

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

MAICON GEISS

**AVALIAÇÃO DE DANOS EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS EM DUAS
COLHEDORAS AXIAIS**

**CERRO LARGO
2023**

MAICON GEISS

**AVALIAÇÃO DE DANOS EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS EM DUAS
COLHEDORAS AXIAIS**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO 2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Geiss, Maicon
Avaliações de Danos em Sementes de Soja Obtidas em
Duas Colhedoras Axiais / Maicon Geiss. -- 2023.
43 f. : il.

Orientador: Doutor Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2023.

I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MAICON GEISS

**AVALIAÇÃO DE DANOS EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS EM DUAS
COLHEDORAS AXIAIS**

Dissertação apresentada ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 30/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS
Orientador

Eng. Agrônomo Júlio Roberto Pellenz – UFFS
Avaliador

Prof. Dr. Tiago Silveira Ferrera – UFFS
Avaliador

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

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de expressar minha gratidão a todas as pessoas que me ajudaram durante minha jornada acadêmica. Em particular, gostaria de agradecer aos meus pais e a minha irmã, cujo amor, apoio e encorajamento foram fundamentais para me ajudar a chegar até aqui. Sem eles, eu não teria tido a oportunidade de perseguir meus sonhos e alcançar meus objetivos. Além disso, gostaria de agradecer o professor Marcos Antonio Zambillo Palma, por sua orientação valiosa e por compartilhar seu conhecimento comigo. Também sou grato aos meus amigos e familiares, que me apoiaram e encorajaram ao longo do caminho. Agradeço pela Universidade Federal da Fronteira Sul a oportunidade e principalmente agradeço a mim por não desistir dos meus objetivos. Finalmente gostaria de agradecer a todos os que conheci durante a minha caminhada acadêmica, obrigado a todos pelo apoio e encorajamento ao longo desta jornada.

“O sucesso não é a chave para a felicidade. A felicidade é a chave para o sucesso. Se você ama o que faz, terá sucesso.”
(SCHWEITZER).

RESUMO

Na produção de sementes de soja de alta qualidade é fundamental que a operação de colheita seja realizada com a utilização de máquinas equipadas com rotores axiais uma vez que proporcionam menor dano às sementes. A presente pesquisa tem objetivos avaliar o dano mecânico imediato e latente de sementes de soja obtidas a partir de duas colhedoras axiais JohnDeere® modelo S550, operando em conjunto, na sequência de três dias. A coleta dos dados foi realizada no município de São Borja no Estado do Rio Grande do Sul. Ao final das análises observou-se que a percentagem de danos mecânicos imediatos inerentes as sementes de soja obtidas das colhedoras com mesma velocidade de operação, rotação do rotor e abertura de concavo apresentam diferenças em relação ao dano mecânico imediato às sementes. Além disso, a permanência por dois dias da cultura a campo reduziu o vigor das sementes em 7%.

Palavras-chave: Dano mecânico; Vigor; Qualidade.

ABSTRACT

In the production of high-quality soybean seeds, it is essential that the harvesting operation is carried out using machines equipped with axial rotors, since they cause less damage to the seeds. The aim of this study was to assess the immediate and latent mechanical damage to soybean seeds obtained from two JohnDeere® model S550 axial harvesters operating together over three days. Data was collected in the municipality of São Borja in the state of Rio Grande do Sul. At the end of the analysis, it was observed that the percentage of immediate mechanical damage to the soybean seeds obtained from the harvesters with the same operating speed, rotor rotation and concave opening differed in relation to the immediate mechanical damage to the seeds. In addition, leaving the crop in the field for two days reduced seed vigor by 7%.

Keywords: Mechanical damage; Vigor; Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Corte longitudinal de uma semente de soja, mostrando suas estruturas embrionárias.....	16
Figura 2 Alteração física que resulta na deterioração da semente de soja: variações sucessivas do volume em função da umidade da semente.....	18
Figura 3 Rotor axial colhedora John Deere Série S.....	20
Figura 4 Imagem de microtomografia de raios X, microfissuras no tegumento	21
Figura 5 Avaliação do teste de hipoclorito de sódio.....	22
Figura 6 Semente com dano mecânico latente, vermelho intenso.....	24
Figura 7 Colheita mecanizada de sementes de soja	26
Figura 8 Medidor de Umidade	27
Figura 9 Medidor Termo Hidrômetro.....	28
Figura 10 Teste hipoclorito de sódio.....	30
Figura 11 Pré-condicionamento das sementes em papel germitest.	31
Figura 12 Submersão das sementes em solução de tetrazólio.....	31
Figura 13 A) Avaliação pelo teste de tetrazólio. B) Dano mecânico latente vermelho intenso.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Dano Mecânico Imediato em sementes de soja obtidas com duas colhedoras em três dias de operação.	33
Tabela 2 Médias de dano mecânico observadas no teste com hipoclorito de sódio .	34
Tabela 3 Dano Mecânico Latente nas sementes de soja obtidas em duas colhedoras axiais em três dias de operação.....	34
Tabela 4 Viabilidade das sementes de soja oriundas de duas colhedoras axiais em 3 dias de operação.....	35
Tabela 5 Média Viabilidade das sementes fator colhedoras	35
Tabela 6 Vigor das sementes de soja oriundas de duas colhedoras axiais em três dias de operação.....	36
Tabela 7 Médias Vigor das Sementes fator colhedoras	36
Tabela 8 Médias Vigor das Sementes fator dis de colheita.....	36
Tabela 9 Umidade relativa do ar	37
Tabela 10 Médias de umidade relativa do ar durante os três dias de colheita	37
Tabela 11 Temperatura do ar durante os três dias de colheita	38
Tabela 12 Médias Temperatura do ar durante os três dias de colheita.....	38
Tabela 13 Umidade das Sementes	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
RPM	Rotação por minuto
KM	Quilômetro
KM/H	Quilômetro por hora
GMR	Grau de maturidade relativa
P.C	Para cada
TCT	Sal de tetrazólio

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
	2.1 CULTURA DA SOJA (Glycine max (L.) Merrill).....	14
	2.2 DANO MECÂNICO NAS SEMENTES DE SOJA	15
	2.3 COLHEITA MECANIZADA DE SEMENTES DE SOJA	20
	2.4 TESTES RÁPIDOS PARA AVALIAÇÃO DE DANOS MÊCANICOS	21
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
	3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	26
	3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	26
	3.3 ANALISE ESTATÍSTICA.....	26
	3.4 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DA CULTURA DA SOJA	27
	3.4.1 Semeadura	27
	3.4.2 Herbicidas	27
	3.4.3 Fungicidas	27
	3.4.4 Inseticidas	27
	3.4.5 Colheita	28
	3.5 AVALIAÇÕES.....	29
	3.5.1 Umidade das sementes.....	29
	3.5.2 Umidade relativa do ar e temperatura	30
	3.5.3 Dano Mecânico imediato	31
	3.5.3 Dano mecânico latente, vigor e viabilidade	31
4.	RESULTADOS E DISCUSÃO.....	33
	4.1 DANO MECANICO IMEDIATO	33
	4.2 DANO MECÂNICO LATENTE.....	34
	4.3 VIABILIDADE	35
	4.4 VIGOR.....	36
	4.5 UMIDADE RELATIVA DO AR	37
	4.6 TEMPERATURA	37
	4.7 UMIDADE DAS SEMENTES.....	38
5.	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

As sementes são essenciais para a perpetuação de diferentes espécies de plantas. Também são uma parte do conhecimento transmitido de culturas ancestrais em forma de biodiversidade. Ao longo do tempo inúmeras sociedades domesticaram e selecionaram sementes com a finalidade de garantir sua segurança alimentar, gerando propágulos mais adaptáveis as suas condições abióticas e bióticas (PERES, s.d.).

A soja é uma das principais culturas agrícolas em todo o mundo, sendo amplamente utilizada na produção de alimentos e de rações. No cultivo existem agricultores especializados na produção de grãos e, outros, geralmente com áreas maiores e mais tecnificados, que trabalham com a produção de sementes. Para produzir sementes os cuidados são maiores uma vez que durante o processo de colheita, armazenamento e transporte, as sementes podem sofrer danos mecânicos imediatos ou latentes, que afetam sua qualidade e germinação. Segundo Krzyzanowski et al. (2004), o dano mecânico é responsável por uma grande porcentagem de perdas na qualidade das sementes.

A semente de soja é altamente suscetível a danos mecânicos, pois suas partes vitais, como a radícula, o hipocótilo e a plúmula, estão localizadas abaixo de um tegumento fino que oferece pouca proteção (França Neto & Henning, 1984). A sensibilidade do tegumento ao dano mecânico é um aspecto crucial para a qualidade das sementes de soja, o qual está diretamente relacionado à variabilidade genética (Carbonell, 1991).

A operação de colheita já apresentou avanços com a utilização de rotores axiais, comprovadamente melhores do que os rotores tangenciais quando o objetivo é a produção de sementes de alta qualidade. No entanto, existe a hipótese que mesmo utilizando máquinas colhedoras da mesma marca e do mesmo modelo, os valores de fatores relativos à qualidade das sementes apresentam alto coeficiente de variação. Por isso, o trabalho teve por objetivo avaliar o dano mecânico imediato e o dano mecânico latente em sementes de soja, juntamente com avaliações do vigor e viabilidade das sementes obtidas em três dias de operação de colheita por duas colhedoras axiais em lavoura destinada a produção de sementes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)

A soja que se cultiva atualmente difere de suas plantas ancestrais, que eram variedades selvagens de baixo crescimento que prosperavam ao longo das margens do rio Yangtze, na China, e em outras partes da Ásia Oriental. O processo de evolução da soja começou com a ocorrência de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram subsequentemente domesticadas e aprimoradas por agricultores e cientistas na antiga China (EMBRAPA, 2023).

Os agricultores chineses buscaram selecionar e propagar plantas de soja que exibissem características desejáveis, como tamanho de semente, rendimento e resistência a doenças. Ao longo do tempo, esse processo de seleção artificial levou à domesticação da soja, transformando-a em uma cultura agrícola fundamental na China (EMBRAPA, 2023).

A soja *Glycine max* L. caracteriza-se por ser uma espécie pertencente à classe Magnoliopsida, da família Fabaceae, subfamília Faboideae, tendo como provável ancestral a espécie *Glycine ussuriensis* (COSTA, 1996). A soja é uma espécie autógama, o que significa que suas flores são fertilizadas por meio de autofecundação, em que o pólen fertiliza o óvulo da mesma flor. Isso facilita a polinização e a reprodução da planta, mesmo em condições nas quais a transferência de pólen entre flores é limitada (BESPALHOK et al., 2007).

A prática de melhoramento genético da soja contínua ao longo dos séculos, com agricultores e pesquisadores selecionando variedades específicas para atender às necessidades locais. Essa tradição foi transmitida para outras regiões, incluindo o Japão e a Coreia. No século XX, a soja foi implementada nos Estados Unidos e em outros países, onde passou por programas de melhoramento genético para aumentar a produtividade, a resistência às pragas e doenças, bem como a adaptabilidade às diferentes condições climáticas (EMBRAPA, 2023).

No final da década de 1960, o Brasil começou a considerar a soja como um produto comercial devido a dois fatores internos que posteriormente causaram um impacto significativo no panorama global de produção de soja. Nesse período, o trigo era uma cultura dominante na região Sul do Brasil, enquanto a soja começava a se destacar como uma opção de cultivo de verão, sucedendo o trigo. Além disso, o Brasil estava iniciando esforços para a produção de suínos e aves, criando uma demanda crescente por farelo de soja como componente

essencial na alimentação desses animais (EMBRAPA, 2023).

Os investimentos em pesquisa desempenharam um papel fundamental na "tropicalização" da soja, possibilitando pela primeira vez na história o cultivo bem sucedido do grão em regiões de baixas latitudes, abrangendo áreas situadas entre o trópico de Capricórnio e a linha do equador. Esse, resultado dos esforços científicos brasileiros, representou uma revolução na história global da soja e seu impacto começou a se manifestar (EMBRAPA, 2023).

As pesquisas em melhoramento genético com a cultura da soja foram crescentes no Brasil, conforme a importância da cultura foi aumentando desde sua implantação no solo brasileiro. O melhoramento genético tem por objetivo gerar propágulos mais adaptáveis a diferentes condições. Quanto mais se evoluía se percebia uma necessidade de obter sementes de soja com alto níveis de qualidade para se ter sucesso no cultivo, porém a produção de sementes com elevados padrões de qualidade é um grande desafio por diversos fatores, como clima, genética, mão de obra qualificada entre outras (EMBRAPA,2023).

As sementes de soja podem variar de cor e forma. Elas geralmente apresentam cores amareladas, pretas ou marrons, e quanto à forma, podem ser lisas, ovais, globosas ou elípticas. Essa diversidade de características das sementes de soja está relacionada às diferentes variedades e cultivares da planta, bem como às condições de crescimento e ambiente de cultivo (MISSÃO, 2008).

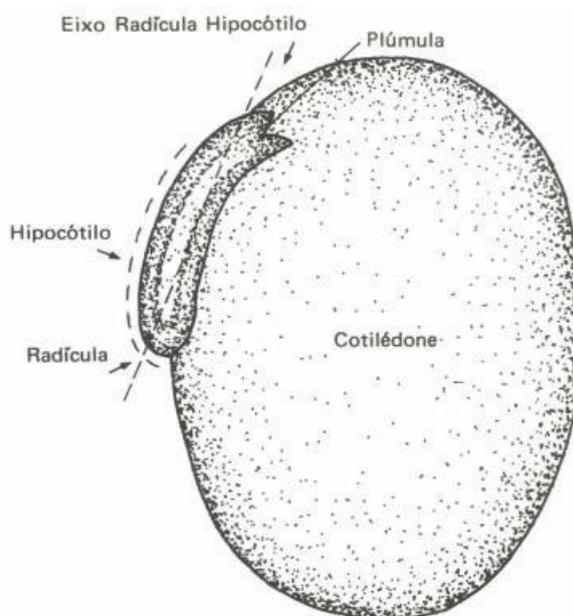
2.2 DANO MECÂNICO NAS SEMENTES DE SOJA

O controle de qualidade das sementes de soja é de extrema importância nas cadeias de produção, uma vez que a qualidade das sementes desempenha um papel crucial na determinação do sucesso da safra subsequente. Caso os produtores não adotem padrões rigorosos de controle de qualidade, podem correr o risco de serem excluídos da atividade agrícola. Estudos realizados por Costa et al. (2001) e Mesquita et al. (1999) destacaram que, apesar da

disponibilidade de tecnologia avançada, a qualidade das sementes de soja provenientes de algumas regiões tem sido seriamente comprometida, devido a diversos fatores, como alta umidade, danos causados por excesso de precipitações, quebras, ruptura do tegumento e danos mecânicos.

Os estudos feitos de Carter & Hartwig (1962), Viera et al. (1982), TeKrony et al. (1980) e Costa et al. (1994) corroboram a influência significativa das condições ambientais na qualidade das sementes de soja. Eles constataram que temperaturas mais baixas durante o ciclo de cultivo têm um efeito positivo na qualidade das sementes, enquanto condições quentes e úmidas, com excesso de chuvas, podem ter um impacto negativo irreversível na qualidade das sementes produzidas. Os autores também enfatizam que uma lesão no eixo radícula-hipocótilo podendo ser observado na figura 1, pode causar sérios prejuízos ao vigor das sementes, podendo ser facilmente identificado pelo teste de tetrazólio.

Figura 1 Corte longitudinal de uma semente de soja, mostrando suas estruturas embrionárias.



Fonte: (FRANÇA NETO,2016).

A semente de soja é muito sensível aos impactos mecânicos, uma vez que as partes constituintes do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão

localizadas sob um tegumento relativamente fino que oferece pouca proteção. A fragilidade do tegumento da semente de soja a torna suscetível a danos mecânicos de diversas fontes, incluindo os durante a colheita, o armazenamento e o transporte (COSTA et al., 1996).

A qualidade fisiológica das sementes de soja é amplamente influenciada pelo genótipo. Nos últimos anos, os programas de melhoramento genético têm se concentrado no desenvolvimento de materiais com características específicas, como resistência a doenças e pragas, teores de óleo e proteína, e mais recentemente, teor de lignina no tegumento das sementes. Esses esforços visam melhorar a produtividade, a qualidade e a adaptabilidade das plantas de soja às necessidades dos agricultores e da indústria, contribuindo para uma melhoria da safra e a obtenção de sementes de alta qualidade com características desejadas (COSTA et al., 2001).

Foi observado que o teor da lignina no tegumento das sementes pode influenciar a qualidade fisiológica das sementes de soja. A lignina é um componente presente nas paredes celulares das plantas e desempenha um papel importante na proteção das sementes contra estresses ambientais e na resistência a patógenos. Variações no teor da lignina podem afetar a permeabilidade das sementes à água, a germinação, a resistência às doenças e a danos mecânicos, bem como outros aspectos relacionados à qualidade fisiológica das sementes (PANOBIANCO et al., 1999).

Nos programas de melhoramento genético, há um esforço para selecionar genótipos com teores de lignina superiores a 5%. Isso ocorre porque cultivares com níveis mais elevados de lignina tendem a exibir maior resistência ao impacto mecânico. A lignina fortalece as paredes celulares e o tegumento, tornando-as menos suscetíveis a danos físicos e mais resistentes a rachaduras ou quebras. Isso é especialmente vantajoso em comparação com as cultivares que possuem menores teores de lignina, já que essas últimas podem ser mais vulneráveis a danos mecânicos. Portanto, uma seleção de genótipos com teores de lignina mais altos pode contribuir para a produção de sementes de soja de melhor qualidade, com maior resistência a estresses mecânicos e maior durabilidade durante o armazenamento (ALVAREZ et al., 1997).

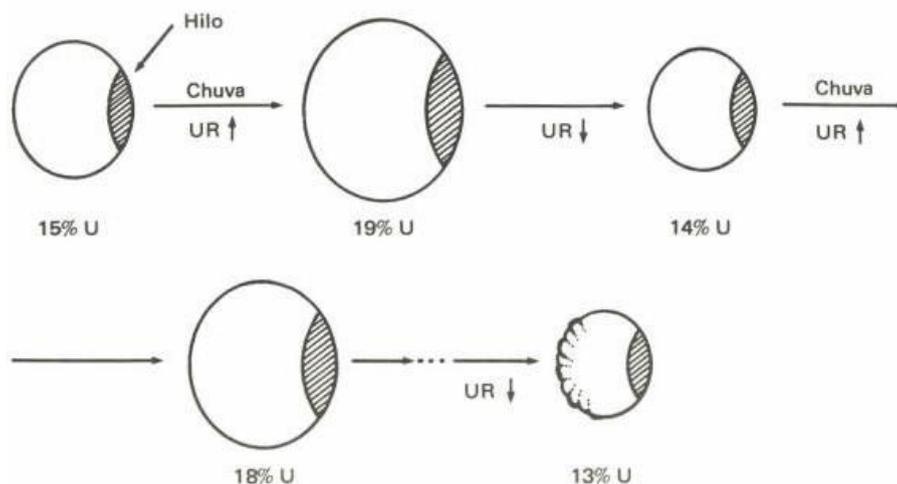
Outros fatores que contribuem para o aumento de dano mecânico nas sementes é a umidade da semente e o tempo de armazenamento, dela a campo,

ou seja, o período que compreende a maturidade fisiológica até a colheita. O dano mecânico das sementes durante a colheita mecanizada segundo CARVALHO e NAKAGAWA, se intensifica entre umidades da semente de 12% a 14% e o amassamento de 16% a 18%, sendo entre 14% e 16% os valores que causam menos danos mecânicos. Os danos mecânicos podem afetar várias partes da semente e, em alguns casos, comprometer completamente um lote de sementes, o controle das condições de umidade são fundamentais para evitar danos mecânicos e manter a qualidade das sementes durante o processo de colheita (CARVALHO e NAKAGAWA,1988).

A constituição química, as características de tegumento, a quantidade de reservas, as alterações fisiológicas, o arranjo celular interno da semente e as condições de temperatura e umidade relativa do ar são os fatores que influenciarão a intensidade de deterioração durante o período de armazenagem das sementes a campo (ZUCHI,2018).

A exposição de sementes de soja a ciclos alternados de elevada e baixa umidade antes da colheita, conforme observa-se na Figura 2, pode ter diversos efeitos nas características físicas e na qualidade das sementes. Colher as sementes no momento apropriado é crucial para preservar sua qualidade. O período ideal de colheita ocorre quando o teor de água atinge, pela primeira vez, valores em torno ou abaixo de 15%, durante o processo natural de secagem no campo (FRANÇA-NETO; HENNING, 1984).

Figura 2 Alteração física que resulta na deterioração da semente de soja: variações sucessivas do volume em função da umidade da semente.



Fonte: (FRANÇA NETO,2016).

As sementes de soja são higroscópicas, o que significa que seu teor de umidade é afetado pelo ambiente, aumentando ou diminuindo o seu teor de água de acordo com a absorção ou a perda de umidade pelo meio. Em função das sementes de soja serem higroscópicas a sua deterioração começa já no campo, devido as flutuações de temperatura, orvalho, umidade relativa do ar e precipitações. No campo as sementes absorvem água, aumentando seu volume, na sequência perdem essa água, reduzindo o seu volume. Esses ciclos extremos de expansões e contrações de seu volume são extremamente prejudiciais causando cansaço físico dos tecidos, tornando as sementes mais suscetíveis a danos mecânicos durante a colheita mecanizada, podendo resultar na ruptura do tegumento (FRANÇA NETO, 1984).

Complementando Portugal e Silveira, diz que quando a soja é colhida com um teor de umidade das sementes situado entre 13% e 15%, os problemas relacionados a danos mecânicos e perdas na colheita são minimizados. Sementes colhidas com um teor de umidade superior a 15% estão mais propensas a apresentar uma maior incidência de danos mecânicos latentes (não aparentes). Por outro lado, aquelas colhidas com um teor de umidade inferior a 13% estão suscetíveis ao dano mecânico imediato, ou seja, à quebra durante o processo de colheita (PORTUGAL, SILVEIRA,2021).

2.3 COLHEITA MECANIZADA DE SEMENTES DE SOJA

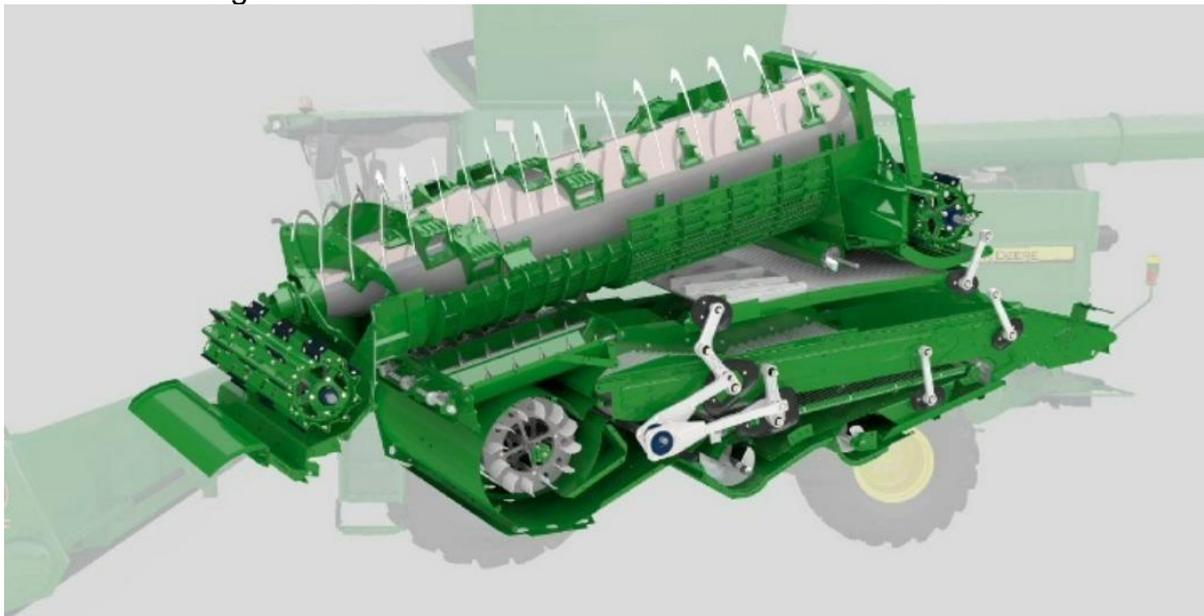
A colheita mecânica, quando não é realizada com rigor, pode resultar em perdas significativas, tanto em termos de quantidade como de qualidade do produto colhido. A colheita mecânica da soja é uma fase de custos elevados e, muitas vezes, resulta na obtenção de matéria-prima de baixa qualidade, devido à falta de manutenção das colhedoras e à ausência de ajustes adequados nos sistemas de trilha, separação e limpeza do produto coletado (COSTA, 2001)

Durante a colheita, no momento da trilha, as sementes ficam expostas a riscos de danos mecânicos imediatos, com os quais a semente fica incapaz de germinar ou latentes os quais afetam a capacidade de armazenamento e vigor da semente. A ação de trilha, realizada entre o cilindro e o côncavo, envolve uma combinação de impactos e atritos, que tem o potencial de danificar estruturas das sementes. Isso pode reduzir tanto o vigor quanto a capacidade de germinação das sementes (PAIVA, 2000)

Na colheita mecânica da soja, existem duas principais categorias de colhedoras disponíveis no mercado, as colhedoras com sistema de trilha tangencial, que consistem em cilindro e côncavo transversais e as colhedoras de fluxo axial (Figura 3), que têm o rotor e o côncavo posicionados longitudinalmente na máquina (CUNHA, 2009).

Colhedoras com sistema axial demonstram uma maior capacidade de colheita e tendem a reduzir os índices de danos mecânicos em comparação com as colhedoras que utilizam o sistema de trilha de alimentação tangencial. Porém, tanto o sistema de trilha de alimentação tangencial quanto o sistema axial podem resultar em níveis elevados de danos mecânicos e quebras de sementes e grãos. Portanto, embora o sistema axial seja considerado mais eficiente, ele não elimina totalmente o problema de danos mecânicos, que é uma preocupação importante na colheita de soja (COSTA, 2001).

Figura 3 - Rotor axial colhedora John Deere Série S.



Fonte: Revista cultivar, 2015.

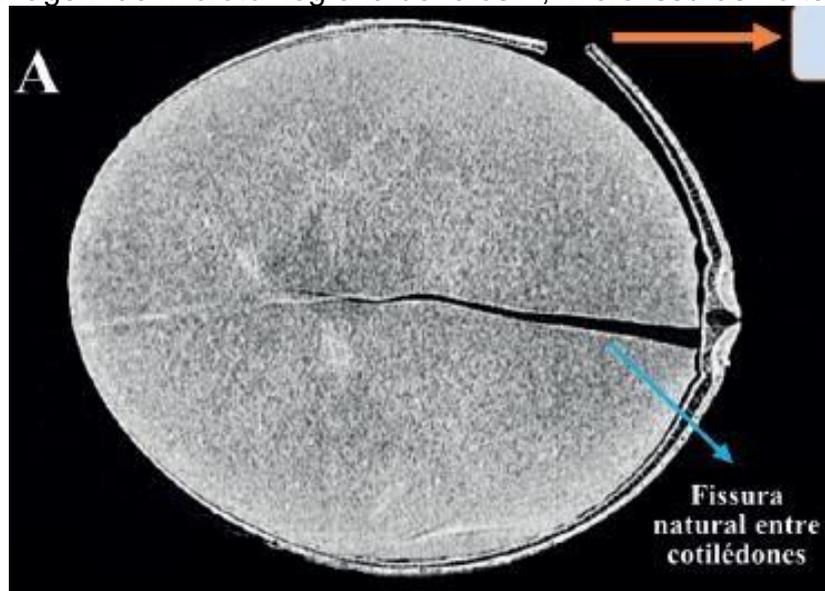
Os danos nas sementes estão correlacionados com a velocidade do cilindro de trilha e a abertura do côncavo da colhedora durante a operação de colheita. Aumentar a velocidade do cilindro pode acelerar a colheita, porém, esse aumento está associado a um maior percentual de sementes danificadas. Portanto, é importante encontrar um equilíbrio entre a eficiência da colheita e a qualidade das sementes, ajustando a velocidade do cilindro e a abertura do côncavo de maneira adequada para minimizar os danos nas sementes de soja (FERNANDES; TEJO; BURATTO, 2019).

2.4 TESTES RÁPIDOS PARA AVALIAÇÃO DE DANOS MÊCANICOS

O teste de hipoclorito pode ser empregado de maneira ágil para determinar a porcentagem de dano mecânico, como a ruptura do tegumento ou microfissuras como observa-se na Figura 4 em sementes de soja que tenham sido prejudicadas durante a colheita ou a trilha, tais sementes vão ser intumescidas mais rapidamente pela solução de hipoclorito. Além disso, pode ser aplicado tanto no momento da colheita como na recepção das sementes na Unidade de Beneficiamento de Semente (UBS) como ao longo do processo de beneficiamento para avaliar os danos mecânicos provocados pelos equipamentos de transporte. Esse teste se mostra valioso para uma avaliação

rápida e eficaz da integridade das sementes, possibilitando a detecção precoce de possíveis problemas relacionados a danos mecânicos ocorridos durante as etapas de colheita, transporte e processamento das sementes de soja (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004).

Figura 4 - Imagem de microtomografia de raios X, microfissuras no tegumento.



Fonte: (KRZYZANOWSKI, 2023).

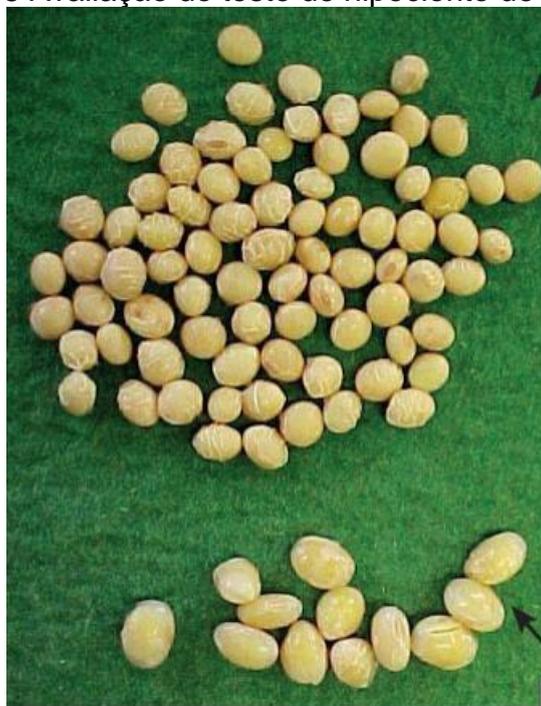
A semente de soja é reconhecida por sua abundância de proteínas, que desempenham um papel essencial na absorção de água devido à sua natureza hidrofílica. Portanto, o teste com hipoclorito de sódio se baseia na hidratação controlada das sementes de soja por meio de uma solução salina durante um período determinado. Esse método oferece maior precisão e reprodutibilidade nos resultados (KRZYZANOWSKI et. Al, 2023).

Devido à variação no teor de proteína nas sementes, influenciada por fatores como a genética, a região de produção e a adubação, a hidratação direta das sementes em água pura pode superestimar os resultados, resultando em imprecisões no teste. Isso, por sua vez, pode impactar a tomada de decisões no controle de qualidade da matéria-prima para sementes. Portanto, a utilização da solução salina no teste de hipoclorito (Figura 5) de sódio é crucial para obter resultados mais confiáveis e informativos sobre a qualidade das sementes de soja (KRZYZANOWSKI et. Al, 2023).

O tegumento intacto tem uma função crucial ao controlar a taxa de hidratação dos componentes internos da semente, como os cotilédones e o eixo embrionário. Ele age como uma barreira que regula a absorção de água, minimizando os estresses relacionados ao processo de absorção de água e controlando a difusão de gases metabólicos, como oxigênio e dióxido de carbono. Além disso, o tegumento desempenha um papel importante na regulação da germinação da semente e pode induzir a dormência, como no caso das sementes duras de soja, devido ao depósito de suberina no tegumento durante o processo de maturação (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2017).

O tegumento da semente de soja desempenha funções essenciais de proteção e regulação. Ele mantém os cotilédones e o eixo embrionário unidos, proporcionando proteção contra danos causados por impactos e abrasões, além de prevenir possíveis infecções e colonizações por patógenos, como fungos e bactérias. Em resumo, o tegumento cumpre um papel fundamental ao confinar e proteger as sementes, ao mesmo tempo em que regula o processo de germinação, contribuindo para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo das sementes de soja (Krzyzanowski, 2016).

Figura 5 Avaliação do teste de hipoclorito de sódio.



Fonte: Krzyzanowski et. al, 2023.

Na indústria de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio tem se destacado como um método crucial de controle de qualidade, especialmente para a soja. Isso deve à sua rapidez, precisão e à abundância de informações que oferece. Este teste não apenas avalia a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, mas também fornece diagnósticos sobre possíveis causas que impactam níveis de sua qualidade, incluindo danos mecânicos causados durante a colheita, variações por umidade e danos causados por percevejos. Esses são problemas frequentemente associados à redução da qualidade fisiológica das sementes de soja (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

O teste de tetrazólio é uma das alternativas para determinar a viabilidade das sementes de acordo com a avaliação bioquímica. A realização se dá por meio das enzimas desidrogenas, pois estimulam as reações respiratórias nas mitocôndrias, durante a glicose e o ciclo do Ácido Cítrico, ainda as enzimas, em sua maioria a desidrogenase do ácido málico reduzem o sal de tetrazólio (TCT) nos tecidos vivos. Quando as sementes de soja são embebidas na solução incolor de TCT, ocorre nas células vivas a reação de redução devido a difusão dos tecidos, o trifênilformazan, um composto vermelho, estável e não-difusível. Se existe a redução de sal de tetrazólio (TCT), formando o trifênilformazan, indica que há atividade de respiração nas mitocôndrias, resultando em viabilidade celular e de tecido. Portanto, a indicação positiva da viabilidade é a coloração resultante de detecção da respiração a nível celular. Já tecidos não coloridos, conseqüentemente não são viáveis. Observando a diferença de cores, encontra-se o vermelho carmim claro, resultando em um tecido vigoroso, quando encontra-se vermelho intenso (Figura 6) em formação, se dá devido a intensidade de difusão de TCT pelas membranas comprometidas dos tecidos, se a coloração encontrada for branca ou incolor, o tecido não é inviável e constará morto. Baseando-se nas diferentes cores, juntamente com as características das sementes, detecta-se sinais de umidade, danos mecânicos, de secagem e ocasionados por pragas que podem ocorrer nos tecidos (MOORE, 1973).

Figura 6 Semente com dano mecânico latente, vermelho intenso.



Fonte: Autor, (2023).

Destaca-se que a eficácia do teste está ligada ao conhecimento de todas as técnicas e procedimentos envolvidos, por isso existem três objetivos básicos na avaliação das sementes, primeiro sob condições perfeitas para determinar o potencial de germinação do lote, o segundo para categorizar as sementes em diferentes classes de viabilidade e o terceiro para relatar possíveis ocorrências que levam a perdas de viabilidade da semente. Os dois primeiros objetivos avaliam-se de acordo com a condição, cor dos tecidos após a coloração, localização e tamanho das lesões. Já a última avaliação busca habilidades para obtenção do diagnóstico correto das ocorrências de perda de viabilidade para reconhecer sintomas típicos dos diferentes danos imperativos nas sementes (MOORE, 1973).

A localização e a extensão dos danos nas sementes são características de extrema importância para uma avaliação precisa, devendo ser consideradas em conjunto, lesões que afetam o hipocótilo e atingem o cilindro central possuem maior consequência do que lesões na metade inferior de um cotilédono, distante do eixo embrionário e da região vascular (KRZYZANOWSKI; NETO, 2004).

O teste de tetrazólio baseia-se na análise da condição de cada semente individualmente. Cada semente é classificada como viável ou não viável e os tipos de danos são anotados. Cada semente é qualificada nas classes de 1 a 5, caso viáveis, e de 6 a 8, se não viáveis. A presença, a localização e o tipo do dano, além das condições físicas das estruturas embrionárias, são utilizadas nesse sistema de classificação, de acordo com FRANÇA NETO,

Classe 1 viável; mais alto vigor, coloração uniforme e superficial, todos os tecidos com aspetos normal e firme. **Classe 2** viável; alto vigor, possui pequenas estrias localizadas na superfície externa dos cotilédones na região oposta ao eixo embrionário, as quais são originadas por pressão do tegumento sobre os cotilédones. As estrias não devem ter profundidade superior a 0,5 mm; **Classe 3** viável; vigor médio, Estrias de coloração vermelho carmim forte localizadas nos cotilédones, na região oposta ao eixo embrionário

Classe 4 viável; vigor baixo, Área de coloração vermelho carmim forte em ambos os cotilédones, cobrindo menos do que a metade dos mesmos. **Classe 5**: viável; vigor muito baixo, Sementes com ambos os cotilédones mostrando um aspecto de mosaico, com áreas de um colorido vermelho carmim forte entremeadas de áreas mais claras, tecidos afetados atingem uma profundidade superior a 1 mm, mas inferior à metade da espessura dos cotilédones. **Classe 6**: não viável, possuem lesões semelhantes às da Classe 5, porém, com maior extensão das áreas afetadas, o que as torna inviáveis. **Classe 7**: não viável sementes com ambos os cotilédones mostrando um aspecto de mosaico com áreas de um colorido vermelho carmim forte entremeadas de outras mais claras e mortas. Os tecidos afetados atingem a metade (ou mais) da espessura dos cotilédones. **Classe 8**: semente morta, Semente totalmente morta, usualmente branca e às vezes com tonalidade rósea. Os tecidos das sementes são friáveis e flácidos (FRANÇA NETO, 1988).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em São Borja, Rio Grande do Sul, nos dias 16, 17 e 18 de maio de 2023, em uma área de 85 hectares destinados a produção de sementes. A área experimental fica localizada entre as coordenadas 28°30'21.36"S, 55°35'35.41"O com altitude média de 110m e seu solo é classificado como Nitosolo Vermelho Eutroférico (IBGE, 2023).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), num esquema fatorial 2 (colhedoras) x 3 (dias de colheita), com 4 repetições.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados pelo programa de análise estatística Assistat. Software Versão 7.7 (SILVA, 2016).

3.4 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DA CULTURA DA SOJA

3.4.1 Semeadura

Para realização do experimento a cultura foi semeada no dia 28 de janeiro de 2023 com a semeadora a vácuo da John Deere® modelo 1111 , na safra agrícola 2023/2023, período safrinha da soja no Rio Grande do Sul. A cultivar escolhida foi a DonMario 64I63RSF IPRO com GMR 6.5 (grau de maturidade relativa). Foram usadas sementes certificadas de segunda geração (C2) com tratamento industrial de sementes de Standak®Top, (Piraclostrobina 25g/L) 200mL p.c/100kg de sementes, com a densidade de 280 mil plantas/ha.

3.4.2 Herbicidas

Durante o ciclo da cultura realizou-se a aplicação de dois herbicidas: o Roundup Ultra® (glifosato 480g/L) foi aplicado 34 dias após a semeadura na dose de 1,3L/ha para o controle de daninhas e para a colheita da cultura realizou-se a dessecação na pré-colheita no estágio R7.3, para tal aplicou-se o herbicida DiquatNortox® (Dibrometo de diquate 373,50 g/L) na dose 2L/ha. A dessecação é uma prática que visa uniformizar a maturação da lavoura para a colheita, reduzindo perdas durante a colheita, aumentando a eficiência da colheita podendo reduzir o número de sementes quebradas (SMIDERLE, 2002).

3.4.3 Fungicidas

O manejo com fungicidas foi feito em 4 aplicações conforme a demanda da cultura: 34 dias após a semeadura foi realizada a primeira a aplicação de Fox®xpro (Proticonazol 175g/L) na dose de 0,5L/ha juntamente com Bravonil® (Clorotalonil 720g/L) na dose de 1L/ha. A segunda aplicação foi realizada 25 dias após a primeira com AprochPower® (Picoxistrobina 90g/L) na dose de 0,3L/ha, associado a UnizebGold® (Mancozebe 750g/L) na dose de 1,5L/ha. A terceira aplicação foi realizada 22 dias após a segunda, novamente com a associação de AprochPower® (Picoxistrobina 90g/L) na dose de 0,3L/ha e UnizebGold® (Mancozebe 750g/L) na dose de 1L/ha. A quarta e última aplicação foi realizada 20 dias após a terceira, com Cypress® (Difenoconazol 250g/L) na dose de 0,3L/ha.

3.4.4 Inseticidas

Por se tratar de um campo destinado à multiplicação de sementes, a abordagem no manejo de inseticidas é rigorosa. É fundamental adotar práticas meticulosas para assegurar a qualidade e a preservação das sementes, protegendo-as contra possíveis danos causados por insetos que poderiam comprometer sua viabilidade e vigor. Devido

a isso foram feitas 4 aplicações, a primeira aplicação foi realizada 34 dias após a semeadura, com a associação do AcefatoNortox® (Acefato 750g/L) na dose de 0,8L/ha com AbamectinNortox® (Abamectina 72g/L) na dose de 0,06L/ha. A segunda aplicação repetiu a primeiros 25 dias após, para a terceira aplicação, 22 dias após a segunda, foi empregado o produto Expedition® (lambda-cialotrina 150g/l) na dose de 0,3L/ha, associado ao produto Mantis® (Abamectina 400g/l) na dose de 0,04L/ha. Para a última aplicação de inseticida foi usado Sperto® (Bifentrina 250g/L) na dose de 0,3 L/ha, 20 dias após a terceira aplicação.

3.4.5 Colheita

A operação de colheita das sementes de soja, conforme Figura 7, ocorreu nos dias 16, 17 e 18 de maio de 2023. Para a colheita foram usadas duas colhedoras axiais da marca JonhDeere® Modelo S550 ano 2021. Ambas as colhedoras apresentavam entre 600 e 700 horas de uso do sistema de trilha. Estavam equipadas com a plataforma da marca JonhDeere® modelo 625F 25 pés. As máquinas colhedoras foram denominadas colhedora A e colhedora B. As regulagens de primeiro escalão das colhedoras para operação de colheita foram fixadas na velocidade de avanço de (5km/h⁻¹), velocidade de rotação do rotor de (500rpm) e abertura de côncavos de (20mm). As avaliações de umidade das sementes, umidade do ar e temperatura, foram realizadas a cada descarga do tanque graneleiro. As amostras, para os testes de hipoclorito de sódio e tetrazólio, eram coletadas diretamente no cano de descarga das colhedoras em 3 tempos distintos, no começo da descarga, no meio da descarga e no final da descarga, resultando em amostras de aproximadamente 2kg .

Figura 7 Colheita mecanizada de sementes de soja.



Fonte: Autor, (2023).

3.5 AVALIAÇÕES

3.5.1 Umidade das sementes

Para a avaliação de umidade das sementes de cada lote coletado, foi utilizado medidor portátil MT-PRO da marca Comag, conforme Figura 8. O equipamento foi calibrado a cada dia de colheita para maior precisão nas avaliações.

Figura 8 Medidor de umidade dos grãos utilizado na pesquisa.



Fonte: Autor, (2023).

3.5.2 Umidade relativa do ar e temperatura

A umidade do ar e a temperatura, foi avaliada a cada amostragem na descarga das colhedoras a partir do medidor Termo-higrômetro digital – AK821 da marca AKSO, de acordo com a Figura 9.

Figura 9 Medidor Termo Hidrômetro.

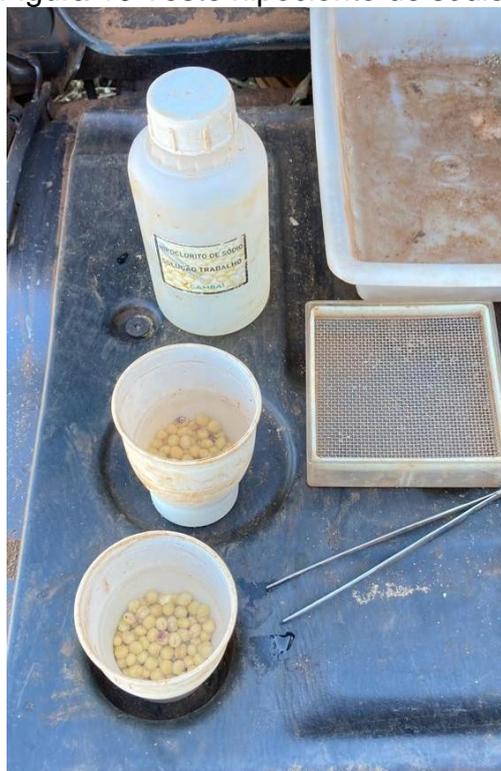


Fonte: Autor, (2023).

3.5.3 Dano Mecânico imediato

A avaliação do dano mecânico imediato foi determinada com o teste do hipoclorito de sódio conforme figura 10 no momento da operação de colheita, nos 3 dias de colheita. O teste de hipoclorito de sódio foi realizado conforme a metodologia da EMBRAPA (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004), sendo coletada uma amostra de sementes de 2kg para cada descarga do tanque graneleiro das colhedoras durante os dias de colheita, separando 200 sementes de cada amostra, fazendo duas repetições de 100 sementes para cada amostra, imergindo as duas repetições no hipoclorito de sódio na concentração 5,25%. Após 10 minutos escorria-se a solução e era realizada a avaliação visual, contando o número de sementes que embeberam, dividindo o valor das sementes embebidas por dois para chegar a percentagem de dano mecânico imediato do lote. Segundo a EMBRAPA se o percentual de sementes embebidas for superior a 10% a semente está muito danificada e é indicado fazer ajustes na colhedora (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004)

Figura 10 Teste hipoclorito de sódio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

3.5.3 Dano mecânico latente, vigor e viabilidade

O teste de tetrazólio foi realizado em laboratório e seguiu a metodologia da EMBRAPA (FRANAÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998). Utilizou-se 100 sementes (2 repetições com 50 sementes) oriundas das amostras de 2kg coletados no descarregamento das sementes do tanque graneleiro. As sementes

foram pré-condicionadas em papel germitest umedecido conforme figura 11 e mantidos em condição de 25°C durante 16 horas para facilitar a coloração pelo tetrazólio.

Figura 11 Pré-condicionamento das sementes em papel germitest.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Após o pré-condicionamento, as sementes foram transferidas a bequers plásticos para a coloração, totalmente submersas na solução de tetrazólio, de acordo com a figura 12 (0,05%) e mantidas a uma temperatura de 35°C durante o período de 2 horas para coloração.

Figura 12 Submersão das sementes em solução de tetrazólio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Alcançando a coloração ideal as sementes foram retiradas dos bequers e lavadas com água. Após se sucedeu as avaliações com a auxílio de uma lupa com aumento de 6 vezes e com iluminação fluorescente, seccionando as sementes longitudinalmente através do centro do eixo embrionário com o auxílio de uma lâmina. As sementes foram avaliadas conforme figura 13 quanto a intensidade do dano mecânico e o local do dano, determinando-se a viabilidade e vigor de cada lote.

Figura 13 A) Avaliação pelo teste de tetrazólio. B) Dano mecânico latente vermelho intenso.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DANO MECANICO IMEDIATO

Conforme a Tabela 1, a análise de variância para o dano mecânico imediato, revela que o único fator significativo foi o fator colhedoras.

Tabela 1 Dano Mecânico Imediato em sementes de soja obtidas com duas colhedoras em três dias de operação.

Hipoclorito de Sódio				
FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS	1	8.16667	8.16667	5.0690 *
DIAS DE COLHEITA	2	2.52083	1.26042	0.7823 ns
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA	2	2.77083	1.38542	0.8599 ns
TRATAMENTOS	5	13.45833	2.69167	1.6707 ns
RESÍDUO	18	29.00000	1.61111	
TOTAL	23	42.45833		

CV= 55.39%

*significativo a 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Tabela 2 Médias de dano mecânico observadas no teste com hipoclorito de sódio

MÉDIAS COLHEDORAS	
A	2.87500 a
B	1.70833 b

*médias seguidas pelas mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste scott-knott

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Observa-se na Tabela 2 que a colhedora A causou maior percentagem de dano mecânico imediato que a colhedora B. Isso indica que, mesmo com regulagens de rotação do rotor, velocidade de avanço e abertura de côncavo iguais, duas colhedoras de mesmo modelo e marca causam danos distintos, tendo outros fatores de influência. Existe a hipótese que mesmo as colhedoras possuindo as horas de uso semelhantes pode haver outras regulagens como altura do transportador helicoidal da plataforma, altura da esteira do elevador de palhas, condição de montagem dos transportadores de grãos (grãos limpos, retilha, cano de descarga) que interfiram no dano mecânico às sementes. Com variações de 1,16% entre as colhedoras, isso destaca a necessidade de avaliações complementares para compreender essas discrepâncias.

4.2 DANO MECÂNICO LATENTE

Segundo a Tabela 3, a análise de variância realizada para a variável dano mecânico latente não houve significância nos fatores colhedoras, dias de colheitas e interações entre eles, não necessitando de análise complementar.

Tabela 3 Dano Mecânico Latente nas sementes de soja obtidas em duas colhedoras axiais em três dias de operação.

Tetrazólio				
FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS	1	20.16667	20.16667	0,5771 ns
DIAS DE COLHEITA	2	22.33333	11.16667	0.3196 ns
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA	2	104.33333	52.16667	1.4928 ns
TRATAMENTOS	5	146.83333	29.36667	0.8404 ns
RESÍDUO	18	629.00000	34.94444	
TOTAL	23	775.83333		

CV= 34,60%

*significativo a 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

O dano mecânico latente está diretamente ligado a umidade das sementes. A umidade das sementes acima de 15% incrementa os danos mecânicos latentes (FRANÇA NETO; HENNING, 1984). Devido não haver diferenças entre as colhedoras e dias de colheita para a variável dano mecânico latente, pode estar relacionado com a média de umidade das sementes de 12,6% durante os 3 dias de colheita e de 12,6% nas colhedoras A e B.

4.3 VIABILIDADE

A análise de variância para a variável viabilidade, segundo a Tabela 4, mostrou que houve diferenças significativas para o fator colhedoras.

Tabela 4 Viabilidade das sementes de soja oriundas de duas colhedoras axiais em 3 dias de operação

Viabilidade	FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS		1	322.66667	322.66667	20.0276 **
DIAS DE COLHEITA		2	24.33333	12.16668	0.7552 ns
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA		2	8.33333	4.16668	0.2586 ns
TRATAMENTOS		5	355.33333	71.06668	4.4110 **
RESÍDUO		18	290.00000	16.11112	
TOTAL		23	645.33333		

CV= 4,48%

** significativo a 1% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Observa-se na Tabela 5, que a colhedora A obteve a média de viabilidade de seus lotes de 86%, menores que os da colhedora B que teve a média de seus lotes de 93,3% de viabilidade. Isso pode estar relacionado com uma menor porcentagem de dano mecânico imediato da colhedora B. Devido os lotes de sementes que possuem maior dano mecânico imediato serem aqueles que sofreram mais abrasões durante a colheita, a probabilidade de um dano sobre uma região vascularizada na semente, que a inviabilize, aumenta.

Tabela 5 Média Viabilidade das sementes fator colhedoras

MÉDIAS COLHEDORAS	
A	86.00000 b
B	93.33333 a

* Médias seguidas pelas mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste scott-knott

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.4 VIGOR

Segundo a análise de variância para a variável vigor, conforme a Tabela 6, mostrou que houve diferenças significativas para o fator colhedoras e para o fator dias de colheita.

Tabela 6 Vigor das sementes de soja oriundas de duas colhedoras axiais em três dias de operação.

Vigor	FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS		1	988.16667	988.16667	47.1804 **
DIAS DE COLHEITA		2	199.00000	99.50000	4.7507 *
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA		2	74.33333	37.16667	1.7745 ns
TRATAMENTOS		5	1261.50000	252.30000	12.0462
RESÍDUO		18	377.00000	20.94444	
TOTAL		23	1638.50000		

CV= 5.4%

*significativo a 5% de probabilidade

** significativo a 1% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Observa-se na tabela 7, que a porcentagem do vigor das sementes dos lotes da colhedora B foi superior ao vigor dos lotes de sementes da colhedora A, podendo estar novamente relacionado com a porcentagem de danos mecânicos imediato os quais foram menores na colhedora B.

Tabela 7 Médias Vigor das Sementes fator colhedoras

MÉDIAS COLHEDORAS	
A	78.33333 b
B	91.16667 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste scott-knott

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Tabela 8 Médias Vigor das Sementes fator dias de colheita

MÉDIAS DIAS DE COLHEITA	
1º	88.50000 a
2º	84.25000 b
3º	81.50000 b

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste scott-knott

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para a variável dias de colheita (Tabela 8), nota-se que o vigor da semente foi decaindo conforme permaneceu a campo, ou seja, o período que compreende a maturação fisiológica até a colheita, podendo estar ligada a um maior período de ciclos de expansões e contrações das sementes, causando maior deterioração fisiológica (FRANÇA-NETO, 1984). Além disso, o estudo ressalta

que o atraso de 2 dias na colheita das sementes pode prejudicar seu vigor em até 7% devido à exposição prolongada a variações climáticas, mesmo que sejam mínimas. Isso sublinha a importância de considerar não apenas o momento adequado para a colheita, mas também a sensibilidade das sementes às condições ambientais, incluindo mudanças sutis na umidade e temperatura.

4.5 UMIDADE RELATIVA DO AR

Segundo a análise de variância para a variável umidade relativa do ar, conforme a Tabela 8, observou-se que houve diferenças significativas para o fator dias de colheita.

Tabela 9 Umidade relativa do ar

Umidade Relativa do Ar				
FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS	1	194.94000	194.94000	3.2594 ns
DIAS DE COLHEITA	2	479.77750	239.88875	4.0109 *
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA	2	119.19250	59.59625	0.9964 ns
TRATAMENTOS	5	793.91000	158.78200	2.6548 ns
RESÍDUO	18	1076.55500	59.80861	
TOTAL	23			

CV= 13.82%

*significativo a 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Observa-se na Tabela 9, que a umidade do ar no primeiro dia foi a menor, estando associada a temperatura mais elevada do primeiro dia de colheita. Já para o segundo e terceiro dia de colheita a umidade relativa do ar aumentou significativamente podendo estar relacionada ao vigor dos lotes de sementes do segundo e terceiro dias os quais decaíram. Devido a exposição das sementes a umidades relativas do ar mais elevadas a sua taxa de deterioração é acelerada.

Tabela 10 Médias de umidade relativa do ar durante os três dias de colheita

MÉDIAS DIAS DE COLHEITA	
1 ^o	49.71250 b
2 ^o	59.86250 a
3 ^o	58.35000 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste scott-knott

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.6 TEMPERATURA

Segundo a análise de variância para a variável temperatura, de acordo com a Tabela 10, houve diferenças para o fator dias de colheita.

Tabela 11 Temperatura do ar durante os três dias de colheita

Temperatura do Ar				
FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS	1	0.32667	0.32667	0.0327 ns
DIAS DE COLHEITA	2	75.78583	37.89292	3.7900 *
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA	2	3.43583	1.71792	0.1718 ns
TRATAMENTOS	5	79.54833	15.90967	1.5313 ns
RESÍDUO	18	179.96500	9.99806	
TOTAL	23			

CV= 13.97%

*significativo a 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Observa se que na Tabela 11, a temperatura do primeiro dia foi a maior, corroborando com a tabela 9 umidade relativa do ar.

Tabela 12 Médias Temperatura do ar durante os três dias de colheita

MÉDIAS DIAS DE COLHEITA	
1º	24.93750 a
2º	20.61250 b
3º	22.35000 b

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste scott-knott

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.7 UMIDADE DAS SEMENTES

Segundo a Tabela 12, a análise de variância da umidade realizada para fatores colhedoras, dias de colheitas e interações entre eles, não foi significativa. Essa estabilidade da umidade das sementes está relacionada com o período de colheita, que ocorreu em Maio de 2023, período em que as temperaturas médias do mês giram em torno dos 17C° (CLIMADATE, 2023) e sem a ocorrência de chuvas na área experimental durante os três dias de operação de colheita.

Tabela 13 Umidade das Sementes

Umidade das Sementes				
FV	GL	SQ	QM	F
COLHEDORAS	1	0.08167	0.08167	0.0830 ns
DIAS DE COLHEITA	2	1.04250	0.52125	0.5299 ns
COLHEDORAS x DIAS DE COLHEITA	2	0.81083	0.40542	0.4122 ns
TRATAMENTOS	5	1.93500	0.38700	0.3934 ns
RESÍDUO	18	17.70500	0.98361	
TOTAL	23	1.964000		

CV= 7.81%

*significativo a 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado conclui-se que:

- Podem ocorrer diferenças relacionadas ao dano mecânico nas sementes de soja mesmo utilizando máquinas colhedoras iguais e com regulagens semelhantes;

- A permanência por dois dias das plantas de soja a campo, após o ponto de colheita, já resulta em diminuição do vigor das sementes.

Em síntese, a pesquisa destaca a complexidade envolvida na operação de colhedoras e na preservação da qualidade das sementes, indicando a necessidade de ajustes específicos, manutenção adequada e práticas operacionais cautelosas para minimizar danos e assegurar a qualidade das sementes.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, P.J.C.; KRYZANOWSKI, F.C.; MANDARINO, J.M.G.; FRANÇA NETO, J.B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. *Seed Science and Technology*, v.25, p.209- 214, 1997;
- CARBONELL, S.A.M. Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico. Londrina. 1991. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, 1991.
- CARTER, L.J. ; HARTWIG, E.E. The management of soybean. *Advanced Agronomy*, v. 14, p.359-419, 1962.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 242p.
- CLIMADATA, Tempo e Clima do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul-187/r/maio-5/>. Acesso:01 de dezembro de 2023.
- COSTA, J. A. Cultura da Soja. Porto Alegre: Evangraf, 1996.
- COSTA, N.P. da; 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, p.140-145, 2001.
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.16, n.1, p.12-19, 1994.
- COSTA, N.P.; OLIVEIRA, M.C.N.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.;MESQUITA, C.M.; TAVARES, L.C.V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente da soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.18, n.2, p.232-237, 1996.
- CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da et al. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. *Ciência Rural*, v. 39, p. 1420-1425, 2009.
- EMBRAPA Soja, Londrina, PR; História da Soja, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 23 out 2023.
- FERNANDES, C. H. S. F.; TEJO, Débora Perdigão; BURATTO, Juliana Sawada. Percas na colheita da soja. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF, Garça*, v. 33, n. 1, p. 2019.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, Ademir Assis. Qualidade fisiologica e sanitaria de sementes de soja. 1984. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).
- FRANÇA-NETO, J. de B. et al. Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja.

1988.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1998

FRANÇA-NETO, J. de B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. 2016.

FRANÇA-NETO, J. de B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). Informativo Abrates, Londrina, v. 19, n. 2, p. 76-80, set. 2009., 2009.

IBGE, 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acesso em 21 de Novembro 2023.

KRZYZANOWSKI, C.; FRANÇA NETO, J. de B.; DA COSTA, N. P. Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja. 2004.

KRZYZANOWSKI, F. C. Características físicas da semente: dano mecânico não aparente, densidade e peso de mil sementes. In: LORINI, I. Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2014/15. Londrina: Embrapa Soja, 2016. p. 49-57. (Embrapa Soja. Documentos, 378). (ISSN 1516-781X).

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Características físicas da semente: dano mecânico não aparente, densidade e peso de 1000 sementes. In: LORINI, I. Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2015/16. Londrina: Embrapa Soja, 2017. p. 63-73. (Embrapa Soja. Documentos, 393).

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. Teste do hipoclorito de sódio para determinação da ocorrência de microfissuras no tegumento da semente de soja. 2023.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Colheita mecânica da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.18, n.3, p.44-53, 1999.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais, v. 3, n. 1, p. 7-15, jan./jun. 2008.

MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W. ed. Seed ecology. London: Butterworth, 1973. p.347-366. **Orientações para a regulação de colheitadeira para safra de soja 2021/2022 | 3tentos**. Disponível em: <<https://www.3tentos.com.br/triblog/post/93>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

PAIVA, L.E. et al. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.24, n.4, p.846-856, 2000.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. Seed Science and Technology, v.27, p.945-949, 1999.

PERES, G. L.X.; ALMEIDA FILHO, N. A importância das sementes transgênicas

para dinâmica do capitalismo contemporâneo.

PORTUGAL, F.A.F; SILVEIRA, M.J. **Colheita**.2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/colheita>. Acessado em: 21 de Novembro de 2023.

REVISTA CULTIVAR, Comparativo colhedoras comercializadas no Brasil, 2015. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/comparativo-colhedoras-comercializadas-no-brasil>. Acessado em: 11 Novembro de 2023.

SILVA, F. De A. S. E. I AZEVEDO, C. A. V. De. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, V.11, n.39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

SMIDERLE, O. J. **Dessecação na colheita de soja: tecnologia que reduz perdas**. 2002.

TEKRONY, D.M; EGLI, D.B.; PHILLIPS, A.D. Effects of field weathering on the viability and on vigor of soybean seed. Agronomy Journal, v. 72, n.5, p.749-53, 1980.

VIERA, L.R.D.; SEDIYAMA, J.; SILVA, R.E.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBAUT, J.T. I.; XIMENES, P.A. Estudo da qualidade fisiológica de semente de soja (Glicine max (L.) Merrill) cultivar UFV-1 em quinze épocas de colheita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1982. v. 1 p.633-644.

ZUCHI, Jacson. **Armazenamento de Semente**. 2018. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ifgoiano.edu.br/home/images/Polo/pdf/2018/Revista-SEEDnews_ed_JUL2018_pg34-37.pdf. Acesso em: 22 de novembro de 2023.