

**AJUSTES METODOLÓGICOS DO TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM
SEMENTES DE SOJA**

por

RAILANE SILVA DA CRUZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - Go

Mar - 2026

**AJUSTES METODOLÓGICOS DO TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM
SEMENTES DE SOJA**

por

RAILANE SILVA DA CRUZ

Orientação:

Prof. Dr^a. Silvia Sanielle Costa de Oliveira, IF Goiano - Campus Rio Verde

Rio Verde - Go

Mar - 2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

S586 Silva da Cruz, Railane
AJUSTES METODOLÓGICOS DO TESTE DE
HIPOCLORITO DE SÓDIO EM SEMENTES DE SOJA /
Railane Silva da Cruz. Rio Verde-Go 2026.

25f. il.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Silvia Sanielle Costa de Oliveira.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0233154 - Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos -
Integral (Campus Rio Verde).
I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /


O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 RAILANE SILVA DA CRUZ
Data: 21/05/2026 19:05:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

/ /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

 SILVIA SANIELLE COSTA DE OLIVEIRA
Data: 21/05/2026 19:27:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 9/2026 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

**ATA Nº 122 (CENTO E VINTE E DOIS)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos trinta e um dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e seis, às 15h00min (quinze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **RAILANE SILVA DA CRUZ**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Silvia Sanielle Costa de Oliveira, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Silvia Sanielle Costa de Oliveira	IF Goiano – Campus Iporá	Presidente
Daline Benites Bottega	IF Goiano – Campus Iporá	Membro externo
Vanessa Fátima Grah Ponciano	IF Goiano – Campus Iporá	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Silvia Sanielle Costa de Oliveira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 31/03/2026 16:41:10.
- **Vanessa de Fatima Grah Ponciano**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 31/03/2026 16:43:05.
- **Daline Benites Bottega**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 31/03/2026 16:46:42.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 805997

Código de Autenticação: d226e53912



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 6/2026 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

AJUSTES METODOLÓGICOS DO TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM SEMENTES DE SOJA

Autora: Railane Silva da Cruz
Orientadora: Sílvia Sanielle Costa de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 31 de março de 2026.

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega
Avaliadora externa - IF Goiano Campus
Iporá

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Vanessa Fátima Grah Ponciano
Avaliadora externa - IF Goiano Campus
Iporá

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Sílvia Sanielle Costa de Oliveira
Presidente da Banca - IF Goiano Campus Iporá

Documento assinado eletronicamente por:

- **Silvia Sanielle Costa de Oliveira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/03/2026 16:43:11.
- **Vanessa de Fatima Grah Ponciano**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/03/2026 16:44:03.
- **Daline Benites Bottega**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/03/2026 16:46:05.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 805999

Código de Autenticação: 7eb4323c2d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de força, sabedoria e sustento em todos os momentos desta caminhada. Foi pela fé que encontrei coragem nos dias difíceis, serenidade diante dos desafios e esperança para seguir adiante, mesmo quando o percurso parecia incerto.

À minha esposa, Maria Gabriela

Que há nove anos caminhamos juntas, construindo amor, parceria e coragem. Nestes dois anos de mestrado, você foi meu abrigo nos dias difíceis e minha maior incentivadora nos dias de conquista.

Se cheguei até aqui, foi porque você esteve ao meu lado, acreditando em mim, segurando minha mão e lembrando quem eu sou quando eu mesma esquecia. Este título é nosso.

Porque sempre foi nós.

À minha mãe, Maria das Neves, que sempre torceu por cada conquista minha, deixo um agradecimento mais do que especial. Obrigada por me incentivar a estudar, por ter me dado todo o apoio desde a minha primeira graduação. Seu amor, suas palavras de encorajamento e presença constante foram essenciais em cada etapa da minha vida.

Aos meus amigos Rainer Kesley e Jerffeson Cavalcante, minha sincera gratidão por toda a força, incentivo e apoio para que eu pudesse ingressar neste mestrado. Vocês foram essenciais nesse início de trajetória, acreditando no meu potencial e me encorajando a dar esse passo tão importante.

À minha orientadora, Dr^a. Silvia Sanielle Costa de Oliveira, agradeço pela confiança, pela orientação segura e por toda a troca de conhecimentos ao longo desse percurso. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), agradeço pelo incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento científico, fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista, meu muito obrigada.

“Que nunca me falte fé para acreditar, coragem para persistir e gratidão para reconhecer aqueles que caminham ao meu lado.”

AJUSTES METODOLÓGICOS DO TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM SEMENTES DE SOJA

RESUMO: O dano mecânico é um grande obstáculo para a produção de sementes de soja de alta qualidade. A etapa mais crítica em todo o processo de produção é a colheita e beneficiamento, em que há maior risco de ocorrerem esses danos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia rápida e prática para avaliação de dano mecânico em sementes de soja, O trabalho foi conduzido em esquema fatorial com dois fatores 5X6 utilizando diferentes concentrações de hipoclorito de sódio (4,75, 5,0, 5,25, 5,50 e 5,75%) e tempos de embebição (3, 4, 5, 6, 7 e 10 min). As soluções foram preparadas a partir do hipoclorito de sódio comercial a 9%, realizando as diluições necessárias utilizando a equação de diluição $C1V1 = C2V2$. Este tratamento foi aplicado em três cultivares de soja Olimpo 80I82RSF IPRO, M7601 I2X e Bônus 8579RSF IPRO, sendo um lote de cada, oriundos da safra 23/2024, com quatro repetições de 100 sementes por tratamento. Para realização do teste de dano mecânico foi utilizado um contador de sementes, hipoclorito de sódio necessário para o preparo de 1,0 litro de solução de estoque. Pelos resultados obtidos indicaram que para cultivares de soja Bônus 8579 RSF IPRO e M7601 I2X, entre as concentrações avaliadas no presente estudo, a solução de 5,75% de hipoclorito de sódio associada ao tempo de 3 minutos apresentou os menores valores de dano mecânico. Já para cultivar Olimpo 80I82 RSF IPRO percebe-se que a concentração 5,75% de hipoclorito de sódio juntamente com a tempo exposto de 10 minutos apresentou menor índice ao dano mecânico. No entanto, a literatura e recomendações técnicas da Embrapa indicam o uso de solução a 5,25%, ressaltando que novas pesquisas comparando diferentes concentrações em diferentes lotes são necessárias para validar possíveis ajustes metodológicos uma vez que essas condições não comprometem a confiabilidade dos resultados e permitem maior agilidade no processo de avaliação.

PALAVRAS-CHAVE: Teste de vigor; Embebição; Dano mecânico; *Glycine max.* (L).

METHODOLOGICAL ANDJUSTMENTS TO THE SODIUM HYPOCHLORITE TESTE IN SOYBEAN SEEDS.

ABSTRACT: Mechanical damage is a major obstacle to the production of high-quality soybean seeds. The most critical stage in the entire production process is harvesting and processing, where there is the greatest risk of such damage occurring. The objective of this work was to develop a quick and practical methodology for evaluating mechanical damage in soybean seeds. The work was carried out in a factorial design with two 5x6 factors using different concentrations of sodium hypochlorite (4.75, 5.0, 5.25, 5.50 and 5.75%) and soaking times (3, 4, 5, 6, 7 and 10 min). The solutions were prepared from commercial 9% sodium hypochlorite, performing the necessary dilutions using the dilution equation $C1V1 = C2V2$. This treatment was applied to three soybean cultivars: Olimpo 80I82RSF IPRO, M7601 I2X, and Bônus 8579RSF IPRO, one batch of each, from 2023/2024 growing season, with four replicates of 100 seeds per treatment. For mechanical damage tests, a seed counter and the necessary sodium hypochlorite were used to prepare 1.0 liters of stock solution. The results indicated that, for soybean cultivars Bônus 8579 RSF IPRO and M7601 I2X, among the concentrations evaluated in this study, the 5.75% sodium hypochlorite solution associated with a treatment time of 3 minutes presented the lowest values of mechanical damage. For Olimpo 80I82 RSF IPRO cultivar, it was observed that a 5.75% sodium hypochlorite concentration combined with a 10-minute exposure time resulted in a lower rate of mechanical damage. However, the literature and technical recommendations from Embrapa indicate the use of a 5.25% solution, emphasizing that further research comparing different concentrations in different batches is necessary to validate possible methodological adjustments, since these conditions do not compromise the reliability of the results and allow for greater speed in the evaluation process.

KEYWORDS: Stamina test; Soaking; Mechanical damage; *Glycine max.* (L).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (A) Sementes dispostas em placa contadora e (B) amostras separadas e acondicionadas em copos plásticos para a realização do teste de vigor.....	13
Figura 2: Sementes separadas em copos plásticos para submersão de solução de hipoclorito de sódio.....	14
Figura 3: Sementes submersas em copos plásticos sobre a solução de hipoclorito de sódio.....	14
Figura 4: Sementes dispostas após o entumescimento da solução de hipoclorito de sódio.....	15
Figura 5: (A) Semente quebrada oriunda de dano mecânico imediato e (B) Semente oriunda de dano mecânico imediato no sistema embrionário	15
Figura 6: Semente oriunda de dano mecânico latente parte interna e parte externa.	16
Figura 7: Semente oriunda de dano pipoca	16
Figura 8: Semente oriunda de ruptura no tegumento 4mm.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Médias de danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) e soma dos danos (M+P+R) em sementes do cultivar Bônus, avaliadas em diferentes concentrações (%) e tempos de embebição (min). Os dados foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada ($x + 0,5$) para normalização, sendo apresentados os valores reais quando significativos.	18
Tabela 2: Médias de danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) e soma dos danos (M+P+R) em sementes do cultivar Olimpo, avaliadas em diferentes concentrações (%) e tempos de embebição (min). Os dados foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada ($x + 0,5$) para normalização, sendo apresentados os valores reais quando significativos.	19
Tabela 3: Médias de danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) e soma dos danos (M+P+R) em sementes do cultivar M7601 I2X, avaliadas em diferentes concentrações (%) e tempos de embebição (min). Os dados foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada ($x + 0,5$) para normalização, sendo apresentados os valores reais quando significativos.....	20

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Geral	10
2.2 Específicos.....	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 CULTURA DA SOJA	10
3.2 QUALIDADE DA SEMENTES DE TESTE E TESTE DE VIGOR.....	11
3.3 TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONCLUSÕES	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa é uma das culturas mais importantes mundialmente, principalmente para o Brasil, com altos índices produtivos nas mais diversas regiões do país. Devido aos altos teores de proteínas e de óleo, a soja ganhou importância em todos os continentes (SILVA *et al.* 2023). Além disso, importante matéria-prima para a produção de farelo para agroindústria, alimentação humana, ração animal, óleo vegetal e biocombustíveis (TOMAZETTI *et al.*, 2022).

Para alcançar resultados dessa magnitude, vários fatores devem ser considerados, sendo o principal deles o uso de sementes com qualidade superior, principalmente no que diz a respeito a germinação e vigor (CAVALCANTE *et al.*,2023). No entanto obter sementes com qualidade e disponibilizá-las no mercado, depende de diversos fatores no processo produtivo, tais como: manejo adequados dos campos de produção e qualidade da colheita; processamentos de pós-colheita, como secagem, beneficiamento e armazenamento; além do tratamento industrial de sementes (ALVES *et al.*, 2023).

O dano mecânico é um dos principais fatores limitantes para a produção de sementes de soja de alta qualidade. A colheita é a fase mais crítica de todo o processo de produção dessa semente, os impactos e atritos causados pelos mecanismos de trilha durante a operação de colheita, são a maior fonte de danos mecânicos à semente. Além da colheita, a operação de beneficiamento pode causar danos mecânicos, pelas quedas excessivas e também à utilização de equipamentos de transporte inapropriados ou desajustados (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2023).

Diante dos desafios da colheita de sementes de soja, mensurar os danos mecânicos proporcionados pelo sistema de trilhas das colhedoras, assim como no beneficiamento, torna-se primordial, e o teste de hipoclorito de sódio surge como uma das alternativas mais rápidas e práticas para determinar o nível de dano mecânico imediato durante estes processos, possibilitando melhor ajuste do maquinário no momento da colheita.

De acordo com (EMBRAPA, 2004) é recomendado a realização do teste de hipoclorito de sódio usando a concentração 5,25% de acordo com a concentração do produto comercial com o tempo de exposição de 10 minutos.

No entanto, algumas adaptações podem ser realizadas, na tentativa de ajustar o teste para a realidade das cultivares modernas, tais como: ajuste no tempo de embebição, concentração da solução de hipoclorito de sódio e identificar os danos genéticos e ambientais. Como sementes oriundas de dano mecânico, dano pipoca, ruptura fisiológica no tegumento e rachadura no cotilédone podem gerar dúvidas durante a leitura do teste.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar diferentes tempos de embebição e concentração de hipoclorito de sódio, visando otimizar o processo de avaliação, proporcionando uma metodologia célere e prática que possa ser aplicada tanto no campo quanto em laboratório de análise de sementes.

2.2 Específicos

1) Determinar o menor tempo de embebição sem comprometer a acurácia do teste de hipoclorito de sódio em sementes de soja;

2) Avaliar a melhor concentração de hipoclorito de sódio sem interferir no processo de embebição em sementes de soja;

3) Determinar a melhor combinação entre concentração x tempo de embebição sem interferir na integridade do teste;

4) Analisar os resultados de teste de hipoclorito de sódio juntamente com os testes de qualidade iniciais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CULTURA DA SOJA

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupa papel extremamente relevante na agricultura mundial, e é um dos principais pilares da economia brasileira. O Brasil destaca-se nesse cenário como um dos principais produtores e exportadores, ao lado dos Estados Unidos e da Argentina. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), a produção nacional de soja atingiu a cerca de 176, 1 milhões de toneladas. As exportações somaram mais de 97 milhões de toneladas, movimentando bilhões de dólares e consolidando o país como um dos maiores fornecedores globais de proteína vegetal.

Atualmente, no cenário agrícola mundial, a soja é o quarto produto mais consumido entre os cereais e oleaginosas, principalmente no setor industrial com a produção de óleos, sendo considerada grande fonte de proteína (RHODEN et al., 2020).

Para Quintam e Assunção (2023), a soja não apenas desempenha papel fundamental na agricultura brasileira como também é um pilar da economia do país, exigindo equilíbrio entre produção sustentável e competitividade no mercado global.

A soja vem ainda destacando-se como fonte alternativa de produção de combustível, sendo base de pelo menos 80% do biodiesel fabricado no Brasil (BRASIL. MME, 2022). O somatório desses fatos e o aumento da demanda permitem que a cultura da soja produza divisas econômicas significativas para

os países produtores.

O sucesso dessa cadeia produtiva está ligado diretamente a qualidade das sementes, um fator determinante para o estabelecimento de lavouras produtivas e vigorosas. Diversos elementos podem afetar negativamente a produtividade da soja, sendo um dos principais a formação inadequada do estande de plantas. Com isso, o uso de sementes de alta qualidade é essencial para a garantia de uma população adequada, mesmo diante das variações ambientais e dos desafios no campo.

3.2 QUALIDADE DAS SEMENTES E TESTE DE VIGOR

A qualidade das sementes representa um dos principais pilares para o sucesso do cultivo agrícola, influenciando diretamente a uniformidade da emergência, o crescimento inicial das plantas e, conseqüentemente, o rendimento final das culturas. Fatores como armazenamento inadequado, condições ambientais adversas e presença de patógenos podem comprometer a germinação e reduzir o vigor das sementes, impactando negativamente a produtividade. Nesse contexto, a avaliação detalhada da qualidade das sementes torna-se essencial, permitindo que produtores e pesquisadores adotem práticas mais eficientes de manejo e seleções de lotes. (Gonçalves e Tonon.,2025).

Para garantir a produção, as sementes de soja devem apresentar atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários, como alta percentagem de vigor, germinação e sanidade, bem como características de purzas físicas e varietais. Esses fatores são responsáveis pelo desempenho das sementes no campo, a começar com o estabelecimento do estande determinando, aspecto essencial que contribui para que altas produtividades sejam atingidas (KRZYZANOWSKI et al., 2022).

Nesse âmbito, o sucesso da produção está diretamente ligado à adoção de um programa de controle de qualidade que demonstre resultados precisos, ágeis e confiáveis. Tal como o laboratório de controle de qualidade de sementes, que visam um padrão de desempenho desde a semeadura ao armazenamento, estabelecendo informações sobre o vigor das sementes e percentagem mínima para comercialização possibilitando a correção de práticas adversas (HENNING, 2020).

Por isso é muito importante que o controle de qualidade esteja inserido em todo o processo produtivo, monitorando a qualidade por meio de testes.

O teste de vigor por exemplo envelhecimento acelerado conforme (ASSUNÇÃO; LEAL; SILVA, 2024). indicam que o teste de envelhecimento acelerado apresentou alta correlação com a emergência de plântulas no campo, mostrando-se um método confiável para estimar o vigor de sementes de soja. Além disso, o estudo evidenciou que a análise computadorizada de plântulas pelo software Vigor-S, quando associada ao envelhecimento acelerado, aumenta a capacidade de discriminação entre lotes, permitindo identificar diferentes níveis de vigor com maior precisão.

Com isso o teste de envelhecimento acelerado avalia a resposta fisiológica das sementes a condições extremas de temperaturas e umidade simulando as situações que podem ocorrer durante o armazenamento, sendo altamente eficaz para avaliar o potencial de sementes durante o armazenamento (Zotti et al., 2025).

Estudos demonstram que o teste de tetrazólio, juntamente com o teste de germinação, apresentam alta correlação com o desempenho das sementes no campo, evidenciando a eficiência na avaliação da capacidade germinativa e do vigor das sementes (Costa et al., 2023). Dessa forma, diversos autores ressaltam a importância desse método para a identificação de danos latentes que, muitas vezes, não são detectados pelo teste de germinação convencional, como aqueles provocados por impactos mecânicos, excesso de umidade ou ataque de percevejos (Almeida et al., 2024).

Por outro lado, teste de condutividade elétrica é uma metodologia eficiente para avaliação do vigor de sementes de soja, pois está diretamente relacionado à integridade das membranas celulares. Sementes com menor vigor liberam maior quantidade de eletrólitos durante a embebição, resultando em maiores valores de condutividade elétrica, enquanto sementes mais vigorosas apresentam menor lixiviação de solutos (Krzyzanowski et al., 2023). Estudo realizado por (MACEDO et al., 2024) mostrou que em seu trabalho o teste de condutividade elétrica demonstrou eficiência na diferenciação do vigor entre as cultivares avaliadas e mostrando-se ferramenta importante para avaliação do vigor.

3.3 TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO

A avaliação de danos mecânicos em sementes de soja é crucial para garantir a qualidade e a viabilidade das sementes, impactando diretamente a produtividade agrícola. Tradicionalmente, o teste de hipoclorito de sódio é amplamente utilizado para identificar esses danos.

O teste com hipoclorito de sódio é muito utilizado para avaliar rapidamente a porcentagem de dano mecânico que não é visível a olho nu, conhecido como dano mecânico não aparente. Esse tipo de dano provoca microfissuras no tegumento da semente de soja. O teste pode ser empregado para monitorar a ocorrência de danos mecânicos durante a colheita, além de ser útil na recepção das sementes na Indústria de Beneficiamento de Sementes e ao longo do processo de beneficiamento (Krzyzanowski *et al.*, 2016).

Estudos demonstraram que o impacto dos danos mecânicos pode manifestar de diversas formas. França Neto *et al.* (2016) destacaram que o aumento da incidência de danos está diretamente relacionado à redução do vigor das sementes e ao comprometimento do estabelecimento das plantas no campo.

Diversos pesquisadores utilizaram o teste de hipoclorito de sódio em suas pesquisas visando detectar os danos mecânicos. As aplicações do teste são vistas de diversas formas; Santos *et al.* (2024)

avaliaram a intensidade dos danos mecânicos e a qualidade fisiológica das sementes de soja transgênica utilizando alguns testes adicionais em complemento ao teste de germinação, para que fosse aferida a qualidade das sementes, concluindo que os danos mecânicos interferem diretamente no poder germinativo e vigor das sementes de soja.

Por sua vez, Gracietti (2023) relatou a utilização do teste para avaliar o impacto na qualidade fisiológica e na produtividade da soja em sementes de soja certificadas e salvas. Segundo o autor, existe relação entre o dano mecânico e a condutividade elétrica, pois os tratamentos com maior dano mecânico também possuem maior condutividade elétrica. Isso ocorre porque sementes danificadas tendem a perder mais solutos para a água por causa do dano estrutural nas células que compromete a seletividade das membranas plasmáticas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de análise de sementes, de uma empresa produtora de sementes de soja, localizada no município de Rondonópolis, Mato Grosso, foram utilizadas sementes das cultivares Olimpo 80I82RSF IPRO, M7601 I2X e Bônus 8579RSF IPRO, sendo um lote de cada, oriundos da safra 23/2024.

O trabalho foi conduzido em esquema fatorial com dois fatores 5X6, correspondendo a cinco concentrações do hipoclorito de sódio (4,75; 5,0; 5,25; 5,50 e 5,75%) e seis tempos de embebição na solução de hipoclorito de sódio (3, 4, 5, 6, 7 e 10 min), sendo aplicado estes tratamentos em três cultivares de soja (80I82RSF IPRO, M7601 I2X e Bônus 8579RSF IPRO), com quatro repetições de 100 sementes por tratamento. Para realização do teste de dano mecânico foi utilizado um contador de sementes (Figura 1 A) para divisão, posteriormente colocadas em copos plásticos para a imersão das sementes (Figura 1 B).

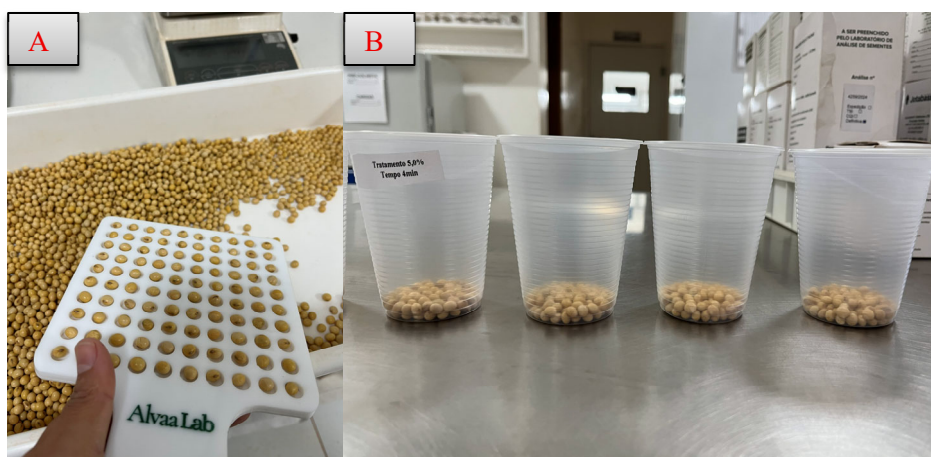


Figura 1: (A) Sementes dispostas em placa contadora e (B) amostras separadas e acondicionadas em copos plásticos para a

realização do teste de vigor

Foi utilizado hipoclorito de sódio, volume de solução necessário para o preparo de 1,0 litro da solução estoque à 5,25% de acordo com a concentração do produto comercial e água, solução de trabalho contendo 25ml de (NaOCl) para 975ml de água, preparada por meio da solução de estoque, papel toalha para receber as sementes após a embebição (EMBRAPA,2004).

Para avaliar o efeito dos tratamentos, foi determinado o dano mecânico por meio do teste de hipoclorito de sódio, no qual foram utilizadas 100 sementes de soja (Figura 6), que foram submersas em solução de hipoclorito de sódio (Figura 7) nas concentrações de 4,75; 5,0; 5,25; 5,50 e 5,75% durante os períodos de 3, 4, 5, 6, 7 e 10 min e, após este período, foi avaliado o número de sementes entumecidas (Figura 8). Posteriormente, retirado o tegumento das sementes entumecidas e avaliado o entumecimento das sementes que foram oriundas do dano mecânico (Figura 9) ou do dano pipoca (Figura 10) ou ruptura no tegumento (Figura 11). Os resultados foram expressos em percentagem.



Figura 2: Sementes separadas em copos plásticos para submersão de solução de hipoclorito de sódio

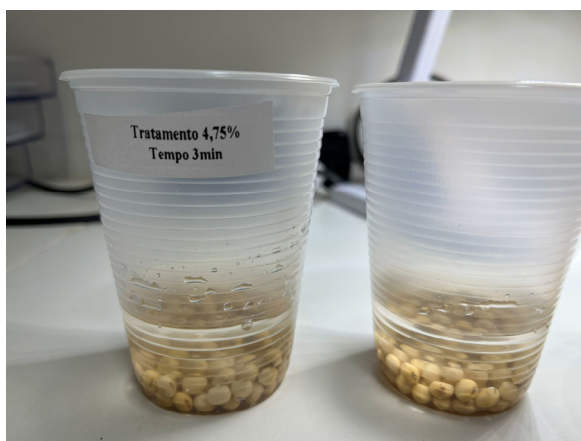


Figura 3: Sementes submersas em copos plásticos sobre a solução de hipoclorito de sódio



Figura 4: Sementes dispostas após o entumescimento da solução de hipoclorito de sódio



Figura 5: (A) Semente quebrada oriunda de dano mecânico imediato e (B) Semente oriunda de dano mecânico imediato no sistema embrionário



Figura 6: Semente oriunda de dano mecânico latente parte interna e parte externa.



Figura 7: Semente oriunda de dano pipoca



Figura 8: Semente oriunda de ruptura no tegumento de 4mm

Os dados obtidos foram submetidos à análise fatorial 5X6 e foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada ($x + 0,5$) para normalização estatística. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a análise estatística foi utilizado o software SISVAR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentadas as médias dos danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) a imersão de sementes de cultivar Bônus 8579 RSF IPRO no teste de hipoclorito de sódio. Pode se observar que não houve diferença significativa para o dano mecânico (M), pipoca (P) em função das concentrações e dos tempos de exposição na (Tabela 1). Todas as médias foram estatisticamente semelhantes, indicando que nem a variação da concentração nem o tempo de exposição foram suficientes para promover as alterações nesse tipo de dano. Já para a ruptura fisiológica (R) constatou-se efeito significativo das concentrações, com menor valor observado de 4,75%, diferindo estatisticamente das demais, nas concentrações mais elevadas apresentaram maiores índices de ruptura fisiológica, não diferindo entre si.

Tabela 1: Médias de danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) e soma dos danos (M+P+R) em sementes do cultivar Bônus 8579RSF IPRO, avaliadas em diferentes concentrações (%) e tempos de embebição (min).

Concentração (%)	Dano			
	Mecânico (M)	Pipoca (P)	Ruptura Fisiológica (R)	M+P+R
4,75	0,83 a	0,00 a	0,38 b	1,21 b
5,00	1,08 a	0,00 a	1,04 a	2,13 a
5,25	0,79 a	0,00 a	1,46 a	2,21 a
5,5	0,83 a	0,00 a	1,63 a	2,46 a
5,75	0,75 a	0,00 a	1,58 a	2,33 a
Tempo (min)				
3	0,70 a	0,00 a	0,90 a	1,60 a
4	0,75 a	0,00 a	1,15 a	1,90 a
5	1,00 a	0,00 a	1,50 a	2,50 a
6	0,85 a	0,00 a	1,15 a	2,00 a
7	1,10 a	0,00 a	1,35 a	2,40 a
10	0,80 a	0,00 a	1,20 a	2,00 a
F para concentração (C)	ns	--	**	**
F para danos (D)	ns	--	ns	ns
F para (Cx D)	ns	--	ns	ns
CV (%)	27,1	--	28	23,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p > 0,05$). ** significativo a 1%; ns: não significativo; CV: coeficiente de variação

Assim, o aumento da concentração intensificou o dano de ruptura fisiológica, possivelmente em função do maior estresse imposto aos tecidos, afetando integridade fisiológica. Por outro lado, o tempo de exposição não influenciou significativamente essa variável, indicando que, no intervalo avaliado, o período de contato não foi determinante para o agravamento da ruptura fisiológica.

Isso foi observado para os danos totais (M+P+R) no qual houve efeito significativo das concentrações, com menor dano total na menor concentração avaliada e aumento dos danos nas concentrações superiores. O que significa que o tempo de exposição, assim como a interação entre concentração e tempo, não proporcionou efeito significativo, demonstrando que os efeitos da concentração ocorrem de forma independente do período de exposição.

Na tabela 2 estão apresentados os resultados para a cultivar Olimpo 80I82 RSF IMPRO e observa-se que a concentração proporcionou efeito significativo sobre o dano mecânico (M) e os danos totais (M+P+R) indicando que o aumento da concentração contribuiu para menor índice de dano mecânico. Já para os danos totais o maior índice de dano foi na menor concentração. Já para o dano pipoca e ruptura fisiológica, não foram verificadas diferenças estatísticas entre as concentrações avaliadas. Já para o

tempo de exposição, não houve efeito significativo para os danos mecânico e pipoca (M e P) entretanto, houve diferença na ruptura fisiológica entre os tempos, sendo observados nos períodos mais longos, refletindo em aumento do dano total, especialmente aos 10 minutos de exposição.

Tabela 2: Médias de danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) e soma dos danos (M+P+R) em sementes do cultivar Olimpo 80I82RSF IPRO, avaliadas em diferentes concentrações (%) e tempos de embebição (min).

Concentração (%)	Dano			
	Mecânico (M)	Pipoca (P)	Ruptura Fisiológica (R)	M+P+R
4,75	2,25 a	0,04 a	5,13 a	7,42 a
5,00	1,29 a	0,13 a	4,89 a	6,29 b
5,25	1,25 a	0,40 a	5,00 a	6,29 b
5,5	0,83 a	0,13 a	4,63 a	5,58 b
5,75	0,79 b	0,40 a	4,87 a	5,79 b
Tempo (min)				
3	1,40 a	0,10 a	4,75 b	6,25 ab
4	1,15 a	0,10 a	4,35 b	5,60 b
5	1,30 a	0,05 a	5,00 ab	6,35 ab
6	1,35 a	0,15 a	5,10 ab	6,55 ab
7	1,40 a	0,00 a	4,40 b	5,80 b
10	1,10 a	0,15 a	5,85 a	7,10 a
F para concentração (C)	**	ns	ns	**
F para danos (D)	ns	ns	**	**
F para (CxD)	ns	ns	ns	ns
CV (%)	22,1	23,2	9,84	9,70

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p > 0,05$). ** significativo a 1%; ns: não significativo; CV: coeficiente de variação

Para a cultivar M7601 I2X a variável concentração influenciou significativamente no dano mecânico (M) e ruptura fisiológica (R) e o dano total (M+P+R). Foi observada que o maior nível de danos foi na menor concentração avaliada, o dano pipoca não apresentou variação significativa entre as concentrações testadas. Já para o tempo de exposição, não houve efeito significativo sobre os danos. Não foi constatada interação significativa entre concentração e tipo de dano, demonstrando que os efeitos da concentração ocorreram de maneira independente.

Tabela 3: Médias de danos mecânicos (M), pipoca (P), ruptura fisiológica (R) e soma dos danos (M+P+R) em sementes do cultivar M7601 I2X, avaliadas em diferentes concentrações (%) e tempos de embebição (min).

Concentração (%)	Dano			
	Mecânico (M)	Pipoca (P)	Ruptura Fisiológica (R)	M+P+R
4,75	1,67 a	0,00 a	1,13 a	2,29 a
5,00	0,95 ab	0,00 a	1,00 ab	1,96 ab
5,25	0,88 ab	0,00 a	0,95 ab	1,83 ab
5,5	0,88 ab	0,00 a	0,58 b	1,46 b
5,75	0,54 b	0,08 a	0,88 ab	1,50 b
Tempo (min)				
3	0,75 a	0,00 a	1,20 a	1,95 a
4	1,00 a	0,00 a	0,90 a	1,90 a
5	1,00 a	0,00 a	1,00 a	2,00 a
6	0,90 a	0,00 a	0,85 a	1,75 a
7	0,90 a	0,05 a	0,80 a	1,75 a
10	0,75 a	0,05 a	0,70 a	1,50 a
F para concentração (C)	**	ns	**	**
F para danos (D)	ns	ns	ns	**
F para (CxD)	ns	ns	ns	ns
CV (%)	26,1	9,3	25,7	22,30

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p > 0,05$). ** significativo a 1% ; ns: não significativo; CV: coeficiente de variação

Observou-se que a incidência de sementes danificadas, detectadas pelo teste de hipoclorito de sódio, variou entre as cultivares avaliadas (Bônus 8579RSF IPRO, Olimpo 80I82RSF IPRO e M7601 I2X), evidenciando diferenças na sensibilidade ao dano mecânico. Às diferenças observadas entre as cultivares avaliadas podem estar relacionadas às características genéticas e estruturais específicas de cada material, como espessura do tegumento, composição química das sementes e integridade das membranas celulares (MENINO *et al.*, 2023). Fatores que influenciam diretamente a suscetibilidade a danos mecânicos e fisiológicos.

Deste modo, a avaliação em diferentes cultivares torna-se essencial para verificar a consistência dos resultados e ampliar a aplicabilidade dos métodos de análise, possibilitando recomendações mais seguras e representativas para a produção e o controle de qualidade de sementes de soja.

Resultados semelhantes são relatados em estudos com sementes de soja, em que diferenças entre cultivares são atribuídas principalmente às características estruturais do tegumento e à integridade das membranas celulares, fatores que influenciam diretamente a suscetibilidade das sementes a danos

mecânicos e fisiológicos (Marcos-Filho, 2015; Krzyzanowski *et al.*, 2020).

Em pesquisa conduzida por (SANSON, 2024) verificou-se que diferentes metodologias de embebição, incluindo o teste de hipoclorito e a utilização de água quente a 70 °C, apresentaram eficiência semelhante na detecção de danos mecânicos, demonstrando que a integridade do tegumento é fator determinante para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes.

Além disso, valores elevados de danos mecânicos foram associados à redução do potencial germinativo e do vigor das sementes, reforçando a importância da identificação desses danos nos programas de controle de qualidade.

Estudo realizado (SANTOS *et al.*, 2024) evidencia a importância da avaliação de danos mecânicos em sementes de soja, uma vez que esses danos podem comprometer diretamente a qualidade fisiológica, o vigor e o poder germinativo das sementes. A pesquisa demonstrou que cultivares que apresentaram maior percentagem de sementes danificadas no teste de hipoclorito de sódio, também apresentaram menores índices de germinação, vigor e viabilidade, evidenciando relação direta entre danos mecânicos e desempenho fisiológico das sementes.

De acordo resultados obtidos conclui-se que o tempo de exposição e concentração nas cultivares (Olimpo 80I82RSF IPRO, Bônus 8579RSF IPRO e M7601 I2X), proporcionou concentração com principal fator que mais impacta na ocorrência dos danos mecânicos, a ruptura fisiológica e o dano total (M+P+R). Contudo, para o dano pipoca (P) não houve influencia significativa tanto para concentração, quanto para tempo de exposição.

Assim, para essas cultivares avaliadas, não importa o tempo de exposição, mas sim o tipo de concentração utilizada, recomenda-se adoção de concentrações de 5,75% para a cultivar Bônus 8579RSF, Olimpo 80I82RSF IPRO e M7601 I2X por promoverem menor incidência de danos mecânicos e fisiológicos, assegurando maior qualidade fisiológica das sementes e melhor desempenho nos testes de vigor, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS, 2025).

Recomendações técnicas da (EMBRAPA, 2024) indicam o uso de solução a 5,25%, ressaltando que novas pesquisas comparando diferentes concentrações são necessárias para validar possíveis ajustes metodológicos uma vez que essas condições não comprometem a confiabilidade dos resultados.

6. CONCLUSÕES

Para as cultivares de soja Bônus 8579RSF IPRO e M7601 I2X, a concentração adequada de hipoclorito de sódio é de 5,75%, com tempo de exposição de 3 minutos, Já para a cultivar Olimpo 80I82RSF IPRO a concentração indicada é de 5,75% e com o tempo exposto de 10 minutos por proporcionar os menores valores de dano mecânico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. M.; SANTOS, J.; SILVA, L. F. DA. Desempenho fisiológico de sementes de soja em testes de germinação e envelhecimento acelerado. Londrina: Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1093945/p983985CBSoja2018.pdf>. Acesso em: 712 mar. 2026

ALVES, A. C.; BARBOSA, B. S.; ROLIM, J. M.; PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z. *Gestão dos processos para produção de sementes: Do campo a pós-colheita*. Pantanal Editora, 2022. Cap. 05, p. 75-81.

ASSUNÇÃO, C. T.D.; LEAL, J. H. S.; SILVA, M. F. D. Envelhecimento acelerado associado à análise computadorizada de imagem (Vigor-S) para avaliação do vigor de sementes de soja. *Revista de Ciências Agro veterinárias Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)*, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, : Mapa/ACS, https://wikisda.agricultura.gov.br/ptbr/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/RAS_2025/cap_4_Germinacao_rev_1.

BRASIL. MME- Ministério de Minas e Energia. ANDRADE NETO, LIMA.J. Biocombustíveis: a experiência brasileira e a visão do governo. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 02 jan. 2026.

Conab (Companhia nacional de abastecimento). Acompanhamento da safra brasileira. 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos> >. Acesso em: 15 dez. 2025.

Cavalcante, J. A., Gadotti, G. I., Pinheiro, R. de M., Silva, R. N. O. da., Oliveira, F. K. de., & Moraes, D. M. de. (2023). Vigor and anaerobic metabolism of soybean seeds evaluated by ethanol test. *Journal of Seed Science*, 45, e202345007. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v45263825>.

CRUZ, M.R. do.; SOARES, J. N.; SOARES, L.H. Avaliação da qualidade fisiológica de semente de soja durante o processo de beneficiamento. *Revista Cerrado Agrociências*, v.13:57-65,2022.

EMBRAPASOJA. Teste de hipoclorito de sódio para sementes de soja, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnpti>

a.embrapa.br/digital/bitstream/item/59319/1/37.pdf.Acessoem:10/02/2026.

FERRAZZA, F. L. F.; JACOBOSKI, D. T. K.; WYREPKOWSKI, A.; RODRIGUES, L.; FIGEUIRO, A. G.; PARANGINSKI, R. T. Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes antes da semeadura. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, 2020.

FRANÇA-NETO, J.B. AND KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of Seed Science*, v. 41, p. 359-366, 2019.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Qualidade fisiológica da semente de soja e sua relação com o vigor. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 38, n. 1, p. 68-76, 2016.

GONÇALVES, G. B. F.; TONON, T. C. A. O teste de tetrazólio como ferramenta para avaliação fisiológica de sementes de soja. *Revista Observatório Dela Economia Latino Americana*, 2025.

GRACIETTI, Eduardo Fermiano. Semente de soja certificada e salva: impacto na qualidade fisiológica e produtividade da cultura. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2023.

KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; KASCHUK, G. Testes de qualidade de sementes. In: *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. Editora UFV, p. 123-150, 2016.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; OLIEVIRA, G. R. F. de.; HENNING, F. A. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 192).

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: **KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J.** (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, PR: ABRATES, 2020. Cap. 04, p.185-246.

MENINO, T. V. R. et al. (2023) – *Lignin monomeric composition in soybean seed coats and resistance to mechanical damage*. *Journal of Seed Science*.

QUINTAM, C. P. R.; ASSUNÇÃO, G. M. Perspectivas e desafios do agronegócio brasileiro frente ao mercado internacional. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v.4, n.7, 2023. Disponível <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3641>. Acesso em: 15 de dezembro de 2025.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2014. Available on <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 31 jan de 2024.

SILVA, W. S.; COMPAGNON, A. M.; BARCELOS, M. R. V.; R NETO, N. D.; BORGES, G. T. O. M. Colheita mecanizada de soja em função da plataforma de corte em área com e sem dessecação. *Científica - Multidisciplinary Journal*, v. 10, n. 1, p.1-9, 2023.

TOMAZETTI, M.B.; ROSETTI, C.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Prospecção da ciência e tecnologia de sementes nas Regiões Sul e Planalto Central do Brasil. Pantanal Editora, 2022. Cap. 05, p. 64-70.

VIEIRA, R. D.; MARCOS-FILHO, J. Teste de condutividade elétrica. In: **KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARCOS-FILHO, J.** (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, PR: ABRATES, 2020. Cap. 08, p. p.333-388.

ZANON, M. A.; FERREIRA, R. J.; RODRIGUES, L. E. A soja como alavanca para o desenvolvimento rural e a segurança alimentar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 10, n. 1, p. 75-90, 2022.

ZOTTI, G. D. C.; MOTTA, D. D. S.; DRAWANZ, B. B.; RIGHI, E.; FONSECA, F. L.D.; BOCCHESI, C. A. C.; ANTUNES, L. E. G. Avaliação da germinação e vigor de quatro cultivares de soja em laboratório e campo. *Revista Observatório Dela Economia Latino Americana*, 2025.