

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA SPAGNOL

**UMIDADE E AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE
SEMENTES DE SOJA**

DOIS VIZINHOS

2022

FERNANDA SPAGNOL

**UMIDADE E AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE
SEMENTES DE SOJA**

Humidity and Storage Environment in the Soybean Seed Quality

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Jean Carlo Possenti.

Coorientador(a): Ana Claudia Schllemer dos Santos.

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FERNANDA SPAGNOL

**UMIDADE E AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES
DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 23 de julho de 2022

Jean Carlo Possenti

Eng. Agrônomo, Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, Doutor em Ciência e Tecnologia de
Sementes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Lucas da Silva Domingues

Eng. Agrônomo, Mestre em Agronomia, Doutor em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Maiara Karini Haskel

Eng. Agrônoma, Mestre em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2022

Dedico este trabalho à todos que me apoiaram nesta
jornada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus pela força e ajuda para enfrentar todos os obstáculos encontrados durante o percurso.

A minha família, especialmente aos meus pais Roberto Spagnol e Mareci Bressan Spagnol por todo o apoio, incentivo, e pelas palavras de acolhimento nos momentos difíceis. Ao meu namorado Benhur Possatto, por ser luz, pela mão amiga e pelo suporte.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Jean Carlo Possenti, pelos ensinamentos que me guiou nesta trajetória, a minha coorientadora Ana Claudia Schillemer dos Santos pela paciência, pelo auxílio e pela amizade.

Aos meus demais amigos pela compreensão das ausências e pelo afastamento temporário.

Enfim, a todos os que contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos
mantemos fiéis a nós mesmos.”
(Friedrich Nietzsche)

RESUMO

A qualidade da semente é um fator importante para o sucesso das lavouras de soja, tendo o armazenamento um papel importante nesse processo, o qual visa preservar a viabilidade das sementes até a futura safra. No entanto a umidade da semente pode causar distúrbios durante o armazenamento influenciando em sua qualidade fisiológica. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da umidade e diferentes ambientes de armazenamento na qualidade de sementes de soja. O experimento foi conduzido sob um arranjo bifatorial 4 x 2 (dois ambientes e quatro teores de água diferentes), com quatro repetições, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado. As sementes foram armazenadas por 32 dias nos ambientes pré-estabelecidos (temperatura média ambiente de 17°C e câmara fria de 10°C). Após esse período avaliou-se germinação (primeira contagem aos cinco dias, e contagem final aos oito dias), envelhecimento acelerado, comprimento de plântula, e massa seca. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade da variância a 5%, e posterior teste de médias de Tukey à 5% de probabilidade do erro para as análises qualitativas e quando verificada interação entre os fatores, e significância do fator quantitativo procedeu-se análise de regressão. Não ocorreu interação entre os fatores teor de água e ambiente de armazenamento das sementes para todas as variáveis, porém há superioridade em sementes armazenadas em ambiente câmara fria, uma vez que as com maior teor de água detém a maior perda de vigor dentro dos teores testados.

Palavras-chave: *Glycine max*; Qualidade fisiológica; Deterioração; Vigor.

ABSTRACT

Seed quality is an important factor for the success of soybean crops, with storage having an important role in this process, which aims to preserve the viability of the seeds until the future harvest. However, seed moisture can cause disturbances during storage, influencing its physiological quality. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of humidity and storage temperature on the quality of soybean seeds. The experiment was carried out under a 4 x 2 bifactorial arrangement (two environments and four different water contents), with four replications, distributed in a completely randomized design. The seeds were stored for 32 days in pre-established environments (average ambient temperature of 17°C and a cold chamber of 10°C). After this period, germination (first count at five days, and final count at eight days), accelerated aging, seedling length, and dry mass were evaluated. The data were submitted to the Lilliefors normality test and the Bartlett test to verify the homogeneity of the variance at 5%, and subsequent Tukey average test at 5% of error probability for qualitative analysis and when interaction between the factors was verified, and the significance of the quantitative factor, regression analysis was performed. There was no interaction between the water content and seed storage environment factors, but there is superiority in seeds stored in a cold chamber environment, since the with the highest water content have the greatest loss of vigor.

Keywords: *Glycine max*; Physiological quality; Deterioration; Vigor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1- Temperatura ambiente de armazenamento..... | 28 |
| Figura 2- Análise de regressão sobre a variável primeira contagem da germinação em função do fator teor de água de sementes de soja..... | 29 |
| Figura 3 – Análise de regressão sobre a variável envelhecimento acelerado em função da interação entre os fatores teor de água de sementes de soja e ambiente de armazenamento..... | 31 |
| Figura 4 – Análise de regressão sobre a variável massa seca de plântula em função do fator teor de água de sementes de soja..... | 34 |
| Figura 5 – Análise de regressão sobre a variável comprimento de parte aérea em função do fator teor de água de sementes de soja e do ambiente de armazenamento..... | 35 |
| Figura 6 – Análise de regressão sobre a variável comprimento de raiz em função do fator teor de água de sementes de soja e do ambiente de armazenamento..... | 37 |
| Fotografia 1- Determinação do grau de umidade das sementes..... | 20 |
| Fotografia 2- Sementes em processo de umidificação..... | 21 |
| Fotografia 3- Pesagem de verificação de umidade..... | 22 |
| Fotografia 4- Sementes separadas por tratamento em vidro herméticos..... | 22 |
| Fotografia 5- Montagem dos testes de germinação..... | 23 |
| Fotografia 6- Primeira leitura do teste de germinação..... | 23 |
| Fotografia 7- Montagem do teste de germinação após envelhecimento acelerado..... | 24 |
| Fotografia 8- Montagem do teste de comprimento de plântula..... | 24 |
| Fotografia 9- Leitura do teste de comprimento de plântula..... | 25 |
| Fotografia 10- Pesagem da massa seca de plântulas..... | 26 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|--|
| BASO | Boletim Oficial de Análise de Sementes |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| LASO | Laboratório Oficial de Análise de Sementes |
| LDAS | Laboratório Didático de Análises de Sementes |
| RAS | Regras de Análise de Sementes |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 | Objetivo Geral | 15 |
| 2.2 | Objetivos Específicos | 15 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 3.1 | A Importância da Cultura da Soja no Sistema Agrícola | 16 |
| 3.2 | Qualidade da Semente | 17 |
| 3.3 | Testes Para Avaliar a Qualidade das Sementes | 18 |
| 3.4 | Armazenamento de Sementes..... | 20 |
| 4 | MATERIAIS E METODOS | 22 |
| 4.1 | Determinações Preliminares | 22 |
| 4.2 | Condução dos Tratamentos | 23 |
| | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a cultura com maior área cultivada e produção no Brasil. Segundo a CONAB (2022), a área cultivada na safra de 2021/2022 foi de 40.921 mil hectares, com produção de 123.829,5 mil toneladas, em relação à safra passada 2020/2021, havendo um aumento de 4.4% na área plantada, porém devido as condições edafoclimáticas desta última safra, a mesma apresentou uma queda de 10,4% na produção.

Nos últimos anos a cultura destaca-se pelo seu valor socioeconômico, devido a sua ampla aptidão no mercado interno, e pela exportação, onde Souza; Bittencourt (2019), afirmam que a cultura vem sendo considerada uma das principais commodities exportadas pela agroindústria brasileira nos últimos anos, contribuindo positivamente para a balança comercial do país.

O sucesso de produção desta cultura dependerá da correta utilização de práticas culturais, entre elas, a eficiência condicionada à utilização de sementes de qualidade. Carvalho (2013), destaca que a qualidade da semente é definida como um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando seu potencial de desempenho sob condições adversas, seguindo como critérios os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários.

Neste contexto, a qualidade fisiológica é determinada por um conjunto de propriedades que estabelece o desenvolvimento rápido e uniforme de plântulas sob variações ambientais (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

Tillmann *et al.*, (2019) afirmam que a temperatura ambiente, o teor de água e a composição química das sementes influenciam a preservação da sua qualidade fisiológica, alterando as atividades biológicas e acelerando as atividades respiratórias do embrião.

Destes, o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração da semente durante a armazenagem, pois uma vez mantido baixo, o ataque de microrganismo e a respiração, terão seus efeitos minimizados (BERBERT *et al.*, 2008).

Smaniotto *et al.* (2014), destacam que quando o teor de água for superior à 14% (b.u.), a respiração aumenta rapidamente, influenciando na qualidade da semente da soja durante o armazenamento.

De acordo com Delouche (2002) o processo de deterioração da semente é fundamentalmente influenciados pelo grau de hidratação, temperatura e herança genética. Contudo, as informações na literatura para estabelecer a relação entre a taxa de deterioração, o grau de hidratação e temperatura, são escassas para soja, sobretudo para as cultivares modernas.

Diante do exposto, a presente investigação científica, pretende estabelecer relações entre o teor de água inicial e a velocidade de deterioração da semente de soja durante o armazenamento em diferentes condições de ambiente. Desta forma, espera-se produzir informações que contribuam com o setor produtivo de sementes na tomada de decisões durante as etapas de pós-colheita das mesmas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da semente de soja e a velocidade de deterioração de sementes de soja, em função de variados níveis de hidratação das sementes e diferentes ambientes de armazenamento.

2.2 Objetivos Específicos

- I. Quantificar a velocidade de deterioração de sementes de soja, de acordo com a sua hidratação;
- II. Avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja armazenadas com diferentes teores água;
- III. Parametrizar o potencial de armazenamento de sementes de soja em função do teor de água e temperaturas diferentes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Importância da Cultura da Soja no Sistema Agrícola

A soja é considerada uma das principais culturas da economia, devido à grande valorização dos grãos, por sua versatilidade que podem ser destinados a agroindústria, para produção de óleo vegetal, utilizado como fonte de proteína, ou até mesmo para produção de biocombustíveis (COSTA-NETO; ROSSI, 2000). Devido à essa versatilidade faz com que esta cultura seja amplamente difundida, movendo a cadeia do agronegócio.

De acordo com Ávila; Albercht (2010) a soja é destaque em produção devido a sua utilização alternativa na alimentação humana, podendo ser transformada em diversos alimento proteicos, como farinha, leite, creme e proteína texturizada.

A expansão da soja brasileira começou no sul do país, a partir disto foi possível introduzi-la em novas áreas de cultivo, graças ao avanço de tecnologias como o uso de sementes de melhor qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, introdução de plantio direto, bem como a modificação da soja para aumentar a baixa latitude e resistência a pragas e doenças, possibilitam que variedades de alto rendimento tornassem adaptadas a diferentes condições de cultivo (ROCHA *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, a soja é cultivada em quase todo o país, desde as altas latitudes do Rio Grande do Sul até as baixas latitudes equatoriais tropicais, com rendimentos médios em muitas áreas acima da média norte-americana (CÂMARA, 2015).

Brum *et al.* (2005), ressaltam que a soja foi um dos principais fatores para a introdução do conceito de agronegócio no país. Não apenas pelo volume físico e financeiro, mas também pelas necessidades empresariais e gestão da atividade de produtores, comerciantes, matérias-primas, processadores de materiais e insumos fornecedores.

Neste sentido a Aprosoja Brasil (2020) projetou para 2029 um aumento de 32% da produção, 22% do consumo e 41% das exportações no país. Além da importância econômica, a cadeia produtiva da cultura desempenha papel social essencial no Brasil, pois emprega milhares de pessoas ligadas direta ou indiretamente

ao cultivo da soja, que contribuem para a economia local e regional, possibilitando o crescimento e desenvolvimento do país (STOLLER, 2021).

No sistema produtivo, além da lucratividade e rentabilidade da produção de soja, a adoção de diversas tecnologias para melhorar a produção proporcionou as lavouras uma maior sustentabilidade, onde a adoção de boas práticas agrícolas não é mais uma opção, e sim uma demanda.

3.2 Qualidade da Semente

A qualidade da semente é definida como um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando seu potencial de desempenho sob condições adversas, de acordo com os seus atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (CARVALHO, 2013).

Fazer o uso de sementes de alta qualidade reflete-se no desempenho da lavoura. Desta maneira Krzyzanowski *et al.*, (2018) dizem que o agricultor pode perceber o avanço de uma cultivar melhorada, que resulta em plântulas vigorosas, uniformidade da população, ausência de patógenos transmitidos via sementes e estabelecimento em diferentes condições edafoclimáticas. Como bônus, a lavoura terá alto potencial produtivo, resistência às doenças, insetos, e uma diminuição dos problemas com incidência de plantas daninhas. (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; FRANÇA-NETO, *et al.* 2010). Garantindo assim elevado desempenho que associados ao manejo, são a base fundamental para uma lavoura bem estabelecida e de sucesso.

Segundo França-Neto *et al.* (2016) é durante a fase de produção das sementes no campo, que se produz uma semente de qualidade. Entretanto, nas fases seguintes, como colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento principalmente, toda a atenção deverá ser dada para a manutenção da qualidade obtida em campo afim de minimizar a deterioração. Delouche (2002), afirma que o processo de deterioração das sementes, é inevitável, inexorável e progressivo, somente conseguindo-se, reduzir a sua velocidade por práticas adequadas principalmente na pós-colheita.

A qualidade fisiológica das sementes é avaliada, através de testes rápidos da viabilidade ou do vigor, que representam importantes componentes no controle de

qualidade. Assim, são elucidados vários aspectos, reunindo-se informações, que permitem tomadas de decisões durante as diferentes etapas da produção de sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Segundo Mendes (2008), outra forma de verificar a qualidade fisiológica em sementes que merece atenção, é a taxa respiratória, através da elevada relação entre o processo de respiração e qualidade da semente. Para o mesmo autor, é durante esse processo que o metabolismo celular é reativado, utilizando as reservas energéticas existentes no endosperma ou nos cotilédones. Durante o processo de deterioração, ocorrem alterações na atividade de enzimas respiratórias, acarretando problemas à respiração e outras sínteses, conseqüentemente, causando problemas na germinação e no vigor da semente (MADRUGA, 2010).

3.3 Testes Para Avaliar a Qualidade das Sementes

Utilizar sementes de boa qualidade é essencial, já que uma boa semente evita e reduz diversos problemas futuros, como perdas na produtividade, por exemplo, assim, todas as características de um lote de semente como vigor, germinação, pureza, qualidade física devem ser verificados por diversos testes normatizados rigidamente.

Conhecer a pureza, poder germinativo, vigor do lote de sementes, têm grande importância, pois com estas informações temos uma estimativa do potencial de produtivo das sementes à campo (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Os testes de vigor segundo Marcos Filho (1987) são classificados em métodos diretos e indiretos, onde os diretos irão simular as condições de campo em laboratório, ou são realizadas diretamente no campo, como crescimento das plântulas e peso da matéria seca, já os indiretos são realizados em laboratório e avaliam os atributos fisiológicos da sementes relacionados indiretamente com o vigor. Estes mesmos métodos podem se relacionar com o comportamento das plântulas em resistência às condições de armazenamento e com o seu próprio desenvolvimento, como por exemplo, os testes físicos, fisiológicos, de resistência e bioquímicos.

Testes físicos envolvem características morfológicas ou físicas das sementes que podem estar ligadas ao vigor. Já o peso de mil sementes é um dado importante pois possibilita obter informações sobre a qualidade da semente e o seu tamanho o

que parte para a possibilidade de realização do cálculo de densidade de semeadura (BRASIL, 2009; MARCOS FILHO *et al.*, 1987).

Os testes fisiológicos estão diretamente relacionadas aos níveis de vigor, como o teste de germinação, comprimento de plântula e massa seca, que visa obter informações de um lote de sementes e determinar a quantidade de sementes que são capazes de produzir plântulas normais sob condições ambientais favoráveis (POPINIGIS, 1985).

Desta forma as sementes que são caracterizadas com baixo vigor tendem a deteriorar e atingir mais rápido a condição de total inviabilidade do que aquelas que possuem alto vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Vanzolini; Carvalho (2002) sementes com maior comprimento de plântula e maior massa seca apresentam ser mais vigorosas e isso acontece, pois, sementes de soja mais vigorosas geraram plântulas com maior comprimento total e maior comprimento de raiz primária. Scheeren *et al.*, (2010) afirmam que a baixa velocidade na emergência e, no tamanho inicial são ocasionados por sementes de baixo vigor, uma vez que esses fatores influenciam diretamente no acúmulo de massa seca.

Testes de resistência avaliam o comportamento das sementes quando submetidas a condições desfavoráveis, como o teste de envelhecimento acelerado, que tem como princípio a aceleração do processo de deterioração (MARCOS FILHO, 2015).

A prática de realizar os testes para verificar a qualidade das sementes é essencial para redução de riscos em uma lavoura, e é aportada pela Lei 10.711/2003, que estabelece o processo de análise de sementes através das RAS realizada no LASO, com finalidade de emitir o BASO (BRASIL, 2009). Estas constataram que as informações de aprovação ou desaprovação de um lote para comercialização, assim sendo possível verificar as características quantitativas e qualitativas indispensáveis de uma semente, a fim de garantir que os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários estejam presentes garantindo alta qualidade e bom desempenho.

3.4 Armazenamento de Sementes

Para atender a necessidade da logística de produção e comercialização de sementes, a armazenagem é um dos meios mais eficazes para mantê-las viáveis por mais tempo. Porém, tornam-se indispensáveis boas práticas para garantir a conservação física e fisiológica das sementes.

Azevedo *et al.*, (2003) afirmam que o armazenamento pode vir a ajudar na conservação da qualidade fisiológica da semente, mantendo a viabilidade e seu vigor até a futura semeadura.

Desse modo, entender o comportamento das sementes, diante das diferentes condições que ocorrem durante o armazenamento, podem auxiliar na conservação do produto, evitando possíveis perdas de qualidade na estocagem (SMANIOTTO *et al.*, 2014).

De acordo com Carvalho; Nakagawa (2000), sementes que são colhidas após o ponto de maturidade fisiológica, apresentam menor desempenho, pois já iniciado o processo de deterioração. Segundo Cardoso *et al.*, (2012), o processo de deterioração é inevitável, porém, dependendo das condições de armazenamento e das características da semente, esse processo pode ser atrasado.

Sementes classificadas como oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento, devido à menor estabilidade química dos lipídios. Uma elevação moderada da temperatura ativa o processo respiratório, que decompõe estas substâncias e eleva a taxa de deterioração (FANAN *et al.*, 2009).

Os fatores determinantes que causam perdas de viabilidade e qualidade das sementes durante o armazenamento são, a temperatura e o teor de água presente na semente. Berbert *et al.*, (2008) ressaltam que o fator de maior significância na prevenção da deterioração é o teor de água.

Silva (2008), também afirma que a taxa respiratória é influenciada pelo aumento da temperatura que é dependente do teor de água da semente. Em teores mais elevados, ocorrem maiores perdas e, em menores teores mantêm-se as sementes com melhor qualidade.

Através de testes de germinação e vigor Forti *et al.*, (2010), verificaram que o ambiente de armazenamento não controlado ocasiona redução do potencial fisiológico das sementes de soja, quando comparado com ambiente condicionado.

Marcos Filho (2015), reitera que a melhor forma de conservar sementes ortodoxas, como as de soja, deve ser em um ambiente com umidade relativa e temperaturas mais baixas, permitindo manutenção de baixos níveis de reações químicas, e com isso, conservando por mais tempo as mesmas.

4 MATERIAIS E METODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático de Sementes (LDAS) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizado no município de Dois Vizinhos-PR. Foram utilizadas sementes de soja da cultivar 58I60RSF IPRO produzidas na safra 2021/2022. As mesmas foram doadas por uma empresa privada do Município de Pato Branco-PR. O ensaio foi arranjado em um modelo bifatorial 4 x 2 (teor de água das sementes x local de armazenamento).

Foram avaliados quatro teores de água das sementes (10-11, 13-14, 16-17, e 19-20%) e dois ambientes de armazenamento (ambiente natural com temperatura média de 17°C e em câmara fria à 10°C). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento, para as variáveis primeira e segunda contagem de germinação; plântulas anormais; sementes mortas e envelhecimento acelerado, e cinco repetições por tratamento para comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca.

4.1 Determinações Preliminares

Foi determinado o grau de umidade das sementes pelo método da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando 2 repetições conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) onde se obteve o teor de água de 11% (base úmida-b.u) (Fotografia 1).

Fotografia 1- Determinação do grau de umidade das sementes



Fonte: Aatoria própria (2022)

Após foi realizado o teste de hipoclorito para determinar o percentual de dano mecânico nas semente, utilizando-se duas repetições de 100 sementes, sendo que para isso preparou-se uma solução de hipoclorito de sódio a 5%, submergindo as sementes na solução por 10 minutos. Os resultados foram expressos em porcentagem média de dano mecânico por semente.

4.2 Condução dos Tratamentos

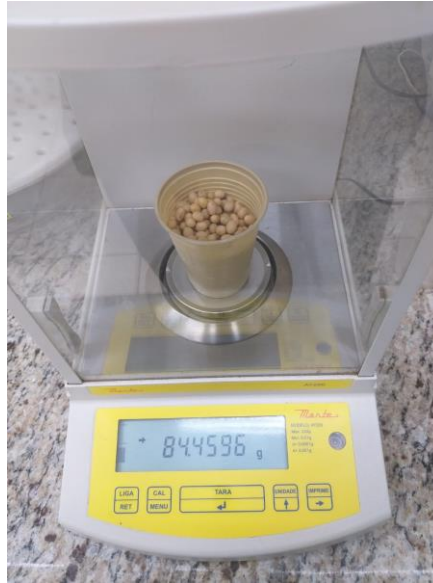
As sementes foram recebidas no laboratório e imediatamente acondicionadas em câmara fria, estas apresentavam umidade de 10-11%. Para obtenção dos demais teores de água 13-14% (b.u), 16-17% (b.u), 19-20% (b.u), foram separadas amostras de 900g de sementes para cada tratamento. As sementes foram separadas em porções de 75g e foram acondicionadas sobre as telas de arame sob caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo 40 mL de água destilada, após foram acondicionadas em câmara de germinação à 25°C (Fotografia 2), para que as sementes absorvessem água até alcançar a umidade final desejada. As sementes foram pesadas (Fotografia 3) com intervalos regulares até atingir o percentual de umidade desejado, conforme descrito por Brasil (2009).

Fotografia 2- Sementes em processo de umidificação



Fonte: Aatoria própria (2022)

Fotografia 3- Pesagem de verificação de umidade



Fonte: Autoria própria (2022)

Após obter os teores de água as amostras foram dispostas em vidros herméticos de 3L (Fotografia 4) para manutenção da umidade, separadas conforme o grau de umidade, sendo armazenadas por 32 dias em dois ambientes distintos, ambiente natural (1) com temperatura média de 17°C e câmara fria (2) com temperatura de 10°C. Os ambientes foram monitorados por meio de termômetros.

Fotografia 4- Sementes separadas por tratamento em vidro herméticos



Fonte: Autoria própria (2022)

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes após armazenamento, foram realizados testes de germinação das sementes. Conduzido com 400 sementes por tratamento com oito subamostras de 50 sementes cada, foram dispostas em rolos

de papel Germitest (Fotografia 5), e umedecidas com água, sendo a quantidade de água adicionada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato utilizado. Após, as mesmas foram acondicionadas em germinadores regulados com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. De acordo com as RAS para a espécie em questão (BRASIL, 2009).

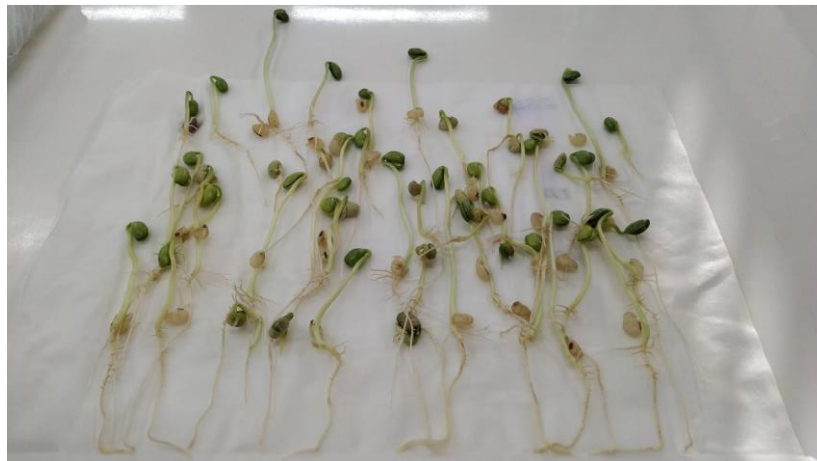
Fotografia 5- Montagem dos testes de germinação



Fonte: Autoria própria (2022)

As leituras de germinação foram efetuadas ao 5° (Fotografia 6) e 8° dias após a implantação do teste, segundo os critérios estabelecidos nas RAS (BRASIL, 2009), computando-se na primeira contagem plântulas normais e contagem final, plântulas normais, anormais e mortas para cada subamostra, obtendo-se a porcentagem média de cada tratamento.

Fotografia 6- Primeira leitura do teste de germinação



Fonte: Autoria própria (2022)

Para realização do teste de envelhecimento acelerado utilizou-se de caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo 40mL de água destilada. Foram utilizadas 200 sementes por tratamento separadas em 4 subamostras de 50 sementes. Estas foram dispostas em uma camada simples sobre a tela de arame interna da caixa plástica tipo “gerbox”, cobrindo toda a sua superfície, e mantidas em câmara de germinação a 41°C durante 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após, as amostras foram retiradas das câmaras de germinação e submetidas ao teste de germinação (Fotografia 7), de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), em uma temperatura de 25°C, durante cinco dias, para posterior avaliação.

Fotografia 7- Montagem do teste de germinação após envelhecimento acelerado



Fonte: Autoria própria (2022)

Para o teste de comprimento de plântula, foram utilizadas 100 sementes por tratamento, separadas em 5 subamostras de 20 sementes cada (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999). As sementes foram dispostas em uma linha traçada no terço superior do papel Germitest no sentido longitudinal para germinação (Fotografia 8). Os papéis foram umedecidos previamente com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato utilizado.

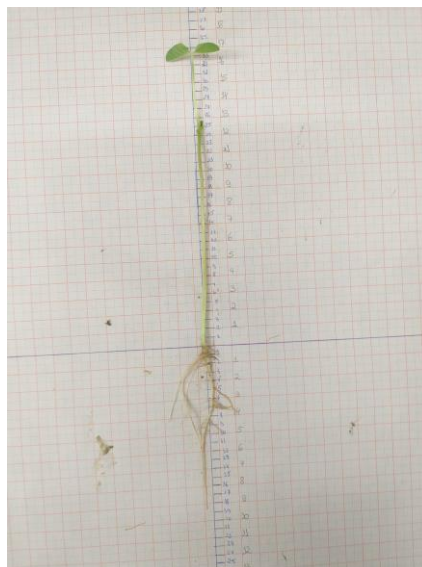
Fotografia 8- Montagem do teste de comprimento de plântula



Fonte: Aatoria própria (2022)

As sementes de soja foram posicionadas de forma que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior do papel, para facilitar o desenvolvimento correto de parte aérea e raiz das plântulas. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente na câmara de germinação por oito dias a 25°C com fotoperíodo 12 horas de luz e 12 horas de escuro (BRASIL, 2009). A leitura deste teste foi feita aos 8 dias após a sua implantação, sendo que ao final deste período, foi efetuada a medição da parte aérea e raiz das plântulas normais utilizando-se uma régua graduada em centímetros e papel milimetrado (Fotografia 9). Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.

Fotografia 9- Leitura do teste de comprimento de plântula



Fonte: Aatoria própria (2022)

Após, as plântulas foram submetidas ao teste de massa seca, sendo avaliadas somente as plântulas normais (Fotografia 10), obtidas a partir dos testes de comprimento de plântula, excluindo destas os cotilédones.

Fotografia 10- Pesagem da massa seca de plântulas



Fonte: Autoria própria (2022)

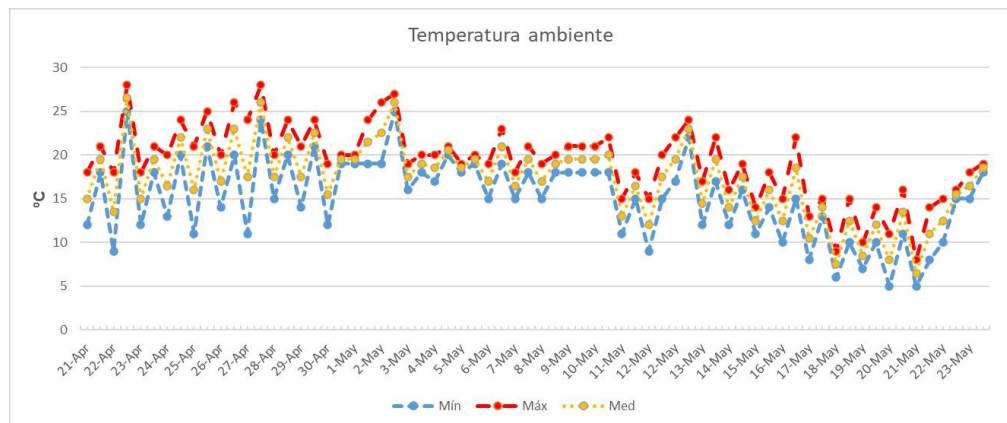
As repetições de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel, identificados e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 65°C por um período de 72 horas, conforme as RAS (BRASIL, 2009). Após este período, cada repetição teve sua massa avaliada em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em miligramas por plântula. Tais procedimentos visaram verificar se haveria diferentes desempenhos iniciais de plântulas em função dos tratamentos utilizados.

Após a compilação dos resultados, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade da variância. Atendidas as pressuposições do modelo, procedeu-se a análise de variância ($p=0,05$), para verificação do nível de significância dos fatores testados e suas interações. Quando verificada interação entre os fatores, e significância do fator quantitativo procedeu-se análise de regressão e para o fator qualitativo, teste de médias de Tukey à 5% de probabilidade do erro. Para a realização das análises utilizou-se o programa estatístico Rbio (BHERING, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se no Figura 1, as temperaturas médias mensais dos ambientes de laboratório de armazenamento de sementes de soja. A temperatura média no ambiente de laboratório, durante o armazenamento foi de 19°C no mês de abril e de 16,4°C durante o mês de maio, sendo que a média máxima foi de 24 °C, registrada no mês de maio, e média mínima foi de 8,9 °C, também no mês de maio, este ambiente foi monitorado com termômetros de máxima e mínima.

Figura 1- Temperatura ambiente de armazenamento.



Através da análise de variância, foi possível constatar ao nível de 5% de probabilidade de erro, interação estatística significativa entre os fatores, para as variáveis envelhecimento acelerado, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz. Analisando-se os fatores isoladamente, o fator ambiente de armazenamento foi significativo para as variáveis envelhecimento acelerado, massa seca de plântula, comprimento de parte aérea e comprimento de raiz. Já o fator teor de água das sementes foi significativo sobre as variáveis primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e massa seca de plântula. Para as variáveis segunda contagem de germinação, plântulas anormais e sementes mortas nenhum dos fatores foi significativo (Tabela 1).

Tabela 1 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis: comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca de plântula, em sementes de soja. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.

| Fonte de Variação | GL | QM | | |
|-------------------------------|----|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| | | Germinação (1° contagem) | Germinação (2° contagem) | Plântulas Anormais |
| Ambiente de armazenamento (A) | 1 | 55,13 ^{ns} | 72,0 ^{ns} | 15,12 ^{ns} |
| Teor de água (B) | 3 | 373,38 [*] | 152,5 ^{ns} | 22,37 ^{ns} |
| A x B | 3 | 226,38 ^{ns} | 109,0 ^{ns} | 23,37 ^{ns} |
| Média | - | 86% | 89% | 8% |
| CV (%) | - | 6,21 | 5,28 | 48,18 |

| Fonte de Variação | GL | QM | | |
|-------------------------------|----|----------------------|--------------------------|------------------------|
| | | Sementes Mortas | Envelhecimento Acelerado | Massa Seca de Plântula |
| Ambiente de armazenamento (A) | 1 | 10,12 ^{ns} | 968 [*] | 0,077 [*] |
| Teor de água (B) | 3 | 119,38 ^{ns} | 18443 [*] | 0,130 [*] |
| A x B | 3 | 56,37 ^{ns} | 577 [*] | 0,036 ^{ns} |
| Média | - | 4% | 43% | 0,8508 g |
| CV (%) | - | 79,64 | 15,82 | 10,91 |

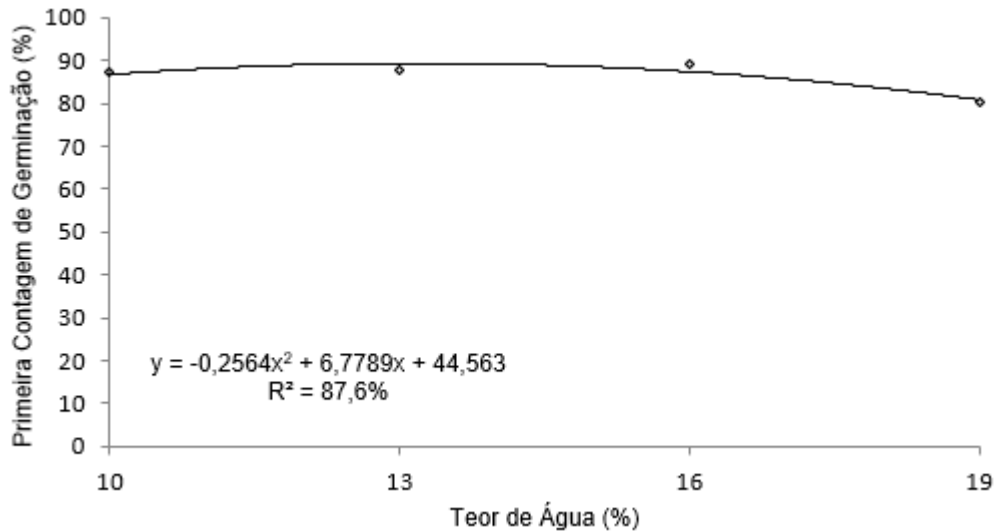
| Fonte de Variação | GL | QM | |
|-------------------------------|----|----------------------------|----------------------|
| | | Comprimento de Parte Aérea | Comprimento de Raiz |
| Ambiente de armazenamento (A) | 1 | 11,664 [*] | 21,170 [*] |
| Teor de água (B) | 3 | 11,901 ^{ns} | 27,233 ^{ns} |
| A x B | 3 | 29,774 [*] | 23,845 [*] |
| Média | - | 10,76 cm | 14,39 cm |
| CV (%) | - | 13,94 | 8,64 |

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F ($p < 0,05$).

^{ns} Não significativo.

De acordo com análise de variância o comportamento que melhor se ajustou aos dados de primeira contagem de germinação, foi a equação quadrática, explicando cerca de 87,62% do comportamento dos resultados. Observa-se a elevação da germinação entre 10 e 13 °C, decaindo logo em seguida. O teor de água que promoveu menores percentuais de germinação na primeira contagem, foi de 19%. Obteve-se em média 86% de germinação na primeira contagem, e 89% em segunda contagem (Figura 2).

Figura 2 – Análise de regressão sobre a variável primeira contagem da germinação em função do fator teor de água de sementes de soja. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.



De acordo com a Figura 2, quanto maior foi o teor de água na semente, menor foi a porcentagem de primeira contagem, essa variável está diretamente relacionada ao vigor das sementes, visto que, sementes mais vigorosas germinam mais rapidamente que as menos vigorosas. Segundo Alencar *et al.* (2008), elevados teores de água intensificam a deterioração, o que pode explicar os resultados encontrados no presente trabalho.

Sabe-se que os fatores que influenciam a conservação do potencial fisiológico, são o teor de água inicial das sementes, a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente, e esses fatores geralmente interagem entre si. Minor; Paschal (1982), dizem que essas variáveis quando mantidas em níveis baixos, haverá melhor conservação do potencial fisiológico das sementes.

Nas determinações preliminares, realizou-se o teste do hipoclorito onde foi observado 16-18% das sementes danificadas. De acordo com Krzyzanowski *et al.* (2004), o valor estabelecido como adequado deve ser inferior a 10% de sementes danificadas, para um lote de sementes de soja.

Esse fato é relevante e pode ajudar a comprovar que mesmo as sementes sendo danificadas por danos mecânicos, não se tornam inviáveis, pois nem todas as estruturas da semente são prejudicadas. Ainda assim, isso pode ter afetado a velocidade de embebição das sementes, facilitando a entrada de água rapidamente e o rompimento de algumas estruturas, que pode afetar o vigor e conseqüentemente a primeira contagem da germinação.

O dano mecânico causa injurias internas no embrião, reduzindo vigor, potencial de armazenamento, desempenho de sementes no campo e mesmo que não imediatamente, a germinação também é afetada (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Sementes armazenadas em condições inadequadas tendem a se deteriorar de forma mais rápida, visto que, o processo respiratório é mais alto em sementes com alta umidade, e se intensifica a medida que as temperaturas se elevam. Assim como afirma Rios *et al.* (2003), que quando o teor de água é superior ao recomendado para o armazenamento seguro, ocorre a perda de qualidade das sementes durante o armazenamento.

Afonso Júnior *et al.* (2000), também constataram que o potencial de germinação das sementes de soja diminuiu com o aumento do teor de água das sementes (15 e 20% b.u.), e os fatores que contribuíram nesse processo foram a temperatura e o período de armazenamento.

Em estudo similar, Terasawa *et al.* (2009), estudaram algumas cultivares de soja e verificaram que sementes com teores de umidade de 14 a 16,9% (b.u.) obtiveram resultados de germinação acima da média exigida, as sementes com teores de 20 a 22,9% (b.u.), obtiveram resultados intermediários, enquanto as sementes com teores de umidade de 23 a 28% (b.u.) ficaram abaixo do padrão mínimo de germinação estabelecido pelo Ministério da Agricultura para semente de soja (80%).

Rodríguez *et al.* (2004), em seu trabalho sobre sementes de milho armazenadas com teor de água de 14,8 e 19,5% (b.u.), obtiveram um decréscimo na germinação, conforme aumentou a umidade.

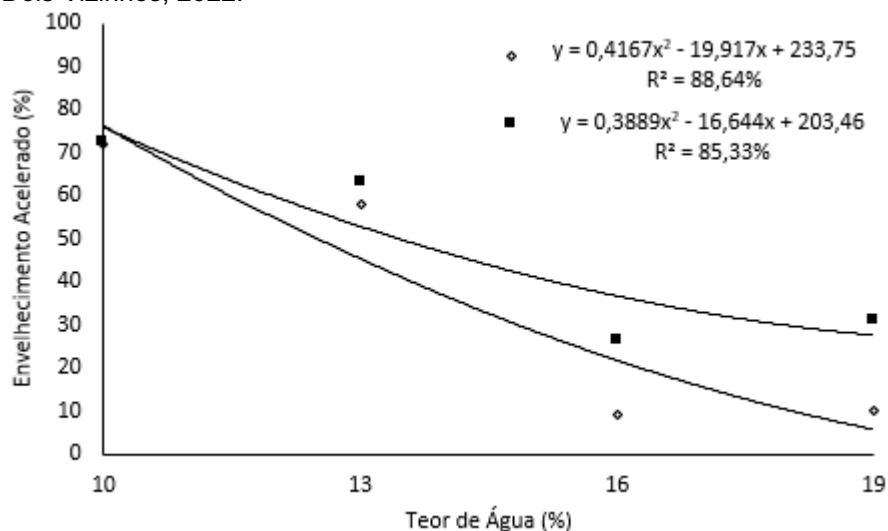
Entretanto, é válido ressaltar que sementes com baixos teores de umidade são mais susceptíveis ao dano mecânico, podendo resultar na redução significativa da germinação do lote avaliado (FRANÇA NETO; HENNING, 1984.; JIJÓN; BARROZ, 1983.)

O estudo realizado por Smaniotto *et al.* (2014), corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho, onde o teor de água inicial influencia na qualidade das sementes de soja durante o armazenamento, sendo que sementes com teor de água elevado, acima de 14% (b.u.) apresentam maior perda de qualidade durante o armazenamento. Os mesmos autores declaram ainda que, o teor de água inicial de 12% (b.u.) mantém as sementes com maior qualidade durante o armazenamento, podendo conservar-se assim o vigor das mesmas por mais tempo.

De acordo com Amaral; Carvalho (2016), é importante salientar que o grau de umidade de sementes de soja, é de suma importância também para seu armazenamento e preservação das características intrínsecas do lote de sementes, até o período da comercialização. Lembrando que o grau de umidade das sementes deve ser o mais uniforme possível, pois mesmo com sua uniformidade a tendência é que esse grau de umidade seja reduzido após um período até a comercialização, dependendo das condições de armazenamento.

De acordo com análise de variância o comportamento que melhor se ajustou aos dados da variável envelhecimento acelerado a equação quadrática, explicando cerca de 88,64% dos dados provenientes de sementes armazenadas em ambiente natural e 85,33% dos dados provenientes de sementes armazenadas em câmara fria. Observa-se que conforme aumentou-se o teor de água das sementes, diminuiu-se a germinação das sementes pós envelhecimento acelerado, chegando a menos de 10% de germinação para sementes armazenadas em ambiente natural (Figura 3).

Figura 3 – Análise de regressão sobre a variável envelhecimento acelerado em função da interação entre os fatores teor de água de sementes de soja e ambiente de armazenamento. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.



Segundo Perez-Garcia (2006), a temperatura interfere na aceleração das reações bioquímicas e metabolismos das sementes, pelas quais reservas armazenadas no tecido de sustentação são desdobradas, transportadas e ressintetizadas no eixo embrionário. Assim, a elevação da temperatura promove aumento da taxa de respiração, afetando conseqüentemente o poder de germinação das sementes.

De acordo com Delouche; Baskin (1973), o teste de envelhecimento acelerado visa estimar o potencial de armazenamento de sementes. Nesse sentido, os resultados obtidos por Rocha *et al.* (2017), para germinação das sementes e envelhecimento acelerado, destacam que maiores valores foram observados quando as sementes de soja foram armazenadas em ambiente climatizado.

Fort; Cicero; Pinto (2010) avaliando sementes de soja, pelo teste de envelhecimento acelerado, observaram que durante o armazenamento em ambiente natural, houve uma redução do potencial fisiológico das sementes.

Corroborando com os resultados destes autores, Araújo (2016), encontrou no teste de envelhecimento acelerado, que sementes de soja armazenadas em ambiente refrigerado, demonstraram uma maior média de plântulas normais.

Avaliando o envelhecimento acelerado de sementes de milho, Oliveira (2018), observou resultados com médias superiores em sementes armazenadas em câmara fria.

Assim, Mendonça *et al.* (2000) verificaram que sementes de menor qualidade se deterioram de forma mais rápida quando expostas às condições adversas de alta temperatura e umidade relativa no teste de envelhecimento acelerado.

Porém, os resultados encontrados por Yaja *et al.* (2005), mostraram que ao armazenarem sementes com teores de água de 6, 8, 10 e 12% (b.u.), em diferentes temperaturas, observaram que as semente com teor de 6% e 8% mostraram apenas 70% da germinação no teste de envelhecimento acelerado. Esse fato também mostra que tanto umidades muito elevadas quanto muito baixas, podem afetar negativamente o potencial germinativo e vigor das sementes de soja.

Marcos-Filho (2015), acrescenta que a queda na qualidade das sementes durante o envelhecimento, geralmente está associada à perda de permeabilidade seletiva das membranas, menor efetividade das enzimas em exercer suas atividades catalíticas e também aos cromossomos que tendem a apresentar mutações ou aberrações. O mesmo autor complementa que a diminuição do poder germinativo e do vigor é a manifestação mais acentuada de deterioração das sementes.

Em geral, as sementes de soja, quando armazenadas em temperatura ambiente e em armazéns convencionais, degradam suas qualidades fisiológicas dando margem a perdas consideráveis no setor sementeiro (DEMITO; AFONSO, 2009).

O armazenamento em câmara fria promoveu maior manutenção do vigor nas sementes de soja, o qual é demonstrado através da massa seca de plântulas, sendo superior àquelas armazenadas em ambiente natural (Tabela 2).

Tabela 2 – Teste de médias para a variável massa seca de plântula em função do ambiente de armazenamento de sementes de soja. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.

| Ambiente | Massa seca de plântula (g) |
|-------------|----------------------------|
| Natural | 0,8070 b |
| Câmara fria | 0,8947 a |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Porto (2004), observou que quando resfriadas, as sementes de soja mantiveram a qualidade fisiológica por mais de seis meses. Isso ocorre devido à baixa atividade respiratória da semente, que acaba diminuindo seu consumo de reserva refletindo assim diretamente na massa seca da mesma.

Harrigton (1999) destaca que plântulas normais com maior peso médio de massa seca são consideradas mais vigorosas, uma vez que essa variável objetiva determinar a taxa de transferência de reserva para o embrião.

A redução na qualidade de sementes, geralmente, é traduzida pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas, assim como na redução da massa seca (TOLEDO *et al.*, 2009).

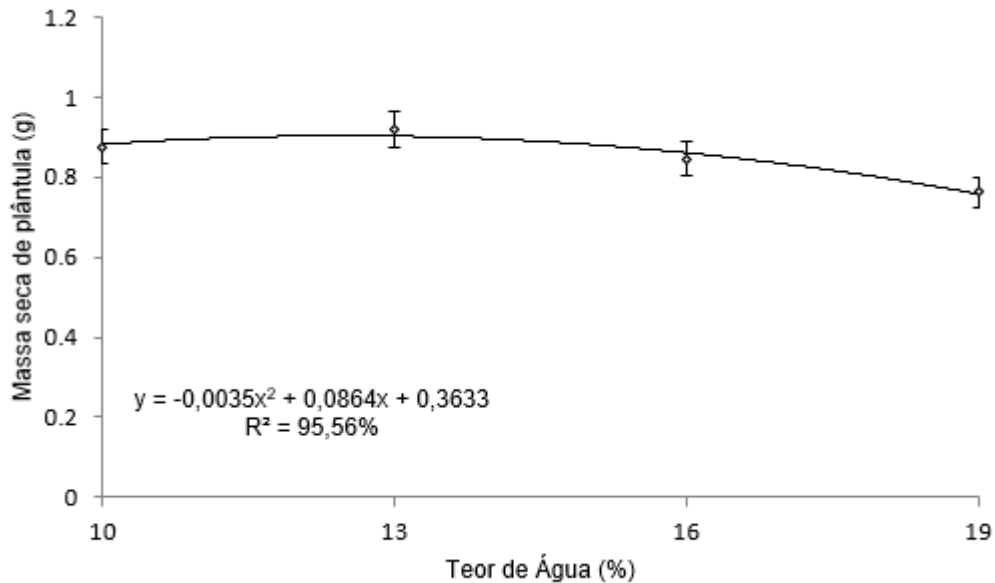
Nunes (2019) observou em seu estudo que sementes de soja armazenadas na temperatura de 35°C em diferentes embalagens, tiveram um decréscimo na massa seca das plântulas linearmente ao longo do armazenamento.

Sung; Chang (1993), observaram uma redução no peso de matéria seca das plântulas durante o armazenamento não adequado de algumas leguminosas, como soja e amendoim. Enquanto, sementes de feijão azuki, quando armazenadas por 6 meses a 25,4±3 °C e 67,3±3% de UR perderam qualidade, reduzindo sua taxa de germinação, o tamanho e a massa seca de plântulas (TAVARES *et al.*, 2015).

Perante a análise de variância o comportamento que melhor se ajustou para a variável massa seca de plântula em função do fator teor de água das sementes foi a equação quadrática, explicando cerca de 95,56% do comportamento dos resultados. Observando-se um ganho de massa seca em plântulas provenientes de sementes com teor de água de 10-11 e 13-14%, porém, decaindo nos demais (16-17 e 19-20%). O teor de água de sementes que promoveu menores ganhos em massa seca foi de

19-20% (Figura 4). Esse comportamento também foi observado sobre a variável primeira contagem de germinação.

Figura 4 – Análise de regressão sobre a variável massa seca de plântula em função do fator teor de água de sementes de soja. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.



Pode-se observar que quanto maior a umidade da semente, menor a massa seca de plântula, a umidade em excesso durante o armazenamento acelera o metabolismo da semente contribuindo para aumentar a velocidade de deterioração, consumindo reserva, além de propiciar condições favoráveis para o desenvolvimento de patógenos (MENEGHELLO, 2014).

Sementes ortodoxas passam por uma redução no teor de água ao final da maturação, o que ocasiona paralisação no seu crescimento devido à redução no metabolismo, ou seja, a respiração da semente está relacionada com o teor de umidade da mesma.

Segundo Villela; Peres (2004), quanto mais hidratadas estiverem as sementes maior rápido é sua deterioração. Isso ocorre, pois há um incremento na taxa respiratória, proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes, fazendo com que haja consumo de reservas, diminuindo diretamente a massa seca (FARONI, 2006)

Smaniotto *et al.* (2014), observou que em condições onde o teor de água é superior a 14% (b.u.), a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais causando a sua deterioração. Ou seja, a qualidade das sementes de soja é

influenciada pelas condições de armazenagem e combinações de altas temperaturas e teores de água mais elevados intensificam a deterioração do produto (ALENCAR *et al.*, 2008).

Dode *et al.* (2013), verificaram que a massa seca de plântulas de soja diminui expressivamente com a redução da germinação das sementes, demonstrando uma relação direta com o desenvolvimento inicial das plântulas. Fato também observado no presente estudo, conforme aumentou o teor de água nas sementes diminui a germinação e conseqüentemente a massa seca das plântulas.

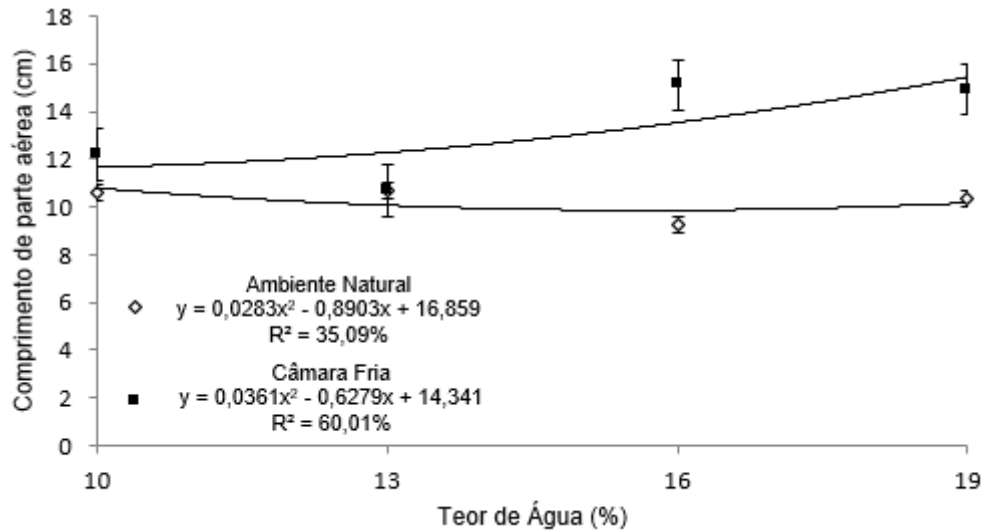
A conservação das sementes com teores de água mais reduzidos (5% e 10%), associada ao armazenamento em câmara fria, proporciona as melhores condições para o crescimento e o acúmulo de biomassa das plântulas (BENTO *et al.*, 2014).

Entretanto, não são todas as espécies de oleaginosas que toleram dessecações tão drásticas, inferiores à 8-10%, podendo também proporcionar maiores dados mecânicos e fisiológicos.

Segundo Salinas *et al.* (2001), a qualidade das sementes diminui com o transcorrer do tempo, conseqüentemente sua taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e do tempo em que essas permanecem armazenadas.

Conforme a análise de variância o comportamento que melhor se ajustou para a variável comprimento de plântula de parte aérea também foi a equação quadrática, explicando cerca de 35,09% dos dados provenientes de sementes armazenadas em ambiente natural e 60,01% dos dados provenientes de sementes armazenadas em câmara fria. Percebe-se que conforme o teor de água das sementes aumenta, diminuiu-se o comprimento de plântulas em sementes armazenadas em ambiente natural. Em sementes armazenadas em câmara fria ocorreu um tênue aumento de comprimento de parte aérea em sementes com 16-17% de umidade (Figura 5).

Figura 5– Análise de regressão sobre a variável comprimento de parte aérea em função do fator teor de água de sementes de soja e do ambiente de armazenamento. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.



Perante a análise, nota-se que o armazenamento em câmara fria apresentou melhor desempenho na conservação da semente, assim como, Vieira *et al.* (2013) constataram que sementes mantidas em câmara fria e ambiente controlado, mantêm seu potencial fisiológico, enquanto sementes armazenadas em ambiente não controlado, tiveram seu potencial fisiológico reduzido.

A análise apresentou um favorecimento no comprimento de plântula para sementes com teor de água de 16-17%. De acordo com Finch-Savage; Leubner-Metzger (2006), a germinação começa com a entrada de água na semente seguida pela expansão do embrião. Assim, possivelmente esses teores de água observados no presente trabalho, possam ter favorecido o crescimento e desenvolvimento das plântulas.

A determinação do comprimento de plântulas serve para expressar vigor, sendo que sementes mais vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento (NAKAGAWA, 1999).

Para Popinigis (1985), o ambiente de armazenamento é o fator determinante sobre a qualidade das sementes. As condições do ambiente atuam regulando a velocidade de perda de viabilidade (ROBERTS, 1981). Logo o comprimento de plântulas também é influenciado pelo teor de umidade inicial das sementes (SILVA *et al.*, 2016).

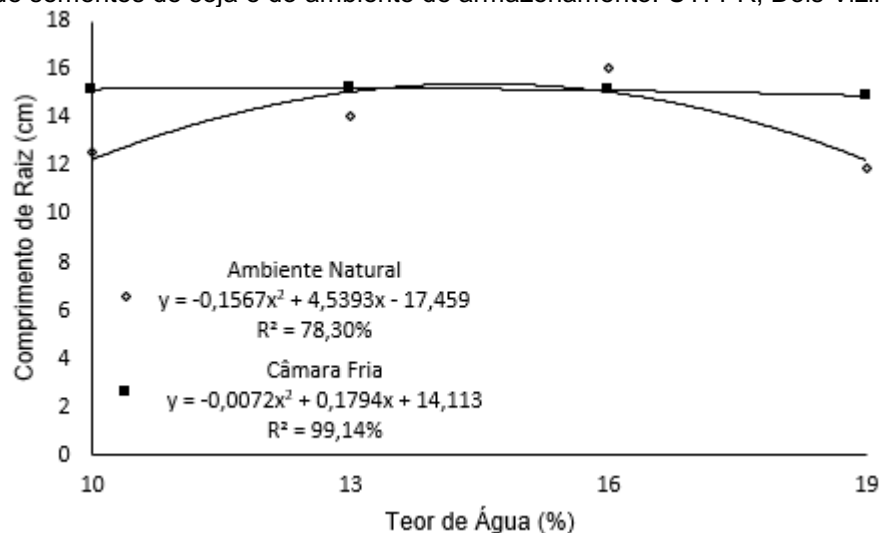
Mathias *et al.* (2017), verificou que houve redução do comprimento de plântula em sementes com o atraso de colheita, o que pode estar associado ao fato da taxa de deterioração das sementes aumentarem consideravelmente pela exposição às variações de temperatura média do ar e da precipitação pluviométrica, reduzindo o desempenho das plântulas.

Mendonça (2016), comparando diferentes condições de armazenamento observou maior comprimento da parte aérea das plântulas oriundas de sementes que foram armazenadas em ambiente controlado.

Esses resultados estão de acordo com o encontrado por Harrigton (1972), este autor afirma que em condições controladas a conservação da semente é favorecida, pois a baixa temperatura reduz a atividade das enzimas envolvidas no processo de respiração sendo este um dos principais responsáveis pela perda da viabilidade durante o armazenamento.

Diante a análise de variância o comportamento que melhor se ajustou aos dados de comprimento de raiz também foi a equação quadrática, explicando cerca de 78,3% dos dados provenientes de sementes armazenadas em ambiente natural e 99,1% dos dados provenientes de sementes armazenadas em câmara fria. Percebe-se que conforme o teor de água das sementes aumenta, diminuiu-se o comprimento de raízes em sementes armazenadas em ambiente natural, principalmente em sementes com teor de água de 19-20%. Sementes armazenadas em câmara fria não tiveram crescimento significativo distintos entre os teores de água (Figura 6).

Figura 6 – Análise de regressão sobre a variável comprimento de raiz em função do fator teor de água de sementes de soja e do ambiente de armazenamento. UTFPR, Dois Vizinhos, 2022.



Segundo Vanzolini *et al.* (2007), o comprimento da raiz é uma variável mais sensível para diferenciar lotes, apresentando correlação positiva com a emergência das plântulas em campo.

De acordo com a análise de regressão houve diferenciação em sementes com os teores de água aos extremos ou seja 10,11% e à 19-20% e somente as sementes

armazenadas em ambiente natural. Porém o resultado encontrado não está de acordo com Silva *et al.* (2016), que para o comprimento radicular de plântulas não ocorreu alterações de crescimento em função da umidade inicial das sementes.

Segundo Rocha *et al.* (1996), os testes que avaliam os comprimentos de plântulas, hipocótilo e raiz baseiam-se na hipótese de que a medida que o grau de deterioração aumenta, a extensão e a velocidade de desenvolvimento inicial das células meristemáticas reduzem.

Neste sentido Mendonça (2016), observou em seu trabalho que o comprimento das plântulas de soja, diminui com de forma mais acentuada em condições de ambiente não controlado, sendo uma redução de 2,94 cm para essas sementes.

Assim como observado por Rocha (2017), que sementes armazenadas em barracão convencional sem controle do ambiente, apresentaram uma redução no comprimento de raiz.

Marcos Filho (2015) afirma que para melhor conservação das sementes ortodoxas, como as sementes de soja, o ambiente com umidade relativa e temperatura devem ser mais baixos, essas condições permitem manutenção de baixo nível de atividade de reações químicas e preservação do poder germinativo e vigor. Sementes oleaginosas apresentam menor potencial de armazenamento que as amiláceas, devido à menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido, uma vez que uma elevação moderada da temperatura, como consequência do processo respiratório, já é suficiente para a decomposição dos lipídios e elevação da taxa de deterioração (MARCOS FILHO, 2015).

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados no presente trabalho, para o período de armazenamento investigado, permitem verificar que não houve interação entre os fatores teor de água e ambiente de armazenamento das sementes para todas as variáveis.

Entretanto, notou-se superioridade nas sementes armazenadas em ambiente com câmara fria com temperatura média em torno de 10°C, bem como, que as sementes com maior teor de água apontaram para maiores perdas de vigor dentre os valores observados.

REFERÊNCIAS

AFONSO JUNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v.4, n.1, p.1-7, 2000.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; FERREIRA, L. G.; MENEGHITTI, M. R. **Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento**. Engenharia na Agricultura, v. 16, n. 2, p. 155-166, 2008.

AMARAL, A.S.; BAUDET, L.M. Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5, p.27-36, 1983.

AMARAL, D. R.; CARVALHO, T. C. Efeito da armazenagem convencional na qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica. **Revista Scientia Rural**. Ponta Grossa, v.1, n.13, p. 36-45, 2016. Disponível em: http://www.cescage.edu.br/new/main.php?module=edit_edicoes&revista=4. Acesso em: Maio de 2022.

APROSOJA BRASIL. SOJA BRASILEIRA: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS. Associação Brasileira dos Produtores de Soja, 2020. Disponível em: < <https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2020/08/27/brazilian-soybean-exports/> >. Acesso em: Maio de 2022.

ARAÚJO, P. V. L. **Influência da condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2016. 35 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) -Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo Abrates**, v.20, p.15-29, 2010

AZEVEDO, M. R. de Q. A.; GOUVEIA, J. P. G. de; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de

sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.519- 524, 2003.

BENTO, L. F. *et al.* Crescimento e Acumulo de Biomassa de *Alibertia edulis* em Função da Secagem e do Armazenamento de Sementes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. **Indicadores da qualidade dos grãos**. In: SILVA, J. S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.

BHERING, L. L. (2017). **Rbio: a tool for biometric and statistical analysis using the R platform**. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 17, 187–190. doi: 10.1590/1984-70332017v17n2s29.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K. **A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000**. In: SOBER Anais..., Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio da soja**. Piracicaba: ESALQ, 2015.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. **Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.42, p.272-278, 2012.

CARVALHO, C.F.; **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja de diferentes grupos de maturação**. CAV/UEDESC. Lages. 2013. 153 p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos 2021/22-** Junho de 2022. Brasília: CONAB, 2022. Disponível:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: Junho 2022.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura.** Química Nova, v.23, p. 4, 2000.

DELOUCHE JC; BASKIN CC. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, p.427-452. 1973.

DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, Pelotas, n. 6, p.24-31, 2002.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. **Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente.** Engenharia na Agricultura, v.17, p.7-14, 2009.

DODE, J. de S.; MENEGHELLO, G.E.; TIMM, F.C.; MORAES, D.M.; PESKE, S.T. **Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica.** Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.2, p. 193-198, 2013.

FANAN, S. et al. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 01, p. 150-159, 2009.

FARONI, L.R.A.; CORDEIRO, I.C.; ALENCAR, E.R.; ROZADO, A.F.; ALVES, W.M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.148-154, 2006.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao avançado.** São Paulo: Artimed Editora, 2004. Cap. 18: Teste de qualidade, p. 283-297.

FINCH-SAVAGE, W.E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. 2006. **New Phytologist** 171, 501–523.

FORTI, V. A.; CÍCERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o

armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 123-133, 2010.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

FRANÇA-NETO, J. B., HEENING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina, Embrapa-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

HARRINGTON, J. F. - Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T. T. - **Seed biology**. New York, Academic Press, 1972. v. 3, p. 145-245.

HENNING, A.A. **Patologia de Sementes**. Londrina: EMBRAPA - CNPSO, 1994. 43p. (EMBRAPA - CNPSO / Documento 90).

JIJON, A. V.; BARROS, A. C. S. A. **Efeito dos danos mecânicos na semeadura sobre a qualidade de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. Tecnologia de sementes, Pelotas, v.6, n.1/2, p.3-22, 1983.

KRZYZANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D. **Deterioração controlada**. In: KRZYZANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade das sementes de soja: fator importante para a produção da cultura**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 136:24p, 2018.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N.P. Circular técnica 37: **Teste de hipoclorito de sódio para semente de soja**. 1ª edição. Londrina. Embrapa, 2004. Disponível em:<
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59319/1/37.pdf> .> Acesso: Maio de 2022.

MADRUGA, P.M. **Atividade Respiratória e Bioquímica de Sementes de Arroz Submetidas a Diferentes Temperaturas**. Tese. Universidade Federal de Pelotas. Brasil. 2010. 50 pp.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Abrates, Londrina, 2015. 659 p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; DA SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. FEALQ, Piracicaba, 230 p., 1987.

MATHIAS, V.; PEREIRA, T.; MANTOVANI, A., ZÍLIO, M.; MIOTTO, P.; COELHO, C. M. M. Implicações da época de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Agro@ambiente On-line**, 11 (3): 223-231, 2017

MENDES, C.R. **Atividade respiratória como método alternativo na diferenciação do vigor de lotes de sementes**. 2008. 21p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

MENDONÇA, A. O. **Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes condições ambientais**, 2016. 88f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A.; SADER, R. Teste de deterioração controlada em sementes de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) var. itálica. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.

MENEGUELLO, G.E. Qualidade da Semente: Umidade e Temperatura. **Revista Seed News**. 2014. Disponível em: < <https://seednews.com.br/artigos/258-qualidade-de-sementes-umidade-e-temperatura-edicao-novembro-2014>> Acesso: Julho de 2022.

MINOR, H.C.; PASCHAL, E.H. Variation in storability of soybeans under stimulated tropical conditions. **Seed Science and Technology**, v.10, p.131-139, 1982.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOSWIKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1- 2.24.

NUNES, C.F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes temperaturas e embalagens**. 2019. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia Agrícola, Alegrete, 2019.

PEREZ-GARCIA, F.; GONZALEZ-BENITO M. E. Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and presowing treatments, **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 01, p. 688-693, 2006.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PORTO, A.G. **Resfriamento de sementes de soja em silo com sistema de distribuição radial do ar**. Pelotas: UFPEL, 2004. 47p. Tese Doutorado.

RIOS, A. O.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D. **Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, p. 39-45, 2003.

ROBERTS, E.H. Physiology of aging and its application to drying and storage. **Seed Science and Technology**, v.9, p.359-372, 1981.

ROCHA, G. C.; NETO, A. R.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; OLIVEIRA, C. A. C.; SIMON, G. Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Científica@-Multidisciplinary Journal**,4 (1): 50-65, 2017.

ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S.; PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 76p. (Boletim, 188). 1996.

RODRIGUEZ, J.C.; BARTOSIK, R.E.; MALINARICH, H.D.; EXILART, J.P.; NOLASCO, M.E. **IP short time storage of Argentine cereals in silobags to prevent spoilage and insect**. In: INTERNATIONAL QUALITY GRAINS CONFERENCE, 2004, Indianapolis. Proceedings... West Lafayette: Purdue University, 2004. 1-15.

SALINAS, A. R.; YOLDJIAN, A. M.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. **Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.371- 379, 2001.

SCHEEREN B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 035-041, 2010.

SILVA, M. G.; ALMEIDA, T. L.; SCHEUNEMANN, L. C.; SILVA, R. N. O.; PANOZZO, L. E. **Qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes teores iniciais de umidade**. Enciclopédia Biosfera, v.13 n.23; p. 1695 à 1704. 2016.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. O.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

STOLLER. **Qual a importância da soja para a agricultura brasileira?** 2021. Disponível em:< [SUNG, F.J.M. & CHANG, Y.H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. **Seed Science and Technology**, Zürich. v.21, p.97-105. 1994.](https://www.stoller.com.br/importancia-da-soja-para-a-agricultura-brasileira/#:~:text=Al%C3%A9m%20da%20import%C3%A2ncia%20econ%C3%B4mica%2C%20a,o%20crescimento%20desenvolvimento%20do%20pa%C3%ADs.>
Acesso: Maio de 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

TAVARES, C. J.; ARAÚJO, A. C. F.; JAKELAITIS, A.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; FREITAS, M. A. M. Qualidade de sementes de feijão-azuki dessecadas com

saflufenacil e submetidas ao armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1197–1202, 2015.

TERASAWA, J.M. *et al.* **Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja**. *Bragantia*, Campinas, v. 68, p. 765-773, 2009.

TILLMANN, M. A. A; TUNES, L. M. de; ALMEIDA, A. da S. **Análise de semente**. In: Peske S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G.E. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 4.ed. Pelotas: Becker & Peske, 2019, p.147-258.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, p.124-133, 2009.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VANZOLINI, S; ARAKI, C. A. S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VILLELA, F.A. & PERES, W.B. 2004. **Coleta, beneficiamento e armazenamento**. In *Germinação do básico ao aplicado* (A.G. Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artmed, Porto Alegre, p.265-281.

YAJA, J.; PAWELZIK, E.; VEARASILP, S. **Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature**. In: *Conference on International Agricultural Research for Development*. 8th, 2005, Stuttgart-Hohenheim,