

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

ALAN GABRIEL DOS SANTOS LIMA

EFEITO DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA COM
DIFERENTES TAMANHOS

CERRO LARGO

2024

ALAN GABRIEL DOS SANTOS LIMA

**EFEITO DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA COM
DIFERENTES TAMANHOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

2024

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Lima, Alan Gabriel dos Santos

Efeito da temperatura na germinação de sementes de
soja com diferentes tamanhos / Alan Gabriel dos Santos
Lima. -- 2024.
37 f.:il.

Orientador: DR. Sidinei Zwick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2024.

1. Glycine max. 2. IVG. 3. Vigor. 4. Classificação de
sementes. I. Radons, Sidinei Zwick, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ALAN GABRIEL DOS SANTOS LIMA

**EFEITO DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA COM
DIFERENTES TAMANHOS**

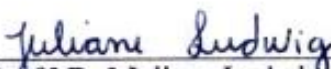
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 22/11/2024

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Orientador



Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig – UFFS
Avaliadora



Prof. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais e minha
namorada, que não pouparam esforços para
que eu pudesse concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por seu amor incondicional, paciência e incentivo contínuo, que foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. Em especial minha mãe, Leonice e meu pai, Aparício.

A minha namorada, Mikaele Scarton, que com sua ajuda, amor, paciência e suas palavras de apoio contribuiu a me manter firme e equilibrado nessa jornada. Obrigado por estar sempre ao meu lado.

Aos professores, colegas do curso e a Universidade Federal da Fronteira Sul que com suas experiências e conhecimentos ampliaram minha visão acadêmica e pessoal, criando um ambiente de aprendizado enriquecedor.

A empresa Sementes Giovelli, por gentilmente ceder as sementes que foram essenciais para a condução dos experimentos realizados neste trabalho. A contribuição de vocês foi fundamental para o estudo, e sou extremamente grato pelo apoio e parceria.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons, por sua orientação, paciência, ensinamentos e parceria incrível. Suas valiosas contribuições, críticas e sugestões foram fundamentais para o desenvolvimento e sucesso deste trabalho.

Por fim, agradeço a Deus por me dar força e sabedoria ao longo desta trajetória.

Muito obrigado!

Olhem de novo para o ponto. É ali. É a nossa casa. Somos nós. Nesse ponto, todos aqueles que amamos, que conhecemos, de quem já ouvimos falar, todos os seres humanos que já existiram, vivem ou viveram as suas vidas. Toda a nossa mistura de alegria e sofrimento, todas as inúmeras religiões, ideologias e doutrinas econômicas, todos os caçadores e saqueadores, heróis e covardes, criadores e destruidores de civilizações, reis e camponeses, jovens casais apaixonados, pais e mães, todas as crianças, todos os inventores e exploradores, professores de moral, políticos corruptos, “superastros”, “líderes supremos”, todos os santos e pecadores da história da nossa espécie, ali – num grão de poeira suspenso num raio de sol (Sagan, 1994, p. 10).

RESUMO

O efeito do tamanho de peneira e a temperatura ideal para um ótimo crescimento inicial das plântulas de soja são características difíceis de serem analisadas e é estudada com baixa frequência por alguns autores e com resultados variados. Desse modo demandando uma pesquisa que proporciona maior clareza para produtores e comercializadores de sementes. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação das temperaturas e dos tamanhos de peneiras na germinação de sementes de soja. Para avaliar os efeitos das diferentes temperaturas e tamanhos de peneiras sobre o crescimento inicial das plantas de soja, foram utilizadas sementes da cultivar de soja, 55157RSF IPRO (ZEUS), as quais foram cedidas pela empresa Sementes Giovelli, localizada no município de Rolador, RS. As sementes são compostas por três tamanhos de peneira (6,0 mm, 6,5 mm e 7,0 mm) ambas de safra 2024/2024. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - campus Cerro Largo, durante o período de junho de 2024. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), bifatorial (5x3), composto por 5 níveis no fator A (8°C, 16 °C, 24 °C, 32 °C e 40 °C) e 3 níveis no fator D (6,0 mm, 6,5 mm e 7,0 mm), com 4 repetições, totalizando 60 unidades experimentais, onde cada unidade experimental foi composta por 25 sementes, ou 100 sementes por tratamento. No laboratório, os tratamentos foram avaliados pelos testes de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de radícula e massa fresca de radícula. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As sementes menores (6,0mm), apresentam melhores índices de IVG, independente da temperatura. . Sementes maiores (6,5 e 7,0mm) possuem melhores resultados de comprimento de radícula em relação as sementes menores (6,0mm). As sementes maiores (7,0mm) apresentaram maiores valores de massa fresca de radícula na temperatura de 24,4°C. As sementes menores (6,0mm), foram mais estáveis no comprimento e na massa de radícula. As sementes classificadas em diferentes tamanhos (6,0, 6,5, 7,0 mm) não apresentaram diferença nas porcentagens de germinação. A temperatura ideal para a máxima germinação das sementes de soja é de 28,3°C

Palavras-chave: *Glycine max*; IVG; vigor; classificação de sementes.

ABSTRACT

The effect of sieve size and the ideal temperature for optimal initial growth of soybean seedlings are characteristics that are difficult to analyze and are infrequently studied by some authors, with varied results. This indicates a need for research that offers greater clarity for seed producers and marketers. Therefore, the aim of this study was to evaluate the interaction between temperatures and sieve sizes on soybean seed germination. To assess the effects of different temperatures and sieve sizes on the initial growth of soybean plants, seeds from the cultivar 55157RSF IPRO (ZEUS) were used, provided by Sementes Giovelli, located in Rolador, RS. The seeds were classified into three sieve sizes (6,0 mm, 6,5 mm, and 7,0 mm) from the 2024/2024 harvest. The experiment was conducted at the Seed Laboratory of the Federal University of Fronteira Sul (UFFS) - Cerro Largo campus, in June 2024. A completely randomized design (CRD) with a bifactorial arrangement (5x3) was used, consisting of 5 temperature levels (8°C, 16°C, 24°C, 32°C, and 40°C) and 3 sieve sizes (6,0 mm, 6,5 mm, and 7,0 mm), with 4 repetitions, totaling 60 experimental units, each consisting of 25 seeds, or 100 seeds per treatment. In the laboratory, the treatments were evaluated through germination tests, germination speed index (GSI), radicle length, and radicle fresh weight. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the F-test, and means were compared using Tukey's test at a 5% probability level. The smaller seeds (6,0 mm) showed better GSI values, regardless of the temperature. Larger seeds (6,5 mm and 7,0 mm) had better radicle length results compared to smaller seeds (6,0 mm). The largest seeds (7,0 mm) showed higher values of radicle fresh weight at 24,4°C. Smaller seeds (6,0 mm) were more stable in both radicle length and fresh weight. Seeds classified into different sizes (6,0 mm, 6,5 mm, 7,0 mm) showed no differences in germination percentages. The ideal temperature for maximum soybean seed germination was found to be 28,3°C.

Keywords: Glycine max, GSI, vigor, seed classification.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Médias do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) ds sementes de soja, submetidas a 5 temperaturas e 3 tamanhos de peneira, em experimento conduzidos sob DIC. Cerro largo, 2024	25
Figura 2 – Médias do comprimento das radículas de soja (mm), submetidas a 5 temperaturas e 3 tamanhos de peneira, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024	27
Figura 3 – Médias da massa fresca das radículas de soja (g), submetidas a 5 temperaturas e 3 tamanhos de peneira, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024	29
Figura 4 – Médias de germinação (%), em função das diferentes temperaturas, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – P-valor da ANOVA do índice de velocidade de germinação (IVG), da germinação final, do comprimento de radícula e da massa fresca de radículas da soja em diferentes temperaturas e tamanhos de peneiras.....	24
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	CULTURA DA SOJA.....	14
2.2	QUALIDADE DE SEMENTES	15
2.2.1	Fatores que afetam a qualidade fisiológica	16
2.2.2	Tecnologia da produção de sementes	16
2.3	TAMANHOS DE SEMENTES DE SOJA	18
2.4	EXIGÊNCIA TÉRMICA	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÕES	33
6	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A produção de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é de extrema importância na economia brasileira e mundial e vem crescendo de forma constante nas últimas décadas e sobressaindo entre as culturas. Segundo os dados USDA (2024), a produção mundial de soja ocupa uma área de 136,029 milhões de hectares e produção de 398,98 milhões de toneladas de soja.

A soja é uma das principais fontes de proteína e atende muito bem as demandas relacionados à produção de origem animal, além da grande geração e oferta de tecnologias que possibilitam a expansão da soja em diversas regiões do mundo. Esta devido a técnicas agrícolas, como melhoramento genético de plantas e desenvolvimento de insumos mais eficientes, que aumentam a produtividade e a rentabilidade dos cultivos de soja (Hirakuri e Lazzarotto, 2014). É a principal cultura agrícola produzida no Brasil e, na safra 2023/2024, segundo a CONAB (2024), ocupou 45,2 milhões de hectares, sendo 6,67 milhões de hectares no Rio Grande do Sul.

Diversos fatores que podem elevar ou diminuir a produção da soja. A definição de qualidade das sementes tem sido uma preocupação e vem sendo estudada ao longo do tempo, a qual pode ser caracterizada pela pureza genética e aspectos físicos, uniformidade do lote, vigor, germinação e sanidade, entre outros (Camozzato et al., 2007).

O vigor é um dos aspectos mais importantes na hora de garantir uma boa qualidade fisiológica durante a semeadura. Sementes de alto vigor exercem um impacto significativo, particularmente no estágio inicial do desenvolvimento da cultura, pois apresentam uma emergência mais eficiente e uma velocidade de emergência maior. Esses fatores contribuem para uma população de plantas adequada, mesmo diante das variações ambientais e patógenos encontradas no campo (Vanzolini e Carvalho, 2002).

O método de classificação das sementes de soja, sejam elas salvas ou certificadas é um ato comum entre os agricultores, sendo utilizada para padronizar o lote, eliminando impurezas, e sementes que fogem do padrão sendo grandes ou pequenas, apesar de não existir uma comprovação definitiva da pesquisa das vantagens da classificação ela vem sendo utilizada sem um padrão pelos agricultores (Camozzato et al., 2007).

A classificação de sementes pode auxiliar na hora da precisão da semeadura, facilitando alcançar a população recomendada. No que se refere à germinação, não foi observada diferença significativa entre as médias dos diferentes tamanhos de peneiras (Krzyzanowski et al., 1991). Pesquisas realizadas por Pádua et al. (2010) demonstram que sementes de maior tamanho são mais desenvolvidas, normalmente possuem um embrião bem formado e maiores quantidades de reservas, tendo um vigor mais alto e melhor capacidade de germinação, consequentemente

vão ter um desenvolvimento inicial e estabelecimento da população de plantas melhor que sementes menores.

De acordo com a pesquisa conduzida por Giúdice et al. (1993), a temperatura ótima para maiores porcentagens de germinação de sementes de soja é 25°C. Em virtude dos fatos, sementes maiores possuem maiores quantidades de reservas e podem se sobressair em algumas situações, e em condições climáticas desfavoráveis, pois possuem mais reservas que podem fazer com que tenha resultados superiores no estabelecimento inicial da cultura da soja.

Em função da variedade de resultados encontrados relacionados ao efeito do tamanho das sementes e temperatura na germinação da soja, demanda-se uma pesquisa que proporcione maior clareza para produtores e comercializadores de sementes. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação da temperatura e do tamanho das sementes na germinação de sementes de soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA SOJA

A Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é uma das maiores culturas na economia mundial e possui origem muito antiga, alguns relatos datam de 2.238 anos a.C.

De acordo com Pirolla e Bento, (2008), a soja é uma cultura originária do continente asiático, na região do Rio Yangtse, na China, onde era utilizada como um dos principais alimentos acumulados pelos monges budistas em seus celeiros. Um dos primeiros registros do grão se encontra no livro “Pen Ts’ao Kong Mu”, o qual descrevia as plantas da China ao imperador Sheng-Nung.

Durante séculos, a cultura da soja permaneceu restringida no Oriente, onde se originou. Sua introdução ao Ocidente ocorreu por volta do século XV principalmente na Europa, que ao contrário de seu uso na China para alimentação, era utilizado inicialmente como um ornamento em jardins botânicos na Inglaterra, França e Alemanha (Pirolla e Bento, 2008).

A soja foi introduzida no Brasil em 1882, com os primeiros testes realizados na Bahia. A produção comercial começou em 1941 no Rio Grande do Sul, mas a soja já era comercializada informalmente desde 1935. Inicialmente, era cultivada para forragem e alimentação animal, principalmente em Santa Rosa, na região das Missões, considerada o berço da soja no Brasil. A partir dos anos 60, o cultivo cresceu devido ao reconhecimento de seu potencial e nos anos 70 passou a ser mais valorizado, especialmente após a queda nos lucros do trigo. Durante esse período, a soja ainda foi uma cultura secundária, semeada fora da época ideal, mas foi no final dos anos 70 que a soja se consolidou como a principal cultura no Rio Grande do Sul. No entanto, a produção enfrentou dificuldades climáticas, nos anos de 1978, 1979 e 1982, que afetaram a produtividade das lavouras (Bonato e Bonato, 1987).

Em 1975, a produtividade média do estado ficava em torno de 1.500 kg/ha, ficando bem próxima à média nacional e em 1985 o Rio Grande do Sul foi responsável por 31,25% da produção da soja brasileira (Bonato e Bonato, 1987).

De acordo com a FAO (2024), a produção global de soja para 2024 deve atingir aproximadamente 400 milhões de toneladas, marcando um recorde. Esse aumento é impulsionado principalmente por maiores rendimentos e áreas de cultivo expandidas em grandes países produtores como Brasil, Estados Unidos e Argentina. O Brasil continua a liderar como o maior produtor e exportador de soja. Os Estados Unidos seguem como o segundo maior

produtor, e em seguida a Argentina, esses três países são os líderes há mais de 15 anos e produzem juntos mais de 80% da soja mundial.

Dados lançados pela CONAB (2024), divulgam que no Brasil foram cultivados 45.235,4 milhões de hectares na safra 2023/2024, isso representa um aumento de 2,6 % em comparação ao ano anterior. Pelos dados a quantidade de área cultivada vem crescendo e tende a crescer mais, ano após ano. Já a produtividade média desta safra 2023/2024 foi de 3.239 kg/ha, esse valor representa um decréscimo de 7,7% em relação à safra anterior.

O Rio Grande do Sul corresponde a 14,8% de toda área cultivada em território brasileiro na safra de 2023/2024, sendo 6,67 milhões de hectares, que representou um aumento em relação à safra passada (CONAB, 2024).

Segundo a CONAB (2024), a produção de soja no Brasil na safra 2023/2024 foi de 149,4 milhões de toneladas. Este número representa uma queda de 3,4% em relação à safra anterior, que foi de 154,6 milhões de toneladas. A redução na produção do produto foi atribuída a fatores climáticos, como chuvas irregulares e altas temperaturas nas principais regiões produtoras. A média nacional de produtividade da soja no Brasil para a safra 2023/2024, é de 3,411 kg/há, o que equivale a 56.85 sacas por hectare.

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

A produção da soja pode estar relacionada a diversos fatores que podem elevar ou diminuir a produção. As características desejáveis de uma cultivar têm interferência direta no seu potencial de rendimento, e podem se adaptar em diferentes regiões do Brasil devido ao melhoramento genético avançado, que proporcionou uma adaptação a condições e locais diferentes (Bacaxixi et al., 2011).

Segundo Krzyzanowski et al. (2018), a semente da soja não é apenas um grão que vai germinar, ela vai depender de diferenças em sua qualidade genética, física, fisiológica e sanitária. O fato de o grão apenas germinar, não quer dizer que ele está pronto para a semeadura, é preciso saber os atributos de qualidade. Os atributos de qualidade de sementes são representados através de vigor, germinação, sanidade e pureza física e genética. A pureza genética corresponde a atributos de qualidade agrônômica como ciclo, produtividade, resistência a enfermidades, tipo de grão, qualidades organolépticas e de semente (Krzyzanowski et al., 2018).

Quando se fala em qualidade de semente, o vigor é um dos principais pontos a ser discutido, tendo em vista uma boa qualidade fisiológica da semente na hora da semeadura.

Sementes de alto vigor proporcionam um efeito significativo principalmente no desenvolvimento inicial na cultura, apresentando melhor emergência, e maior velocidade de emergência, estes fatores auxiliam a obter uma população de plantas adequada sobre as variações ambientais encontradas no campo. Por outro lado, sementes com baixo vigor apresentam menor emergência total e menor velocidade de emergência, causando desuniformidade na semeadura e consequentemente diminuindo a população de plantas, o baixo vigor também diminui a altura de planta e período da fase reprodutiva (Vanzolini e Carvalho, 2002).

2.2.1 Fatores que afetam a qualidade fisiológica

A qualidade da semente de soja pode ser interferida por diversos fatores de deterioração no momento do cultivo, como doenças que danificam as sementes durante o desenvolvimento da planta no campo, também os danos mecânicos, que ocorre durante a colheita, resultando em rachaduras, esmagamento das sementes. Outro fator de deterioração é causado pela umidade decorrente de chuvas, neblinas e orvalho associadas a altas temperaturas. As sementes na presença de umidade ficam enrugadas, causada pela expansão do tamanho da semente e contração do tegumento e dos cotilédones quando seca (França-Neto et al., 2016).

Os danos mecânicos são um dos grandes responsáveis pela baixa qualidade inicial da semente. Esses danos podem ocorrer no momento da colheita e no beneficiamento, o qual tem várias etapas. O beneficiamento de sementes de soja sem alguns cuidados, pode determinar a qualidade de sementes de um lote, em termos de germinação e vigor (Oliveira et al., 1999).

Para Oliveira et al. (1999), devem ser realizados vários estudos no que se refere a aumentar a eficiência do beneficiamento de sementes da soja, melhorando equipamentos e para que reduzam o número de passagens de sementes pelos elevadores, e assim diminuir os danos mecânicos na semente da soja.

2.2.2 Tecnologia da produção de sementes

No ponto de maturação fisiológica, a semente atinge o seu auge, ou seja, o máximo vigor e germinação, porém a umidade é de cerca de 30 a 45%, o que impede agricultores de realizar a colheita. É nesse período que a semente se desliga da planta e fica exposta a alguns fatores que causam sua deterioração no campo até que ela baixe a umidade e seja realizada a colheita. O que afeta as sementes de soja, principalmente, são as altas temperaturas, chuvas, alta umidade do ar, orvalho e neblina. Como resultado das altas umidades ocorre a formação de rugas na

semente, além disso a semente úmida também resulta em maiores danos mecânicos no momento da colheita (França Neto e Henning, 1984).

Segundo Henning (2005), a deterioração a campo aumenta com a atuação de alguns fungos, como *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii* e *Colletotrichum truncatum*, que ao infectar a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação.

Diversas práticas podem ser utilizadas para manter a qualidade das sementes, quando a semente chega no seu auge, ou seja no ponto de maturação fisiológica, seria o momento ideal para realizar a colheita e armazenar, mas como a umidade é alta, e precisa esperar um certo período até que ela atinja valores abaixo de 15%, porém esse período de secagem natural pode ser interferido por chuvas e altas temperaturas o que vai resultar em perdas de qualidade, reduzindo principalmente a germinação e vigor (Costa et al., 1982).

Para diminuir a perda por deterioração da semente no campo é possível antecipar a colheita nos teores de 18 a 19%, mas deve-se tomar alguns cuidados, o operador deve ter conhecimento suficiente para que não ocorram perdas por danos mecânicos na semente e secadores para reduzir o nível de umidade até o adequado (França Neto et al., 2010).

Como citado por França Neto et al. (2010), existem épocas de semeadura apropriadas para cada tipo de produção. As datas de semeadura variam entre produção de grãos e produção de sementes de região para região. Para a produção de grão é visado a produtividade, já para a produção de sementes a prioridade é a qualidade. A época de semeadura deve ser ajustada para que a maturação da semente ocorra sob condições de temperaturas baixas e baixa precipitação. Semeadura antes dessa época faz com que a maturação ocorra em período de alta umidade e ocorrência de chuvas, assim aumentando a deterioração e o aumento de patógenos.

A planta sempre está exposta a campo e alguns fatores ambientais podem resultar na queda da qualidade da semente. A morte prematura de uma planta ou a maturação forçada são exemplos de déficit hídrico durante as fases finais de enchimento e maturação, atribuídas a elevadas temperaturas, poderão produzir sementes e grãos esverdeados, de baixa qualidade e produção das lavouras. Lotes de semente com mais de 9% de semente esverdeada possui baixa qualidade e não devem ser comercializados (França Neto et al., 2005).

A pureza de um lote de sementes é crucial, é na colheita onde deve ser tomado o cuidado, para que não ocorra a mistura de outras sementes no lote. Além disso, para os danos mecânicos serem amenizados é necessário que o equipamento esteja bem ajustado. As sementes com níveis de umidade abaixo de 12% no momento da colheita resultam em danos mecânicos como fissuras, rachaduras e quebras. Já a semente colhida com conteúdo acima de 15% é mais suscetível aos danos mecânicos como amassamento. A umidade recomendada fica em torno de

14% e 13%. Sementes que não sofrem danos mecânicos submetidos a teste de germinação sobressaem em relação a sementes que sofrem estes danos, consequentemente suas plantas são mais vigorosas (Lopes et al., 2011).

A semente após ser colhida vai imediatamente a UBS, onde acontece a recepção, através das moegas, dependendo de sua profundidade pode ocorrer danos mecânicos. Caso a semente esteja com umidade superior a 12,5% é realizada a secagem até que chegue aos 12% de umidade e em seguida a semente deve passar por uma pré-limpeza, retirando as mais grossas impurezas e sementes pequenas (França Neto et al., 2010).

No beneficiamento e armazenamento é onde acontece a remoção de impurezas (vagens, ramos, insetos, torrões, pedrinhas), sementes de daninhas e outras cultivares. Além disso, acontece a classificação da semente por tamanho padronizado de 0,5 mm, para melhorar a qualidade do lote, eliminando sementes quebradas e danificadas (Krzyzanowski et al., 2018). Segundo o mesmo autor, para armazenar a semente após o beneficiamento requer condições de temperatura e umidade relativa do ar menores que 25 °C e 70% UR, para que ocorra a preservação da viabilidade e do vigor da semente.

2.3 TAMANHOS DE SEMENTES DE SOJA

A classificação das sementes de soja é uma prática comum entre os agricultores, sendo realizada para remover impurezas e sementes que não se enquadram nos padrões desejados, como aquelas que são muito grandes ou muito pequenas. Embora não haja uma evidência definitiva de pesquisa sobre os benefícios da classificação, ela tem sido amplamente adotada pelos agricultores, muitas vezes sem seguir um padrão específico (Camozzato et al., 2007). Segundo o mesmo autor, o tamanho das sementes classificadas em peneiras de 5,5 e 6,5mm, utilizadas na semeadura não afeta o desempenho de cultivares de soja.

Para Krzyzanowski et al. (1991), a razão principal da classificação das sementes por tamanho pode ser útil para garantir a precisão durante o processo de semeadura, facilitando o alcance da população recomendada, este fato não permite erros na densidade de semeadura, podendo pôr em risco a instalação da lavoura. Quanto à germinação, os diferentes tamanhos de peneiras não apresentaram diferença significativa entre as médias.

Krzyzanowski (2006), conclui no seu estudo que as sementes maiores possuem influência sobre o comprimento de plântula, onde sementes maiores (7,0 mm) resultam em plântulas de soja maiores do que as originadas de sementes menores (5,5mm). E isso condiz com um estabelecimento inicial de plântula mais rápido.

Pesquisas realizadas por Pádua et al. (2010), demonstraram que sementes de maior tamanho são mais desenvolvidas, que sementes de menores tamanhos. Normalmente possuem um embrião mais bem formado e maiores quantidade de reservas, tendo um vigor mais alto e melhor capacidade de germinação. Consequentemente vão ter um desenvolvimento inicial e estabelecimento da população de plantas melhor que sementes menores.

Segundo o mesmo autor, ele afirma que sementes menores de soja classificadas com peneira de 4,0 mm soja apresentam plantas com menor altura na colheita e menor produtividade, em comparação com sementes maiores, classificadas com peneira de 6,0 mm e 7,0 mm. A classificação das sementes em diferentes tamanhos também revelou diferenças na qualidade fisiológica, de sementes maiores, classificadas com peneira de 7,0 mm, apresentam maiores taxas de germinação e vigor, e destaca-se que em condições ambientais desfavoráveis, a semente de maior tamanho, que geralmente possui maior quantidade de reserva, exercerá papel importante no estabelecimento e no rendimento da lavoura.

Conforme Pádua et al. (2010), tamanhos de sementes maiores expressam radículas maiores, a qual desempenha um papel fundamental no desenvolvimento inicial das plantas, pois, é a primeira estrutura a emergir da semente. Radículas maiores facilitam a busca inicial da absorção de água e nutrientes, em camadas mais profundas de solo, sobressaindo em situações adversas, além disso é a partir da radícula que se tem início ao desenvolvimento das raízes laterais e secundárias, essenciais para o estabelecimento da plântula no solo e o seu crescimento contínuo.

De acordo com Feldmann (1976), o peso da matéria seca de plântulas de soja foi uma das características mais afetada pelo diferente tamanho das sementes de soja, e isso continua sendo observado durante mais três épocas em que foram realizados os testes. Além disso, a velocidade de emergência não se diferenciou das demais de forma significativa e não teve uma evidente relação com o tamanho das sementes.

O peso da matéria seca da plântula de soja, foi influenciada pelo diferente tamanho de sementes, onde sementes maiores resultaram em plântulas mais pesadas. A altura da plântula desde o início da germinação até a colheita também possui uma evidente relação com o tamanho das sementes de soja, plântulas maiores foram influenciadas por sementes maiores, mas destaca-se que a altura das plantas no decorrer do ciclo vai se uniformizando e que precisa de estudos mais específicos e ambientes mais controlados para real afirmação. Por outro lado, a produção da soja não obteve resultados significativos (Feldmann, 1976).

Comprimento de radícula, associada com a massa são de extrema importância no crescimento, já que as plântulas são altamente suscetíveis a fatores bióticos e abióticos durante

esse estágio. Radículas maiores acessam recursos como água e nutrientes de forma mais rápida em uma profundidade maior, essas radículas robustas sobressaem em relação às plantas concorrentes, por serem plântulas mais resistentes às pragas e patógenos que podem causar danos (Bewley et al., 2013).

Para Meneguzzo (2019), as sementes oriundas de peneiras maiores (6,5 mm, apresentaram superioridade na média de massa seca do comprimento da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca de comprimento total, em relação às sementes menores (6,0 mm) que apresentaram uma média inferior.

Soares et al. (2015), relata em seus estudos que sementes maiores quando submetidas a condições adversas de temperaturas promovem um melhor índice de germinação das sementes de soja. Uma vez que as sementes maiores seriam as menos prejudicadas em comparação às sementes de menor tamanho.

2.4 EXIGÊNCIA TÉRMICA

A soja é uma cultura adaptável a diferentes condições climáticas, mas algumas exigências são específicas e necessárias para que não comprometam o desenvolvimento e a produtividade da soja, tais como fotoperíodo, disponibilidade hídrica e temperatura.

Segundo Farias et al. (2007), a soja se estabelece melhor em temperaturas que variam entre 20°C e 30°C. Para que não comprometam a germinação e a emergência da soja, ao ser realizada a semeadura a temperatura do solo não deve estar abaixo dos 20°C, pois isso compromete o desenvolvimento inicial da cultura. A temperatura ideal para uma rápida e uniforme emergência é 25°C.

Em regiões onde as temperaturas são iguais ou inferiores a 10°C, o cultivo da soja é inviável, pois a soja praticamente não consegue responder ao crescimento vegetativo. Já temperaturas acima de 40°C, retardam o crescimento, comprometem a floração, causam retenção do número de vagens e afetam a qualidade dos grãos. Todos estes fatores afetam a produtividade, a capacidade de germinação e o estabelecimento da plântula (Farias et al., 2007).

Para aumentar as qualidades fisiológicas e sanitárias das sementes de soja, são indicadas regiões com temperaturas do ar amenas, ou seja, temperaturas inferiores a 22°C durante a fase de maturação da cultura (Krzyzanowski et al., 1991).

Conforme o estudo de Giúdice et al. (1993), das temperaturas analisadas, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, as temperaturas 15°C e 35°C proporcionaram menores percentuais de

germinação. A temperatura que teve maior percentual de germinação foi a de 25°C e em seguida a de 30°C.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - campus Cerro Largo, durante o período de junho até setembro de 2024.

O delineamento experimental é inteiramente casualizado (DIC), bifatorial (5x3), composto por 5 níveis no fator A (temperatura) e 3 níveis no fator D (peneira), com quatro repetições, composta por 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento.

Para a condução deste experimento, foram utilizados 3 diferentes tamanhos de sementes de soja (*Glycine max* L.), as quais foram cedidas pela empresa Sementes Giovelli, localizada no município de Rolador, RS. As sementes de soja são da cultivar 55157RSF IPRO (ZEUS), que apresenta grupo de maturação (GMR) de 5,5. E peso de mil sementes (PMS) de 165 gramas para peneira de 6,0mm, 185 gramas para peneiras de 6,5 mm e 220 gramas para peneira de 7,0mm. As amostras das sementes de soja foram divididas em 3 tamanhos diferentes; Peneira P1 – 6,0mm, Peneira P2 – 6,5 mm e Peneira P3 -7,0 mm, ambas de safra 2024/2024, e do mesmo lote.

As sementes foram submetidas a 5 tratamentos, com 5 temperaturas constantes sendo elas de: 8°C, 16 °C, 24 °C, 32 °C e 40 °C.

O teste de germinação foi conduzido com 4 repetições de 25 sementes em cada tratamento, em caixa de Gerbox. primeiramente foi desinfetado as caixas de Gerbox com hipoclorito de sódio na concentração de 1%, em seguida foi adicionado 2 folhas de papel Germitest, na parte inferior da caixa e após a realocação das sementes de forma equidistante, mais uma Folha de papel, sobre as sementes, para então adicionar 8 ml de água em cada caixa de Gerbox. Posteriormente, as caixas de Gerbox foram acondicionadas de forma aleatória em câmara climática tipo BOD (Schauen, 2011).

A contagem das sementes germinadas foi realizada na mesma hora, foram contadas como germinadas as que apresentavam radícula de pelo menos 2 milímetros de comprimento. Se após três dias não aparecesse mais nenhuma semente germinada, significa que a germinação foi estabilizada e o teste era encerrado.

Após a estabilização da germinação, mediu-se a radícula, com auxílio de um paquímetro digital, em milímetros. A massa fresca também foi realizada, fazendo a pesagem de todas as radículas da caixa.

As avaliações para o índice de velocidade de germinação (IVG) ocorreram por meio de contagens diárias de germinação, a partir da primeira germinação até que esta fosse estabilizada,

o IVG foi calculado pelo somatório do número de germinação de cada dia, dividido pelo número de dias decorridos à cada germinação (MAGUIRE, 1962), conforme fórmula a seguir:

$$*IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + G_n/N_n.$$

Onde: $G_{1, 2, n}$ = Número de sementes germinadas a cada dia

$N_{1, 2, n}$ = Número de dias decorridos desde a instalação do teste

Os dados foram submetidos ao software SISVAR, onde foi realizada a análise de variância (ANOVA), analisando se houve interação ou não entre os fatores A e D. Não havendo interação foi estudado os fatores separadamente, obtendo resultados para as temperaturas e tamanhos de sementes de forma individual.

Havendo interação foi estudada a variação do efeito da temperatura dentro de cada tamanho de semente. A análise complementar foi através da análise de regressão, por superfície de resposta em caso de interação significativa, testando a significância dos coeficientes através do software SIGMAPLOT.

Para a determinação do o ponto de máxima eficiência técnica (PMET) foi utilizada a determinação do ponto máximo da equação de regressão, sendo pela equação $PMET = -b/2a$ para as equações quadráticas e por meio de cálculo de derivada e determinação de raízes, para as equações de terceiro grau.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os dados da ANOVA na (Tabela 1), para a interação das variáveis IVG (índice de velocidade de germinação) Massa fresca de radícula e Comprimento de radícula, a interação entre os fatores A e D é significativa com nível de significância de 5%, ou seja, tanto os tamanhos de peneiras quanto as temperaturas não atuam de forma independente no experimento.

Tabela 1 – P-valor da ANOVA do índice de velocidade de germinação (IVG), da germinação final, do comprimento de radícula e da massa fresca de radícula de soja em diferentes temperaturas e tamanhos de peneiras.

Variável	IVG	Germinação	Comprimento de radícula	Massa fresca de radícula
Peneira	0,0000*	0,2736	0,0577	0,0208*
Temperatura	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Interação	0,0000*	0,0716	0,0000*	0,0000*
CV (%)	10,12	8,20	9,85	14,32

* Significativo pela ANOVA a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

No caso da germinação, a interação entre os fatores não foi significativa. As temperaturas e os tamanhos de peneira atuam de forma independente no experimento. Os tamanhos de peneiras não diferiram significativamente entre si. Contudo existe diferença significativa entre as temperaturas.

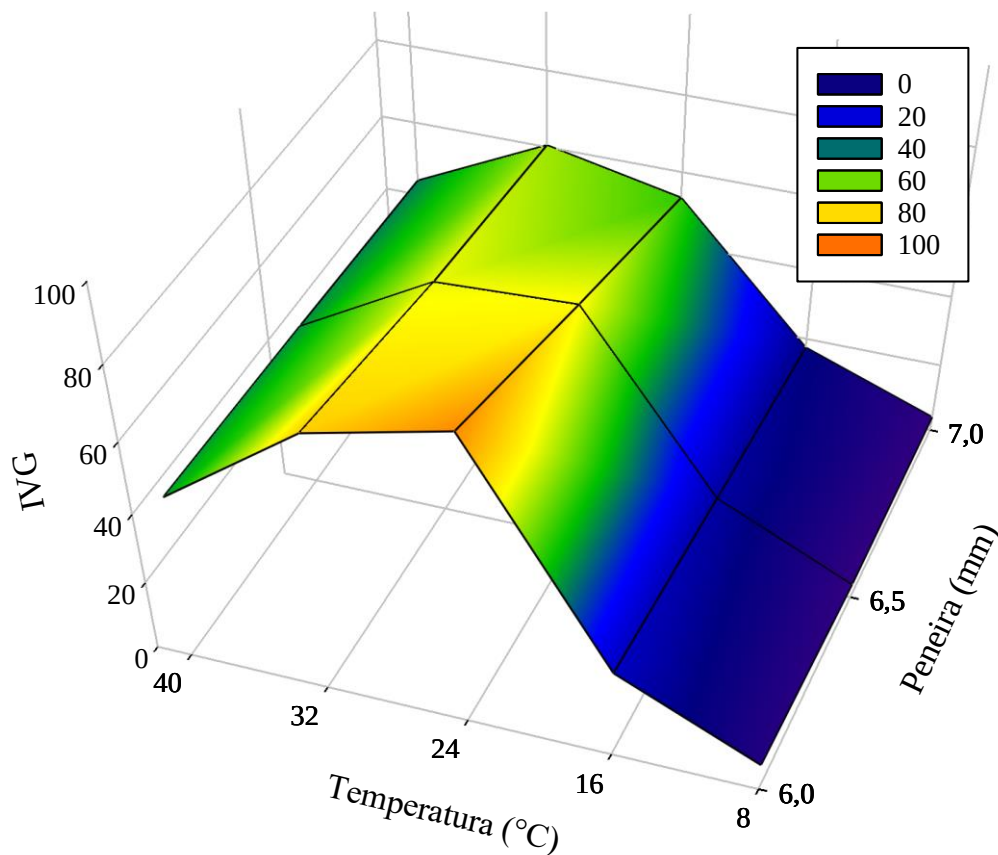
O coeficiente de variação (CV) dessas variáveis ficou entre 8,20% e 14,32%. Essa faixa de CV é caracterizada de baixo a médio, onde o CV é considerado baixo até 10%, médio entre valores de 10 e 20%, acima de 20% é considerado alto, sendo que quanto maior o CV menor a precisão do experimento (Pimentel Gomes, 1984). As variáveis Índice de Velocidade de Germinação e comprimento de radícula obtiveram um coeficiente de variação baixo, já as variáveis de germinação e massa fresca de radícula teve um coeficiente de variação médio.

A estabilização da germinação das sementes de soja foi influenciada pela temperatura. Em temperaturas mais baixas, como 8°C, o processo de estabilização foi mais lento, levando de 20 a 21 dias. Em 16°C, o tempo para estabilização foi reduzido para 8 a 9 dias. Na faixa considerada ideal para a maioria das culturas de soja, em 24°C, a estabilização ocorreu em um intervalo mais curto, de 2 a 5 dias, evidenciando uma temperatura favorável ao rápido desenvolvimento das sementes. Em temperaturas elevadas, como 32°C, o processo foi ainda

mais acelerado, ocorrendo em apenas 2 dias. No entanto, a 40°C, a estabilização apresentou um comportamento diferente, com um tempo de 5 a 6 dias.

A Figura 1 é um gráfico tridimensional que mostra a relação entre a variável IVG. É constituído a partir de três eixos: Eixo X (Temperatura), que varia de 8°C, 16°C, 24°, 32°C e 40°C. Eixo Y (Tamanho da Peneira), varia em 6,0 mm, 6,5 mm e 7,0 mm, indicando o tamanho das peneiras utilizadas no experimento. Eixo Z, que representa a variável analisada (IVG - Índice de Velocidade de Germinação), a velocidade de germinação das sementes varia de 0 a 100. Isso é mostrado pelas cores no gráfico, onde o azul representa os valores mais baixos (IVG = 0) e o laranja os mais altos (IVG = 100).

Figura 1 - Médias do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de soja, submetidas a 5 temperaturas e 3 tamanhos de peneira, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024.



Peneira 6,0 mm: $y = -0,0091x^3 + 0,484x^2 - 3,9761x + 11,087$; $R^2 = 0,9140$; PMET = 30,7 °C
Peneira 6,5 mm: $y = -0,0076x^3 + 0,4116x^2 - 3,3682x + 6,918$; $R^2 = 0,9478$; PMET = 31,4 °C
Peneira 7,0 mm: $y = -0,0075x^3 + 0,4444x^2 - 5,1378x + 19,841$; $R^2 = 0,9814$; PMET = 32,5 °C

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Em geral, foi possível observar que no tamanho da peneira de 6,0 mm, na temperatura de 16°C o IVG já começa a aumentar de forma mais acentuada, em relação aos outros tamanhos de peneira, até que chega ao pico do IVG também chamado de ponto de máxima eficiência técnica (PMET), que ocorre em 30,7°C, e após a temperatura 32°C o IVG vai diminuindo gradativamente.

No tamanho de peneira 6,5 mm, a partir dos 16°C o IVG vai aumentando em menor intensidade que na peneira de 6,0mm, até que chega no pico de velocidade de germinação em 31,4°C e se estabiliza nos 32°C, a partir disso a velocidade de germinação tem uma redução gradativa.

No tamanho de peneira de 7,0 mm, na temperatura de 16°C, foi aonde observou o menor aumento da variável IVG, em relação aos outros tamanhos de peneira (6,0 mm e 6,5 mm) e atingiu o pico na temperatura, de 32,5°C e após isso o IVG vai diminuindo.

As cores indicam claramente que o IVG atinge seu máximo com a temperatura ótima de 30,7°C a 32,5°C, independentemente do tamanho de peneira (6,0 mm – 6,5 mm – 7,0 mm). Temperaturas fora da ótima, fazem com que o IVG começa a diminuir. Tamanho de peneira menor (6,0 mm) indicam que as sementes germinam mais rapidamente, assim possuem um IVG melhor que as demais peneiras (6,5 e 7,0mm) mesmo em temperaturas iguais e variadas.

Tamanhos de peneira maiores (6,5 mm e 7,0 mm), possuem uma velocidade de germinação inferior a peneira menor (6,0mm) e tendem a chegar ao pico do IVG em temperaturas mais altas. Já peneiras menores (6,0 mm) apresentam resultados superiores de IVG em temperaturas menores. Tamanhos de peneiras menores (6,0 mm) possuem uma velocidade de germinação mais rápida, na medida que aumenta o tamanho de peneira (6,5 mm e 7,0 mm) a velocidade de germinação reduz gradativamente.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o tamanho das sementes tem influência sobre o vigor, onde sementes maiores (7,0 mm) originam plântulas mais vigorosas e maiores, resultando em estandes de planta superiores a sementes menores (6.0 mm). Porém, sementes maiores por constituírem plântulas mais robustas, tendem a demorar mais para germinar e emergir, concordando com o presente trabalho.

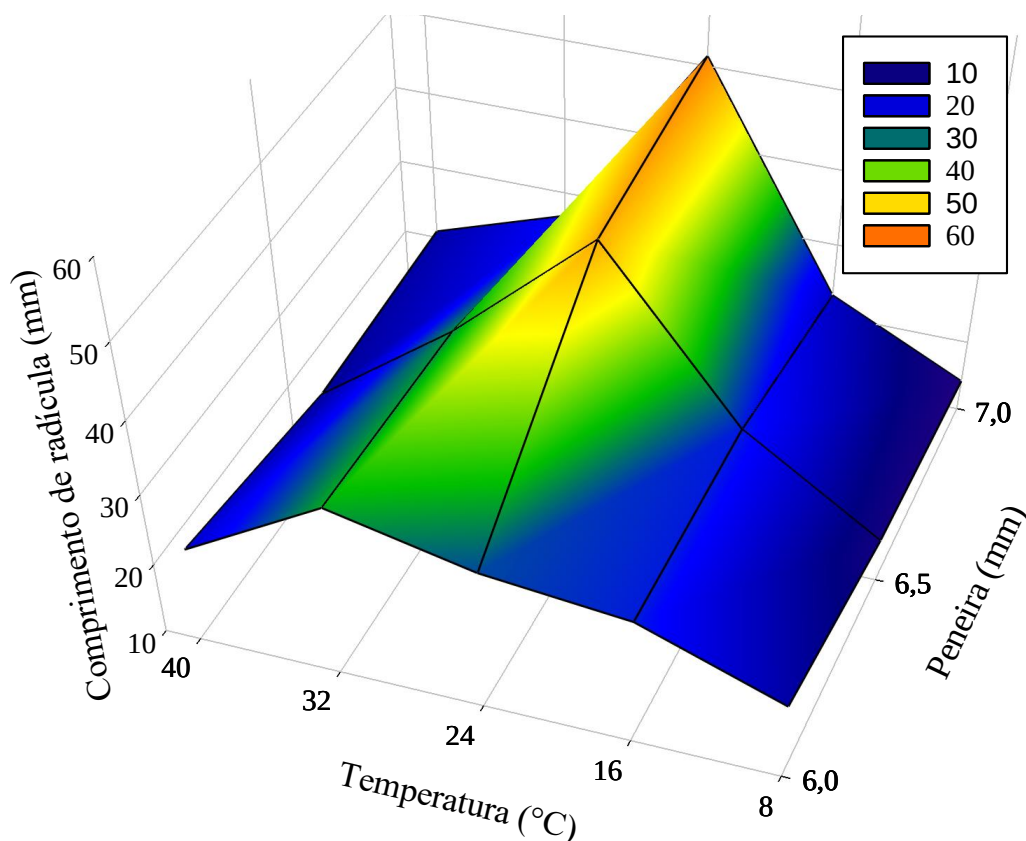
As peneiras com diferenças pequenas entre tamanhos, não apresentaram diferença significativa no índice de velocidade e germinação. Ou seja, os tamanhos de sementes (6,0 e 6,5 mm) não interferem na velocidade de germinação da soja, discordando do estudo realizado (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Esses dados são confirmados por Feldmann (1976), que demonstram a influência do tamanho de semente, obtendo melhores IVG para sementes menores, então sementes menores germinam mais rápido que as maiores.

Por outro lado, Fonseca (2007), avaliou o IVG não observando o feito de tamanho de sementes, ou seja, as peneiras menores (5,5 mm) ou maiores (6,5 mm) não interferiram na velocidade de germinação das sementes de soja.

A Figura 2 indica como a temperatura e o tamanho da peneira afetam o comprimento das radículas de soja. No tamanho da peneira de 6,0 mm, observa-se que na temperatura de 8°C, o comprimento de plântulas de soja foi baixo e se estabilizou a partir da temperatura de 16°, até a temperatura de 32°C, e atingiu o PMET em 26°C, e após essa temperatura de a massa das plântulas diminui de forma mais acelerada.

Figura 2 – Médias do comprimento das radículas de soja (mm), submetidas a 5 temperaturas e 3 tamanhos de peneiras, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024.



Peneira 6,0 mm: $y = -0,0367x^2 + 1,9062x + 7,2595$; $R^2 = 0,8346$; PMET = 26,0 °C

Peneira 6,5 mm: $y = -0,0961x^2 + 4,7779x - 17,956$; $R^2 = 0,8346$; PMET = 24,9 °C

Peneira 7,0 mm: $y = -0,0915x^2 + 4,6067x - 18,949$; $R^2 = 0,6334$; PMET = 25,2 °C

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

No tamanho de peneira 6,5 mm em temperatura de 8°C, o comprimento de radículas de soja foi superior ao tamanho de peneira 6,0 mm. A partir dos 16°C o comprimento das radículas de soja se eleva de forma abrupta e atinge o PMET aos 24,9°C, após essa temperatura o comprimento das radículas reduziram na mesma intensidade que aumentaram.

No tamanho de peneira 7,0 mm, foi semelhante a peneira de 6,5 mm, onde se observa um destaque no crescimento a partir da temperatura de 16°C, e atingiu o PMET do comprimento das radículas na temperatura de 25,2°C, após isso o comprimento reduziu na mesma intensidade em que se elevou.

O gráfico indica através das cores que o comprimento das plântulas de soja (mm) aumenta em relação a temperatura ótima (24°C e 26°C) e em relação ao tamanho de peneiras (6,5 mm e 7,0 mm). Para obter o maior comprimento das radículas, a temperatura varia de 24 e 26°C, variando de acordo com o diâmetro da peneira escolhida.

Esses dados concordam com Krzyzanowski (2006), onde em seu estudo concluiu que as sementes maiores possuem influência sobre o comprimento de plântula, ou seja sementes maiores (7,0 mm) resultam em plântulas de soja maiores do que as originadas de sementes menores (5,5 mm).

Soares et al. (2015), também obteve resultados parecidos, onde sementes maiores (7,0 e 7,5 mm) promovem um maior crescimento das plântulas de soja mesmo quando submetidas a condições de estresse hídrico e salino. Sugerindo a utilização de sementes de soja com maior tamanho, visto que elas seriam menos afetadas, em comparação às sementes de menor tamanho.

Meneguzzo (2019), ao avaliar a influência do tamanho das peneiras sobre o crescimento das plântulas, a peneira de 6.5 mm, apresentou um resultado superior a peneira de tamanho 6,0 mm, até o tempo de 108 horas de avaliação, ou seja, as peneiras maiores(6,5 mm) apresentam um comprimento total de plântulas superior a peneira menor (6,0 mm).

Segundo Pádua et al. (2010) e Carvalho e Nakagawa (2012), afirmam que sementes menores de soja classificadas com peneira de 4,0 mm apresentam plantas menores, em comparação com sementes maiores, classificadas com peneira de 6,0 mm e 7,0 mm que vão apresentar alturas maiores.

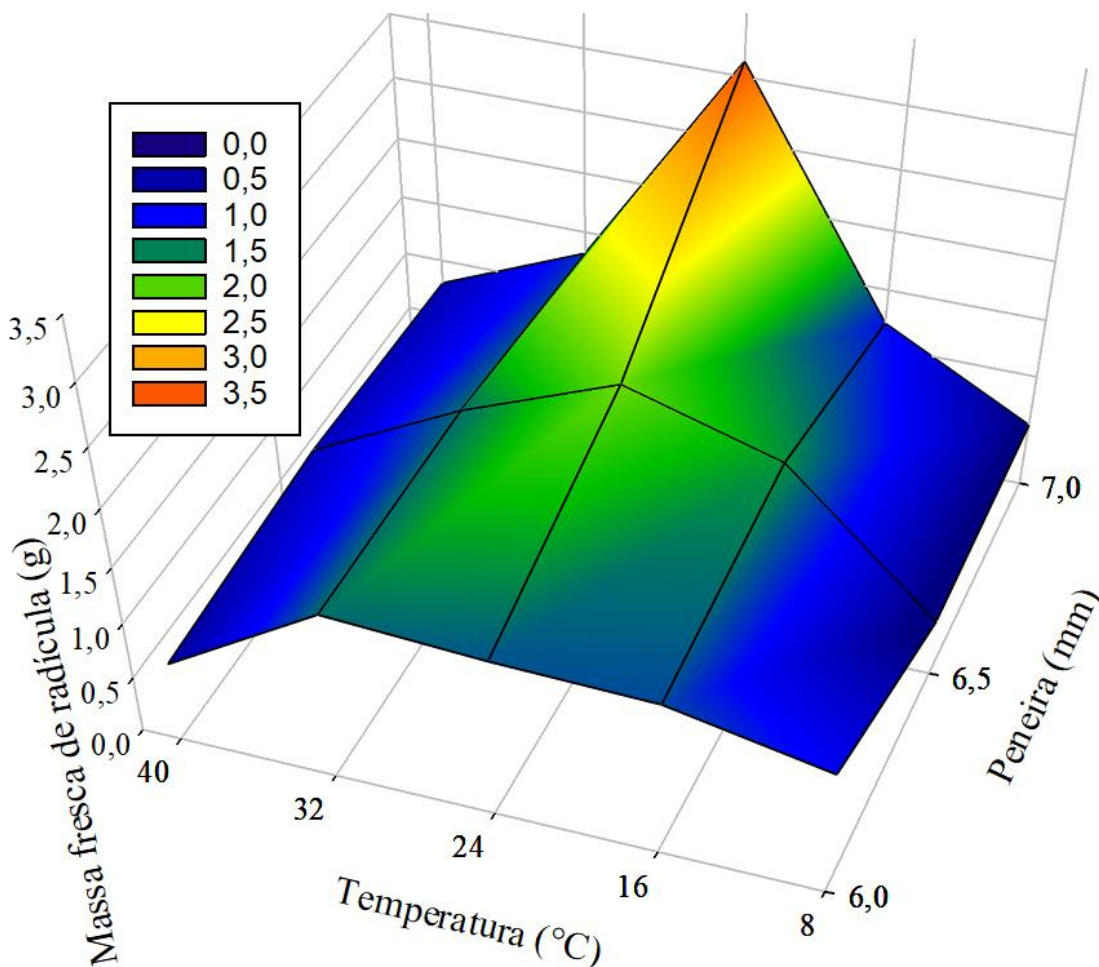
Temperaturas baixas (8°C) e temperaturas altas (40°C) prejudicam o crescimento das radículas, fazendo com que o comprimento delas nesses casos seja menor. Temperaturas médias (16°C, 24°C, 32°C) favorecem o crescimento rápido das radículas de soja, aumentando o comprimento (mm).

Peneiras de 6,0 mm atinge o comprimento máximo de radícula em uma temperatura mais baixa (26°C), mas esse comprimento de plantas é inferior as peneiras maiores (6,5 a 7,0

mm), mas por outro lado a peneira de 6,0 mm conseguem estabilizar o comprimento mesmo numa variação maior de temperatura. Esse comprimento de radícula pode estar ligado ao IVG, pois as peneiras menores germinam mais rápido e isso faz que o seu tamanho seja menor, em relação as peneiras maiores (6,5 a 7,0 mm), que demoram mais para germinar, desenvolvendo um comprimento de radícula maior.

De modo geral, na Figura 3 mostra-se como a temperatura e o tamanho da peneira afetam a massa fresca de radícula de soja. No tamanho da peneira de 6,0 mm, é possível observar que na temperatura de 8°C, a massa fresca das radículas de soja possui crescimento moderado e partir dos 16°C, se estabiliza até a temperatura de 32°C, mas atingiu seu o máximo em (g) em 22°C, após a temperatura de 32°C a massa das radículas vai diminuindo.

Figura 3 - Médias da massa fresca das radículas de soja (g), submetidas a 5 temperaturas e 3 tamanhos de peneira, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024.



Peneira 6,0 mm: $y = -0,0023x^2 + 0,1014x + 0,4110$; $R^2 = 0,8578$; PMET = 22,0 °C

Peneira 6,5 mm: $y = -0,0049x^2 + 0,2429x - 1,0872$; $R^2 = 0,9673$; PMET = 24,8 °C

Peneira 7,0 mm: $y = -0,0068x^2 + 0,3318x - 1,8047$; $R^2 = 0,6521$; PMET = 24,4 °C

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

No tamanho de peneira 6,5 mm a massa fresca das radículas de soja foi superior no que se ao tamanho de peneira 6,0 mm, em todas as faixas de temperatura, e atingiu o PMET em 24°C. Precisamente a temperatura ótima para a massa de radícula foi de 24,8°C, e após essa temperatura a massa diminui.

No tamanho de peneira 7,0 mm, a massa de radícula é superior às demais peneiras (6,0 mm e 6,5 mm), a partir da temperatura de 16°C, onde observa-se um aumento expressivo da massa de radícula, e atingiu o PMET na temperatura de 24,4°C, e após essa temperatura a massa reduziu.

As cores do gráfico sugerem claramente que a massa de radícula de soja (g) aumenta em relação a temperatura ótima e o tamanho de peneira maior (peneira de 7,0 mm). Para a maximizar a variável massa de radícula de soja, ou seja, para obter o melhor resultado possível, a temperatura deve variar de 22°C a 24,8°C), independentemente do tamanho de peneira (6,0 mm – 6,5 mm – 7,0 mm), ajustando-se o tamanho da peneira conforme necessário para o experimento ou cultivo.

O estudo de Soares et al. (2015) e Carvalho e Nakagawa (2012), concorda com o presente trabalho onde obteve-se plântulas robustas e com maiores médias de massa, oriundas de sementes maiores (7,0 e 7,5mm) em relação às sementes menores (5,5 mm). Portanto, sementes maiores originam plântulas com maior massa, em relação às sementes menores e esses resultados se mantem mesmo em condições adversas como estresse hídrico e salino.

Pádua *et al.* (2010) obteve diferença significativa entre os 3 tamanhos de peneira analisados, sendo peneiras de 6,0, 6,5 e 7,0 mm, a peneira com o tamanho maior (7,0 mm) foi superior às outras no que se refere a massa de plântulas, e a peneira menor (6,0 mm) foi a que obteve os resultados inferiores. E a peneira 6,5 mm foi a intermediária em relação à massa das plântulas de soja.

Para Meneguzzo (2019), os resultados foram semelhantes, ao presente trabalho, onde a massa seca das raízes, massa seca da parte área, e massa seca total das plântulas de soja oriundas das sementes maiores (6,5 mm) apresentaram a maior média, diferindo das sementes menores (6,0 mm) que apresentaram uma média inferior. Feldmann (1976), já havia estudado a relação entre os tamanhos de peneira e a massa das plântulas de soja, onde sementes maiores resultam em plantas com massa fresca superior a sementes menores.

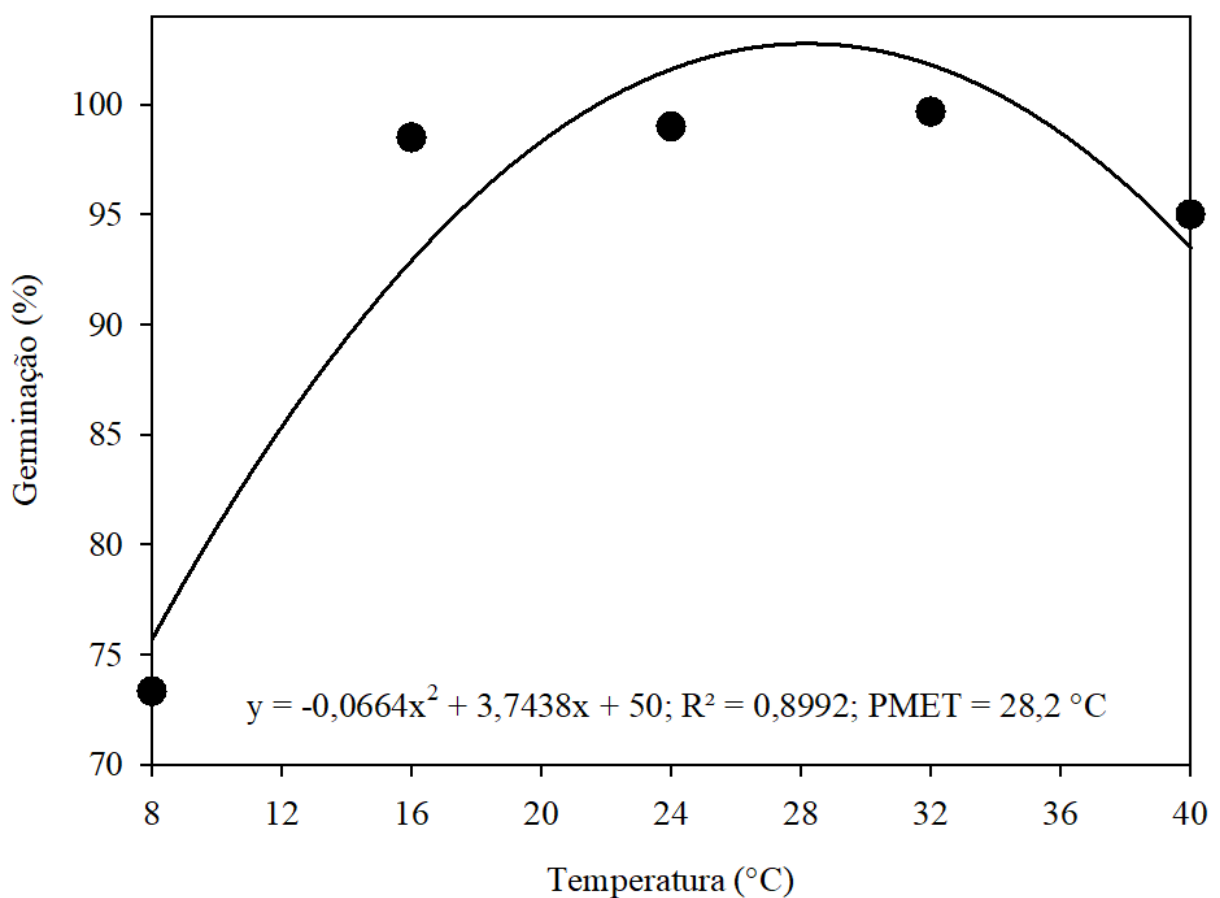
Temperaturas baixas (8°C) e temperaturas altas (40°C) prejudicam o crescimento das radículas, fazendo com que a massa de radícula nesses casos seja baixa e nula. Peneiras de 6,0 mm alcançam a massa de radícula máxima em uma temperatura mais baixa (22°C), e

conseguem equilibrar sua massa por uma variação de temperatura maior que as demais peneiras (6,5 e 7,0 mm).

Peneiras de 6,5 mm e 7,0 mm mostram que as temperaturas ideais para o máximo da massa de radícula de soja é de 24,4°C a 24,8°C. A Peneiras de 7,0 mm, tem um PMET muito semelhante a peneira de 6,5 mm, mas demonstram uma massa de radícula de soja mais relevante em relação às demais peneiras (6,0 e 6,5 mm).

A germinação das sementes da soja, aumenta à medida que a temperatura sobe, até que atinge o PMET, ou seja, chega ao pico de eficiência na temperatura de 28,2°C. A temperatura ótima para atingir o máximo da porcentagem de germinação das sementes de soja é 28,3°C. Temperaturas baixas (8 e 16°C) ou alta (40°C) proporcionam significativamente a diminuição do processo de germinação das sementes de soja (Figura 4).

Figura 4 – Médias de germinação (%), em função das diferentes temperaturas, em experimento conduzido sob DIC. Cerro Largo, 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na medida em que a temperatura aumenta, a germinação também aumenta, até o PMET em 28,2°C e a partir dessa temperatura a germinação diminui gradativamente até os 40°C.

As temperaturas de 24°C e 32°C, são as temperaturas mais equilibradas para obter melhor germinação, no entanto entre essas duas temperaturas, a temperatura 32°C se sobressai, proporcionando uma maior porcentagem de germinação em relação a temperatura de 24°C, por conta de estar mais próximo a faixa de temperatura ideal, ou seja, quanto mais próximo de 28°C melhor a germinação.

A germinação das sementes de soja, são maiores em temperaturas de 40°C em relação a temperatura 8°C. As médias germinação na temperatura de 40°C passam os 95%, enquanto na temperatura de 8°C, as médias são inferiores a 75%.

Segundo o estudo de Giúdice et al. (1993), as diferentes temperaturas analisadas por ele, sendo elas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C, a melhor temperatura para a germinação das sementes de soja, foi a temperatura de 25°C, e em seguida a temperatura de 30°C, discordando com o presente trabalho. Já as temperaturas que proporcionaram menores percentuais de germinação foi a de 15 e 35°C.

Diferentes tamanhos de peneiras (6,0, 6,5, e 7,0 mm) não influenciaram na germinação da soja. A germinação da soja não influencia mesmo em tamanhos diferentes de peneira. Concordando com Feldmann (1976), que no proposto trabalho, concluiu que o tamanho das sementes de soja não obteve resultados significativos na germinação.

Outros estudos realizados por Krzyzanowski et al, (1991), Piccinin et al. (2012), Soares et al. (2015) e Meneguzzo (2019), revelam que não ocorreu diferença significativa entre os tamanhos de sementes para a germinação. O tamanho da peneira de maneira geral, não deve afetar a germinação.

Por outro lado, pesquisas realizadas por Pádua et al. (2010), discordam com o presente trabalho, onde sementes de maior tamanho (7,0 mm) foram mais desenvolvidas, que sementes de menores tamanhos e possuem melhor capacidade de germinação, consequentemente vão ter um desenvolvimento estabelecimento inicial melhor que sementes menores.

Soares et al. (2015), ainda frisa que sementes maiores mesmo quando submetidas a condições adversas promovem um melhor índice de germinação das sementes de soja, uma vez que as sementes maiores de soja seriam as menos prejudicadas em comparação às sementes de menor tamanho.

5 CONCLUSÕES

Para a cultivar de soja 55157RSF IPRO (ZEUS), as sementes menores (6,0 mm), possuem um índice de velocidade de germinação superior às peneiras maiores (6,5 e 7,0 mm), em temperatura ótima (30,7°C) e temperaturas adversas. Ou seja, sementes menores germinam mais rápido independente da temperatura proposta.

Sementes maiores (6,5 e 7,0 mm) mostraram resultados superiores às sementes menores (6,0 mm), no que se refere ao comprimento de radícula, numa temperatura ótima de 25°C e em temperaturas mais baixas. Sementes menores (6,0 mm) se sobressaíram em resultados em temperaturas mais altas.

Sementes maiores (7,0 mm), apresentam uma massa de radícula superior às outras peneiras (6,0 e 6,5 mm), na temperatura ótima de 24,4°C. Sementes menores (6,0 e 6,5 mm) possuem resultados mais estáveis que as peneiras maiores (7,0 mm).

Sementes menores (6,0 mm), apresentam um comportamento com maior instabilidade no que refere ao comprimento de radícula e massa de radícula.

Os tamanhos de peneiras (6,0, 6,5 e 7,0 mm) não interferem na germinação das sementes de soja. As sementes de soja germinam independentemente do tamanho proposto.

A temperatura ótima para atingir a máxima germinação das sementes de soja foi de 28,2°C.

6 REFERÊNCIAS

BACAXIXI, P; RODRIGUES, L.R; BRASIL, E.P; BUENO, C.E.M.S; RICARDO, H.A; EPIPHANIO, P.D; SILVA, D.P; BARROS, B.M.C; SILVA, T.F; BOSQUÊ, G.G. A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 10, n. 20, p. 1-6, 2011.

BEWLEY J.D, BRADFORD K.J, HILHORST H.W, NONOGAKI H. Germinação. Sementes: fisiologia do desenvolvimento, germinação e dormência, 3ª ed. Springer, Nova York, p. 133–181, 2013.

BONATO, E. R; BONATO, A. L. V. A soja no Brasil: história e estatística. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1987.

CAMOZZATO, V. A. **Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes**. MG [Dissertação de Mestrado]. Pelotas: Faculdade de Agronomia ‘Eliseu Maciel’, Universidade Federal de Pelotas. 2007

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP; 1983. 588p

CONAB. Portal de Informações Agropecuárias. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>. Acesso em: 15 maio de 2024.

COSTA, N.P; FRANCA NETO, J.B; HENNING, A.A; KRZYZANOWSKI, F.C; PEREIRA, L.A.G; BARRETO, J.N. Efeito de retardamento de colheita de cultivares de soja sobre a qualidade da semente produzida: Resultados de pesquisa de soja 1982/83. Londrina: Embrapa-Cnpso, 1983. p.61-64.

FARIAS, J. R. B; NEPOMUCENO, A. L; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja- Circular Técnica, 9. **Londrina, PR: Embrapa Soja**, 2007.

FAO. FAOSTAT: base de dados estatística. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 20 novembro de 2024.

FELDMANN, R. de O. **Influência do peso e do tamanho da semente sobre a germinação, o vigor e a produção da soja (Glycine max (L.) Merrill)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 1976.

FRANÇA-NETO, J.B; KRZYZANOWSKI, FC; HENNING, AA; PÁDUA, GP. Tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade. Embrapa Soja, Documentos, 380, 82 p. Londrina: Embrapa Soja, Brasil. (2016).

FRANÇA NETO, J.B; KRZYZANOWSKI, F.C; HENNING, A.A; PÁDUA, G.P. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Informativo ABRATES, v.20, n.3, p.26-32, 2010.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica da semente Londrina: EMBRAPA: CNPSO, 1984. p.5-24. (Embrapa - CNPSO. Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J.B; PADUA, G.P; CARVALHO, M.L.M; COSTA, O; BRUMATTI, P.S.R; KRZYZANOWSKI, F.C; COSTA, N.P; HENNING, A.A; SANCHES, D.P. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. Londrina: Embrapa Soja, 2005. (Circular Técnica, 38).

FONSECA, N. R. Qualidade fisiológica e desempenho agrônomo de soja em função do tamanho das sementes. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas Botucatu, p. 68, 2007.

GIUDICE, M.P; REIS, M.S; ALVARENGA, E.M; SEDIYAMA, C.S. & SEDIYAMA, T. Influência de temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) colhidas em diferentes épocas. Revista Ceres, 40:53-66, 1993.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: Noções gerais. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 51 p.

HIRAKURI, M. H; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina, Embrapa Soja, p.70. 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C; FRANÇA-NETO, J. de B; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. **Circular técnica**, v. 136, n. 1, 2018.

KRZYZANOWSKI, F.C; FRANÇA NETO, J.B; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo ABRATES, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C; FRANÇA NETO, J.B; COSTA, N.P; HENNING, A.A; VIEIRA, B.G.T.L. Influência do tamanho da semente na produtividade da cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., Cornélio Procopio, 2005. Resumos... Londrina: Embrapa Soja. p.567-568.

LOPES, M. de M; PRADO, M. O. D; SADER, R; BARBOSA, R.M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, p. 230-238, 2011.

MAGUIRE, J. D. Velocidade de germinação - auxílio na seleção e avaliação para emergência e vigor de plântulas. Crop Science, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MENEGUZZO, M. R. R. **Ajuste metodológico do teste de comprimento de plântulas para avaliação de vigor de sementes de soja e milho**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas. 2019.

OLIVEIRA, A; SADER, R; KRZYZANOWSKI, F.C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. Revista Brasileira de Sementes, v.21, n.1, p.59-66, 1999

PÁDUA, G. P; ZITO, R.K; FRANÇA NETO, J.B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 9-16, 2010.

PICCININ, G. G; DAN, L. G. de M; RICCI, T. T; BRACCINI, A. de L; BARBOSA, M. C; MOREANO, T. B; NETO, A.H. e BAZO, G. L. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Agrarian**, v. 5, n. 15, p. 20-28, 2012.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. São Paulo: USP/RSALO, 1985, 467p.

PIROLLA, M. L; BENTO, R. M. O Brasil e a soja: sua história e as implicações na economia brasileira. –Curso de Administração, Centro Universitário Eurípides de Marília UNIVEM, Marília. 2008.

SCHAUREN, D. (2011). Qualidade fisiológica de sementes de soja resfriadas com diferentes tamanhos durante o armazenamento. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

SOARES, M. M; SANTOS JÚNIOR, HC; SIMÕES, MG; PAZZIN, D; SILVA, L. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 370-378, 2015.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Production, Supply and Distribuiton Online. Disponível em: <https://fas.usda.gov/data>. Acesso em: 01 maio 2024

VANZOLINI, Silvelena; CARVALHO, Nelson Moreira. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, p. 33-41, 2002.