

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**BRENNNA SILVA ARAÚJO**

**DEFINIÇÃO DE ZONAS DE MANEJO E QUALIDADE FISIOLOGICA DE  
SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM DIFERENTES VOLUMES DE CALDA E  
ARMAZENADAS**

Uberlândia /MG

Setembro/2025

BRENNNA SILVA ARAÚJO

**DEFINIÇÃO DE ZONAS DE MANEJO E QUALIDADE FISIOLOGICA DE  
SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM DIFERENTES VOLUMES DE CALDA E  
ARMAZENADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Agronomia da Universidade Federal de  
Uberlândia (UFU), como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

**Orientador:**

Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado.

Uberlândia/ Minas Gerais

2025

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus, por ser a luz que me guiou em cada passo, mesmo quando os caminhos pareciam incertos. Agradeço por ter me mostrado uma nova direção e por ter transformado cada desafio em aprendizado. Sua sabedoria e graça foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amados pais, André e Fernanda, este trabalho é a materialização de todo o amor, sacrifício e dos princípios de educação e bondade que me ensinaram. Vocês foram o solo fértil que nutriu este sonho, me dando o exemplo de honra e resiliência. Aos meus irmãos, Brubru e Guigui, meus companheiros de vida, por serem a força e o amor que me acompanham nessa jornada e por serem tantas coisas boas em minha vida.

Aos meus avós, Francisco, Maria e Lindalva, e a toda a minha família, minha gratidão por serem as raízes que me sustentam e por me cobrirem de um amor que transcende o tempo. Suas orações e sua fé foram meu porto seguro.

Aos meus amigos, Caio, João Marcos, Karlla, Kerolen, Camila, Victor, Felipe, Ana Julia e Panelovers. Em meio às incertezas, vocês me deram a força e a confiança de que tudo iria ficar bem, a amizade de vocês foi um refúgio e um incentivo valioso para que eu nunca desistisse.

Aos meus queridos orientadores, Professor Sandro, Professor Hugo e Mestre Ricardo, pela paciência e por todo o conhecimento generosamente compartilhado, vocês foram minha inspiração ao longo desta jornada acadêmica.

Aos meus colegas da 71°, por terem compartilhado comigo os desafios e as vitórias desta graduação. A troca de conhecimento de vocês tornou esta jornada mais leve.

Aos grupos de estudo GeAP e Nepsem, que se tornaram mais que espaços de aprendizado. Vocês foram uma verdadeira comunidade que me nutriu com conhecimento e me desafiou a ser um profissional e um ser humano melhor.

Aos amigos da Conteagro, por terem feito parte dessa fase e contribuído para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

E, por fim, a mim mesma. Pela coragem de seguir, pela persistência diante do cansaço e pela fé de que cada passo, por menor que fosse, me traria até aqui. Este trabalho é também um lembrete de que acreditar em si é parte essencial da conquista.

A todos vocês, minha mais sincera e eterna gratidão!

## RESUMO

A soja (*Glycine max* L. Merril) é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, com o Brasil se destacando como o maior produtor e exportador. A alta produtividade e o valor agregado da cultura dependem da qualidade fisiológica da semente, um dos fatores cruciais para a uniformidade do estande e otimização da semeadura. O tratamento de sementes é uma prática amplamente utilizada para proteger a qualidade fisiológica, mas o excesso de volume de calda pode comprometer o vigor e a germinação. Nesse contexto, a agricultura de precisão permite otimizar a aplicação de insumos para cada área e mapear zonas de manejo, o que possibilita classificar as áreas para o uso de sementes de melhor qualidade. Com isso em mente, este trabalho avaliou como diferentes volumes de calda, combinados com distintos períodos de armazenamento, afetam a qualidade fisiológica de sementes de soja de diferentes zonas de manejo. O estudo foi realizado com sementes da cultivar Brasmax Olimpo IPRO, provenientes de uma área de 48 hectares dividida em zonas de manejo de alto, médio e baixo potencial. As sementes foram tratadas com volumes de calda de 0, 600, 1200 e 1800 mL por 100 kg e armazenadas por 0 e 60 dias. A qualidade fisiológica foi avaliada por testes de germinação, emergência, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento, germinação com rolo de papel vermiculita e outros, com os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scott-Knott a 5%. Os resultados evidenciaram que a ZM exerce influência significativa no potencial fisiológico. A zona de Baixo Potencial apresentou a maior deterioração e o menor vigor, enquanto a zona de Médio Potencial se destacou pela estabilidade. Em relação ao tratamento, o aumento excessivo do volume de calda (1800 mL) sugeriu um efeito negativo dependendo da dose, resultando em decréscimo nos índices de vigor em todas as zonas, independentemente do potencial fisiológico inicial. Conclui-se que as ZM são cruciais para a segregação de lotes de sementes com diferentes potenciais de armazenamento. Além disso, o ajuste do volume de calda é indispensável para evitar o impacto negativo do tratamento sobre a qualidade fisiológica, garantindo a longevidade da semente e o sucesso da semeadura.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, Agricultura de Precisão; Vigor; Armazenamento.

## **ABSTRACT**

Soybean (*Glycine max* L. Merril) is one of the world's most important agricultural crops, with Brazil standing out as the largest producer and exporter. High yield and the crop's added value depend on the seed's physiological quality, a crucial factor for stand uniformity and optimized sowing. Seed treatment is a widely used practice to protect this quality, but excessive slurry volume can compromise vigor and germination. In this context, precision agriculture (PA) allows for optimizing input application for each area and mapping management zones (MZs), which enables areas to be classified for the use of better quality seeds. With this in mind, this study evaluated how different slurry volumes, combined with distinct storage periods, affect the physiological quality of soybean seeds from different MZs. The study used seeds from the Brasmax Olimpo IPRO cultivar, sourced from a 48-hectare area divided into high, medium, and low potential MZs. Seeds were treated with slurry volumes of 0, 600, 1200, and 1800 mL per 100 kg and stored for 0 and 60 days. Physiological quality was assessed using tests for germination, emergence, accelerated aging, electrical conductivity, seedling length, vermiculite germination test, and others. Data was subjected to Analysis of Variance (ANOVA) and the Scott-Knott test at 5%. The results showed that MZs exert a significant influence on physiological potential. The Low Potential Zone exhibited the highest deterioration and lowest vigor, while the Medium Potential Zone stood out for its stability. Regarding the treatment, the excessive slurry volume (1800 mL) suggested a negative, dose-dependent effect, resulting in a decrease in vigor indices across all zones, regardless of initial physiological potential. It is concluded that MZs are crucial for segregating seed lots with different storage potentials. Furthermore, adjusting the slurry volume is indispensable to prevent the negative impact of the treatment on physiological quality, thus ensuring seed longevity and successful sowing.

**Keywords:** *Glycine max*, Precision Agriculture; Vigor; Storage.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Localização da área experimental e malha de amostragem.....	2
<b>Figura 2:</b> Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas (°C) máximas e mínimas para o período experimental de cultivo da soja.....	3
<b>Figura 3:</b> Processo de colheita das sementes de soja (A: colheita manual, B: sacos de soja para beneficiamento; C: trilhadora mecânica; D: sacos com sementes de soja prontas para análise). .....	4
<b>Figura 4:</b> Montagem do teste de grau de umidade (A: separação das repetições; B: peso da tara; C: estufa; E: dessecador).....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 5:</b> Processo de implementação e avaliação do teste germinação (A: papel Germitest embebido; B: gabarito de separação 50 sementes; C:sementes no papel; D: rolos envoltos por papel e armazenados no saco plástico; E: germinador B.O.D; F e G: sementes germinadas). .....	6
<b>Figura 6:</b> Avaliação das plântulas. A: peneiração da areia; B: repetição das sementes 4x50; C: emergência das plântulas). .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 7:</b> Montagem do teste de germinação + vermiculita. (A: substrato vermiculita; B: pesagem do substrato; C: sementes cobertas com o substrato; D: sementes germinadas em substrato. ....	<b>Erro!</b> <b>Indicador não definido.</b>
<b>Figura 8:</b> Montagem do teste de envelhecimento acelerado. (A: gabarito para separar as sementes; B sementes dentro da caixa de acrílico que foi levada a câmara; C e D: separação das 4 repetições com 50 sementes. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 9:</b> Montagem e avaliação do teste de comprimento de plântulas (A: separação das sementes com gabarito, B: rolos em sacos plásticos; C e E: retirada dos tegumentos; D e F: posicionamento para fotografia; G: Layout do programa Vigor S).....	9
<b>Figura 10:</b> Condutivímetro MCA 150, que mede a quantidade de íons na solução (A: solução padrão do condutivímetro; B: separação por tratamento; C: condutivímetro MCA 150, com solução padrão; D: medição do tratamento).....	10
<b>Figura 11:</b> Mapas espaciais interpolados por krigagem dos atributos de solo (altitude (A), areia total (B), argila (C), condutividade elétrica do solo (D), CTC potencial (E), matéria orgânica do solo (F), fósforo disponível no solo (G), produtividade da soja 22/23 (H), produtividade da soja 23/24 (I), produtividade da soja 24/25 (J). .....	12
<b>Figura 12:</b> Zonas de Manejo interpolada por krigagem, com destaque para as zonas de alto potencial (verde) e baixo potencial (vermelho). .....	13
<b>Figura 13:</b> Grau de umidade (%) de sementes de soja produzidas em zonas de manejo em diferentes períodos de armazenamento. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1:</b> Comprimento do hipocótilo (%), comprimento da radícula (%), comprimento médio (%), crescimento de plântula (%), vigor (%) e envelhecimento acelerado (%) de sementes de soja produzidas em diferentes zonas de manejo e período de armazenamento.....	14
<b>Tabela 2:</b> Germinação (%), Emergência (%), Germinação em rolo de papel + vermiculita (%), Uniformidade (%) e Condutividade Elétrica (%) de sementes de soja produzidas em diferentes zonas de manejo e períodos de armazenamento. ....	15
<b>Tabela 3:</b> Comprimento do hipocótilo (cm), comprimento da radícula (cm), comprimento médio (cm) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes. ....	19
<b>Tabela 4:</b> Vigor (%) e Uniformidade (%) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes. ....	21
<b>Tabela 5:</b> Germinação (%), emergência (%,) germinação no papel + vermiculita (%) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes. ....	23
<b>Tabela 6:</b> Envelhecimento Acelerado (%) e Condutividade elétrica (%) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento.....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
2.2 Definição de pontos amostrais, zonas de manejo e coleta de dados .....	3
2.3 Colheita e análise das sementes de soja .....	4
2.4 Análise da qualidade de sementes de soja .....	4
2.4.4 Grau de Umidade.....	5
2.4.5 Teste de germinação .....	5
2.4.6 Teste de emergência .....	6
2.4.7 Teste de Envelhecimento Acelerado .....	8
2.4.8 Teste de Comprimento .....	9
2.4.9 Teste de Condutividade Elétrica.....	10
2.5 Análise Estatística.....	11
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>11</b>
3.1 Definição de zonas de manejo .....	11
3.2 Qualidade de sementes nas zonas de manejo em função ao tempo de armazenamento 13	13
3.3 Qualidade de sementes para as zonas de manejo em função ao tempo de armazenamento e do volume de calda aplicado.....	16
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

A soja (*Glycine max* L. Merril) é uma cultura estratégica para a economia brasileira, com uma produtividade estimada de 175 milhões de toneladas para a safra 2024/25 (IBGE, 2025), o Brasil se destaca como o principal produtor e exportador no mundo (USDA, 2025).

Altas produtividades dependem, fundamentalmente, da utilização de sementes de elevada qualidade. O mercado brasileiro, que estima alcançar 48 milhões de hectares em 2025/2026 (ABRASS, 2025), busca sementes com elevada qualidade, que garantam taxas superiores de germinação, vigor, longevidade e sanidade (EMBRAPA, 2010; KRZYZANOWSKI *et al.*, 2018). Contudo, há um processo de perda natural de qualidade, que pode ser reduzida a partir de práticas adequadas de armazenamento e tratamento de sementes (Leite *et al.*, 2022; Fontes; Mantovani, 2002).

O tratamento de sementes, a partir de produtos fungicidas, inseticidas, micronutrientes e bioestimulantes, é recomendada no processo de armazenamento, desde que utilizados produtos apropriados, em dosagens e formas de aplicação corretas (AVELAR *et al.*, 2011; ABRASEM, 2014). Em contrapartida, a combinação de produtos eleva o volume de calda aplicado, que quando ultrapassa 600 mL a cada 100 kg de sementes, limite máximo tolerável em solução aquosa, pode ocorrer danos irreversíveis na fisiologia das sementes (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2014), afetando o seu vigor e a germinação (DAN *et al.*, 2011; KRZYZANOWSKI *et al.*, 2011).

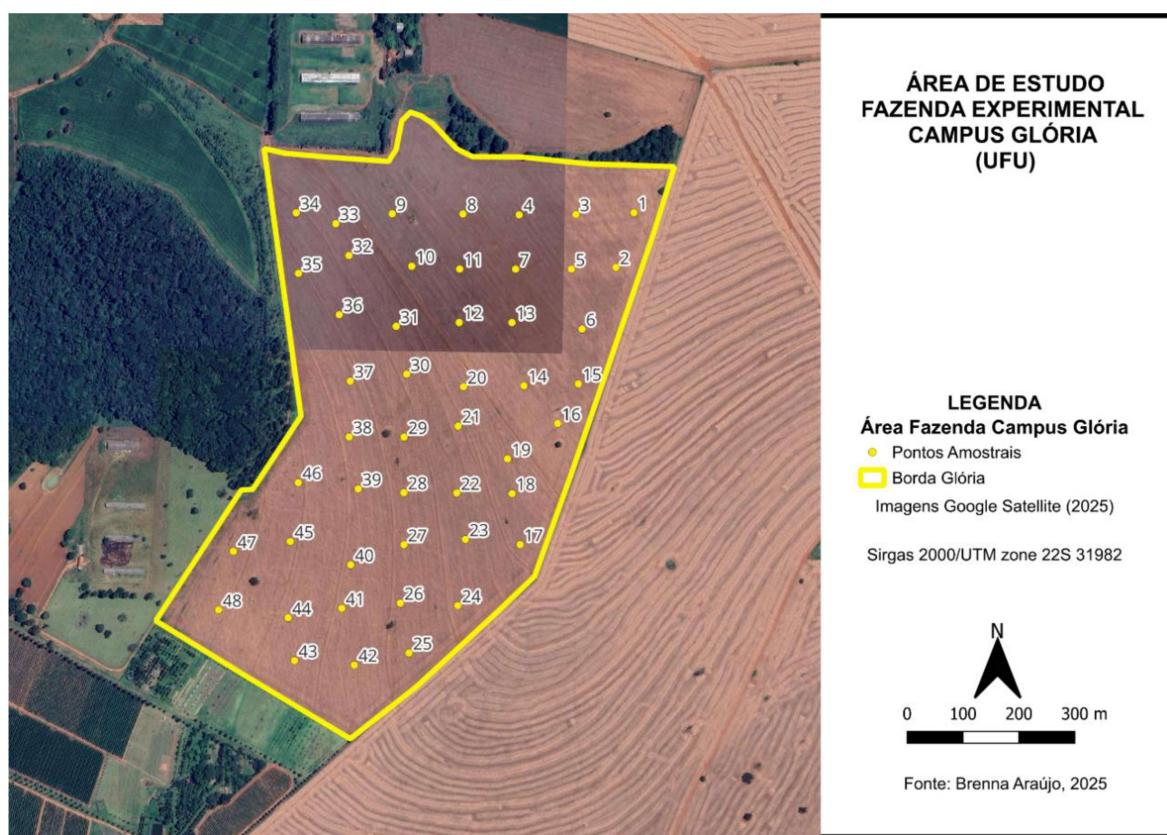
A Agricultura de Precisão (AP) é uma ferramenta essencial para aprimorar a eficiência do sistema produtivo de sementes, permitindo o mapeamento da variabilidade espacial da área (COELHO, 2005). Especificamente, a delimitação de zonas de manejo (ZM) otimiza a gestão da lavoura (TUNES *et al.*, 2015), viabilizando a identificação de áreas que promovem a produção de sementes de qualidade superior ou que conferem maior tolerância ao tempo de armazenamento.

Considerando a relevância do uso de sementes como matéria prima fundamental na agricultura, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, provenientes de diferentes zonas de manejo, quando utilizados volumes de calda no tratamento de sementes e períodos de armazenamento distintos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do ensaio

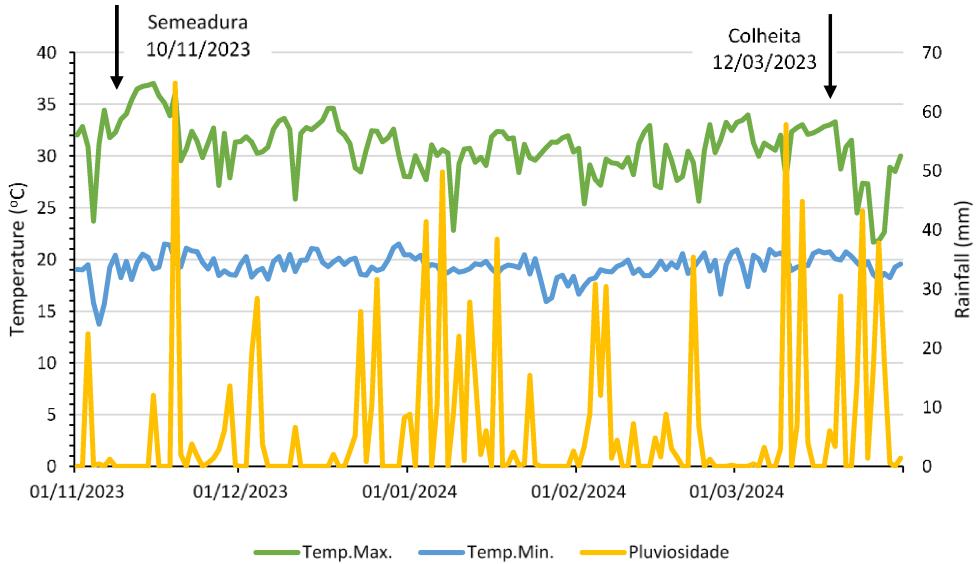
A área de estudo, de 48 ha, foi localizada na fazenda experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Campus Uberlândia, MG ( $18^{\circ}57' S$ ;  $48^{\circ}11' O$ ), com altitude média de 920 m e precipitação média anual de 1.342 mm e clima tipo Aw-tropical, caracterizado por verão quente e úmido e inverno seco (Köppen-Geiger, 1948). O local apresenta solo tipo Latossolo Vermelho, com histórico de semeadura direta, sob sequeiro (Figura 1).



**Figura 1:** Localização da área experimental e malha de amostragem.

**Fonte:** Araújo, 2024.

Na área foi realizada a semeadura de soja, cultivar 80182 RSF IPRO (nome comercial: Brasmax Olímpico IPRO) em 10/11/2023, com colheita em 12/03/2024, aos 123 dias após semeadura. No local foram registradas as condições meteorológicas de temperatura ( $^{\circ}C$ ) e pluviometria (mm) ao longo do período (Figura 2).



**Figura 2:** Dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) máximas e mínimas para o período experimental de cultivo da soja.

## 2.2 Definição de pontos amostrais, zonas de manejo e coleta de dados

Na área foi instalada uma malha amostral, regular, de 1 ponto/ha (100 x 100 m), totalizando 48 pontos amostrais para coleta de informações (Figura 1). A definição da malha foi realizada com uso do programa QGIS (Qgis Development Team, 2015) e o reconhecimento dos pontos a campo, com auxílio do GNSS Garmin E-trex Vista®.

Nos 48 pontos da malha amostral foi realizada a obtenção de dados dos atributos altitude, solo e produtividade, para posterior interpolação por krigagem – a krigagem é uma metodologia de interpolação geoestatística que utiliza a localização dos dados para prever valores desconhecidos, baseada na Lei de Tobler, ela atribui maior peso a dados amostrais próximos para criar novos pontos de forma linear (GIOTTO *et al.*, 2004), e geração de mapas com auxílio do plugin Smart Map - SMP, em ambiente QGIS. Na sequência foram definidas as zonas de manejo a partir dos atributos altitude, areia total, argila, condutividade elétrica, CTC potencial, matéria orgânica do solo e fósforo disponível, e de produtividade de soja para os anos agrícolas 2022/23; 2023/24 e 2024/25, definindo entre baixa, média e alta zona.

## 2.3 Colheita e análise das sementes de soja

A colheita foi manual considerando parcelas úteis de 8m<sup>2</sup>, compostas por 4 linhas espaçadas de 4 metros de comprimento, com espaçamento de 0,5m entre elas. Em seguida, foi realizada trilha mecânica e as sementes acondicionadas em sacos de papel, levadas ao Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia (LASEM-UFU), para análise (Figura 3).



**Figura 3:** Processo de colheita das sementes de soja (A: colheita manual, B: sacos de soja para beneficiamento; C: trilhadora mecânica; D: sacos com sementes de soja prontas para análise).

**Fonte:** Araújo, 2024.

## 2.4 Análise da qualidade de sementes de soja

As sementes correspondentes aos 48 pontos amostrados foram selecionadas conforme as zonas previamente definidas (Item 2.2). A partir dessas amostras, realizaram-se os testes de qualidade considerando o armazenamento das sementes nos intervalos de 0, 60, 120 e 180 dias, além da aplicação de diferentes volumes de calda: 0 e 600 mL/100 kg de sementes. A calda, para todos os tratamentos, consistiu na adição dos produtos Maxim® XL (Metalaxil-M 10g/L; Fludioxinil 25g/L) e Cruiser Advanced (Metalaxil-M 20g/L; Tiabendazol 150g/L; Fludioxonil 25g/L; Tiametoxam 350g/L), Stimulate®, além do Cobalto e Molibdênio e o polímero Color Seed HE® Intense (100 mL/100kg sementes) e pó secante PolyDry BR 100® (100 g/100 kg de sementes). Já, as análises de qualidade realizadas consistiram nos testes de: teor de água, de germinação e emergência, envelhecimento acelerado modificado em areia, condutividade elétrica (Kryzanowski *et al.*, 2020), germinação com vermiculita (Martins *et al.*, 2011) e testes

que avaliam o vigor – comprimento de plântula, radícula e hipocótilo, uniformidade, crescimento de plântula e vigor de plântula (Vanzolini *et al.*, 2020).

#### 2.4.4 Grau de Umidade

A análise foi realizada em duas subamostras, em recipientes de metal não corrosível, por meio da pesagem de 4 a 5 g de sementes por tratamento, mantidas a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  em estufa, e avaliadas após 24 horas (Figura 4). Após o período de secagem, as amostras foram retiradas e dispostas em dessecador com sílica gel, após resfriamento, os recipientes foram pesados novamente com a tampa e os resultados utilizados para calcular o teor de água (BRASIL, 2025).

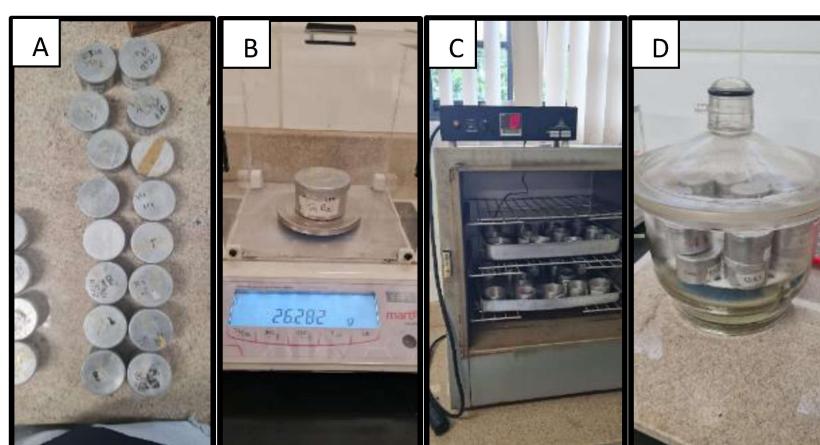
Para determinação da umidade seguiu-se a equação:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 \times (P - p)}{P - t}$$

Onde: P = peso inicial, peso do recipiente + tampa e peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente + tampa + peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente vazio + tampa.



**Figura 4:** Montagem do teste de grau de umidade (A: separação das repetições; B: peso da tara; C: estufa; E: dessecador).

**Fonte:** Araújo, 2025.

#### 2.4.5 Teste de germinação

No teste foram utilizados rolos de papel para germinação - Germitest, embebidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco (Figura 5). A preparação

consistiu em quatro rolos contendo 50 sementes cada, distribuídas uniformemente, totalizando 200 unidades por tratamento.

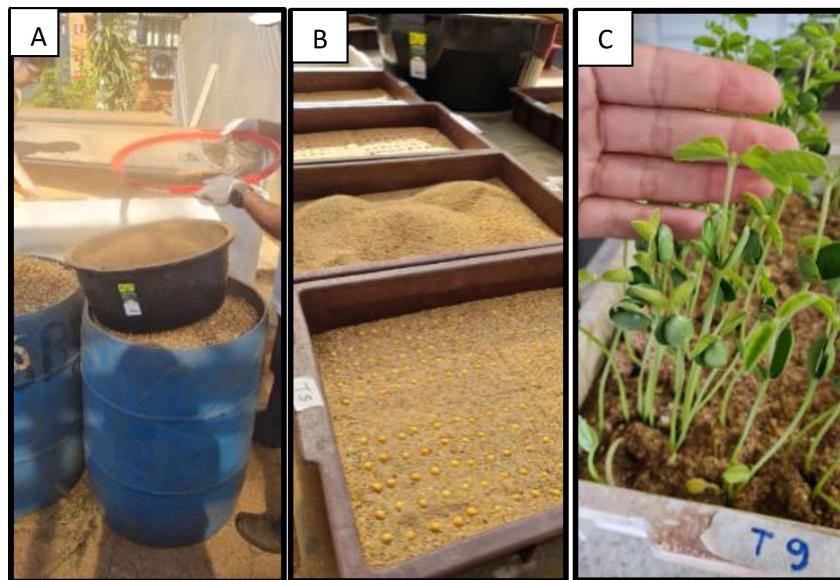


**Figura 5:** Processo de implementação e avaliação do teste germinação (A: papel Germitest embebido; B: gabarito de separação 50 sementes; C: sementes no papel; D: rolos envoltos por papel e armazenados no saco plástico; E: germinador B.O.D; F e G: sementes germinadas).

Os rolos de papel foram agrupados e acondicionados em sacos plásticos. Em seguida, foram colocados em uma câmara do tipo B.O.D, para controle de temperatura, ajustada para 25°C e fotoperíodo de 12 horas. As contagens foram realizadas no oitavo dia após o início dos testes e os resultados foram expressos em porcentagem (BRASIL, 2025).

#### 2.4.6 Teste de emergência

As sementes foram colocadas uniformemente com o auxílio de um gabarito e semeadas a 3 centímetros de profundidade. As caixas contendo as sementes foram alocadas na casa de vegetação com temperatura ambiente, irrigações diárias e capacidade de retenção de água de aproximadamente 60%. A avaliação foi realizada no oitavo dia após a semeadura, sendo contabilizadas as plântulas normais, em porcentagem (Figura 6).

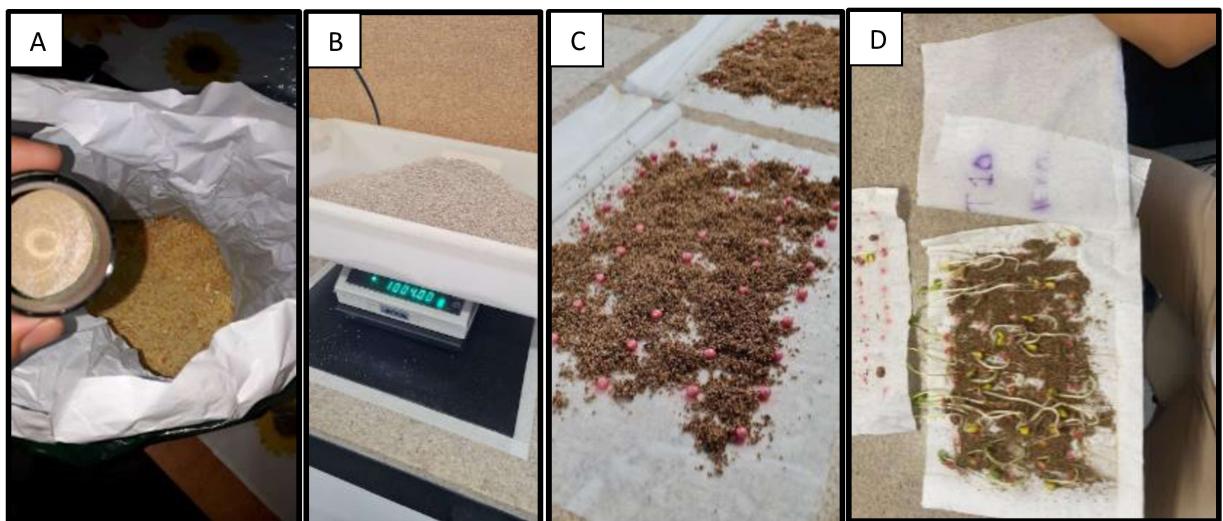


**Figura 6:** Avaliação das plântulas. A: peneiração da areia; B: repetição das sementes 4x50; C: emergência das plântulas).

**Fonte:** Araújo, 2024.

#### 2.4.3 Teste de Germinação em rolo de papel + vermiculita

No teste de germinação em rolo de papel + vermiculita, as sementes foram distribuídas uniformemente sob duas folhas de papel embebidas em água destilada, na proporção de 3 vezes o peso do papel seco (Figura 7).



**Figura 7:** Montagem do teste de germinação + vermiculita. (A: substrato vermiculita; B: pesagem do substrato; C: sementes cobertas com o substrato; D: sementes germinadas em substrato).

**Fonte:** Araújo, 2024.

Uma camada de vermiculita úmida foi preparada uma mistura na proporção de 1 g de vermiculita para cada 1 mL de água. Em seguida foi aplicada uma camada de 100 mL dessa mistura. Para o teste, foram preparados quatro rolos de papel com 50 sementes cada. O material foi então acondicionado em sacos plásticos e armazenado em uma câmara B.O.D. sob a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. A avaliação final foi realizada no oitavo dia após a semeadura, registrando a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2025).

#### 2.4.7 Teste de Envelhecimento Acelerado

Para a execução do teste, 200 sementes foram distribuídas sobre uma tela metálica e inseridas no interior de uma caixa de acrílico (gerbox), com 40 mL de água adicionados, e sem contato direto com as sementes. As caixas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D em temperatura controlada, à 41°C, por 24 horas. Após este período, as sementes foram transferidas a bandejas de plástico com o substrato areia, organizadas em 4 repetições de 50 sementes, cobertas com 1/3 da areia e avaliadas no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2025). A avaliação consistiu na contagem de plântulas normais, e os resultados expressos em porcentagem (Figura 8).

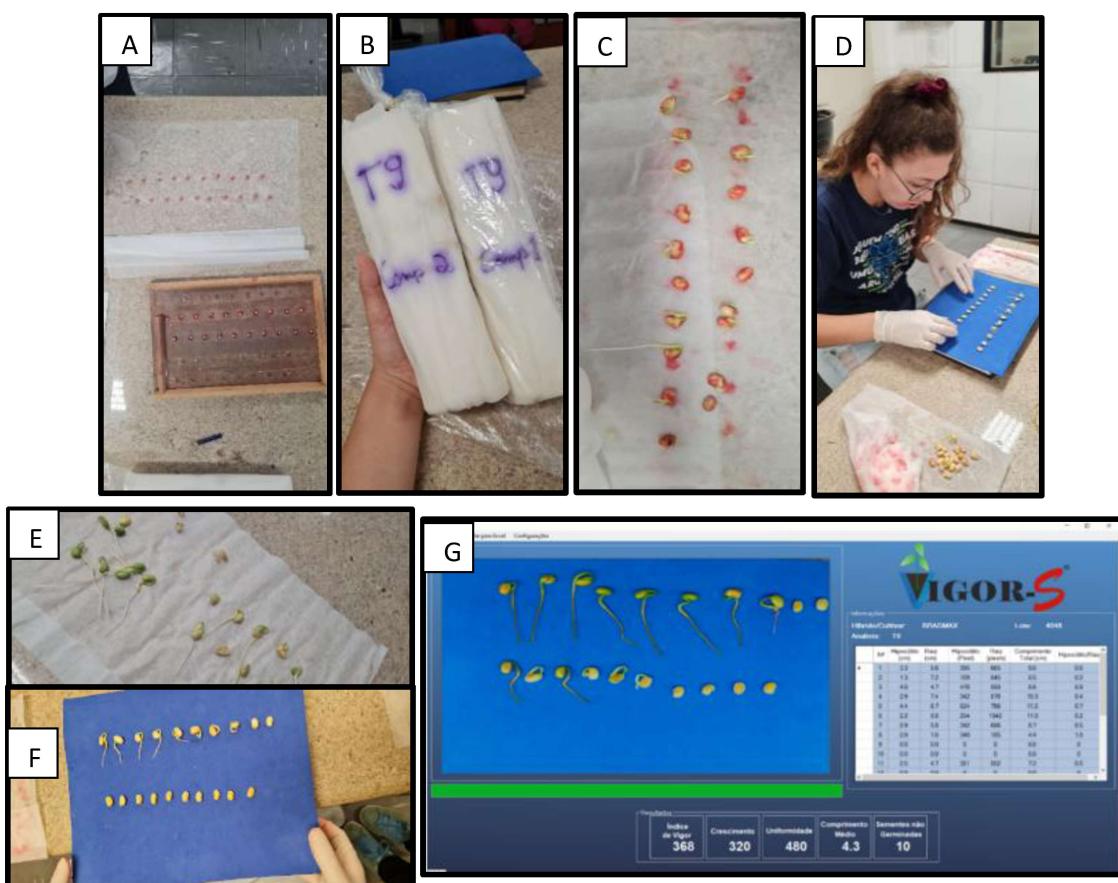


**Figura 8:**Montagem do teste de envelhecimento acelerado. (A: gabarito para separar as sementes; B sementes dentro da caixa de acrílico que foi levada a câmara; C e D: separação das 4 repetições com 50 sementes.

**Fonte:** Araújo, 2024.

#### 2.4.8 Teste de Comprimento

Neste teste as sementes foram dispostas em papel de germinação, tipo germitest, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Foi colocado 20 sementes em 5 rolos diferentes, com 2 repetições. Os papéis foram enrolados em formato de rolos, colocados no interior de sacos plásticos e armazenados em câmera do tipo B.O.D, à 25°C e fotoperíodo de 12 horas. As sementes foram avaliadas após três dias da montagem (BRASIL, 2025) (Figura 9).



**Figura 9:** Montagem e avaliação do teste de comprimento de plântulas (A: separação das sementes com gabarito, B: rolos em sacos plásticos; C e E: retirada dos tegumentos; D e F: posicionamento para fotografia; G: Layout do programa Vigor S).

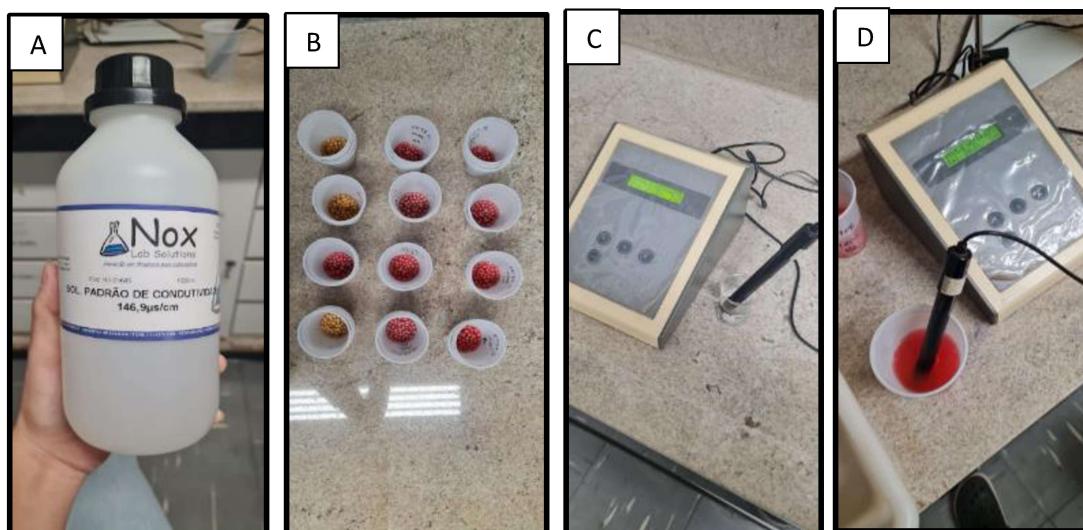
**Fonte:** Araújo, 2025; Cruvinel, 2025.

Após a retirada das amostras da câmara, os rolos foram abertos, o tegumento das sementes foi removido, e as plântulas foram dispostas em uma folha de EVA (etyl vinil acetato) de cor azul, com dimensões de 30 cm x 22 cm. As plântulas foram distribuídas de forma uniforme em duas fileiras, cada uma com dez plântulas. Em seguida, cada repetição foi posicionada em um local com qualidade de luz ideal para ser fotografada. O comprimento das

plântulas de cada tratamento foi processado individualmente pelo sistema automatizado chamado Vigor S®. O software registrou o comprimento do hipocótilo e da raiz, fornecendo dados de vigor, crescimento, uniformidade, germinação e comprimento médio (RODRIGUES et al., 2020) (Figura 9).

#### 2.4.9 Teste de Condutividade Elétrica

Os valores de condutividade foram medidos com uso de condutivímetro MCA 150, previamente calibrado ( $146,9 \mu\text{S cm}^{-1}$ ), com eletrodo constante 1, em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de sementes. No teste foram realizadas quatro repetições por tratamento, totalizando 48 copos com 50 sementes cada, pesadas previamente. Uma solução de 75 mL de água deionizada foi adicionada aos recipientes e estes foram armazenados em câmara B.O.D. por 24 horas, a 25°C. Após esse período, os copos foram removidos, e a solução contendo as sementes, agitada para uniformizar os íons lixiviados, que em seguida foram analisados no equipamento (Figura 10).



**Figura 10:** Condutivímetro MCA 150, que mede a quantidade de íons na solução (A: solução padrão do condutivímetro; B: separação por tratamento; C: condutivímetro MCA 150, com solução padrão; D: medição do tratamento).

**Fonte:** Araújo, 2025.

As análises foram feitas entre o período de 10 de julho de 2024, com conclusão em 20 de janeiro de 2025. Ao final de todos os testes, foram utilizadas uma média de 2.800 sementes nos dois tempos de análise, com 600 unidades por intervalo e quantidade de papéis de germinação aproximada de 960, com 480 para cada período avaliado.

## **2.5 Análise Estatística**

A definição das zonas de manejo foi realizada a partir de dados de solo e planta interpolados pela geoestatística (HAUSCHILD, 2013) com modelagem de semivariogramas e interpolação por krigagem com o objetivo de diminuir os erros, a partir do uso do plugin Smart Map – SMP (VIEIRA, 2020), no ambiente Qgis.

A caracterização inicial da resposta fisiológica das sementes levou em consideração a definição de zonas de manejo (Item 3). Foram realizados os testes de qualidade considerando dois tempos de armazenamento (0 e 60 dias), em sementes sem tratamento prévio. Assim, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (3 zonas de manejo e 2 tempos de armazenamento), com 4 repetições.

Após verificada a qualidade fisiológica das sementes para as zonas de manejo definidas na área, foi avaliado o impacto que o volume de calda pode trazer para o tempo de armazenamento das sementes. Foi realizado assim, um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, correspondendo a 2 tempos de armazenamento (0 e 60 dias) e 4 volumes de calda (0, 600, 1200 e 1800 mL), com 4 repetições.

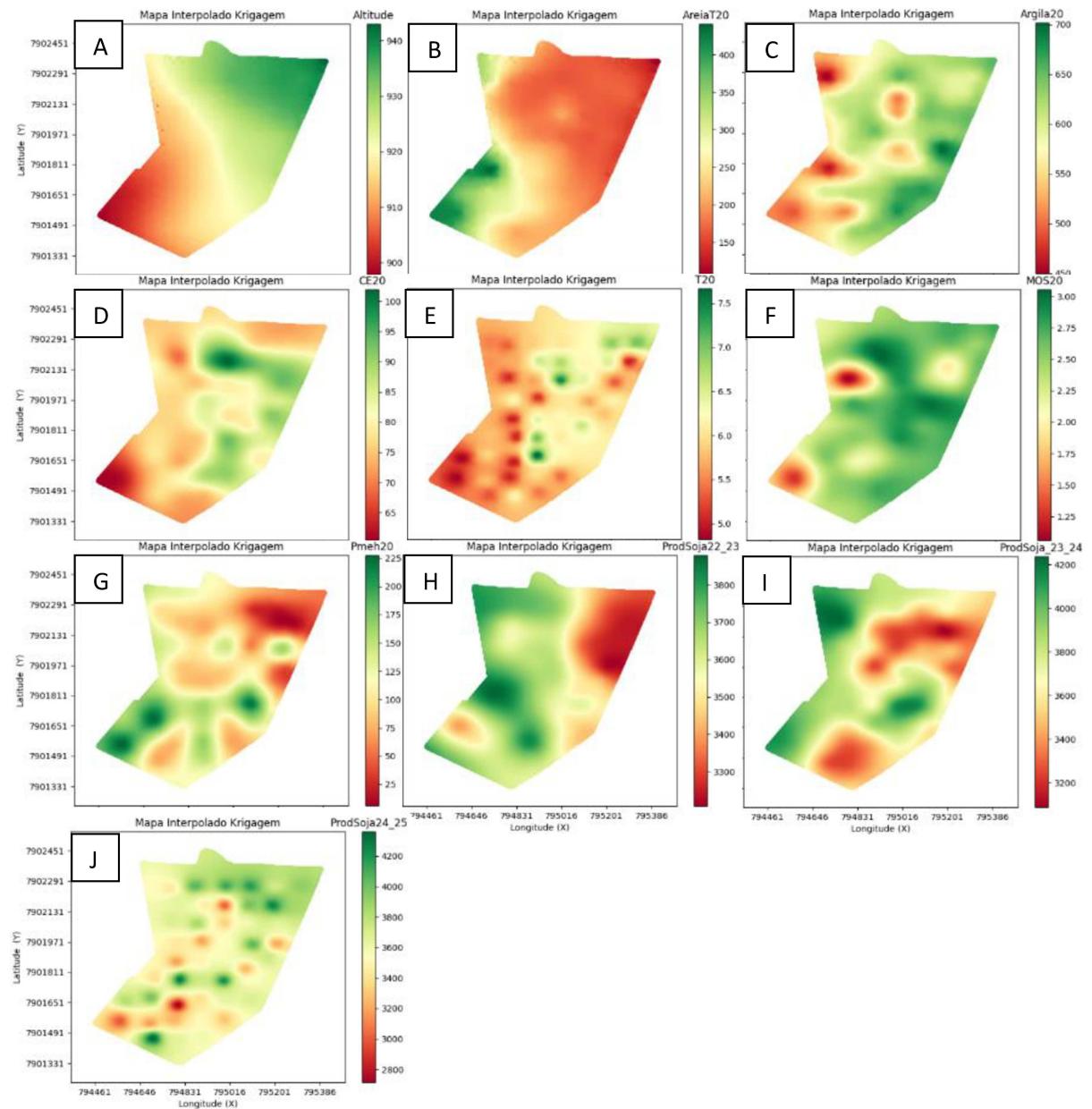
Os dados das análises foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste F, a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott. As análises foram realizadas com uso do software R, versão 3.6<sup>®</sup> (R Core Team, 2025).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **3.1 Definição de zonas de manejo**

A definição de zonas de manejo, ou zonas com diferentes potenciais dentro da área de estudo, foi realizada a partir da elaboração prévia de mapas temáticos. Os atributos analisados incluíram: altitude (A), areia total (B), argila (C), condutividade elétrica do solo (D), CTC potencial (E), matéria orgânica do solo (F), fósforo disponível no solo (G), e a produtividade da soja nas safras 2022/23 (H), 2023/24 (I) e 2024/25 (J) (Figura 11). Com base nesses mapas, foi possível identificar regiões com elevada produtividade na porção central da área e áreas de baixa produtividade (Figuras 11H e I). Este padrão de produtividade apresenta forte correlação com os teores de fósforo (Figura 11G).

A partir da análise conjunta desses atributos, foi gerado o mapa de definição das zonas de manejo (Figura 12) com o auxílio do *plugin* Smart Map (SMP). Este mapa permitiu diferenciar a área em três zonas distintas: alto, médio e baixo potencial. Embora esses locais apresentem semelhança no comportamento dos atributos que os compõem (Figura 11), eles demonstram diferenças quando comparados entre as zonas.



**Figura 11:** Mapas espaciais interpolados por krigagem dos atributos de solo (altitude (A), areia total (B), argila (C), condutividade elétrica do solo (D), CTC potencial (E), matéria orgânica do solo (F), fósforo disponível no solo (G), produtividade da soja 22/23 (H), produtividade da soja 23/24 (I), produtividade da soja 24/25 (J).

**Fonte:** Araújo, 2024.



**Figura 12:** Zonas de Manejo interpolada por krigagem, com destaque para as zonas de alto potencial (verde) e baixo potencial (vermelho).

**Fonte:** Araújo, 2024.

### 3.2 Qualidade de sementes nas zonas de manejo em função ao tempo de armazenamento

Os testes de qualidade fisiológica foram obtidos, num primeiro momento, visando compreender a existência ou não de variação nos dados ao se considerar a divisão da área em zonas de manejo.

A análise do teste de crescimento mostrou que existe uma diferença significativa na interação entre as zonas de manejo e os tempos de avaliação (Tabela 1). Em relação ao comprimento do hipocótilo, a zona de menor potencial (Figura 12) apresentou os valores mais baixos nos tempos de armazenamento. Um comportamento semelhante foi observado na avaliação do comprimento da radícula, no comprimento médio, vigor e no crescimento das plântulas (Tabela 1). Para a zona de médio potencial, os maiores valores de comprimento foram registrados inicialmente e diminuindo aos 60 dias.

O vigor da semente está relacionado com tempo e as condições de armazenamento e o teste de envelhecimento acelerado tem como objetivo observar o aumento da taxa de deterioração das sementes quando essas são expostas em elevadas temperaturas e umidade relativa (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2025). Esse método avalia a sensibilidade do grau de

deterioração dos lotes, pois possui uma relação com o potencial de emergência no campo (RODRIGUES, *et al.*, 2016). O tempo inicial (0) observado na Tabela 1, foi superior para as zonas de alto e médio potencial. No entanto, aos 60 dias, somente a zona de baixo potencial sobressaiu em relação às zonas de alto e médio potencial.

**Tabela 1:** Comprimento do hipocótilo (%), comprimento da radícula (%), comprimento médio (%), crescimento de plântula (%), vigor (%) e envelhecimento acelerado (%) de sementes de soja produzidas em diferentes zonas de manejo e período de armazenamento.

Comprimento de Hipocótilo (cm)		
ZONA/TEMPO	0	60
Zona Baixa	1.37 aB	1.10 aC
Zona Media	2.34 aA	1.50 bB
Zona Alta	2.16 aA	1.85 bA
CV (%)	82.18%	
Comprimento de Raiz (cm)		
ZONA/TEMPO	0	60
Zona Baixa	1.88 aB	1.96 aC
Zona Media	4.01 aA	2.92 bB
Zona Alta	3.49 aA	3.85 aA
CV(%)	86.83%	
Comprimento Médio (cm)		
ZONA/TEMPO	0	60
Zona Baixa	3.25 aB	3.06 aC
Zona Media	6.35 aA	4.43 bB
Zona Alta	5.65 aA	5.70 aA
CV (%)	80.59%	
Crescimento de Plântula (%)		
ZONA/TEMPO	0	60
Zona Baixa	216.04 aB	221.71 aC
Zona Media	452.54 aA	328.44 bB
Zona Alta	396.50 aA	431.44 aA
CV (%)	24.04%	
Vigor (%)		
ZONA/TEMPO	0	60
Zona Baixa	300.60 aB	272.67 aC
Zona Media	534.19 aA	389.34 bB
Zona Alta	482.12 aA	494.22 aA
CV (%)	20.79%	
Envelhecimento Acelerado (%)		
ZONA/TEMPO	0	60
Zona Baixa	55.87 aB	68.25 aA
Zona Media	74.87 aA	71.62 aA
Zona Alta	77.75 aA	72.25 aA
CV (%)	14.73%	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O coeficiente de variação (CV) para os atributos de comprimento de hipocótilo, radícula e comprimento médio foram bastante elevados, o que pode estar associado à desuniformidade do lote ou a danos no beneficiamento das sementes. Em contraste, a variável crescimento de plântula apresentou um CV menor (24.04%) em comparação com as outras avaliações de crescimento.

Os testes de germinação, emergência, germinação em rolo com vermiculita, condutividade elétrica e uniformidade, apresentaram diferenças significativas em relação às zonas de manejo e aos tempos de armazenamento, mas não houve significância para a interação entre essas duas fontes de variação (Tabela 2). A menor taxa de emergência, das germinações e uniformidade foi observada na zona de menor potencial (zona baixa). Ao analisar a condutividade elétrica, os maiores valores foram registrados na zona de baixo potencial e no tempo de armazenamento de 60 dias. Isso indica que, de maneira geral, essas condições predominantes podem levar a uma maior deterioração das sementes.

**Tabela 2:** Germinação (%), Emergência (%), Germinação em rolo de papel + vermiculita (%), Uniformidade (%) e Condutividade Elétrica (%) de sementes de soja produzidas em diferentes zonas de manejo e períodos de armazenamento.

Germinação (%)			
ZONA/TEMPO	0	60	Média
Zona Baixa	65.3	70.6	68B
Zona Media	78.7	74.3	76.5A
Zona Alta	73.7	73.2	73.5AB
Média	72.6a	72.7a	
CV (%)	20.13%		
Emergência (%)			
ZONA/TEMPO	0	60	Média
Zona Baixa	63.1	65.5	64.3B
Zona Media	74	79.8	76.9A
Zona Alta	81.3	86.1	83.7A
Média	72.8b	77.1a	
CV(%)	11.84%		
Germinação com Vermiculita (%)			
ZONA/TEMPO	0	60	Média
Zona Baixa	73	76.3	74.6B
Zona Media	84.5	70.3	77.4A
Zona Alta	81.7	84.1	82.9A
Média	79.7a	76.9a	
CV(%)	12.36%		
Uniformidade (%)			

ZONA/TEMPO	0	60	Média
Zona Baixa	497.9	391.6	444.7B
Zona Media	724.6	531.4	628A
Zona Alta	681.8	640.6	661.2A
Média	634.8a	521.2b	
CV (%)		18.03%	
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ )			
ZONA/TEMPO	0	60	Média
Zona Baixa	145.6	153.7	149.7A
Zona Media	108.6	131.8	120.2B
Zona Alta	109.7	127.0	118.4B
Média	121.3b	137.5a	
CV (%)		11.56%	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### 3.3 Qualidade de sementes para as zonas de manejo em função ao tempo de armazenamento e do volume de calda aplicado

O teor de água é um dos aspectos mais críticos no armazenamento de sementes, pois influencia diretamente seu processo de deterioração (BERBERT *et al.*, 2008). O Diagrama Geral de Conservação dos Grãos estabelece que um aumento de 1% na umidade pode reduzir a longevidade das sementes pela metade. Por isso, para sementes lipídicas, o teor de umidade recomendado para armazenamento varia entre 4% e 9% (MANTOVANI; FONTES, [s.d]).

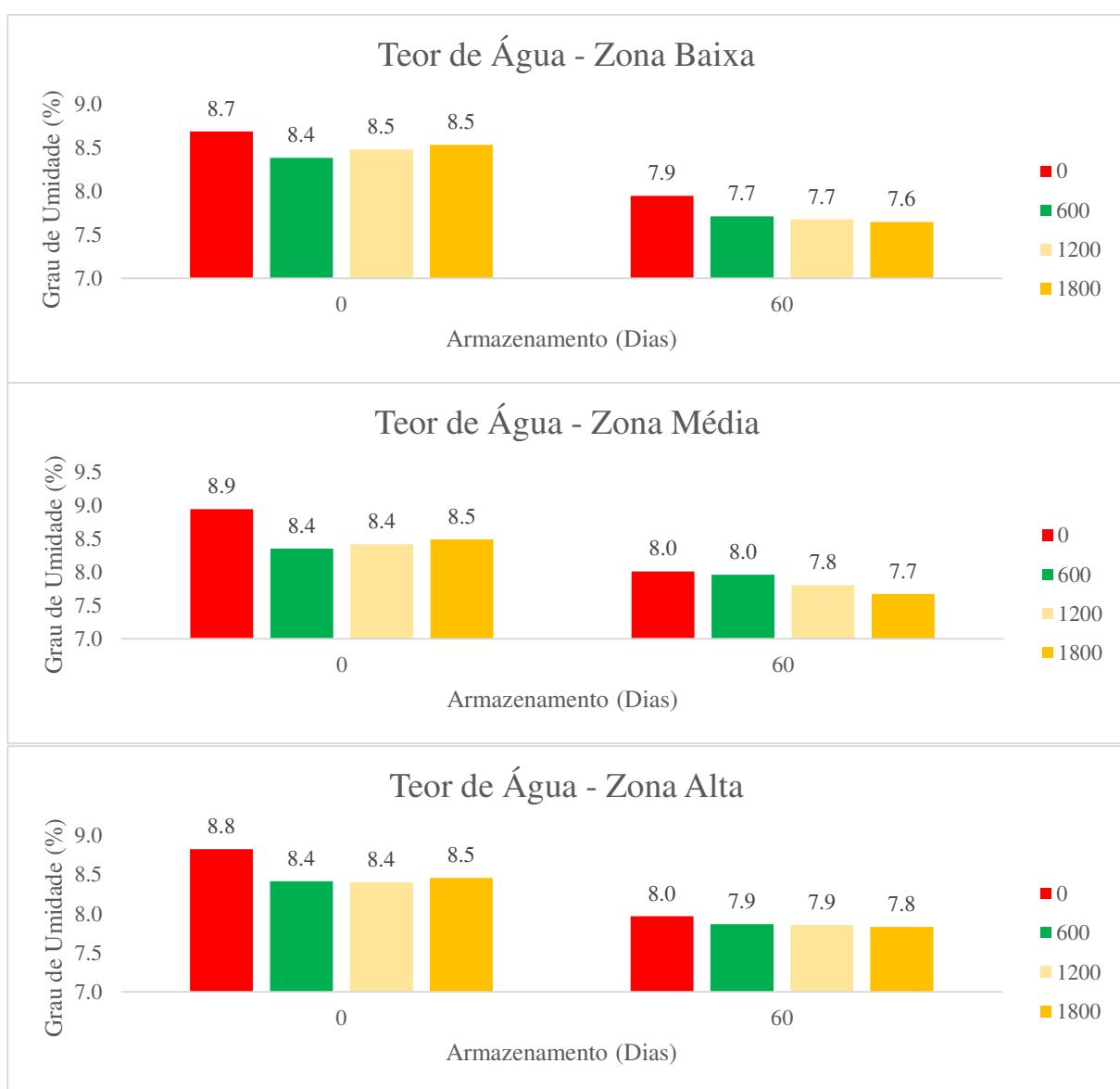
O aumento no grau de umidade das sementes é um fenômeno higroscópico, diretamente influenciado pelas oscilações da umidade relativa do ar. O equilíbrio higroscópico é um fator crucial para a conservação das sementes durante o armazenamento (BACCHI, 1959). A literatura indica que variações limitadas no teor de água, entre 1% e 2%, não comprometem a precisão dos testes de sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

O armazenamento de sementes em condições controladas permite a sua conservação por períodos mais longos (BAUDET; VILLELA, 2012). A redução da temperatura é reconhecida como uma técnica economicamente viável para a preservação da qualidade de sementes armazenadas (DEMITO; AFONSO, 2009).

A qualidade fisiológica das sementes declina naturalmente com o armazenamento, mas o tratamento químico pode acelerar ou retardar esse efeito, variando o conforme o produto, dose,

espécie e as condições de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Conforme observado na Figura 13, o grau de umidade inicial das sementes, no período de armazenamento, estava entre 8,7% e 8,9%. Entre os tempos de 0 e 60 dias, a variação permaneceu dentro do limite de confiabilidade para todas as zonas, conforme o volume de tratamento de sementes aumentava. Aos 60 dias, a deterioração foi reduzida, principalmente com o aumento do volume de calda no tratamento das sementes.

**Figura 13: Grau de umidade (%) de sementes de soja produzidas em zonas de manejo em diferentes períodos de armazenamento.**



A análise dos dados revela uma interação significativa entre os volumes de calda e o tempo de armazenamento das sementes, embora a literatura recomende volumes de até 600 mL

para cada 100 kg de sementes, este estudo demonstra que volumes maiores podem apresentar resultados positivos em um período de até 60 dias.

A Tabela 3 revela altos coeficientes de variação (CVs) para o crescimento do hipocótilo, da radícula e o comprimento médio, indicando grande variabilidade nos dados. Essa dispersão sugere que os resultados podem ter sido influenciados pela desuniformidade do lote de sementes, visto que a área de estudo é grande e possui atributos de solo que interferem no desenvolvimento da semente. Além disso, danos no beneficiamento podem ter contribuído para a variabilidade. Entretanto, o crescimento de plântula apresentou um CV menor (28,83%), o que confere maior confiabilidade aos resultados, pois é um atributo que mede o vigor. Mattion, Schuch e Villela (2011) corroboram essa conclusão ao afirmarem que "as sementes advindas de zonas diferentes, possuem qualidade fisiológica distintas, permitindo com que seja definidas áreas de potenciais que podem ser colhidas dentro do campo de semente".

O comprimento de hipocótilo e radícula (Tabela 3) apresentou uma tendência de decréscimo em função do aumento de todos os volumes testados, o que sugere um possível efeito negativo do volume excessivo de calda. Especificamente para o comprimento de radícula na zona de médio potencial, não foi observada interação significativa entre o volume e o tempo de armazenamento. No entanto, independentemente do tempo, o maior vigor foi verificado no tratamento controle (volume 0).

Em relação ao comprimento médio (Tabela 3), que indica o vigor da plântula, nas zonas de baixo e médio potencial, houve um decaimento com o tempo de armazenamento. Em contrapartida, na zona de alto potencial, registrou-se um aumento nos comprimentos médios em todos os volumes aos 60 dias, em comparação com o tempo 0.

A Tabela 3 também mostra o crescimento de plântula, outro importante indicador de vigor. Nas zonas de baixo e alto potencial, que não apresentaram interação entre os fatores volume e tempo, para a zona baixa, esse vigor foi maior independentemente do tempo de armazenamento; já para a zona alta, o pico de vigor com o volume 0 ocorreu aos 60 dias. Por sua vez, a zona de médio potencial demonstrou que o maior vigor, com o mesmo tratamento, foi alcançado no tempo inicial (T0).

**Tabela 3:** Comprimento do hipocôtilo (cm), comprimento da radícula (cm), comprimento médio (cm) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes.

<b>Comprimento de Hipocôtilo (cm)</b>			
ZONA S	VOLUME/TEMPO	0	60
Baixa	0	1.37 aA	1.10 bA
	600	1.02 aB	0.48 bB
	1200	0.63 aC	0.47 aB
	1800	0.37 aC	0.37 aB
	CV (%)	152.74%	
Média	VOLUME/TEMPO	0	60
	0	2.34 aA	1.50 bA
	600	1.49 aB	1.54 aA
	1200	0.95 bC	1.30 aA
	1800	0.85 aC	0.87 aB
Alta	CV (%)	101.53%	
	VOLUME/TEMPO	0	60
	0	2.16 aA	1.85 bA
	600	1.33 aB	1.59 aAB
	1200	1.24 aB	1.42 aB
Média	1800	0.69 aC	0.84 aC
	CV (%)	98.14%	
<b>Comprimento de Raiz (cm)</b>			
	VOLUME/TEMPO	0	60
Baixa	0	1.88	1.96
Média	600	1.61	1.13
	1200	0.93	0.93
	1800	0.56	0.71
	Média	1.24 a	1.18 a
Alta	CV (%)	162.11%	
	VOLUME/TEMPO	0	60
	0	4.01 aA	2.92 bAB
	600	2.53 bB	3.50 aA
	1200	1.84 bBC	2.60 aB
Média	1800	1.24 aC	1.78 aC
	CV (%)	108.35%	
	VOLUME/TEMPO	0	60
	0	3.49	3.85
	Média	2.22 b	2.93 a
Média	CV (%)	101.45%	
<b>Comprimento Médio (cm)</b>			
	VOLUME/TEMPO	0	60
Baixa	0	3.25 aA	3.06 aA
600	2.63 aA	1.61 bB	

	1200	1.57 aB	1.39 aB
	1800	0.92 aB	1.08 aB
	CV (%) 152.46%		
	VOLUME/TEMPO	0	60
Média	0	6.35 aA	4.43 bAB
	600	4.02 bB	5.04 aA
	1200	2.79 bC	3.90 aB
	1800	2.10 aC	2.66 aC
	CV (%) 102.16%		
	VOLUME/TEMPO	0	60
Alta	0	5.65 aA	5.70 aA
	600	3.65 bB	5.15 aAB
	1200	3.30 bB	4.32 aB
	1800	2.10 aC	2.23 aC
	CV (%) 95.81%		
	<b>Crescimento de plântula (%)</b>		
	VOLUME/TEMPO	0	60
Baixa	0	216.0	221.7
	600	182.9	126.0
	1200	106.8	104.0
	1800	63.5	79.8
	<b>Média</b>	142.3 a	132.9 a
	CV (%) 46.52%		
	VOLUME/TEMPO	0	60
Média	0	452.5 aA	328.4 bA
	600	286.5 bB	390.3 aA
	1200	206.6 bBC	291.6 aAB
	1800	142.3 aC	199.7 aBC
	CV (%) 32.01%		
	VOLUME/TEMPO	0	60
Alta	0	396.5	431.4
	600	263.0	396.7
	1200	234.4	325.0
	1800	114.7	158.0
	<b>Média</b>	252.1 b	327.8 a
	CV (%) 28.83%		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os testes de vigor desempenham papel crucial na complementação das informações fornecidas pelo teste de germinação, apresentando uma correlação mais consistente com o desempenho das sementes durante o armazenamento e no campo (KIKUTI; MARCOS-FILHO, 2012). Conforme a Tabela 4, as zonas de baixo potencial e alto potencial não apresentaram interação significativa entre o tempo e o volume de tratamento. Em ambas as zonas, o volume controle (0) obteve o maior valor de vigor, na zona baixa, o maior vigor foi registrado no tempo

inicial (T0). Na zona alta, o maior vigor foi observado independentemente do tempo de armazenamento. Para a zona de médio potencial, o maior vigor também foi registrado para o tratamento controle, mas especificamente no tempo inicial (0 dias).

O índice de uniformidade é um fator relevante, pois está diretamente relacionado ao rendimento da lavoura, pois uma emergência rápida e uniforme caracteriza um estande apropriado (LEITE *et al.*, 2020). A Tabela 4 mostra que, análise da interação entre tempo e volume de tratamento demonstrou que as zonas de baixo e alto potencial não tiveram significância estatística. Em todas as zonas, o maior vigor foi consistentemente observado no tratamento controle (volume 0), essa superioridade do controle manifestou-se de formas distintas, nas zonas de baixo e médio potencial, o pico de vigor com o volume 0 foi registrado no tempo inicial (T0). Na zona de alto potencial, o maior vigor proporcionado pelo volume controle manteve-se estável e superior, independentemente do tempo de armazenamento.

**Tabela 4:** Vigor (%) e Uniformidade (%) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes.

<b>Vigor (%)</b>							
<b>ZONAS</b>	<b>VOLUME/TEMPO</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>Média</b>			
Baixa	0	300.6	272.7	286.6 A			
	600	245.7	152.7	199.2 B			
	1200	147.0	127.3	137.2 BC			
	1800	87.6	103.6	95.6			
	<b>Média</b>	195.2 a	164.0 a				
<b>CV (%)</b>		42.07%					
<b>VOLUME/TEMPO</b>							
Média	0	534.2 aA	389.3 bA				
	600	358.6 aB	427.4 aA				
	1200	243.4 bBC	339.5 aAB				
	1800	184.3 aC	240.1 aC				
	<b>CV (%)</b>	29.33%					
<b>VOLUME/TEMPO</b>							
Alta	0	482.1	494.2	488.2 A			
	600	320.9	459.5	390.2 B			
	1200	310.5	382.0	346.3 B			
	1800	152.5	205.8	179.2 C			
	<b>Média</b>	316.5 a	385.4 b				
<b>CV (%)</b>		26.22%					
<b>Uniformidade (%)</b>							
<b>VOLUME/TEMPO</b>							
Baixa	0	440.2	391.6	415.9 A			
	600	392.1	214.8	303.4 B			
	1200	240.8	181.7	211.2 BC			

	1800	144.0	156.4	150.2 B
	<b>Média</b>	304.3 a	236.1 b	
	<b>CV (%)</b>	44.95%		
	<b>VOLUME/TEMPO</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	
Média	0	724.7 aA	531.4 bA	
	600	526.7 aB	513.9 aA	
	1200	329.2 bC	451.3 aAB	
	1800	282.4 aC	334.4 aB	
	<b>CV (%)</b>	27.16%		
	<b>VOLUME/TEMPO</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>Média</b>
Alta	0	681.9	640.7	661.3 A
	600	456.1	606.0	531.1 B
	1200	488.2	514.9	501.6 B
	1800	240.8	317.4	279.1 C
	<b>Média</b>	466.8 a	519.8 a	
	<b>CV (%)</b>	24.22%		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A diminuição da capacidade de germinação é um dos sinais mais importantes da perda de qualidade das sementes, representando a etapa final do processo de deterioração (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Conforme pode ser visto na Tabela 5, para a germinação as zonas de baixo e médio potencial não apresentaram interação significativa entre volume e armazenamento. No entanto, em ambas as zonas, o pior vigor foi consistentemente observado no tratamento de 1800 (independentemente do tempo). A zona de alto potencial mostrou que o melhor resultado foi obtido com o tratamento controle (volume 0) no tempo inicial (T0).

Para a emergência a zona de baixo e médio potencial, o pior vigor foi encontrado aos 60 dias para o tratamento de 1800. Já na zona de alto potencial, onde não houve interação entre volume e armazenamento, o melhor vigor foi obtido com o volume de 600.

O teste de germinação com vermiculita possibilita a máxima germinação e uniformidade em um menor tempo (Tunes *et al.*, 2020). Conforme a Tabela 5, na zona de baixo potencial, a germinação diminui com o aumento do tempo e do volume. Na zona de médio potencial, o melhor vigor é encontrado aos 60 dias, no tratamento controle (volume 0). Para a zona de alto potencial, mesmo sem interação entre tempo e volume, os resultados foram melhores no tratamento controle (volume 0) em ambos os tempos.

**Tabela 5:** Germinação (%), emergência (%), germinação no papel + vermiculita (%) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes.

Germinação (%)				
ZONAS	VOLUME/TEMPO	0	60	Média
Baixa	0	76.5	73	74.75 A
	600	76.5	78	77.25 A
	1200	70.5	63.5	67 A
	1800	38	56	47 B
	<b>Média</b>	65.3 a	67.6 a	
CV (%)				15.11%
VOLUME/TEMPO				Média
Média	0	76.5	80.5	78.5 A
	600	83	87	85 A
	1200	83.5	77.5	80.5 A
	1800	72	60	66 B
	<b>Média</b>	78.75 a	76.25 a	
CV (%)				8.58 %
VOLUME/TEMPO				60
Alta	0	85 aA		85 aA
	600	83.5 aA		79.5 aAB
	1200	85.5 aA		68 bB
	1800	41 aB		65 bB
	<b>CV (%)</b>			11.62%
Emergência (%)				
VOLUME/TEMPO				60
Baixa	0	63 aA		73.5 aA
	600	65.5 aA		63.5 aA
	1200	58.5 aA		67.5 aA
	1800	65.5 aA		49.5 bB
	<b>CV (%)</b>			12.57%
VOLUME/TEMPO				60
Média	0	83 aA		89 aA
	600	76.5 bAB		92 aA
	1200	66 bB		83 aAB
	1800	70.5 aB		71 aB
	<b>CV (%)</b>			8.01%
VOLUME/TEMPO				Média
Alta	0	81.5	82.5	82 AB
	600	85	92	88.5 A
	1200	72.5	80	76.25 B
	1800	85.5	83.5	84.5 A
	<b>Média</b>	81.1 a	84.5 a	
CV (%)				6.91%
Germinação com Vermiculita (%)				
VOLUME/TEMPO				60
Baixa	0	83 aA		68 bAB
	600	69.5 aB		65.5 aB

	1200	69 aB	74.5 aAB
	1800	70.5 aB	78 aA
CV (%)			8.84%
VOLUME/TEMPO		0	60
Média	0	88.5 aA	94 aA
	600	92.5 aA	88.5 aA
	1200	74.5 aB	69 aB
	1800	82.5 aAB	56 bC
CV (%)			6.53%
VOLUME/TEMPO		0	60
Alta	0	87.5	86.5
	600	78.5	78
	1200	87.5	81
	1800	74.5	83.5
<b>Média</b>		82 a	82.25 a
CV (%)			6.77%

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A deterioração da semente é um processo que não pode ser evitado, mas pode ser retardado ou minimizado. Essa deterioração é uma consequência natural do envelhecimento, que reduz o potencial de germinação da semente, o processo começa assim que a semente atinge a maturidade fisiológica e continua em um ritmo que varia de acordo com as condições ambientais, até que a semente perca sua viabilidade (SOUZA; SMIDERLE, 2024).

Os testes fisiológicos, como o de envelhecimento acelerado, são cruciais para avaliar o potencial de armazenamento de sementes, monitorando a quantidade de água que pode causar deterioração (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016). Na zona de baixo potencial, a queda no vigor é gradual com o aumento dos volumes. No entanto, o melhor resultado foi obtido aos 60 dias, com o volume de 600 mL (Tabela 6). Na zona de médio potencial, a taxa de deterioração é baixa, mas é pior aos 60 dias para o volume de 1800. Na zona de alto potencial, o melhor vigor foi observado no tratamento-controle no tempo inicial, com uma leve redução à medida que o volume de calda aumentou. Aos 60 dias, o vigor decai com o volume 0, aumentando nos outros volumes.

A condutividade elétrica é um teste indireto que avalia a quantidade de solutos e íons lixiviadas durante a embebição da semente, o que ocorre devido à degradação da integridade das membranas celulares causada pela deterioração (KRZYŻANOWSKI *et al.*, 2023). A Tabela 6 mostra que não houve relação entre os volumes de calda e o tempo de armazenamento, mas

as zonas de manejo influenciaram o teor de deterioração. Nesse contexto, na zona de baixo potencial, a deterioração é menor nos volumes de 1220 e 1800, aos 60 dias. Nas zonas de médio potencial a deterioração é maior no tempo inicial. Na zona de alto potencial, a deterioração é maior nos tempos iniciais para os volumes controle e 1200.

**Tabela 6:** Envelhecimento Acelerado (%) e Condutividade elétrica (%) de sementes de soja tratadas com diferentes volumes de caldas e períodos de armazenamento diferentes.

Envelhecimento Acelerado (%)			
ZONAS	VOLUME/TEMPO	0	60
Baixa	0	69.5 aA	65.5 aB
	600	60.5 bAB	84 aA
	1200	55 aB	64.5 aB
	1800	38.5 bC	59 aB
	CV (%)	11.95%	
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ )			
	VOLUME/TEMPO	0	60
Média	0	82.5 aA	81 aA
	600	70.5 aB	70.5 aA
	1200	76 aAB	79 aA
	1800	70.5 aB	56 bB
	CV (%)	8.29%	
	VOLUME/TEMPO	0	60
Alta	0	87 aA	63.5 bB
	600	77 aAB	79 aA
	1200	73 aB	71.5aAB
	1800	74 aB	75 aB
	CV (%)	8.51%	
	VOLUME/TEMPO	0	60
Baixa	0	140.7	144.6
	600	130.9	160.1
	1200	157.3	174.6
	1800	153.9	188.5
	Média	145.6 b	166.9 a
CV (%)			
Média	0	101.8	122.7
	600	96.5	122.9
	1200	118.2	128.4
	1800	117.8	131.6
	Média	108.6 b	126.4 a
CV (%)			
Alta	0	91.7	112.4
	600	102.3	116.0
	1200	110.4	131.9
	1800	113.8	137.7
	Média		125.8 A

<b>Média</b>	104.5 b	124.5 a
CV (%)		8.73%

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

#### 4 CONCLUSÃO

As zonas de manejo são fator determinante para obtenção de sementes de boa qualidade, conforme o tempo de armazenamento.

Sementes sem tratamentos advindas das zonas de baixo potencial resultam em um menor vigor ao longo do tempo de armazenamento, as oriundas de zonas de alto potencial apresentaram um maior vigor inicial. As sementes das zonas de médio potencial, apresentaram uma maior resistência com o tempo de armazenamento.

Para as sementes tratadas, o maior vigor foi obtido na condição de ausência de tratamento, no tempo inicial.

## REFERÊNCIAS

**AGÊNCIA GOV. Estimativa de abril indica safra recorde de 328,4 milhões de toneladas em 2025.** Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202505/estimativa-de-abril-indica-safra-recorde-de-328-4-milhoes-de-toneladas-em-2025>. Acesso em: 20 jul. 2025.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS (ABRASEM). Guia ABRASEM de boas práticas de tratamento de sementes industrial (TSI).** Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Guia-TSI-completo.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja – ABRASS. “Dia da Semente – A vitalidade e potência do agronegócio brasileiro”. *Notícias ABRASS*, 21 ago. 2025. Disponível em: <https://abrass.org.br/noticias/dia-da-semente-a-vitalidade-e-potencia-do-agronegocio-brasileiro>. Acesso em: (colocar a data de acesso). Acesso em: 20 jul. 2025.

AVELAR, Suemar Alexandre Gonçalves *et al.* Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pô. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 41, n. 10, p. 1719-1725, 3 set. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782011005000130>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/x4HTgFPFW9rc76YhBkvpzwm/?lang=pt>. Acesso em: 04 ago. 2025.

BACCHI, O. Equilíbrio higroscópico das sementes de café, fumo e várias hortaliças. Boletim Técnico do Instituto Agronômico do estado de São Paulo. Vol. 18, n. 15, 1959.8  
MARCOS-FILHO, Seed vigor testing: na overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 72, n.4, p. 363 – 374, 2015.

BAUDET, L. M. L.; VILLELA, F. A. **Armazenamento de sementes**. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 3ed. 573p. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012.

BENDER, A. B.; SCHULZ, J. S.; QUEIROZ, V. S.; BARZ, I. L.; SILVA, M. G. da; FRANCO, D. F. *Determinação do grau de umidade de sementes*. In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, Pelotas, 2014. Anais... Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2015. p. 73. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1042085/1/VIniciacaoCientificacomapa.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

BERBERT, P. A. et al. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J. S. (Ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. cap. 4, p. 63-107.

BERNARDI, A. C. de C. et al. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

Disponível em:

<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/precisao/livros/AGRICULTURA%20DE%20PRECISAO%20-%20OFICINA%20DE%20TEXTOS.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

Coelho, Antônio Marcos. *Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas*. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. 60 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo; ISSN 1518-4277, n. 46).

COIMBRA, Rogério de Andrade; TOMAZ, Camila de Aquino; MARTINS, Cibele Chalita; NAKAGAWA, João. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 92-97, 12 ago. 2025. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222007000100013>.

COLETE, Julio Cesar Fachini; VIEIRA, Roberval Daiton; PANOBIANCO, Maristela; DUTRA, Alek Sandro. Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja. *Científica*, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 10-16, 2007

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA).

**Armazenamento de grãos no Brasil**. Disponível em:

<https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/216-ARMAZENAMENTOS-GR%C3%83OS.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

COSTA, José Antonio; PIRES, João Leonardo Fernandes; THOMAS, André Luis; ALBERTON, Marilac. Comprimento e índice de expansão radial do hipocótilo de cultivares de soja. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 609-612, dez. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84781999000400006>.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. Engenharia na Agricultura, v.17, n.1, p.7-14, 2009.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 715-721, maio–jun. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/BVKQg5cLCzNBjmRMb9kTFGM/?lang=pt>. Acesso em: 16 ago. 2025.

**EMBRAPA SOJA. Influência do volume de calda e da combinação de produtos usados no tratamento da semente de soja sobre o seu desempenho fisiológico.** Londrina: Embrapa Soja, 2013. Disponível em:  
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/993523/1/Influenciadovolumedecaldaedacombinacaodeprodutosusadosnotratamentodasementedesojasobreoseudesempenhofisiologico.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

**EMBRAPA. Armazenamento de grãos: principais tipos de estruturas e implicações na qualidade do produto armazenado.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/661047/1/ID30537.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

**EMBRAPA. Armazenamento de sementes.** Circular Técnica, n. 19. Brasília, DF: Embrapa (Recursos Genéticos e Biotecnologia), 2002. Disponível em:  
[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57363/1/Circ-19-Armazenamento-sementes.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57363/1/Circ-19-Armazenamento-sementes.pdf). Acesso em: 04 ago. 2025.

**EMBRAPA. Artigo - Evolução e cenário atual do tratamento de sementes de soja com fungicidas no Brasil.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/65682139/artigo---evolucao-e-cenario-atual-do-tratamento-de-sementes-de-soja-com-fungicidas-no-brasil>. Acesso em: 20 jul. 2025.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Dados econômicos da soja.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 20 jul. 2025.

FIGLIOLIA, M. B., et al. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B., et al. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174. ISOLANTES, Condicionadores de Solo e Substratos.

FONTES, Renato de Alencar; MANTOVANI, Barbara H. M. **Armazenamento das sementes**. [S. l.]: Embrapa, [s.d.]. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57363/1/Circ-19-Armazenamento-sementes.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Qualidade fisiológica de sementes de soja: conceitos, testes e relação com o desempenho em campo**. Visão Agrícola, Piracicaba, n. 5, p. 31-34, 2007. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-sementes01.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Ademir Assis; PÁDUA, Gilda Pizzolante de; LORINI, Irineu; HENNING, Fernando Augusto. *Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade* [recurso eletrônico] – Londrina: Embrapa Soja, 2016. (Documentos / Embrapa Soja, n.º 380). 82 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1057882/1/Documentos380OL1.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2025.

Giotto, Enio (UFMS). Laboratório de Geomática. Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7 – Volume I. Santa Maria, RS, [s.d.]. Disponível em:  
[http://www.crcampeiro.net/Curso/cursos/Agricultura/pdf/C7\\_AP1.pdf](http://www.crcampeiro.net/Curso/cursos/Agricultura/pdf/C7_AP1.pdf). Acesso em: 20 nov. 2025.

GREGO, C.R. et al. Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, Alberto Carlos de Campos et al (ed.). **Agricultura de Precisão**: resultados de um novo olhar. Brasília: Embrapa, 2014. p. 74-83.

GUEDES, Roberta Sales; ALVES, Edna Ursulino; SANTOS-MOURA, Sueli da Silva; GALINDO, Evio Alves. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Amburana cearensis (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 36, n. 4, p. 2373, 16 ago. 2025. Universidade Estadual de Londrina.  
<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373>.

HAUSCHILD, F. E. G. **Variabilidade espacial em sistemas agrícolas: conceitos, aplicações e perspectivas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em:  
<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4806/HAUSCHILD%2c%20FABIO%20EVAN-DRO%20GRUB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jul. 2025.

HAUSCHILD, Fábio Evandro Grub. *Sistemas de manejo de solo em áreas irrigadas por pivô central*. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

KIKUTI, A. L. P. **Testes de vigor em sementes de alface**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 4, p. 560–564, 2012. Disponível em: [SciELO](#). Acesso em: 15 set. 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; MATERA, T. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, F. A. *Teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor em sementes de soja*. Circular Técnica, n.º 216. Londrina, PR: Embrapa Soja, junho 2025. 12 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1176906/1/Circ-Tec-216.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

KRZYZANOWSKI, F.C; FRANÇA NETO, J.B.. **Vigor de sementes**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/446594/1/Vigordesementes.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA-NETO, José de Barros; PRADO, Jessica Pavão do; HENNING, Fernando Augusto. *Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor da semente de soja* [recurso eletrônico]. Londrina, PR: Embrapa Soja, out. 2023. (Circular Técnica, n. 199). 21 p. ISSN 2176-2864. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1158188/1/Circ-Tec-199.pdf>. Acesso em: 1 set. 2025.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; OLIVEIRA, Marcelo Álvares de; LORINI, Irineu; FRANÇA-NETO, José de Barros; HENNING, Fernando Augusto. *Armazenamento do grão de soja com qualidade: princípios importantes a serem observados* [recurso eletrônico]. Londrina, PR: Embrapa Soja, jul. 2023. (Circular Técnica, n.º 196). 24 p. ISSN 2176-2864. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1155426/1/Circ-Tec-196.pdf>. Acesso em: 1 set. 2025.

LEITE, Moadir de Sousa; TORRES, Salvador Barros; GOMES JUNIOR, Francisco Guilhien; REGO, Carlos Henrique Queiroz; PAIVA, Emanoela Pereira de; LEITE, Tiago de Sousa. Viability of seedling image analysis (Vigor-S) to determine the physiological potential of melon seeds. *Journal of Seed Science*, v. 42, p. e202042043, 2020. DOI: [10.1590/2317-1545v42237826](https://doi.org/10.1590/2317-1545v42237826). Acesso em: 15 set. 2025.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARTINS, Cibele Chalita; MACHADO, Carla Gomes; CALDAS, Isliana Griebler Ribeiro; VIEIRA, Israel Gomes. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 421-427, 12 ago. 2025. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/198050983800>.

MARTINS, Cibele Chalita; MACHADO, Carla Gomes; CALDAS, Isliana Griebler Ribeiro; VIEIRA, Israel Gomes. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 421-427, 15 ago. 2025. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/198050983800>.

MATTIONI, Nilson Matheus; SCHUCH, Luis Osmar Braga; VILLELA, Francisco Amaral. Variabilidade espacial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 33, n. 4, p. 608-615, 2011. DOI: 10.1590/S0101-31222011000400007.

MOLIN, José Paulo; AMARAL, Lucas Rios do; COLAÇO, André Freitas. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 240 p

PEREIRA, G.W. *et al.* Smart-Map: an open-source qgis plugin for digital mapping using machine learning techniques and ordinary kriging. **Agronomy**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 1350, 1 jun. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12061350>.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available on: <http://www.R-project.org/>. Accessed on: 16 de ago. 2025.

REIS, Venicius Urbano Vilela. **Uso da vermiculita no teste de germinação de sementes tratadas de soja: implicações na avaliação e a validação metodológica**. 2024. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2024. Disponível em: 2025. <https://repositorio.ufla.br/server/api/core/bitstreams/ef47bfb9-d766-40fb-aee3-e54f0ccdae0d/content>. Acesso em: 30 ago. 2025.

REVISTA CULTIVAR. **Tratamento de sementes com fungicidas em soja**. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/tratamento-de-sementes-com-fungicidas-em-soja>. Acesso em: 20 jul. 2025.

RODRIGUES, M., GOMES-JUNIOR, F. G., & MARCOS-FILHO, J.. (2020). Vigor-S: System for Automated Analysis of Soybean Seed Vigor. *Journal of Seed Science*, 42, e202042039. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42237490>

RODRIGUES, M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. *Desempenho fisiológico de sementes de soja submetidas ao teste de envelhecimento acelerado e postas a germinar após vários períodos de espera*. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA – RPS**, 35., Londrina, 2016. *Resumos expandidos...* Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 259-261. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1052198/1/RPS2016259261.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2025.

SCHUAB, Sandra Regina Pelegrinello et al. Utilização da taxa de crescimento das plântulas na avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 90-95, 2002. Disponível em: SciELO (Scientific Electronic Library Online). Acesso em: 2 set. 2025

SCHUAB, Sandra Regina Pelegrinello; DE LUCCA E BRACCINI, Alessandro; FRANÇA NETO, José de Barros; SCAPIM, Carlos Alberto; MESCHEDE, Dana Kátia. *Utilização da taxa de crescimento das plântulas na avaliação do vigor de sementes de soja*. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 24, n. 2, p. 90-95, 2002. Aceito em 11 dez. 2002. Disponível em: SciELO (Scientific Electronic Library Online).

SILVA, A. D. P. et al. **Agricultura de precisão: conceitos e perspectivas para a agricultura tropical**. UniCiências, v. 23, n. 1, p. 1-19, 2019. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9738/6358>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SILVA, F. L. et al. **Definição de zonas de manejo em agricultura de precisão por meio de SIG**. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/precisao/artigos/DEFINICAO%20DE%20ZONAS%20DE%20MANEJO%20EM%20AGRICULTURA%20DE%20PRECISAO%20POR%20MEIO%20DE%20SIG.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SOUZA, Aline das Graças; SMIDERLE, Oscar José. *Deterioração e características de qualidade e vigor de sementes*. In: **CIÊNCIAS AGRÁRIAS: Tecnologia, Sustentabilidade e Inovação**, v. 1, Ed. Científica Digital, 2024. p. 128-143. DOI: 10.37885/240416358.

TORRES, Eleno; GARCIA, Antônio. **Uniformidade de distribuição de plantas em lavouras de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1991. 9 p. (Embrapa-CNPSO. Comunicado Técnico, 48).

TUNES, Lilian Vanussa Madruga de; ALMEIDA, Ana S.; CAMARGO, Thaís O.; SUÑE, Anderson S.; RODRIGUES, Dinarte B.; MARTINS, Ana B. N.; CALAZANS, Ana F. S.; SILVA, Ana F. *Metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratada*. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 41223-41240, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-602.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Oil crops sector at a glance**. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-and-oil-crops/oil-crops-sector-at-a-glance>. Acesso em: 20 jul. 2025.

VANZOLINI, Silvelena; ARAKI, Carlos Alberto dos Santos; SILVA, Ana Carolina Toste Manso da; NAKAGAWA, João. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 90-96, 16 ago. 2025. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222007000200012>.

VIEIRA, Sidney R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 1-54.