

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS: TIPO DE DANO
E NÍVEL DE VIGOR INFLUENCIAM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA**

por

EDUARDO ARAÚJO REIS

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

2025

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS: TIPO DE DANO
E NÍVEL DE VIGOR INFLUENCIAM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA**

por

EDUARDO ARAÚJO REIS

Comitê de Orientação:

Jacson Zuchi - Prof. Dr. – IF Goiano

Daniel Emanuel Cabral de Oliveira – Prof. Dr. – IF Goiano

Rio Verde - GO

2025

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

R375 Reis, Eduardo
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA
TRATADAS: TIPO DE DANO E NÍVEL DE VIGOR
INFLUENCIAM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA / Eduardo Reis. Rio Verde 2025.

1f. il.

Orientador: Prof. Me. Jacson Zuchi.
Monografia (Especialista) - 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 (RIF 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

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Eduardo Araújo Reis

Matrícula:

2023102331540005

Título do trabalho:

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS: TIPO DE DANO E NÍVEL DE VIGOR INFLUENCIAM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIF Goiano: 07/10/25

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim

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.

/

Rio Verde - GO

07/10/25Data

Local

Documento assinado digitalmente
gov.br EDUARDO ARAUJO REIS
Data: 20/10/2025 19:03:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Documento assinado digitalmente
gov.br JACSON ZUCHI
Data: 20/10/2025 19:03:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do orientador



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

Ata nº 55/2025 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº 110 (CENTO E DEZ) BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e sete dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e cinco, às 14h00min (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada na Sala de Videoconferência da Diretoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação do Campus Rio Verde, presencialmente e remotamente (Link da videochamada: <https://meet.google.com/kmv-xmnf-vin>), para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **EDUARDO ARAÚJO REIS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Jacson Zuchi, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, 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
Jacson Zuchi	IF Goiano – Campus Hidrolândia	Presidente
Silvia Sanielle Costa de Oliveria	IF Goiano – Campus Iporá	Membro interno
Lucian Alex dos Santos	UNIGGEL Sementes- Unidade Mato Grosso	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN LOGICO**, em 30/06/2025 08:18:15.
- **Silvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN LOGICO**, em 30/06/2025 08:29:42.
- **Lucian Alex dos Santos, Lucian Alex dos Santos - Professor Avaliador de Banca - Uniggel Sementes, Industria e Comercio Ltda (00071815000161)**, em 30/06/2025 17:03:55.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/06/2025. 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: 720503
Código de Autenticação: e6f252d4c7





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

Documentos 31/2025 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS: TIPO DE DANO E NÍVEL DE VIGOR
INFLUENCIAM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA

Autor: Eduardo Araújo Reis
Orientador: Jacson Zuchi

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

APROVADA em 27 de junho de 2025.

Assinado eletronicamente
Dr. Lucian Alex dos Santos
Avaliador externo - UNIGGEL Sementes -
Unidade Mato Grosso

Assinado eletronicamente
Prof.ª Dr.ª Silvia Sanielle Costa de Oliveira
Avaliadora interna - IF Goiano Campus
Iporá

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Jacson Zuchi
Presidente da Banca - IF Goiano Campus Hidrolândia

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 30/06/2025 08:21:04.
- **Silvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 30/06/2025 08:30:10.
- **Lucian Alex dos Santos, Lucian Alex dos Santos - Professor Avaliador de Banca - Uniggel Sementes, Industria e Comercio Ltda (00071815000161)**, em 30/06/2025 17:01:09.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/06/2025. 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: 720907
Código de Autenticação: 2039989729



AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela minha vida.

Ao Instituto Federal Goiano de Rio Verde – GO, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, pela conquista desse título.

À empresa Uniggel Sementes, pelo espaço e por me liberar para a execução deste trabalho.

Ao Dr. Jacson Zuchi, pela orientação, apoio e confiança depositadas durante o Mestrado.

Ao Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira, pela disponibilidade e ajuda.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos.

Aos que contribuíram durante esses dois anos, colegas do Mestrado Profissional e do trabalho.

À Patricia, por acreditar nesse projeto, pela orientação, atenção e dedicação.

À minha família, Reis e Araújo.

Ao meu irmão, Leonardo, e meus sobrinhos, João Pedro e Ana Júlia.

Aos meus pais e filho, por acreditarem em mim.

Aos colegas de trabalho que me ajudaram de alguma forma, em especial à Camila, por me ajudar em montagens e leitura de testes, à Geovana, pela orientação ao longo do trabalho.

Obrigado!

**Dedico aos meus pais,
Josemir Francisco e Elizabete de Moura Araújo Reis,
e ao meu pequeno,
Bento Migliorini Reis.**

**“Não é o mais forte que sobrevive, mas o que melhor se adapta às mudanças”
Charles Darwin.**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Cultura da soja.....	15
2.2 Importância da soja no Brasil e no cerrado brasileiro	15
2.3 Qualidade fisiológica de sementes	16
2.4 Danos nas sementes e seus efeitos na qualidade fisiológica	17
2.5 Tratamento de sementes	20
2.6 Armazenamento de sementes	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5. CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	467
APÊNDICES.....	58

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS: TIPO DE DANO E NÍVEL DE VIGOR INFLUENCIAM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA

Por

EDUARDO ARAÚJO REIS

Sob orientação do Professor Dr. Jacson Zuchi

RESUMO

O armazenamento de sementes de soja tratadas é fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica, sendo diretamente influenciado pelo tipo de dano presente e pelo nível de vigor inicial. Nesse sentido, sementes de alta qualidade, quando associadas a um tratamento adequado, apresentam maior capacidade de germinação uniforme, elevado vigor e maior resistência ao estresse, resultando em lavouras mais produtivas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas, com diferentes níveis de danos fisiológicos e físicos, durante o armazenamento. O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Uniggel, utilizando sementes da cultivar DM73I75IPRO, produzidas na safra 2023/2024. As sementes foram classificadas quanto ao tipo de dano (rasgo no tegumento, dano por percevejo, esverdeamento e dano mecânico), submetidas a tratamento químico associado a micronutriente e armazenadas por 0, 60 e 120 dias, em lotes com dois níveis de vigor inicial: alto (93%) e médio (88%). As variáveis analisadas incluíram emergência de plântulas em areia (9, 11 e 13 dias após a semeadura), emergência em solo, teste de germinação em vermiculita, classificação das plântulas em normais fortes, intermediárias e fracas, além de comprimento e massa seca total, radicular e da parte aérea. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os resultados demonstram que o tratamento de sementes é eficaz na manutenção da qualidade fisiológica durante o armazenamento, independente do vigor, porém apresenta um efeito fitotóxico logo após a aplicação do produto. Constatou-se ainda que o armazenamento por até 120 dias não compromete o vigor e a germinação, sendo considerado seguro para a conservação das sementes com diferentes níveis de vigor e tipos de dano, exceto para semente esverdeada. Os danos associados às sementes de soja influenciam as respostas da qualidade durante o armazenamento, associado ou não ao tratamento nas sementes.

PALAVRAS-CHAVE: Glycine max. L. Merrill, controle de qualidade de sementes, tratamento industrial de sementes.

STORAGE OF TREATED SOYBEAN SEEDS: DAMAGE TYPE AND VIGOR LEVEL INFLUENCE THE MAINTENANCE OF PHYSIOLOGICAL QUALITY

By

EDUARDO ARAÚJO REIS

Under the guidance of Professor Dr. Jacson Zuchi.

ABSTRACT

The storage of treated soybean seeds is essential for maintaining physiological quality and it's directly influenced by the type of damage and the level of initial vigor. Therefore, high-quality seeds, when associated with appropriate treatment, have greater uniform germination capacity, high vigor, and greater resistance to stress, resulting in more productive crops. The objective of this study was to evaluate the physiological quality of treated soybean seeds with different levels of physiological and physical damage during storage. The study was conducted at the Uniggel Seed Analysis Laboratory using seeds of the DM73I75IPRO cultivar, produced in the 2023/2024 harvest. The seeds were classified according to the type of damage (tegument tear, stink bug damage, greening, and mechanical damage), subjected to chemical treatment combined with micronutrients, and stored for 0, 60, and 120 days in batches with two levels of initial vigor: high (93%) and medium (88%). The variables analyzed included seedling emergence in sand (9, 11, and 13 days after sowing), emergence in soil, germination testing in vermiculite, seedling classification as normal, strong, intermediate, and weak, as well as length and total, root, and shoot dry mass. The experimental design was completely randomized, with four replicates. The results demonstrate that seed treatment is effective in maintaining physiological quality during storage, regardless of vigor, but presents a phytotoxic effect soon after application. It was also found that storage for up to 120 days does not compromise vigor or germination and is considered safe for the conservation of seeds with different levels of vigor and types of damage, except for greenish seeds. In addition, damage associated with soybean seeds influences quality responses during storage, whether associated or not with seed treatment.

KEYWORDS: Glycine max. L. Merrill, seed quality control, industrial seed treatment.

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma planta anual, dicotiledônea, herbácea e autógama, pertencente à família *Fabaceae*, com porte ereto ou volúvel, entre 0,30 e 2 metros de altura (Hartmann Filho 2015). É uma das culturas mais importantes mundialmente, fonte de proteína e óleo vegetal (Bezerra *et al.* 2022). No Brasil, é a principal oleaginosa e o produto agrícola mais exportado, sendo uma *commodity* de alta rentabilidade, ligada a grandes acordos comerciais e impactos socioeconômicos. Sua relevância justifica investimentos contínuos em pesquisa para aumento de produtividade.

Para a safra 2024/25, a estimativa é de 322,53 milhões de toneladas de grãos, um aumento de 8,2% em relação ao ciclo anterior, com área plantada de 81,4 milhões de hectares e produtividade média de 3.962 kg/ha (CONAB, 2024). Em Goiás, a produção deve ultrapassar 18 milhões de toneladas, com produtividade de aproximadamente 3,8 t/ha, um crescimento de 9,1% na safra atual.

A qualidade das sementes é fundamental para garantir altas produtividades. Sementes de alta qualidade, com atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários adequados, formam um estande eficiente (Perissato *et al.* 2020, Dos Santos *et al.* 2016). O armazenamento adequado preserva a viabilidade e o vigor, essenciais para o potencial produtivo (Azevedo *et al.* 2003). Danos às sementes comprometem sua qualidade fisiológica, reduzindo viabilidade, vigor e germinação (França-Neto & Krzyzanowski 2019). O vigor, que indica a capacidade de germinar e emergir mesmo em condições adversas (Silva 2010), influencia diretamente a uniformidade de germinação, o crescimento das plântulas e o rendimento final (Peske *et al.* 2019).

O uso de sementes com alto vigor, aliado ao tratamento de sementes, é crucial para proteger e potencializar o desempenho no campo, favorecendo o crescimento inicial (Tavares *et al.* 2014, Bertuzzi 2015). O tratamento, realizado com produtos adequados na dosagem correta, também preserva o potencial genético e a sanidade do lote (Nunes 2016). Pesquisas demonstram que a aplicação de micronutrientes via solo, foliar ou tratamento de sementes melhora o desenvolvimento e a produtividade (Ohse 2014). Bioestimulantes e fitoprotetores, compostos por aminoácidos, vitaminas, micronutrientes e reguladores de crescimento, potencializam esses efeitos (Thiengo *et al.* 2020, Malik *et al.* 2021). Essas tecnologias são mais eficazes quando associadas à preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento, que também pode ser influenciada pelo tratamento (Ferreira *et al.* 2006, Almeida *et al.* 2014).

O tratamento de sementes industrial (TSI), que inclui defensivos, fungicidas, inseticidas, bioestimulantes e micronutrientes, controla pragas e doenças e estimula o crescimento inicial (Avelar *et al.* 2011, Bertuzzi 2015). O uso de micronutrientes no tratamento ajuda a suprir deficiências nutricionais iniciais, aumentando a tolerância ao estresse e melhorando a emergência (Ohse 2014, Thiengo *et al.* 2020).

O tratamento de sementes, aliado ao armazenamento adequado, é fundamental para preservar o vigor e a viabilidade das sementes ao longo do tempo, evitando a deterioração precoce e garantindo maior estabilidade na produção (Ferreira *et al.* 2006, Prata *et al.* 2021). O TSI com micronutrientes destaca a semente como insumo estratégico para o sucesso da cultura da soja.

Entender o comportamento das sementes tratadas com diferentes níveis de qualidade durante o armazenamento contribui para decisões mais eficientes no manejo, considerando custos e possíveis perdas. Portanto, é essencial aprofundar o conhecimento sobre o potencial fisiológico das sementes de soja após o tratamento e durante o armazenamento (Dan *et al.* 2012), já que a semente é o principal insumo na produção agrícola.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas, com diferentes níveis de danos fisiológicos e vigor, durante o armazenamento.

2.REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da soja

A soja é uma planta de origem asiática, cujo cultivo é totalmente diferente, se comparado há cinco milênios, quando a soja se constituía de plantas tipo rasteiras desenvolvidas próximas a rios e lagos e era nomeada de soja selvagem (Mozzaquatro *et al.* 2017). Com o passar dos anos, a sua evolução começou com o surgimento de novas plantas que se originavam do cruzamento natural entre duas sojas silvestres, também domesticadas e aprimoradas pelos chineses; era muito rica em proteínas (Moraes *et al.* 2020).

O primeiro registro dos grãos da soja foi feito no livro “Pen Ts’ao Kong Mu” em que havia descrições das plantas na China para o imperador Sheng-Nung. Sua introdução no ocidente apenas ocorreu por volta do século XV, no continente europeu, com uma finalidade totalmente diferente da China: no lugar do uso para alimentação, a soja servia para decoração nos jardins botânicos da França, Inglaterra e Alemanha (Bertrand *et al.* 1987).

A cultura é típica de países temperados e foi tropicalizada. Atualmente é uma das culturas que mais se estabeleceu no território brasileiro. O início do seu cultivo deu-se nos estados da região Sul, em meados de 1970, progredindo para uma expansão na região do cerrado a partir da década de 1980. Em 1990, as áreas onde se encontravam o cultivo da soja já tinham um grande progresso na parte central do país sendo bem associado à expansão da lavoura da soja no cerrado (Domingues *et al.* 2014).

2.2 Importância da soja no Brasil e no cerrado brasileiro

A soja representa, o papel de principal de oleaginosa produzida e consumida no mundo. Com teores de óleo e de proteína nos grãos que podem ultrapassar 20% e 40% respectivamente, constitui-se como uma espécie de grande interesse econômico (Roessing *et al.* 2005, Sedyama, 2009). A soja vem também se destacando como fonte alternativa de produção de combustível, sendo base de pelo menos 80% do biodiesel fabricado no Brasil. Recebe também destaque como promotora de proteínas e óleos vegetais (óleo comestível e não comestível), (Espíndola *et al.* 2024).

Brum *et al* (2005) afirmam que a soja foi uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no país, não só pelo volume físico e financeiro, mas também pela necessidade empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes. A expansão do plantio da soja nas regiões de fronteira agrícola foi, em grande parte, impulsionada pelo domínio das tecnologias de produção no Cerrado, pela abundância de crédito para a compra de máquinas e equipamentos, e pelo crédito privado para o custeio da produção (Brasil, 2007).

2.3 Qualidade fisiológica de sementes

A qualidade da semente está relacionada ao seu potencial fisiológico, que envolve principalmente viabilidade (capacidade de germinar) e vigor (capacidade de originar plântulas fortes e saudáveis) (Marcos Filho 2005).

O teste de germinação é o método mais utilizado para avaliar a viabilidade das sementes, pois fornece informações sobre seu desempenho na semeadura (Lima *et al.* 2006). Tem como objetivo pelo menos dois aspectos: primeiramente fornecer informações sobre o potencial de um lote germinar em condições ambientais favoráveis; apresentar alto grau de padronização, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância e desde que seguidas as instruções estabelecidas (Marcos Filho 2005, Brasil 2025).

No entanto, o teste de germinação pode superestimar o potencial fisiológico das sementes, pois não avalia as alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, relacionadas ao processo de deterioração, não permitindo a diferenciação de lotes de sementes no campo e no armazenamento em termos de vigor (Abrantes *et al.* 2010).

O vigor da semente é um conjunto de características que determina a capacidade de emergência e desenvolvimento rápido das plântulas em diversas condições ambientais (Baalbaki *et al.* 2009). Ele é essencial para identificar os lotes com maior potencial de sobrevivência e produtividade no campo (Marcos Filho 2005). A análise de sementes visa avaliar sua qualidade e valor para a semeadura (Brasil 2025), com exames detalhados para detectar problemas e causas de baixa qualidade.

Empresas de sementes utilizam testes de vigor para classificar lotes de acordo com seus padrões internos de qualidade, priorizando a comercialização dos lotes que atendam aos requisitos de germinação e vigor. Esses testes são fundamentais para programas de

produção, pois ajudam a diferenciar lotes com germinação similar, mas com desempenhos diferentes no campo e no armazenamento (Frigeri 2007). A perda de vigor é um indicador importante de degradação da qualidade, muitas vezes ocorrendo antes da perda de viabilidade (Dias & Marcos Filho 1995).

Sementes com alto vigor têm processos metabólicos mais rápidos, resultando em plântulas mais uniformes e com maior crescimento inicial (Schuch, Nedel, Assis, 1999, Munizzi *et al.* 2010). Plântulas vigorosas se estabelecem melhor em campo, resistindo a estresses e melhorando o desempenho da cultura (Dan *et al.* 2011). Estudos mostram que sementes de maior vigor geram plantas mais competitivas, com até 17% mais vagens por planta (Panozzo *et al.* 2009).

A qualidade das sementes, incluindo fatores como velocidade de emergência, vigor e resistência ao envelhecimento, é crucial para o bom desenvolvimento da soja (Xavier *et al.* 2015). Sementes ricas em amido, proteínas e açúcares solúveis fornecem mais reservas para a germinação, favorecendo o crescimento vigoroso das plântulas (Henning *et al.* 2010, Nakao *et al.* 2018). Plântulas vigorosas captam mais luz, promovendo uma maior taxa fotossintética e desenvolvimento foliar, o que, por sua vez, reduz a evaporação de água no solo (Oliveira *et al.* 2015).

Além disso, sementes de alto vigor possuem um arranque inicial mais agressivo, aumentando a competitividade com plantas infestantes (Dias *et al.* 2010). O uso de sementes com elevado padrão de qualidade contribui positivamente para a produtividade final.

2.4 Danos nas sementes e seus efeitos na qualidade fisiológica

Diversos fatores atingem as sementes de soja a ponto de lhe causar deterioração, como os danos causados por umidade, quando há oscilações do grau de umidade decorrentes de chuvas, neblinas, orvalhos, associadas a elevadas temperaturas. Isso provoca o enrugamento no tegumento na região oposta ao hilo. Outros danos são causados por picada de percevejo ou são de ordem mecânica. Eles são provocados pelas máquinas colhedoras e as operações de beneficiamento, que têm influência direta na qualidade dessa semente (França-Neto *et al.* 2016).

Danos mecânicos limitam a produção de sementes de soja de alta qualidade (Krzyzanowski *et al.* 2004), principalmente devido aos impactos causados pelos mecanismos de trilha na colheita e pelas operações de beneficiamento. Para Flor *et al.*

(2004), as sementes de soja são muito sensíveis à danificação mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sobre um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção. Portanto, o dano mecânico interfere diretamente na qualidade fisiológica das sementes, o que corrobora a literatura e os resultados encontrados por Costa *et al.* (2005) e Silva *et al.* (2012).

É preciso estar atento aos ataques de insetos, devido ao fato de eles estarem aumentando significativamente, pois danificam e comprometem o desenvolvimento do material. Um exemplo é o percevejo marrom (*Euschistus heros*), o mais abundante atualmente, o qual tem a soja como seu principal hospedeiro (Côrrea-Ferreira, Panizzi 1999). As picadas dos percevejos nas sementes de soja ocasionam o surgimento de pequenas manchas escuras e áreas esbranquiçadas (Miner 1996). Isso prejudica várias etapas do desenvolvimento da soja, como a formação de grãos, ocasionando o aborto de grãos e/ou vagens (Gazzobi 1988). Já no período de enchimento de grãos, pode causar enrugamento, deformações, retenção foliar ou presença de caules verdes no momento da colheita. Costa *et al.* (2005) afirmam que lesões ocasionadas por percevejos (principalmente no eixo embrionário), com ocorrência superior a 5% em lotes de soja, comprometem o vigor, conforme foi observado em seu estudo com diferentes cultivares de distintas regiões no país, sendo determinante para os resultados.

Além dos danos imediatos existem os danos latentes provocados por trincas microscópicas e/ou abrasões ou danos internos no embrião, sob os quais a germinação pode não ser imediatamente atingida. Mas o vigor e o desempenho da semente no campo são reduzidos (França-Neto *et al.* 2016).

Durante a formação e desenvolvimento da semente, condições de estresse podem ocasionar indivíduos pequenos, enrugados, descoloridos e imaturos, com coloração esverdeada (Mandarino 2005). Países tropicais, como o Brasil, tendem a ter uma incidência maior da presença de sementes esverdeadas de soja devido, principalmente, a condições climáticas, com altas temperaturas associadas a grandes variações pluviométricas. As condições climáticas e outros fatores ambientais podem afetar a qualidade das sementes de soja, principalmente após a maturação fisiológica, em que a umidade da semente fica abaixo de 25% (Sinnecker 2002).

Em relação à produção de clorofila, observou-se que ela cessa quando as sementes alcançam a maturidade fisiológica. Naturalmente, a clorofila é degradada pelo metabolismo da planta e também pela luz solar. A morte prematura da planta, seja por questões climáticas, doença ou por dessecação, bloqueia a degradação natural da clorofila

e as sementes permanecem verdes. Se esse processo ocorrer no final da etapa de maturação fisiológica, o pigmento ficará no tegumento e poderá diminuir ao longo do processo de armazenamento. Porém, se essa morte ocorrer antes do ponto de maturidade fisiológica, a clorofila estará distribuída por toda a semente e não será degradada, mesmo no processo de armazenamento (Wiebold 2009).

A soja esverdeada é inviável para o uso como semente e, mesmo que seus grãos sejam destinados para o processamento industrial para obtenção de seus subprodutos, permanece após o processamento, necessitando de tratamentos adicionais para a sua retirada, aumentando o custo do processo (Sobrinho 2019).

Embora o mecanismo de degradação da clorofila já tenha sido estabelecido, não se tem conhecimento de como as condições externas/ambientais podem influenciar a degradação da clorofila em sementes de soja. Acredita-se que a atividade da enzima clorofilase e magnésio-quelatase, responsáveis por degradar a clorofila, pode ser diminuída ou interrompida em condições de altas temperaturas e/ou estresse hídrico, ocasionando a retenção da clorofila e conseqüentemente resultando em sementes esverdeadas (Rangel *et al.* 2011).

No que se diz respeito ao tegumento da soja, pode-se afirmar que ele é o principal modulador das relações entre as estruturas internas das sementes e o ambiente externo, tendo, como função, a resistência das sementes à deterioração (Dassou, Kueneman 1984) a exemplo da proteção ao eixo embrionário e tecido de reserva (Carvalho, Nakagawa 2000).

Trincas no tegumento de sementes de soja (rasgo) são definidas como um defeito fisiológico da semente, verificado na fase reprodutiva R6, explicado pela análise do tegumento provocada pela rápida turgidez das células da semente em função do excesso de água. O rasgo no tegumento sofre as conseqüências da deterioração por umidade, mas não é oriundo dela, podendo no início estar apenas no nível de cotilédones. Mas com períodos prolongados de armazenamento, dependendo da umidade a que as sementes estejam submetidas em campo, poderá inviabilizar as células iniciais, importantes para a protusão de radícula, bem como as estrias, que formam rachaduras menores nos tegumentos, produzidas por excesso de expansão e retração dos cotilédones, quando em presença de chuvas próximas às colheitas. Os enrugamentos sobre cotilédones ou eixo embrionário, os quais, dependendo da profundidade do sulco formado, vão carrear reduções de vigor e viabilidade ou germinação (Zorato 2017).

2.5 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes é essencial para o desenvolvimento inicial da soja, pois as sementes são o principal meio de disseminação de microrganismos, que podem causar danos às lavouras (Henning 2005). Por isso, é importante utilizar sementes certificadas, originárias de campos de sementes produzidas legalmente e com controle rigoroso de doenças (Juhász *et al.* 2013).

A aplicação de fungicidas, inseticidas, inoculantes, micronutrientes e agentes biológicos melhora o desempenho das sementes e possibilita a expressão máxima do potencial genético das culturas (Menten *et al.* 2010). A técnica de recobrimento de sementes, que envolve o uso de micronutrientes, como cobalto e molibdênio, tem mostrado benefícios, como a maior sobrevivência das plântulas e o aumento na produtividade (Bays *et al.* 2007). Micronutrientes também favorecem a germinação e o vigor das sementes, pois atuam como ativadores de enzimas e componentes estruturais essenciais para o desenvolvimento inicial das plantas (Ohse *et al.* 2014).

A distribuição eficiente de nutrientes, especialmente no tratamento de sementes, garante melhor aproveitamento pela planta, com baixo custo e alta uniformidade (Dias & Cícero 2016). Além disso, o tratamento biológico das sementes, com a aplicação localizada de fertilizantes, favorece o crescimento rápido e vigoroso das plântulas, melhorando a absorção de nutrientes e protegendo contra doenças (Sampaio & Sampaio 2009). A prática de recobrimento também se mostrou mais eficiente na oferta precoce de nutrientes, resultando em um estande de plantas mais uniforme e em maior produtividade (Bays *et al.* 2007).

A qualidade das sementes é um fator determinante para o sucesso da lavoura, refletindo diretamente no desempenho das plantas. Além de sua formação no campo, a qualidade da semente é influenciada pelo manejo pós-colheita, incluindo secagem, beneficiamento e armazenamento (Carvalho *et al.* 2006). O tratamento industrial de sementes (TSI) oferece proteção contra pragas e microrganismos, sendo uma solução eficaz para garantir a uniformidade e o rendimento das lavouras (Hampton & Coolbear 1990). A escolha adequada do lote de sementes para tratamento leva em conta não só a qualidade, mas também os danos que possam afetar o vigor das sementes (Carvalho *et al.* 2022).

Estudos demonstram que o uso de fertilizantes e defensivos no tratamento de sementes pode melhorar a germinação, a resistência a patógenos e o desempenho das

plântulas em diversas culturas, como milho, feijão, trigo e arroz (Ribeiro 1993, Marcos Filho 2018, Lima *et al.* 2017). A aplicação de micronutrientes como zinco e manganês também melhora a germinação e a resistência das plantas a estresses ambientais (Oliveira *et al.* 2011). Esses avanços confirmam a importância do tratamento de sementes para aumentar a qualidade e o desempenho das culturas agrícolas.

2.6 Armazenamento de sementes

No armazenamento, a qualidade das sementes não pode ser melhorada, porém em ambiente com temperatura e umidade relativa controlados é possível manter a qualidade fisiológica da semente, preservando a viabilidade e mantendo seu vigor até a futura semeadura (Azevedo *et al.* 2003, Ludwig *et al.* 2011, Baudet & Villela 2019).

Neste sentido, para reduzir ao mínimo a deterioração, é necessário que, após a colheita, as sementes sejam armazenadas adequadamente, podendo assim controlar este processo, visto que a deterioração não pode ser evitada, como afirmam Villela & Peres 2004. Na literatura científica, diversos estudos evidenciam a rápida redução de vigor e viabilidade de sementes de soja durante o armazenamento, especialmente em condições ambientais não controladas. Marcos Filho 2005 destaca que o armazenamento inadequado, com variações de temperatura e umidade, pode comprometer a qualidade das sementes. Ferrari *et al.* 2008 também abordam como essas condições resultam em perdas significativas de viabilidade e vigor. Chaves *et al.* 2011 complementam essa ideia, observando que o armazenamento prolongado em ambientes não controlados acelera a degradação das sementes. Oliveira *et al.* 2014 acrescentam que as variações de umidade e temperatura intensificam a perda de vigor; e Groot *et al.* 2018 confirmam que a falta de controle adequado nas condições de armazenamento leva a um desempenho inferior da cultura no campo.

Portanto, é recomendável para melhor conservação de sementes de soja o uso de temperatura do ar inferior a 18°C e umidade relativa entre 50% e 60% (Zuchi 2018). Mantendo baixo o teor de água e a temperatura da semente, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados (Berbert *et al.* 2008).

A qualidade no armazenamento também pode ser afetada pelo genótipo, podendo apresentar diferenças de preservação da qualidade entre cultivares de soja e pela composição química da semente, visto que em oleaginosas a deterioração é mais intensa do que nas amiláceas (Marcos Filho 2015, Rodrigues 2020). O armazenamento da

semente se inicia na maturidade fisiológica pouco antes da colheita e termina depois que estão prontas para serem semeadas.

3.MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Uniggel, localizado em Chapadão do Céu – GO, durante os meses de junho a novembro de 2024.

Sementes de soja da cultivar DM73I75 IPRO produzidas na safra 2023/2024 foram utilizadas para o estudo, no qual primeiramente realizou-se uma pesquisa de lotes que continham danos em sementes, em dois níveis de vigor. Adotaram-se níveis de vigor classificados como mais alto vigor (93%) e médio (88%), ranqueado através do teste de Envelhecimento Acelerado de 72 horas. Para determinar os níveis de danos, verificou-se a presença de danos em nível fisiológico - semente esverdeada e dano por percevejo - e físico - dano mecânico e rasgo no tegumento. Os níveis de dano foram adotados de acordo com o que fosse encontrado na mesma proporção para os dois vigores; e quando presentes num determinado tipo, os demais danos deveriam estar em baixa porcentagem. Desta forma, as porcentagens médias encontradas foram 47% de rasgo no tegumento (RT), 17% de dano de percevejo (DP), 7% de semente esverdeada (SE) e 17% de dano mecânico imediato (DM).

Coletou-se um quilo (kg) de semente de soja para cada tratamento, as quais foram submetidas ao tratamento químico, utilizando-se uma mini máquina com capacidade de 5 kg, de marca MOMESSO®. Para tal, o processo do tratamento foi realizado na seguinte ordem: inseticida, fungicida, nematicida e micronutrientes, utilizando as dosagens conforme a recomendação de cada produto e homogeneizando por 30 segundos, até o recobrimento completo das sementes. As sementes foram tratadas com os seguintes produtos: Cruiser 200 ml (inseticida) + Maxim XL 100 ml (fungicida) + Spectro 34 ml (fungicida) + Fortenza 60 ml (inseticida) + Avicta 100 ml (nematicida) / 100 kg de sementes (Fortenza Elite ®) + Cobalto 6 g, Molibdênio 120,6 g, Níquel 12 g / L (Kelmax ® - micronutriente). Na testemunha, utilizou-se somente Maxim XL 100 ml/100 kg de sementes (fungicida).

Após o tratamento químico, as sementes foram acondicionadas em caixas de papel de 1 kg, e armazenadas em uma sala climatizada, com ambiente controlado de temperatura (<20°C) e umidade relativa do ar (<60%) (Figura 1).

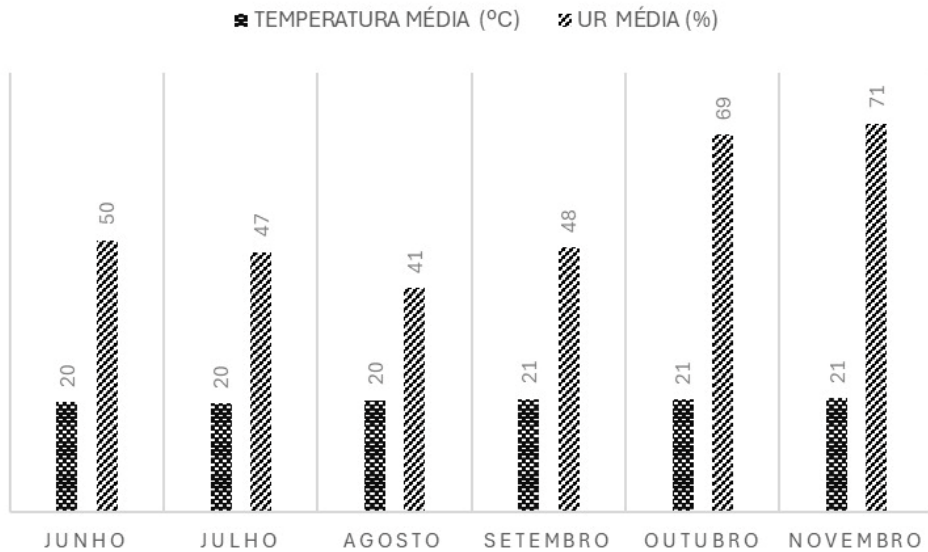


FIGURA 1. Temperatura média e umidade relativa do ar durante o armazenamento das sementes. Chapadão do Céu-GO, 2024.

As sementes tratadas ficaram armazenadas por 0, 60 120 dias. No início do armazenamento, o teor de água das sementes inicialmente estava em torno de 12% e, no final, perto de 10%.

As variáveis analisadas foram:

Emergência em areia avaliadas aos 9, 11 e 13 dias após semeadura – DAS: foi realizada em canteiros de areia suspenso, com quatro repetições de 100 sementes, distribuídas de maneira equidistantes com tabuleiro plantador de 100 furos (35 cm x 35 cm), numa profundidade de semeadura 3 cm. A contagem das plântulas emergidas foi realizada aos 9, 11 e 13 dias após a semeadura, computando-se porcentagem de plântulas emergidas. Na última avaliação (13 DAS), classificou-se em porcentagem o desempenho das plântulas normais como fracas e fortes, bem como o nível de anormalidade (Krzyzanowski *et al.* 2020).

Emergência em solo: realizada em canteiro de solo, com distribuição em linha de quatro repetições de 100 sementes, sob canaletas ou sulcos de semeadura de 3 cm de profundidade. Computou-se em porcentagem o número de plântulas normais emergidas, aos 10 DAS (Krzyzanowski *et al.* 2020).

Teste de germinação com vermiculita e classificação de plântulas normais fracas, intermediárias e fortes: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em rolos de papel, com água igual a 3x o peso do papel seco. Uma camada fina e uniforme de vermiculita umedecida (100 ml/rolo) foi distribuída sobre duas folhas

de papel. Na sequência 50 sementes foram colocadas em cada rolo, distribuídas com auxílio de um contador de semente. Cobriram-se as sementes com outra folha de papel umedecido, fechando-se os rolos, conforme a metodologia da RAS 2025. Após a confecção dos rolos, estes foram depositados em caixas plásticas com tampa e mantidos em sala de germinação, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$. As contagens foram realizadas no quinto dia após a instalação do teste e os resultados, expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas (Brasil 2025). Concomitante ao teste de germinação, as plântulas normais foram classificadas em porcentagem de plântulas fracas ($< 7\text{cm}$), intermediárias (8-14 cm) e fortes ($>15\text{ cm}$).

Comprimento de parte aérea, radicular e total (CPA, CR e CT): conduzido similarmente com o teste de germinação com vermiculita, sendo avaliado no quinto dia após a montagem do teste, com quatro repetições de 10 plântulas para cada tratamento, das quais foram escolhidas aleatoriamente, a partir da semeadura de 20 sementes por repetição no terço superior da folha de papel Germitest®. A avaliação foi realizada com uma régua e os resultados, expressos em cm/planta^{-1} (Krzyzanowski *et al.* 2020).

Massa de parte aérea, radicular e total (MSPA, MSR e MST): a determinação foi mensurada a partir do teste de comprimento; as plântulas foram separadas em raiz e parte aérea e acondicionadas em sacos de papel, permanecendo em estufa de ventilação de ar forçado, regulada à temperatura de 70°C por 72h. A massa seca total foi obtida pelo somatório da massa seca da raiz e a massa da parte aérea. A avaliação foi realizada em uma balança de precisão semianalítica com 3 casas 0,001g sendo os resultados expressos em gr/planta^{-1} (Krzyzanowski *et al.* 2020).

O delineamento experimental utilizado para as análises foram inteiramente casualizados, com quatro repetições. Para cada nível de vigor, foi utilizada uma análise fatorial $3 \times 2 \times 4$ (tempo de armazenamento, tratamento e danos nas sementes). As médias obtidas foram submetidas à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análises estatísticas, foi utilizado o programa SISVAR (Ferreira 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados a seguir os resultados obtidos com sementes de alto e médio vigor, permitindo a comparação dos efeitos do tratamento, danos nas sementes e do armazenamento sobre a qualidade inicial das sementes. A análise de variância (ANOVA) correspondente encontra-se disponibilizada nos Apêndices do trabalho, possibilitando a verificação estatística das diferenças observadas entre os tratamentos dentro das variáveis.

As sementes avaliadas apresentavam alta qualidade fisiológica inicial, com vigor de 93%, o que caracteriza um lote de elevado potencial para o estabelecimento do estande. Essa condição inicial reforça a sensibilidade da análise quanto aos efeitos do tratamento e do armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes ao longo do tempo, e em relação a diferentes tipos de danos encontrados nas sementes.

Aos 60 dias de armazenamento, observou-se menor emergência de plântulas, em sementes de soja sem tratamento (testemunha), tanto aos 9 quanto aos 13 dias após a semeadura. Entretanto, aos 120 dias de armazenamento, a porcentagem de plântulas emergidas foi inferior nas sementes tratadas aos 13 DAS, refletindo também em redução no percentual de plântulas classificadas como fortes (Tabela 1). Esses resultados indicam que, em sementes de alta qualidade, o tratamento aliado ao tempo de armazenamento pode influenciar o estabelecimento do estande, promovendo discreta redução no vigor.

Esses resultados sugerem que, em sementes de alta qualidade, o tratamento químico aliado ao tempo de armazenamento pode promover discreta redução no vigor, evidenciada por uma queda aproximada de 2% no desempenho. Estudos prévios corroboram esse comportamento, demonstrando que o tratamento pode auxiliar na conservação da qualidade fisiológica em períodos curtos, mas tende a acelerar a perda de vigor quando associado ao armazenamento prolongado (Menezes *et al.* 2020). Assim, mesmo que o impacto observado seja relativamente pequeno, torna-se relevante do ponto de vista agrônomo, uma vez que a redução da uniformidade e do vigor inicial pode comprometer o estabelecimento adequado do estande em campo.

Tabela 1. Emergência de plântulas em areia (%) aos nove dias após a semeadura (EMER 9 DAS), emergência final aos 13 DAS (EMER 13 DAS) e plântulas fortes (%) aos 13 DAS (PF 13 DAS), resultantes de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73175 IPRO, tratadas e armazenadas em 0, 60, 120 dias.

Tratamento na semente	EMER 9 DAS Armazenamento			EMER 13 DAS Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
COM TS	89 Ba	93 aA	92 abA	96 abA	97 aA	95 bB
TESTEMUNHA	91 abA	89 bB	92 aA	96 abA	95 bB	97 aA
Tratamento na semente	PF 13 DAS Armazenamento (dias)					
	0	60	120			
COM TS	92 abA	93 aA	91 bB			
TESTEMUNHA	93 aA	92 aA	93 aA			

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAS: Dias Após a Semeadura; TS: Tratamento nas Sementes.

Quanto aos tratamentos das sementes (TS) dentro dos danos (rasgo no tegumento, dano mecânico, dano por percevejo e semente esverdeada), verificamos um incremento de 3% de diferença, no arranque inicial plântulas, em sementes com rasgo no tegumento (Tabela 2). O tratamento das sementes pode conferir proteção às sementes de soja, reduzindo potenciais efeitos de deterioração.

Efeito significativo foi observado em sementes tratadas, quando avaliamos os danos. Semente esverdeada apresentou a menor emergência de plântulas, quando comparadas com rasgo no tegumento. Isso demonstra que sementes comprometidas fisiologicamente são menos influenciadas pelo tratamento nas sementes, na emergência das plântulas. No entanto, na ausência do tratamento, não ocorre essa diferenciação dos danos (Tabela 2).

Assim, mesmo sob tratamento químico, sementes fisiologicamente comprometidas expressam menor potencial de emergência, evidenciando que o tratamento tem efeito limitado sobre a superação de deficiências relacionadas ao vigor. Por outro lado, na ausência do tratamento, não se observou diferenciação entre os tipos de danos, sugerindo que a proteção conferida pelos produtos químicos apenas realça as diferenças fisiológicas previamente existentes. Resultados semelhantes foram descritos por França Neto *et al.* 2018, os quais destacam que sementes esverdeadas apresentam redução expressiva no vigor e na germinação, independentemente de tratamentos, devido ao acúmulo de substâncias tóxicas, como feofitina e clorofilídeos, que prejudicam a respiração mitocondrial e a integridade celular.

Tabela 2. Emergência de plântulas (%) aos nove dias após a semeadura (EMER 9 DAS), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO em função do tratamento de sementes (TS) e danos: rasgo no tegumento (RT), dano mecânico (DM), dano de percevejo (DP) e semente esverdeada (SE).

DANOS	EMER 9 DAS	
	COM TS	TESTEMUNHA
RT	93 aA	90 bA
DM	90 aAB	91 aA
DP	92 aAB	92 aA
SE	89 aB	89 aA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, DAS: Dias Após a Semeadura; TS: Tratamento nas Sementes.

Aos 11 dias após a semeadura na emergência de plântulas, a presença de percevejo e o rasgo no tegumento nas sementes são influenciados negativamente pelo tratamento nas sementes logo após a aplicação, enquanto para sementes com esverdeado não se observa essa característica (Tabela 3).

A emergência de plântulas de soja aos 11 DAS foi reduzida em 4 pontos percentuais (p.p.) nas sementes tratadas, com dano de esverdeamento, entre o tempo zero e 120 dias de armazenamento, enquanto na testemunha, o tempo não influenciou nos resultados (Tabela 3). Esses resultados sugerem que a deterioração das sementes é potencializada pelo tratamento nas sementes, em sementes esverdeadas.

França Neto *et al.* 2018 destacaram que a permanência de clorofila residual no tegumento e cotilédones reduz a viabilidade e acelera a deterioração, mesmo em condições de armazenamento controlado.

Entre os danos nas sementes dentro de cada tempo, o dano mecânico, até os 60 dias de armazenamento, tanto em semente tratada ou não (testemunha), apresentou os menores resultados de vigor, na segunda contagem aos 11 DAS (Tabela 3).

Esse efeito pode ser atribuído à ruptura de tecidos do tegumento e do embrião, que aumenta a suscetibilidade ao ataque de microrganismos e intensifica processos oxidativos, comprometendo a germinação (Oliveira *et al.* 2014). Assim, os resultados confirmam que tanto os danos fisiológicos (esverdeamento) quanto os físicos (mecânicos) apresentam impacto direto sobre a emergência de plântulas, embora respondam de forma distinta à interação entre tratamento e tempo de armazenamento.

Tabela 3. Resultados de emergência de plântulas (%) aos 11 DAS (EMER 11 DAS), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO com diferentes níveis de danos, tratadas ou não e armazenadas em diferentes tempos, 0, 60 e 120 dias.

DANOS	EMER 11 DAS					
	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	94 aXB	97 aXAB	96 aXA	94 aXB	95 aXAB	96 aXA
DM	95 aXAB	94 aXB	94 aXA	94 abXB	93 bXB	96 aXA
DP	94 bYB	98 aXA	96 abXA	98 aXA	95 bYAB	98 aXA
SE	98 aXA	97 aXAB	94 bYA	96 aXAB	96 aXA	97 aXA

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo) não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, DAS: Dias Após a Semeadura, TS: Tratamento nas Sementes.

Observou-se maior percentual de plântulas fracas em sementes de soja com dano por esverdeamento, quando comparadas àquelas com dano provocado por percevejo (Tabela 4). Esse resultado sugere que o esverdeamento pode estar associado a falhas metabólicas mais acentuadas, comprometendo a qualidade fisiológica e a capacidade de estabelecimento das plântulas.

De acordo com França Neto *et al.* 2018, sementes que apresentam níveis de danos inferiores a 4% são sementes aceitáveis, isto é, são consideradas sem problemas sérios; sementes com 5% a 8% de danos são consideradas sementes com problemas sérios; e aquelas com porcentagem acima de 8% de danos presentes são consideradas sementes com problemas muito sérios.

Tabela 4. Plântulas fracas (%) na emergência aos 13 DAS (PF – EMER 13 DAS), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, em função dos danos: semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP) nas sementes.

DANOS	PF - EMER 13 DAS
RT	4 ab
DM	4 ab
DP	3 b
SE	5 a

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAS: Dias Após a Semeadura.

Esses resultados demonstram que o tratamento nas sementes, realizado em sementes de alta qualidade, influenciam positivamente o desenvolvimento inicial por meio da emergência, até os 60 dias de armazenamento, não sendo recomendado o armazenamento por mais tempo. Para semente sem tratamento identificada como testemunha, essa se mantém com qualidade até o final (120 dias). Sementes esverdeadas

apresentam maior número de plântulas fracas, com menor emergência e são potencializadas pelo tratamento nas sementes para a queda da qualidade.

A emergência de plântulas de soja em solo, das sementes com dano de rasgo no tegumento, não tratadas (testemunha) foi 3 p.p. maior aos 120 dias de armazenamento, em relação às sementes com este dano e tratadas (Tabela 5). Neste mesmo sentido, a emergência de plântulas de soja em solo, das sementes com dano por percevejo, não tratadas (testemunha), foi 4 p.p. maior, avaliadas no tempo zero e 60 dias de armazenamento, em relação às sementes com este dano e tratadas. Esses resultados sugerem que o tratamento químico associado a micronutrientes, quando na presença de percevejo e/ou rasgo no tegumento nas sementes, influenciam negativamente o estande final (pelo teste de emergência em solo); o percevejo influencia mais no início do armazenamento e o rasgo no tegumento, no final.

Observa-se ainda que o impacto do dano por percevejo é mais evidente nas avaliações iniciais de armazenamento, enquanto o rasgo no tegumento se torna mais limitante no período prolongado. Esse comportamento pode estar relacionado à ação de microrganismos oportunistas em áreas lesionadas, à intensificação da oxidação lipídica e ao estresse metabólico induzido pelo tratamento químico em tecidos já fragilizados, conforme relatado por França Neto *et al.* 2018. Assim, a interação entre tipo de dano e tratamento reforça a importância de considerar o estado fisiológico inicial do lote no momento do armazenamento, visto que sementes comprometidas podem responder negativamente à aplicação de produtos químicos.

Tabela 5. Resultados de emergência de plântulas em solo, de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, com diferentes níveis de danos, tratadas ou não (testemunha) e armazenadas em diferentes tempos, 0, 60 e 120 dias.

DANOS	EMERGÊNCIA EM SOLO (%)					
	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	97 aXA	97 aXA	95 aYA	96 abXA	95 bXA	98 aXA
DM	93 aXA	95 aXA	95 aXA	92 aXB	92 aYB	94 aXA
DP	94 aYA	94 aYA	97 aXA	98 aXA	98 aXA	94 aXA
SE	97 aXA	98 aXA	97 aXA	94 aXAB	96 aXAB	95 aXA

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes, e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, TS: Tratamento nas Sementes.

Verificamos ainda que ocorre influência dos danos dentro dos tempos, tanto no tempo zero como no de 60 dias de armazenamento, sendo que os menores valores para emergência em solo foram encontrados para sementes com dano mecânico, quando

comparadas com rasgo no tegumento e dano por percevejo, porém, sem diferir significativamente de semente esverdeada (Tabela 5).

Esses resultados reforçam que o dano mecânico exerce impacto expressivo sobre a qualidade fisiológica, uma vez que afeta diretamente a integridade do embrião e do tegumento, reduzindo a capacidade de germinação e a emergência em campo. Estudos anteriores já evidenciaram que sementes com fissuras, quebras ou esmagamento do tegumento tornam-se mais suscetíveis à penetração de patógenos e intensificação de processos oxidativos, o que acelera a perda de vigor e a deterioração (Marcos Filho 2015).

Nesse contexto, embora danos fisiológicos, como o esverdeamento também comprometam a qualidade, os efeitos do dano mecânico parecem ser mais imediatos e pronunciados sobre o estabelecimento inicial das plântulas.

Para germinação de sementes, observamos que o tratamento nas sementes influenciou negativamente os resultados em alguns tipos de danos. No primeiro período de armazenamento, sementes com dano mecânico e semente esverdeada apresentaram as menores porcentagens de germinação e maiores índices de anormalidade de plântulas. Isso também foi observado no final do armazenamento para dano mecânico, tanto dentro dos tempos, quanto entre os tratamentos nas sementes (Tabela 6).

Plântulas normais tiveram um aumento significativo a partir dos 60 dias após o armazenamento para sementes da testemunha, vistos para sementes que apresentavam os seguintes danos: rasgo no tegumento, dano mecânico e dano de percevejo (Tabela 6).

O tratamento químico com mais micronutrientes nas sementes apresentou, para a variável plântulas intermediárias, uma menor porcentagem aos 60 dias de armazenamento para dano mecânico e percevejo, e, aos 120 dias, para esses mesmos danos, mais rasgo no tegumento, quando comparadas com a testemunha (Tabela 6).

Em síntese, o percentual de plântulas normais no teste de germinação é maior nas sementes com dano mecânico não tratadas nos tempos zero e 120 dias de armazenamento, em relação às sementes com este dano e tratadas, demonstrando assim o efeito negativo do DM quando as sementes são submetidas ao TS. Plântulas intermediárias são aquelas que apresentam todos os órgãos essenciais (raiz primária, parte aérea, cotilédones), mas com crescimento reduzido. Nesse contexto, o percentual de plântulas intermediárias é maior nas sementes não tratadas (testemunha) aos 120 dias de armazenamento, com exceção das sementes com dano de esverdeamento, refletindo um potencial efeito promotor de crescimento pelo produto do tratamento de sementes, no desenvolvimento de plântulas avaliadas pelo teste de germinação.

Tabela 6. Porcentagem (%) de plântulas normais no teste de germinação (PN), intermediárias (PN I) e plântulas anormais (PA), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, com diferentes níveis de danos fisiológicos, tratadas ou não (testemunha) e armazenadas em diferentes períodos de 0, 60, 120 dias.

GERMINAÇÃO – (PN)						
DANOS	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	97 aXA	98 aXA	97 aXA	96 aXA	95 aXAB	97 aXA
DM	89 bYB	94 aXA	92 abYA	95 abXA	91 bXB	96 aXA
DP	97 aXA	95 aXA	94 aXA	97 aXA	97 aXA	95 aXA
SE	91 bYB	93 abXA	97 aXA	96 aXA	95 aXAB	96aXA

GERMINAÇÃO - (PN I)						
DANOS	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	8 abXA	11 aXA	4 bYA	4 bXA	14 aXA	12 aXAB
DM	7 aXA	9 aYA	6 aYA	10 bXA	17 aXA	15 abXA
DP	6 aXA	8 aYA	4 aYA	7 bXA	17 aXA	9 bXAB
SE	7 aXA	10 aXA	9 aXA	10 aXA	12 aXA	7 aXB

PA						
DANOS	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	3 aXB	2 aXA	3 aXA	4 aXA	4 aXB	3 aXA
DM	11 aXA	5 bYA	7 abXA	5 bYA	10 aXA	4 bYA
DP	3 aXB	5 aXA	5 aXA	3 aXA	3 aXB	4 aXA
SE	8 aXA	4 bXA	3 bXA	3 aYA	5 aXB	4aXA

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes, e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, TS: Tratamento nas Sementes.

O efeito promotor de crescimento do produto no tratamento das sementes é confirmado pelo maior percentual de plântulas fortes na germinação das sementes tratadas aos 60 e 120 dias de armazenamento (Tabela 7).

Tabela 7. Plântulas normais fortes (PN F) do teste de germinação (%), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, em função do tempo de armazenamento e tratamento de sementes.

Tratamento na semente	GERMINAÇÃO – (PN F)		
	0	60	120
COM TS	84 bB	85 bA	89 aA
TESTEMUNHA	85 aA	77 bB	83 aB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O desenvolvimento das plântulas, avaliado pelo comprimento total e da parte aérea foi significativamente influenciado pelo tratamento aplicado às sementes ao longo do armazenamento (Tabela 8). Observou-se que, no tempo zero, sementes resultantes da testemunha originaram plântulas com maior comprimento; entretanto, após 120 dias de

armazenamento, o comportamento foi inverso, com as sementes tratadas, apresentando maior crescimento. De forma geral, o comprimento de plântulas aumentou ao longo do período de armazenamento, embora, em sementes tratadas e avaliadas imediatamente após a aplicação, tenha havido indícios de fitotoxidez, possivelmente decorrente da elevada concentração dos princípios ativos, que pode restringir temporariamente o alongamento da raiz primária e da parte aérea.

Tabela 8. Comprimento total de plântulas (CTP) e de parte aérea (CPA) (cm/pl), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73175 IPRO, em função do tempo de armazenamento e tratamento de sementes.

Tratamento na semente	CTP			CPA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
COM TS	27,3 cB	32,4 bA	34,5 aA	7,1 cB	9,3 bA	10,9 aA
TESTEMUNHA	30,1 bA	32,5 aA	32,3 aB	8,7 bA	9,2 bA	10,2 aB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com o avanço do armazenamento, contudo, esse efeito inicial foi superado e o tratamento passou a exercer papel protetor, reduzindo a deterioração fisiológica e preservando a integridade celular. Dessa forma, aos 120 dias, as sementes tratadas apresentaram maior capacidade de mobilização de reservas e originaram plântulas mais vigorosas, ao passo que as não tratadas (testemunha) já demonstravam sinais mais acentuados de perda de vigor. Resultados semelhantes foram relatados por Dan *et al.* 2010, os quais destacam que os efeitos do tratamento de sementes são dinâmicos e dependem do tempo de armazenamento, podendo inicialmente causar estresse fitotóxico, mas, em períodos mais longos, podendo atuar na preservação da qualidade fisiológica.

O dano por percevejo resultou em um maior efeito negativo do tratamento de sementes recém-tratadas sobre o comprimento da raiz, evidenciando que a aplicação dos produtos pode atenuar, em curto prazo, os impactos fisiológicos imediatos desse tipo de injúria (Tabela 9). Em contraste, sementes com dano por esverdeamento apresentaram resposta positiva ao tratamento, tanto no início quanto no final do armazenamento, sugerindo que a proteção conferida pelos produtos é consistente ao longo do tempo, reduzindo os efeitos negativos associados à imaturidade fisiológica e à presença de clorofila residual. De maneira semelhante, sementes com dano mecânico demonstraram benefício do tratamento apenas no último período avaliado, indicando que a ação protetora se manifesta de forma tardia.

Esses resultados reforçam que a interação entre o tipo de dano e o tempo de armazenamento é determinante para o desempenho do sistema radicular, corroborando observações de Marcos Filho 2015, o qual destaca que a resposta das sementes danificadas ao tratamento químico não é uniforme, variando conforme a natureza do dano e a progressão da deterioração durante o armazenamento.

Tabela 9. Comprimento de raiz de plântulas (CR) (cm/pl), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, obtidos com diferentes níveis de danos fisiológicos, tratadas ou não (testemunha) e armazenadas em diferentes períodos 0, 60, 120 dias.

DANOS	CR					
	COM TS			TESTEMUHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	19,8 bXA	22,0 aXA	23,5 aXA	21,5 aXAB	22,9 aXA	23,1 aXA
DM	20,2 bXA	23,1 aXA	24,1 aXA	22,0 bXA	24,8 aXA	21,0 bYA
DP	19,5 bYA	23,5 aXA	23,5 aXA	22,6 aXA	22,5 aXA	23,1 aXA
SE	21,1 bXA	23,6 aXA	23,1 abXA	19,3 bYB	22,9 aXA	21,2 abYA

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes, e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, TS: Tratamento nas Sementes.

A massa de matéria seca de parte aérea, raiz e total são favorecidas pelos produtos no tratamento das sementes (Tabela 10 e 11). Acréscimos mais acentuados no teor de massa seca na raiz são observados a partir dos 60 dias após o armazenamento e, em semente esverdeada, já se observa isso no primeiro momento (Tabela 11). Entretanto, o maior acúmulo para parte aérea e total se dá logo após o tratamento (tempo zero), diferindo significativamente dos tempos de 60 e 120 dias (Tabela 10).

Esses resultados demonstram que o acúmulo de massa seca, favorecido pelo produto no início do armazenamento, se dá em parte aérea e, posteriormente, ocorre na raiz.

Quando analisamos a testemunha, o tempo de armazenamento afeta o teor de massa seca, sendo observada uma redução de 6,5% no acúmulo de matéria seca em parte aérea, no final do período (Tabela 10).

Em síntese, ocorre a redução da massa de matéria seca da plântula (total e parte aérea), entre zero e 120 dias de armazenamento, independentemente do tratamento (Tabela 10). Contudo, em zero e 120 dias de armazenamento, essas massas de matéria seca são maiores nas sementes tratadas.

Tabela 10. Massa seca total de plântulas (MS T) e de parte aérea (MS PA) (g/pl), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73175 IPRO, em função do tempo de armazenamento e tratamento de sementes 0,60, 120 dias.

Tratamento na semente	MS T			MS PA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
COM TS	0,158 aA	0,150 bA	0,151 bA	0,145 aA	0,133 bB	0,134 bA
TESTEMUNHA	0,153 aB	0,152 aA	0,144 bB	0,139 aB	0,138 aA	0,130 bB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TS: TS: Tratamento nas Sementes.

A avaliação da taxa de transferência de matéria seca da semente para a plântula constitui um parâmetro sensível e eficiente para estimar o vigor, uma vez que está diretamente relacionada à capacidade de mobilização e utilização das reservas de armazenamento durante a germinação. O declínio natural desse processo ao longo do armazenamento decorre da deterioração fisiológica, caracterizada pela redução da integridade de membranas, alterações no metabolismo respiratório e menor eficiência enzimática, que limitam o transporte de assimilados para os tecidos em crescimento.

No entanto, observou-se que o tratamento de sementes atenua esse efeito, promovendo maior crescimento ou reduzindo a perda de matéria seca, possivelmente em função da ação protetora dos defensivos que retardam a deterioração e preservam a atividade metabólica. Esse resultado reforça a importância dos parâmetros que complementam os testes tradicionais de germinação e vigor, permitindo identificar diferenças sutis entre tratamentos e períodos de armazenamento e, conseqüentemente, selecionar lotes com maior potencial de estabelecimento em condições de campo, conforme já destacado em estudos recentes sobre sementes de soja (Oliveira *et al.* 2023).

Um maior acúmulo de massa de matéria seca de raiz nas plântulas de soja ocorre em sementes tratadas aos 60 e 120 dias de armazenamento, com exceção das sementes recém-armazenadas (zero dias), em que a massa é maior nas plântulas das sementes não tratadas. Isso indica que o tratamento favorece a formação de um sistema radicular mais robusto, o que aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes, refletindo o melhor estabelecimento inicial no campo. No entanto, danos de ordem fisiológica (DP e SE) resultam em massa de matéria seca de raiz menor em relação a danos de ordem física nas sementes de soja (RT e DM) (Tabela 11).

Tabela 11. Massa seca de raiz (MS R) (g/pl), de sementes de soja de alto vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, obtidos a partir de diferentes níveis de danos fisiológicos, tratadas ou não (testemunha) e armazenadas em diferentes períodos 0,60, 120 dias.

DANOS	MS R					
	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
RT	0,0136 cXA	0,0199 aXA	0,0178 bXAB	0,0148 aXA	0,0146 aYAB	0,0151 aYA
DM	0,0128 bYA	0,0183 aXA	0,0194 aXA	0,0148 aXA	0,0150 aYA	0,0147 aYAB
DP	0,0130 bXA	0,0162 aXB	0,0165 aXB	0,0116 aXB	0,0129 aYB	0,0129 aYB
SE	0,0135 bXA	0,0157 aXB	0,0164 aXB	0,0119 bYB	0,0148 aXAB	0,0137 aYAB

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes, e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, TS: Tratamento nas Sementes.

Alguns autores relatam que a presença de danos mecânicos em sementes de soja influencia negativamente a germinação, vigor e sanidade das sementes (Paraginski *et al.* 2017, França Neto & Henning 1984, Costa 2001). Neste trabalho, todavia, verificamos que a presença de danos fisiológicos influencia possivelmente a composição estrutural de reservas e conseqüentemente a transferência de matéria seca para as plântulas.

Em sementes de soja de médio vigor (88%), observamos que o dano por rasgo no tegumento apresenta uma emergência de plântulas aos 9 DAS superior, quando se compara aos demais tipos de dano avaliados (Tabela 12). Esse resultado sugere que, apesar da lesão física no tegumento, o potencial fisiológico não foi severamente comprometido, permitindo maior expressão do vigor no início do processo de estabelecimento. Segundo Marcos Filho 2015, pequenas fissuras no tegumento podem não reduzir drasticamente a germinação quando a integridade do embrião é preservada, embora possam, a longo prazo, aumentar a suscetibilidade à deterioração durante o armazenamento. Assim, a superioridade inicial observada nas sementes com rasgo no tegumento deve ser interpretada com cautela, visto que a resposta pode ser dependente tanto das condições ambientais quanto da interação com o tempo de armazenamento.

Tabela 12. Emergência de plântulas (%) aos 9 dias após a semeadura (EMER DAS), de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, em função de danos fisiológicos.

DANOS	EMER 9 DAS
DM	87 b
DP	88 b
RT	91 a
SE	88 b

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, DAS: Dias Após a Semeadura.

Aos 11 DAS, a emergência de plântulas foi menor em sementes de soja tratadas e com dano mecânico, em comparação às não tratadas (testemunha) (Tabela 13).

Comportamento semelhante foi observado em sementes com dano de esverdeamento na testemunha (sem tratamento) e naquelas com dano por percevejo aos 120 dias de armazenamento (Tabela 14). Esses resultados indicam que o tratamento aplicado em sementes com dano mecânico pode potencializar os efeitos negativos da lesão física, resultando em menor emergência. Segundo Marcos Filho 2015, a qualidade fisiológica das sementes é fortemente condicionada pela integridade dos tecidos e pela intensidade dos danos, sendo que injúrias mecânicas, fisiológicas e entomológicas aceleram os processos de deterioração e reduzem o vigor, especialmente quando associadas ao armazenamento e ao tratamento químico.

Tabela 13. Emergência de plântulas (%) aos 11 DAS (EMER 11 DAS), de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, em função do tratamento nas sementes (TS) e danos fisiológicos.

DANOS	EMER 11 DAS	
	TS	
	COM TS	TESTEMUNHA
DM	92 bC	95 aA
DP	95 aA	93 aAB
RT	95 aA	94 aAB
SE	93 aBC	93 aB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, DAS: Dias Após a Semeadura, TS: Tratamento nas Sementes.

Diferenças significativas foram constatadas ao final do armazenamento para o dano por percevejo no teste de emergência de plântulas aos 11 DAS, quando comparados os diferentes tempos avaliados (Tabela 14). A partir de 60 dias de armazenamento, a influência dos danos tornou-se mais evidente sobre a emergência, reforçando o impacto do tipo de injúria na qualidade fisiológica das sementes. O rasgo no tegumento apresentou as maiores porcentagens de plântulas emergidas (96% e 95%), diferindo significativamente das sementes esverdeadas aos 60 dias (92%) e daquelas com dano por percevejo aos 120 dias (92%), respectivamente (Tabela 14).

Resultados semelhantes foram relatados por estudos que apontam a redução progressiva da emergência de plântulas em sementes de soja com elevados níveis de dano por percevejo durante o armazenamento, devido tanto à perda de reservas quanto à ação de toxinas injetadas durante a alimentação do inseto, as quais comprometem o vigor e aceleram a deterioração fisiológica (Silva *et al.* 2021).

Tabela 14. Emergência de plântulas (%) aos 11 DAS (EMER 11 DAS), de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, em função do tempo de armazenamento das sementes 0, 60, 120 dias e danos fisiológicos.

DANOS	EMER 11 DAS		
	Armazenamento		
	0	60	120
DM	94 aA	93 aAB	94 aAB
DP	96 aA	95 aAB	92 bB
RT	94 aA	96 aA	95 aA
SE	94 aA	92 aB	92 aAB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, DAS: Dias Após a Semeadura.

A emergência total das plântulas e plântulas fortes avaliadas aos 13 DAS, foi cerca de 4 p.p. inferior em sementes de soja com dano mecânico tratadas, em uma comparação com a testemunha, resultando em maior ocorrência de plântulas anormais, evidenciando que o tratamento pode não compensar a perda de vigor (Tabela 15). Nesse contexto, os danos mecânicos, frequentemente ocasionados durante as operações de colheita, beneficiamento e também durante o tratamento industrial, comprometem diretamente o poder germinativo e o vigor das sementes de soja, impactando negativamente o estabelecimento das plântulas e o desempenho da cultura (Ferreira *et al.* 2024).

Tabela 15. Emergência de plântulas (EMER 13 DAS) classificadas como total, e subdivididas em fortes e anormais (%) aos 13 DAS, de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, tratadas com químicos e micronutrientes (TS) ou não (testemunha).

DANOS	EMER 13 DAS					
	TOTAL		FORTES		ANORMAIS	
	TS					
	COM TS	TESTEMUNHA	COM TS	TESTEMUNHA	COM TS	TESTEMUNHA
DM	92 bBC	96 aA	88 bA	92 aA	4 aB	2 bC
DP	94 aAB	94 aAB	90 aA	89 aB	3 aB	4 aC
RT	95 aA	95 aA	91 aA	91 aAB	3 aB	3 aBC
SE	92 aC	92 aB	88 aA	88 aB	7 aA	7 aA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. RT: Rasgo no Tegumento, DM: Dano Mecânico, DP: Dano de Percevejo, SE: Semente Esverdeada, DAS: Dias Após a Semeadura, TS: Tratamento nas Sementes.

Sementes de soja tratadas após 120 dias de armazenamento apresentaram na emergência de plântulas classificadas fortes, uma redução de 3 p.p. em comparação com a testemunha, resultando em maior proporção de plântulas anormais (Tabela 16). Esses achados indicam que o tratamento químico associado a micronutrientes aplicado às sementes, pode comprometer sua qualidade fisiológica. Isso está em concordância com estudos que demonstraram que o armazenamento acentua os efeitos negativos do tratamento químico, como fungicidas e inseticidas, levando a reduções significativas no

vigor, na porcentagem e velocidade de emergência, além de piora nos resultados de testes como a condutividade elétrica (Gastl Filho 2022).

Tabela 16. Emergência de plântulas (EMER 13 DAS) classificadas como fortes e anormais (%), avaliadas aos 13 DAS, resultantes de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, tratadas e armazenadas 0,60, 120 dias.

Tratamento nas sementes	EMER 13 DAS - FORTES			EMER 13 DAS - ANORMAIS		
	Armazenamento					
	0	60	120	0	60	120
COM TS	91 aA	90 abA	88 bB	3 bA	5 aA	6 aA
TESTEMUNHA	91 aA	89 aA	91 aA	3 bA	5 aA	3 bB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAS: Dias Após a Semeadura, TS: Tratamento nas Sementes.

Outros estudos reafirmam que tratamentos químicos podem reduzir o potencial fisiológico das sementes no decorrer do armazenamento (Lemes *et al.* 2019). Dessa forma, os resultados sugerem que o tratamento nas sementes, especialmente quando associado a longos períodos de armazenamento, pode comprometer o vigor e a qualidade fisiológica das sementes de soja, prejudicando o estabelecimento adequado das plântulas.

A germinação de plântulas normais total foi menor nas sementes de soja tratadas em comparação com a testemunha no primeiro período de armazenamento e também foi influenciada negativamente nesse período de avaliação, quando comparada com 60 e 120 dias de armazenamento (Tabela 17). Comportamento similar foi observado na classificação de plântulas, durante o teste de germinação. Uma redução de 10 p.p em plântulas fortes foi relatada entre os períodos de zero a 120 dias de armazenamento em sementes com tratamento. Em contrapartida, plântulas normais classificadas como intermediárias foram maiores na testemunha quando comparadas com sementes tratadas, no início e no final do armazenamento (Tabela 17).

Isso pode ser um indicativo de que o tratamento utilizado nas sementes de soja pode prejudicar a germinação logo após a sua aplicação. Contudo, durante o armazenamento perde-se este efeito fitotóxico e o tratamento passa a gerar promoção de crescimento das plântulas e conseqüente maior vigor destas.

Tabela 17. Germinação de plântulas (%), classificadas como normais totais (N T), normais fortes (N F) e normais intermediárias (N I) de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, tratadas e armazenadas em 0, 60, 120 dias.

TS	GERMINAÇÃO								
	N T			N F			N I		
	Armazenamento			Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120	0	60	120
COM TS	88 bB	93 aA	93 aA	76 bA	81 abA	84 aA	9 abB	11 aA	7 bB
TEST.	92 aA	92 aA	92 aA	74 aA	78 aA	74 aB	12 aA	12 aA	13 aA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TS: Tratamento na semente; TEST: Testemunha.

Estudando o tratamento de sementes de soja, Ferreira *et al.* 2019 afirmaram que, independentemente do produto utilizado, a queda na porcentagem de germinação se acentuou após a exposição das sementes tratadas ao maior período de armazenamento (no caso, 45 dias). Ao submeterem sementes de arroz ao tratamento com produtos químicos, Cereza *et al.* 2019 também relataram redução da germinação com o aumento do intervalo de tempo entre o tratamento e a semeadura das sementes.

O dano por rasgo no tegumento foi o que apresentou as menores porcentagens de plântulas fortes no teste de germinação, no primeiro período do armazenamento (tempo zero), consequentemente apresentando maiores números de plântulas intermediárias aos 0 e 60 dias. Já para sementes esverdeadas, as maiores porcentagens de plântulas intermediárias foram observadas a partir dos 60 dias após o armazenamento (Tabela 18).

Esses resultados demonstram que o desenvolvimento das plântulas de soja é influenciado de maneira distinta, conforme o tipo de dano presente nas sementes. Quando o dano é físico, como ocorre em trincas e rupturas provocadas por impacto mecânico durante a colheita ou beneficiamento, os efeitos negativos manifestam-se logo no início do armazenamento. Esse comportamento pode ser explicado pela perda da integridade do tegumento e de estruturas internas, que favorece a embebição desuniforme e a lixiviação de solutos essenciais, comprometendo a integridade celular e, consequentemente, o crescimento inicial da plântula.

Tabela 18. Germinação de plântulas (%) classificadas como normais fortes (N F) e normais intermediárias (N I) de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73175 IPRO, com diferentes tipos de danos (Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE)), durante o armazenamento de 0, 60, 120 dias.

GERMINAÇÃO						
DANOS	N F			N I		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
DM	74 aA	81 aA	79 aA	13 aA	10 aAB	11 aA
DP	78 aA	82 aA	77 aA	10 aAB	9 aB	12 aA
RT	72 bA	81 aA	83 aA	13 aA	12 abAB	7 bA
SE	76 aA	74 aA	78 aA	8 bB	14 aA	10 abA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por outro lado, os danos fisiológicos estão relacionados a alterações metabólicas cumulativas, como a perda de integridade de membranas, aumento da peroxidação lipídica e redução da eficiência enzimática, que se intensificam com o avanço do período de armazenamento. Assim, enquanto o dano físico reduz o vigor de forma imediata, o dano fisiológico promove um declínio progressivo na qualidade das sementes, afetando de maneira mais acentuada o desempenho das plântulas em períodos prolongados de armazenamento das sementes.

Sementes esverdeadas, marcadas por coloração residual de clorofila, apresentam elevados índices de deterioração, reduzindo germinação, vigor e viabilidade dos lotes. O acúmulo dessas lesões fisiológicas está relacionado à imaturidade e estresses ambientais durante a maturação, comuns em regiões tropicais, o que predispõe os lotes a um declínio mais acelerado da qualidade ao longo do armazenamento (Avila *et al.* 2007). Dessa forma, os descritos padrões reforçam que os danos físicos impactam a emergência desde os primeiros estágios, enquanto os danos fisiológicos, como o esverdeamento, comprometem a qualidade das sementes de forma cumulativa ao longo do armazenamento (Pádua *et al.* 2010).

Plântulas normais classificadas no teste de germinação como fracas foram maiores nas sementes de soja com dano mecânico e dano por percevejo na testemunha (sem tratamento), em relação às sementes de soja tratadas e em relação aos demais tipos de danos (Tabela 19). Isto significa que o tratamento utilizado promoveu um efeito de crescimento e vigor nas plântulas.

Tabela 19. Porcentagem (%) de plântulas normais fracas avaliadas no teste de germinação (N F), de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, com diferentes tipos de danos ((Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE)), tratadas e não tratadas (testemunha).

DANOS	GERMINAÇÃO – N F	
	Tratamento	
	COM TS	TESTEMUNHA
DM	3 bA	6 aA
DP	1 bA	6 aA
RT	4 aA	3 aB
SE	2 aA	3 aB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TS: Tratamento nas Sementes.

A porcentagem de plântulas anormais foi superior nas sementes de soja com dano de esverdeamento em comparação aos demais tipos de danos (Tabela 20). O resultado evidencia o impacto desse tipo de injúria fisiológica sobre a qualidade das sementes, refletindo a aceleração dos processos de deterioração ao longo do armazenamento. Estudos confirmam que sementes esverdeadas, resultantes de estresses durante a maturação, apresentam maior comprometimento do vigor e da viabilidade, devido à retenção de clorofila e alterações metabólicas que favorecem a perda de qualidade fisiológica (França Neto *et al.* 2018).

Tabela 20. Plântulas anormais (P N) (%) de sementes de soja, da cultivar DM 73I75 IPRO de médio vigor, avaliadas no teste de germinação, com diferentes tipos de danos (Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE)).

DANOS	GERMINAÇÃO - P N
DM	5 b
DP	7 b
RT	6 b
SE	10 a

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento de parte aérea das plântulas das sementes de soja, com dano por percevejo e dano de esverdeamento em sementes tratadas, foi menor aos zero dias de armazenamento, assim como o das sementes de soja com dano de rasgo no tegumento na testemunha (Tabela 21). Neste mesmo sentido, aos 120 dias de armazenamento, o comprimento de parte aérea das plântulas das sementes de soja, com dano por percevejo, foi menor nas sementes sem tratamento.

Incremento na ordem de 23,5% no comprimento de parte aérea, para sementes com rasgo, foi observado no tratamento das sementes com TS; e de 18,9% em sementes com dano de percevejo, em comparação com a testemunha no final dos 120 dias de armazenamento (Tabela 21).

Tabela 21. Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR) de plântulas (cm/pl), oriundas de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, com diferentes tipos de danos (Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE)), tratadas e armazenadas em 0, 60, 120 dias.

DANOS	CPA					
	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
DM	8,2 aXA	9,5 aXA	9,8 aXA	8,4 aXAB	8,3 aXA	10,1 aXA
DP	8,6 bXA	9,9 abXA	11,1 aXA	8,8 aXA	9,5 aXA	9,0 aYA
RT	8,5 aXA	8,7 aXA	10,0 aXA	6,5 bYB	9,9 aXA	10,0 aXA
SE	7,4 bXA	8,4 bXA	10,4 aXA	7,5 aXAB	8,3 aXA	9,0 aXA

DANOS	CR					
	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
DM	20,7 bYA	22,4 abXA	23,0 aXA	22,9 aXA	22,9 aXA	22,2 aXA
DP	20,5 bYA	23,1 aXA	23,0 aXA	22,6 aXA	22,4 aXA	22,2 aXA
RT	10,8 bYB	21,2 aXA	22,9 aXA	20,7 aXA	22,2 aXA	22,4 aXA
SE	19,5 bYA	23,1 aXA	23,8 aXA	21,6 aXA	21,6 aXA	21,5 aYA

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes, e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). TS: Tratamento nas Sementes.

O comprimento de raiz das plântulas de sementes de soja, em todos os tipos de danos e com sementes tratadas, foi menor no início do período de armazenamento (Tabela 21). Neste mesmo sentido, aos 120 dias de armazenamento, o comprimento de raiz das plântulas das sementes de soja com dano de esverdeamento foi menor na testemunha (sem tratamento). O rasgo no tegumento foi o dano associado à semente mais prejudicado, no tempo zero com TS, chegando a uma trava no seu desenvolvimento de até 48% (Tabela 21).

O comprimento total de plântulas foi menor no primeiro período de armazenamento, independentemente do tratamento utilizado. Entretanto, quando comparamos os tratamentos no tempo zero, observamos que a testemunha se sobressaiu em relação às sementes tratadas; e o inverso foi observado aos 120 dias de armazenamento (Tabela 22). Esse comportamento sugere que o tratamento de sementes pode inicialmente exercer efeito fitotóxico, prejudicando o crescimento das plântulas logo após a aplicação, mas, com a dissipação do efeito tóxico ao longo do armazenamento, o tratamento passa a favorecer a promoção de crescimento e vigor das plântulas.

Silva *et al.* 2023 destacam que tratamentos iniciais de sementes podem reduzir sua qualidade fisiológica devido a efeitos fitotóxicos de ingredientes ativos, embora nem todos os produtos apresentem esse efeito; alguns podem até potencializar o desempenho das plântulas. Além disso, Dan *et al.* 2010 observaram que combinações de fungicidas e inseticidas reduziram o comprimento total das plântulas inicialmente, mas tais diferenças

foram superadas com o tempo de armazenamento, mostrando que o efeito negativo tende a diminuir à medida que os compostos se estabilizam ou perdem sua fitotoxicidade.

Tabela 22. Comprimento total de plântulas (CTP) (cm/pl), oriundas de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, tratadas e armazenadas em 0, 60, 120 dias.

Tratamento na semente	CTP		
	Armazenamento		
	0	60	120
COM TS	26,1 cB	31,7 bA	33,6 aA
TESTEMUNHA	29,8 bA	31,3 abA	31,7 aB

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TS: Tratamento nas Sementes.

O comprimento total de plântulas oriundas de sementes de soja com dano mecânico, dano por percevejo e rasgo no tegumento foram menores no início do armazenamento, em comparação aos demais períodos (Tabela 23). Entretanto, o rasgo no tegumento no tempo zero foi o dano com menor valor.

Tabela 23. Comprimento total de plântulas (CTP) (cm/pl), oriundas de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, resultantes de diferentes tipos de danos (Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE)), avaliadas durante o armazenamento em 0, 60, 120 dias.

DANOS	CTP		
	Armazenamento		
	0	60	120
DM	30,2 bA	31,6 abA	32,6 aA
DP	30,3 bA	32,5 abA	32,8 aA
RT	23,4 bB	31,1 aA	32,7 aA
SE	28,1 aA	30,8 aA	32,4 aA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento total de plântulas foi menor nas sementes de soja tratadas e com dano de rasgo no tegumento, em relação aos demais tipos de danos e em comparação com as sementes não tratadas (testemunha) (Tabela 24). Isto pode ser um indicativo de que o tratamento utilizado nas sementes de soja pode prejudicar o crescimento das plântulas quando na presença de rasgo no tegumento de sementes.

Tabela 24. Comprimento total de plântulas (CTP) (cm/pl), oriundas de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73175 IPRO, com diferentes tipos de danos (Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE) e tratamento (TS).

DANOS	CTP	
	TS	
	COM TS	TESTEMUNHA
DM	31,3 aA	31,7 aA
DP	32,1 aA	31,6 aA
RT	27,5 bB	30,7 aA
SE	30,9 aA	29,9 aA

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. TS: Tratamento nas Sementes.

A massa de matéria seca da parte aérea e total das plântulas provenientes de sementes tratadas com dano por percevejo foi significativamente menor aos 120 dias de armazenamento, em comparação com os demais tipos de danos (Tabela 25). Por outro lado, em sementes não tratadas (testemunha), observou-se o menor acúmulo de massa seca em plântulas de sementes com rasgo no tegumento e esverdeadas, também aos 120 dias. Em contraste, as plântulas originadas de sementes com dano mecânico tratadas ou não (testemunha) exibiram maior massa de matéria seca nesse mesmo período.

Esses resultados sugerem que os danos de natureza fisiológica, como os causados por percevejos e o esverdeamento, comprometem o acúmulo de biomassa das plântulas, enquanto os danos físicos, como o mecânico, não aparentam afetar negativamente essa característica estrutural. Essa distinção reflete o impacto diferencial na composição e integridade fisiológica das sementes, sendo os danos fisiológicos mais prejudiciais à qualidade e vigor das plântulas (Zorato *et al.* 2007).

A massa de matéria seca de raiz foi menor nas sementes de soja tratadas no primeiro período de armazenamento, em todos os tipos de danos, em comparação aos demais períodos (Tabela 25). Esses resultados colaboram com os outros testes de qualidade já mencionados, sobre o efeito negativo do TS nas sementes, logo após a aplicação do produto, ou a não absorção dele pelas plântulas no início.

Tabela 25. Massa seca de parte aérea (MS PA), raiz (MS R) e total (MS T) de plântulas (g/pl), oriundas de sementes de soja de médio vigor da cultivar DM 73I75 IPRO, com diferentes tipos de danos (Rasgo no Tegumento (RT), Dano Mecânico (DM), Dano de Percevejo (DP), Semente Esverdeada (SE)), tratadas e armazenadas em 0, 60, 120 dias.

MS PA						
DANOS	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
DM	0,160 aXA	0,147 bXA	0,146 bXA	0,153 aYA	0,138 bYA	0,148 aXA
DP	0,131 aXC	0,121 bXC	0,113 cYC	0,128 aXC	0,126 aXB	0,125 aXB
RT	0,136 aXC	0,134 aXB	0,133 aXB	0,138 aXB	0,132 abXAB	0,127 bYB
SE	0,145 aXB	0,126 bYBC	0,127 bXB	0,139 aXB	0,134 abXA	0,130 bXB

MS R						
DANOS	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
DM	0,0133 bYA	0,0187 aXA	0,0175 aXA	0,0151 aXA	0,0145 aYA	0,0148 aYA
DP	0,0131 bXA	0,0162 aXBC	0,0162 aXAB	0,0126 aXB	0,0130 aYA	0,0119 aYB
RT	0,0122 bXA	0,0143 aXC	0,0152 aXB	0,0114 bXB	0,0142 aXA	0,0130 abYAB
SE	0,0124 bXA	0,0168 aXAB	0,0155 aXAB	0,0129 aXB	0,0139 aYA	0,0135 aYAB

MS T						
DANOS	COM TS			TESTEMUNHA		
	Armazenamento			Armazenamento		
	0	60	120	0	60	120
DM	0,173 aXA	0,166 abXA	0,164 bXA	0,168 aXA	0,152 bYA	0,163 aXA
DP	0,144 aXC	0,138 aXC	0,129 bYC	0,140 aXC	0,139 aXB	0,137 aXB
RT	0,148 aXC	0,148 aXB	0,149 aXB	0,150 aXB	0,146 abXAB	0,140 bYB
SE	0,157 aXB	0,143 bXBC	0,143 bXB	0,152 aXB	0,148 abXA	0,144 bXB

*Médias seguidas pela mesma letra minúsculas no tempo (0, 60 e 120) dentro de cada tratamento nas sementes, Letras XY dentro de cada tempo com e sem tratamento nas sementes, e letras maiúsculas dentro de cada coluna (tempo), não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). TS: Tratamento nas Sementes.

Entretanto, no final do período do armazenamento, o acúmulo de matéria seca em raiz fica mais evidente quando a semente é tratada com tratamento químico e micronutrientes, em todos os tipos de danos, exceto nas sementes com dano de esverdeamento (Tabela 25). Esses resultados sugerem que o tratamento utilizado nas sementes promove uma maior transferência de matéria seca para as raízes das plântulas de soja, quando a natureza do dano for física, em sementes de soja.

5.CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de soja é eficiente na manutenção da qualidade fisiológica, assegurando maior uniformidade e desempenho inicial de plântulas, de sementes de alto e médio vigor.

O uso do tratamento químico, associado ao micronutriente, causa um efeito fitotóxico inicial, afetando a germinação e o vigor das plântulas.

O efeito positivo do tratamento nas sementes fica evidenciado a partir dos 60 dias de armazenamento, sem comprometer a qualidade até o final dos 120 dias.

Danos associados às sementes de ordem fisiológica (semente esverdeada e percevejo) aceleram a deterioração e comprometem mais intensamente a qualidade das sementes. Danos físicos, como mecânico e rasgo no tegumento, impactam a qualidade logo após a aplicação do tratamento.

Os danos associados às sementes de soja influenciam as respostas da qualidade durante o armazenamento, associado ou não ao tratamento nas sementes.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.A. & ANDERSON, J.D. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, Madison, v.10, n.1, p. 31-34, 1970.

ABRANTES, F.L., KULCZYNSKI, S.M., SORATTO, R.P. & BARBOSA, M.M.M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, p.106-115, 2010.

ALMEIDA, A. S et al. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Revista de Agricultura*, São Paulo, v.89, p.172-182, 2014.

ANTONELLO, L. M., MUNIZ, M. B., BRAND, S. C., VIDAL, M. D., GARCIA, D., RIBEIRO, L., SANTOS, V. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2191-2194, 2009.

AVELAR, S. A. G. et al. Efeito do tratamento químico na qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2011.

ÁVILA NUNES, C., FIGUEIREDO, J. C., DE TUNES, L. V. M., DA SILVA ALMEIDA, A., MARTINS, A. B. N., GONÇALVES, V. P., ... & RODRIGUES, H. C. S. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e biofertilizantes. *Contribuciones a las ciencias sociales*, v.16, n.12, p.30805-30822, 2023.

ÁVILA, M. R., BRACCINI, A. D. L., SCAPIM, C. A., MANDARINO, J. M. G., ALBRECHT, L. P., & VIDIGAL FILHO, P. S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 29, 111-127, 2007.

AZEVEDO, M. R. DE Q. A., GOUVEIA, J. P. G. DE; TROVÃO, D. M. M., QUEIROGA, V. DE P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.519-524, 2003.

BAALBAKI, R., ELIAS, S., MARCOS FILHO, J., MCDONALD, M.B. Seed vigor testing handbook. AOSA. (Contribution, 32 to the Handbook on Seed Testing) P. 346, 2009.

BAGATELI, J.R., DÖRR, C.S., SCHUCH, L.O.B., MENEGHELLO, G.E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. *Journal of Seed Sciences*, v. 41, p. 151-159, 2019.

BAUDET, L., PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. *Seed News*, v.9, n.5, p.22-24, 2007.

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. Pelotas: Ed Universitária – UFPel, 2019. p.481-528.

BAYS, R., BAULET, L., HENNING, A.A., LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 2, p. 60-67, 2007.

BELLÉ, C., KULCZYNSKI, S. M., KUHN, P. R., MIGLIORINI, P., SANGIOGO, M., KOCH, F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região Norte do Rio Grande do Sul. *Agrarian*, v. 9, n. 31, p. 1-10, 2016.

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

BERTRAND, J. P., LAURENT, C., LECLERCQ, V. *O mundo da soja*. São Paulo: Hucitec, 1987.

BERTUZZI, E. C. Emergência de milho em função do tratamento das sementes com inseticida, fungicida e bioestimulante (Dissertação de Mestrado), 2015. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

BERTUZZI, S. C. Tratamento de sementes industrial: benefícios e perspectivas para a agricultura moderna. *Revista Agropecuária*, v. 6, n. 2, p. 45-53, 2015.

BEZERRA, A. R. G., SEDIYUAMA, T., BORÉM, A., SOARES, M. M. Soja: do plantio à colheita. Org.: Filipe Silva *et al.* 2. ed., São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Cadeia produtiva da soja. Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes (RAS) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2025.

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 nov. 2024.

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

CARVALHO, E.R., PENIDO, A.C., ROCHA, D.K., REIS, L.V., SANTOS, S.F., SANTOS, H.O. Physiological and enzymatic monitoring of treated seeds of cultivars soybean during storage. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.17, n.3, 2022.

CARVALHO, M.L.M., FRANÇA NETO, J.B., KRZYZANOWSKI, F.C. Controle de qualidade na produção de sementes. *Informe Agropecuário* , v. 27, n. 232, p. 52 - 58, 2006.

CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 588p. 2000.

CEREZA, T. V.; CARLOS, F. S.; OGOSHI, C.; TOMITA, F. M.; SOARES, G. C.; ULGUIM, A. R. Antagonism between fungicide insecticide treatments and dietholate in irrigated rice seeds. *Journal of Seed Science*, Londrina, v. 41, n. 1, p. 013-021, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2023/2024-Décimo Segundo Levantamento. Brasília: Conab2024. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 18 de dezembro. 2024.

CORRÊA-FERREIRA, B. S., PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1999. 45 p

COSTA, N.P. da et al. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p.01-06, 2005.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C. de M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. de B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três Estados do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, v.23, n.1, p.140-145, 2001.

COSTAMILAN, L. M., HENNING, A. A., ALMEIDA, A. M. R., GODOY, C. V., SEIXAS, C. D. S., DIAS, W. P. La Niña e os possíveis efeitos sobre a ocorrência de doenças de soja na safra 2010/ 2011. 2010. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/fitopatologia/LaNina_ocorrência_doenças_soja_2010_2011.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2025.

DAN, L.G.M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, p. 131-139, 2010.

DAN, L.G.M., DAN, H.A., BRACCINI, A.L., ALBRECHT, L.P., RICCI, T.T., PICCININ, G.G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.2, p.215-222, 2011.

DASSOU, S., KUENEMAN, E. A. Screening methodology for resistance to field weathering of soybean seed. *Crop Science*, Madison, v. 24, p. 774-779, 1984.

DELOUCHE, J. C., STILL, T. W., RASPET, M., LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília: Embrapa, 1976. 103 p.

DIAS, D.C.F.S., MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: II Lixiviação de potássio. *Informativo ABRATES*, v. 5, n. 1, p.37-41, 1995.

DIAS, M. A. N., MONDO, V. H. V., CICERO, S. M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 93-101, 2010.

DIAS, M.A.N., CICERO, S.M. Efeito do carbonato de cobre e óxido de zinco aplicados às sementes na captação de cobre e zinco por mudas de milho. *Bragantia*, v.75, n.3, p.286-291, 2016.

DOMINGUES, M. S. D., BERMANN, C., & SIDNEIDE MANFREDINI, S. A produção de soja no Brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia. *Revista Presença Geográfica*, v.1, n.1, 2014.

DOS SANTOS, M. P., VALE, L. S. R., REGES, N. P. R., CARVALHO, B. M. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microrregião de Ceres GO. *Global Science and Technology*, v. 8, n. 3, 2016.

FERGUSON, J.M. AOSA Perspective of seed vigor testing. *J. Seed Science Technology*, v.17, n.2, p.101-104, 1993.

FERNANDES, H. M. F., AMARO, H. T. R., DE ALMEIDA, P. M. A., PORTO, E. M. V., DE SOUZA DAVID, A. M. S., & DA SILVA VIEIRA, L. C. Desenvolvimento inicial do milho em resposta ao tratamento de sementes com fertilizante e disponibilidade hídrica. *Contribuciones a las ciencias sociales*, v.16, n.9, p.17440-17454, 2023.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. *REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.

FERREIRA, R. L. et al. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida e sua influência na qualidade fisiológica. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 2, p. 81-89, 2006.

FERREIRA, T. F.; CARVALHO, M. V.; FERREIRA, V. F.; MAVAIEIE, D. P. R.; GUIMARÃES, G. C.; OLIVEIRA, J. A. Sanitary quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. *Journal of Seed Science*, Londrina, v. 41, n. 3, p. 293-300, 2019.

FERREIRA, Thiago Costa. REVOLUÇÃO NA ANÁLISE DE SEMENTES: O PAPEL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. *Revista Ciência Agrícola*, v. 22, n. especial, p. 1-15, 2024.

FORTI, V.A., CÍCERO, S.M., PINTO, T.L.F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 33, n. 3, p. 123-133, 2010.

FRANÇA NETO, J. B., & KRZYKANOWSKI, F. C. O Vigor e o Desempenho das Sementes. *ABRASEM—Associação Brasileira de Sementes e Mudas: Anuário*, Brasília, 26-30, 2018.

FRANÇA NETO, J. B., HENNING, A. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO., 1984. p.5-24.

FRANÇA NETO, J.B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 83p.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja. Londrina: Embrapa Soja, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J. de B., KRZYŻANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of seed Science*, v.41, n.3, p.359-366, 2019.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F.; PADUA, G. P.; LORINI, I, 2018. Características fisiológicas da semente: vigor, viabilidade, germinação, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio, dano por percevejo tetrazólio e sementes verdes. Embrapa Soja-Capítulo em livro científico.

FRIGERI, T. Interferência de Patógenos nos Resultados dos Testes de Vigor em Sementes de Feijoeiro. Tese. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, Brasil. 77 pp., 2007.

GASTL FILHO, J. et al. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja submetidas ao armazenamento. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 12, pág. e402111234654-e402111234654, 2022.

GAZZONI, D. L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agronômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, p.1229-1237, 1998.

GIANCHINI, R. M., LOBO, F. de A., ALBURQUERQUE, M. C. F., ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de sementes de *Samanea tubulosa*(Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). *Acta Amazônica*, v.40, n.1, p.75-80, 2010.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas. Dourados: Embrapa CPAO, 1998. 32p. (Circular Técnica, 8)

GRISI, P. U., SANTOS, C. M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. *Horizonte Científico*, Uberlândia, v. 1, n. 7, p. 14, 2007.

HAMPTON, J.G. & COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance - can vigour testing provide an answer? *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.

HAMPTON, J.G., TEKRONY, D.M. Handbook of vigour test methods. (3ed.) ISTA, p.117, 1995.

HARTMANN FILHO, C. P. (2015). Efeito imediato e latente da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de soja produzidas na

segunda safra. Universidade Federal da Grande Dourados- Dissertação programa de pós graduação em agronomia- Faculdade de Ciências Agrárias.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. Documentos 264. 2ª Ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p.

HENNING, A.A. et al. Manual de identificação de doenças da soja. Londrina: Embrapa Soja. 2005. 72p. (Embrapa Soja. Documentos, 256).

HENNING, F. A., MERTZ, L. M., JUNIOR, E. A. J., MACHADO, R. D., FISS, G., ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. *Bragantia*, v. 69, n. 3, p. 727-733, 2010.

JUHÁSZ, A. C. P., DE PÁDUA, G. P., WRUCK, D. S. M., FAVORETO, L., & RIBEIRO, N. R. Desafios fitossanitários para a produção de soja, 2013.

KRZYZANOWSKI, A.C., FRANÇA NETO, J. B., COSTA, N.P. Teste do Hipoclorito de Sódio em Sementes de Soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2004. (Circular Técnica, 37).

KRZYZANOWSKI, F. C., DIAS, D. C. F. S., FRANÇA-NETO, J. D. B., DIAS, D., & FRANÇA NETO, J. D. B. Deterioração e vigor da semente. *Revista Seeds News*, 25, 14, 2022.

KRZYZANOWSKI, F. C., FRANÇA-NETO, J. B., HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Embrapa: Circular Técnica 136. Londrina, PR. 2018. URL: CT136-online.pdf (Embrapa.br)

KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D., FRANÇA NETO. J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Associação Brasileira de tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina – PR. Abrates, 1999

KRZYZANOWSKI, F.C., FRANÇA-NETO, J.B., GOMES-JUNIOR, F.G., NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA-NETO, J.B., MARCOS-FILHO, J. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 2020. p.89-132.

LEMES, E. et al. Tratamento de sementes industrial: potencial de armazenamento de sementes de soja tratadas com diferentes produtos. In: *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215. 2019. p. 94-103.

LIMA, T.C., MEDINA, P.F., FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. *Rev. Bras. Sementes*, v.28, n.1, p. 106-113, 2006.

LUDWIG, M.P., LUCCA FILHO, O. A., BAUDET, L., DUTRA, L. M.C., AVELAR, S.A.G., CRIZEL, R.L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. *Revista Brasileira de Sementes*. v.33, p.395-406, 2011.

MALIK, A., MOR, V.S., TOKAS, J., PUNIA, H. et al. Biostimulant-Treated Seedlings under Sustainable Agriculture: A Global Perspective Facing Climate Change. *Agronomy*, v.11, n.14, p.1-24, 2021.

MANDARINO, J.M.G. Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados. Comunicado Técnico da Embrapa. Abril, 2005.

MANTERA, T. C et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, fungicidas e fertilizante. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.17, n.2, p.236-243, abr./jun. 2018.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas . 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARCOS FILHO, Júlio. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2015.

MARIUCCI, G.E.G., SUZUKAWA, A.K., BRACCINI, A.L., SCAPIM, C.A., LIMA, L.H.S., ANGELOTTI, P., PONCE, R.M., MARTELI, D.C.V. Physiological potential of maize seeds submitted to different treatments and storage periods. *Journal of Seed Science* , v.40, n.1, p.60-66, 2018.

MENEZES, A. C. P., JESUS, R. M., SANTOS, E. N., DIDOLANVI, O. D., & DA SILVA SANTANA, C. V. Potencial fisiológico de sementes de milho armazenadas por pequenos agricultores no município de Euclides da Cunha/BA. *Cadernos de Agroecologia*, v.15, n.2, 2020.

MENTEN, J.O.M., MORAES, M.H.D. Tratamento de Sementes: histórico, tipos, características e benefícios. *Informativo Abrates*, v. 20, n.3, Piracicaba. 2010.

MINER, F. D. Biology and control of stink bugs on soybeans. Fayetteville: Arkansas Experiment Station, 1996. 40 p.

MORAES, M. T. de, DEBIASI, H., FRANCHINI, J. C., MASTROBERTI, A. A., LEVIEN, R., LEITNER, D., SCHNEPF, A. Soil compaction impacts soybean root growth in an Oxisol from subtropical Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 200, 104611, 2020.

MOZZAQUATRO, E. M. S. S., ALMIRAO, D. D. O., RIGHI, A. P., & LOPES, J. C. D. S. Viabilidade econômica da cultura da soja em uma propriedade rural. *Revista congrega-mostra de trabalhos de conclusão de curso*, v.1, p. 806-824, 2017.

MUNIZZI, A, BRACCINI., A.L., RANGEL, MA. S, SCAPIM, CA, ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Sementes*: v.32, n.1, p.176-185, 2010.

NAKAO, A. H., COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., SOUZA, M. F. P., DICKMANN, L., CENTENO, D. C., CATALANI, G. C. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação foliar com boro e zinco. *Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas*, v. 27, n. 3, p. 312-327, 2018.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. Revista SEED News, v.20, p.26-32, 2016.

OHSE, S., GODOI, L.B., REZENDE, B.L.A., OTTO, R.F., GODOY, A.R. Germinação e vigor de sementes de feijão-vagem tratadas com micronutrientes. Visão Acadêmica, v.15, n.1, 2014.

OLIVEIRA, R.H., SOUZA, M.J.L., MORAIS, O.M., GUIMARÃES, B.V.C., PEREIRA JÚNIOR, H.A. Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes. Acta Scientiarum Agronomy, v.32, n. 4, p. 701- 707, 2010.

OLIVEIRA, G. M. et al. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. Scientia Plena, v. 10, n. 4 (a), 2014.

OLIVEIRA, J. A., CARVALHO, M. L. M. de, VIEIRA, M. das G. G. C., VON PINHO, E. V. R. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 23, n. 2, p. 289-302, 1999.

OLIVEIRA, S. S. C., CRUZ, S. J. S., PONCIANO, V. D. F. G., & BOTTEGA, D. B. (2023). Germinação e vigor de sementes de melancia tratadas com estimulante de crescimento. Revista Caatinga, v.36, n.4, p.971-979, 2023.

OLIVEIRA, T.L., PINHO, R.G.V., SANTOS, H.O., SILVA, K.M.J., PEREIRA, E.M., SOUZA, J.L.D. Biochemical changes and physiological quality of corn seeds subjected to different chemical treatments and storage times. Journal of Seed Science, v.42, p.1-15, 2020.

PÁDUA, G. P. D., ZITO, R. K., ARANTES, N. E., & FRANÇA NETO, J. D. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. Revista Brasileira de Sementes, 32, 9-16, 2010.

PANOZZO, L. E., SCHUCH, L. O. B., PESKE, S. T., MIELEZRSKI, F., PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v. 16, n. 1, p. 32-41, 2009.

PARAGINSKI, R. T.; ZIEGLER, V.; HAEBERLIN, L. Formação de grãos ardidos de soja: um problema que começa na lavoura e termina na indústria. 2017.

PARISI, J. J. D., MEDINA, P. F. Tratamento de sementes. Instituto Agrônomo de Campinas, 2013.

PESKE, S.T. Tratamento de Sementes tecnologia que se reinventa. Seed News, v.23, n.4, p.32, 2019.

PESKE, S.T.; BAUDET, L.M.; VILLELA, F.A. Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) Tecnologias de produção de sementes de soja. Londrina. 2013. p.327-344.

PINTO, T. L. F. Avaliação de danos causados por percevejos, de danos mecânicos e de deterioração por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica de análise de imagens. 2006. 29 f. Dissertação (Mestrado Agronomia - Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

PRATA, FL, MEDEIROS, L.B., FERREIRA, FABIAN CHARLES, CONTRIBUIÇÕES, GE, MENEGHELLO, GERRY EDWARD, VILLELA, FRANCIS A., AUMONDE, TZ, PEDO, James Qualidade de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos e condições de armazenamento. ÔMICAS DE PLANTAS, pág. 23-29.

PRATA, K. et al. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes tratadas: efeitos do tempo e da formulação química. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 56, n. 4, p. 412-420, 2021.

RANGEL, M.A.S., MINUZZI, A., PÍEREZAN, L., TEODÓSIO, T.K.C., ONO, F.B., CARDOSO, P.C. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do estado do Mato Grosso do Sul. Acta Scientiarum. Agronomy, v.33, p.127-132, 2011.

ROCHA, G. R., RUBIO NETO, A., JÚLIO SILVA CRUZ, S., WILK BAIÃO CAMPOS, G., CARLOS DE OLIVEIRA CASTRO, A., ANDRÉ SIMON, G. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas - Physiological quality of treated and stored soybean seeds. Científica - Multidisciplinary Journal, v. 4, n. 1, p. 50-65, 3 jul. 2017.

RODRIGUES, C.L. Qualidade fisiológica e caracterização anatômica de sementes de Glycine max L. Merrill durante o armazenamento. Dissertação de Mestrado, Instituto Federal Goiano, Rio Verde. 45f. 2020.

ROESSING, A. C., SANCHES, A. C., MICHELLON, E. As perspectivas de expansão da soja. Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Saber em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

SAMPAIO, T.G., SAMPAIO, N.V. Recobrimento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.A. (Ed.). Tecnologia de Sementes de Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 275-306.

SCHUAB, S. R. P., BRACCINI, A. L., NETO, J. B. F., SCAPIM, C. A., MESCHÉDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. Acta Scientiarum, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

SCHUCH, L.O.B., NEDEL, J.L., ASSIS, F.N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (Avena strigosa Schreb.) em função do vigor das sementes. Revista Brasileira de Sementes, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

SEDIYAMA, T. (Ed.). Tecnologias de Produção de Sementes de Soja. Londrina: Mecenas, 2013. p. 235 -258.

SILVA, C. S. da. Vigor de sementes de soja edesempenho da cultura. Dissertação(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

SILVA, E.C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão mungo submetidas ao estresse salino. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 11, n. 1, 2021.

SILVA, M.T.B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. *Seed News*, v.2, n.5, p.26-27, 1998.

SILVA, P., GALASTRI, N. A., MAZZIERO, F. F. F., & GIMENEZ, J. I. Emergência de plântulas de *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes. *Paubrasilia*, 6, e112-e112, 2023.

SINNECKER, P., GOMES, M.S.O., ARÊAS, J.A.G., LANFER-MARQUES, U.M. Relationship between color (Instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.50, p.3961-3966, 2002.

SOBRINHO, A.F.S. Classificação de Sementes de soja maduras e esverdeadas por meio de métodos ópticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Automação). Universidade Federal de Lavras, 70 p. 2019.

TANCREDI, F.D., SEDIYAMA, T. Nutrição mineral e qualidade de sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). *Tecnologias de Produção de Sementes de Soja*. Londrina: Mecenaz, 2013. p. 235 -258.

TAVARES, L. C., MENDONÇA, A. O., ZANATTA, Z. C. N., BRUNES, A. P., VILLELA, F. A. (2014). Efeito de fungicidas e inseticidas via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento inicial da soja. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer*, 10 (18), 1400-1409.

TAVARES, L.C., RUFINO, C.A. , BRUNES, A.P. , FRIEDRICH, F.F. , BARROS, A.C.C.A., VILLELA, F.A. . Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. *Journal of Seed Science*, v. 35, p. 28-34, 2013.

THIENGO, C.C., SANTANA, P.H.L., BURAK, D.L., OLIVEIRA, D.M. DE, GUIDINELLE, R.B. Resposta do capim-marandu e milho em rejeito de mineração à aplicação de bioestimulantes vegetais. *Magistra*, v.31, p.465-478, 2020.

THIENGO, R. et al. Uso de bioestimulantes e micronutrientes na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de soja. *Journal of Seed Science*, v. 42, e202042019, 2020.

VILLELA, F.A., PERES, W.B. Coleta, secagem e beneficiamento de sementes. In: Ferreira, A.G., R. Borguetti. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: ARTMED, p. 265-281, 2004.

WIEBOLD, W.J. Soybean Plants Killed before Maturity Possess Grain that Remains Green. 2009. Disponível em <https://ipm.missouri.edu/cropPest/2009/11/SoybeanPlants-Killed-before-Maturity-Possess-Grain-> Acesso em 28 de nov de 2024.

XAVIER, T. D. S. X., DARONCH, D., PELÚZIO, J. M., AFFÉRI, F. S., CARVALHO, E. V., SANTOS, W. F. Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja, no Tocantins. *Comunicata Scientiae*, v. 6, n. 2, p. 241-245, 2015.

ZORATO, M. de F.; PESKE, S. T.; TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.

ZORATO, M. F. Evolução do laboratório de análise de semente, *SEED News*, Pelotas – RS, p. 24 – 29, n. 2, 2017.

ZUCHI, J. Armazenamento de Sementes. *Revista SEED news*. v.22, p.34 – 37, 2018.

APÊNDICE

Tabela 26. ANOVA: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), significância (F) e coeficiente de variação (CV), da análise de variância do experimento fatorial (tempo (0, 60 e 120 dias), tratamento de sementes (com e sem TS) e danos fisiológicos (semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP)) em sementes de soja de alto vigor (93%), com delineamento inteiramente casualizado, para as variáveis de emergência em areia aos 9, 11 e 13 dias após a semeadura, com classificação de plântulas aos 13 DAS (total, fortes, fracas e anormais) e emergência em solo.

FV	GL	EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM AREIA (%)						EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS (%) SOLO
		9 DAS	11 DAS	13 DAS			ANORMAIS (%)	
				TOTAL (%)	FORTES (%)	FRACAS (%)		
TEMPO	2	Ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
TS	1	Ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
DANOS	3	*	*	*	*	*	*	*
TEMPO X TS	2	*	*	*	*	ns	*	ns
TEMPO X DANOS	6	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
TS X DANOS	3	*	ns	ns	Ns	ns	ns	*
TEMPO X TS X DANOS	6	ns	*	ns	Ns	ns	ns	*
CV (%)		3,24	2,55	2,19	2,81	45,42	55,11	2,59

*F: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo. TS: tratamento nas sementes.

Tabela 27. ANOVA: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), significância (F) e coeficiente de variação (CV), da análise de variância do experimento fatorial (tempo (0, 60 e 120 dias), tratamento de sementes (com e sem TS) e danos fisiológicos (semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP)) em sementes de soja de alto vigor (93%), com delineamento inteiramente casualizado, para as variáveis de germinação (total) com classificação de plântulas (normais fortes, intermediárias e fracas), plântulas anormais e sementes mortas.

FV	GL	GERMINAÇÃO (%)					MORTAS (%)
		TOTAL	FORTES	INTERMEDIÁRIAS	FRACAS	ANORMAIS (%)	
TEMPO		ns	*	*	ns	ns	ns
TS		ns	*	*	ns	ns	ns
DANOS		*	*	ns	ns	*	ns
TEMPO X TS		*	*	*	ns	*	ns
TEMPO X DANOS		ns	ns	ns	ns	ns	ns
TS X DANOS		ns	ns	*	ns	ns	ns
TEMPO X TS X DANOS		*	ns	*	ns	*	ns
CV (%)		2,86	5,31	36,87	95,76	52,88	175

*F: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo. TS: tratamento nas sementes.

Tabela 28. ANOVA: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), significância (F) e coeficiente de variação (CV), da análise de variância do experimento fatorial (tempo (0, 60 e 120 dias), tratamento de sementes (com e sem TS) e danos fisiológicos (semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP)) em sementes de soja de alto vigor (93%), com delineamento inteiramente casualizado, para as variáveis de comprimento de plântulas (total, parte aérea e raiz) e massa seca (parte aérea, raiz e total).

FV	GL	COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS DE SOJA (CP)			MASSA SECA (MS)		
		TOTAL (cm)	PARTE AÉREA (cm)	RAIZ (cm)	PARTE AÉREA (g)	RAIZ (g)	TOTAL (g)
TEMPO	2	*	*	*	*	*	*
TS	1	ns	Ns	ns	ns	*	*
DANOS	3	ns	*	ns	*	*	*
TEMPO X TS	2	*	*	*	*	*	*
TEMPO X DANOS	6	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
TS X DANOS	3	ns	Ns	*	ns	ns	ns
TEMPO X TS X DANOS	6	ns	Ns	*	ns	*	ns
CV (%)		5,68	10,71	5,72	4,11	6,89	3,63

*F: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo. TS: tratamento nas sementes.

Tabela 29. ANOVA: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), significância (F) e coeficiente de variação (CV), da análise de variância do experimento fatorial (tempo (0, 60 e 120 dias), tratamento de sementes (com e sem TS) e danos fisiológicos (semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP)) em sementes de soja de médio vigor (88%), com delineamento inteiramente casualizado, para as variáveis de emergência aos 9, 11 e 13 dias após a semeadura, com classificação de plântulas aos 13 DAS (total, fortes, fracas e anormais) e emergência em solo.

FV	GL	EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS EM AREIA (%)						EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS (%)
		9 DAS	11 DAS	13 DAS				
				TOTAL (%)	FORTES (%)	FRACAS (%)	ANORMAIS (%)	SOLO
TEMPO	2	ns	ns	*	*	ns	*	ns
TS	1	ns	ns	*	Ns	ns	ns	ns
DANOS	3	*	*	*	*	ns	*	ns
TEMPO X TS	2	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
TEMPO X DANOS	6	ns	*	ns	Ns	ns	ns	ns
TS X DANOS	3	ns	*	*	*	ns	*	ns
TEMPO X TS X DANOS	6	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns
CV (%)		3,83	2,39	2,46	3,33	49,49	43,68	3,72

*F: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo. TS: tratamento nas sementes.

Tabela 30. ANOVA: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), significância (F) e coeficiente de variação (CV), da análise de variância do experimento fatorial (tempo (0, 60 e 120 dias), tratamento de sementes (com e sem TS) e danos fisiológicos (semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP)) em sementes de soja de médio vigor (88%), com delineamento inteiramente casualizado, para as variáveis de germinação (total) com classificação de plântulas (normais fortes, intermediárias e fracas), plântulas anormais e sementes mortas.

FV	GL	GERMINAÇÃO (%)					
		TOTAL	FORTES	INTERMEDIÁRIAS	FRACAS	ANORMAIS (%)	MORTAS (%)
TEMPO	2	*	*	ns	*	*	ns
TS	1	ns	*	*	*	ns	*
DANOS	3	*	ns	ns	ns	*	*
TEMPO X TS	2	*	*	*	ns	ns	ns
TEMPO X DANOS	6	ns	*	*	ns	ns	ns
TS X DANOS	3	ns	ns	ns	*	ns	ns
TEMPO X TS X DANOS	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		4,14	8,05	36,74	80,47	52,39	105,41

*F: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo. TS: tratamento nas sementes.

Tabela 31. ANOVA: Fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL), significância (F) e coeficiente de variação (CV), da análise de variância do experimento fatorial (tempo (0, 60 e 120 dias), tratamento de sementes (com e sem TS) e danos fisiológicos (semente esverdeada (SE), rasgo no tegumento (RT), dano mecânico imediato (DM) e dano de percevejo (DP)) em sementes de soja de médio vigor (88%), com delineamento inteiramente casualizado, para as variáveis de comprimento de plântulas (total, parte aérea e raiz) e massa seca (parte aérea, raiz e total).

FV	GL	COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS DE SOJA (CP)			MASSA SECA (MS)		
		TOTAL (cm)	PARTE AÉREA (cm)	RAIZ (cm)	PARTE AÉREA (g)	RAIZ (g)	TOTAL (g)
TEMPO	2	*	*	*	*	*	*
TS	1	ns	Ns	*	ns	*	*
DANOS	3	*	*	*	*	*	*
TEMPO X TS	2	*	Ns	*	*	*	ns
TEMPO X DANOS	6	*	Ns	*	*	ns	*
TS X DANOS	3	*	Ns	*	*	ns	*
TEMPO X TS X DANOS	6	ns	*	*	*	*	*
CV (%)		6	12,73	6,03	3,27	8,09	2,97

*F: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns: não significativo. TS: tratamento nas sementes.