UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

FELIPE ANDRÉ CAYE

DANO MECANICO LATENTE EM COLHEDORA AUTOPROPELIDA EQUIPADA COM SISTEMA COMBINE ADVISOR®

CERRO LARGO
2025

FELIPE ANDRÉ CAYE

DANO MECANICO LATENTE EM COLHEDORA AUTOPROPELIDA EQUIPADA COM SISTEMA COMBINE ADVISOR®

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

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Caye, Felipe André
DANO MECANICO LATENTE EM COLHEDORA AUTOPROPELIDA EQUIPADA COM SISTEMA COMBINE ADVISOR® / Felipe André Caye. -- 2025.
47 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, 2025.

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

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FELIPE ANDRÉ CAYE

DANO MECANICO LATENTE EM COLHEDORA AUTOPROPELIDA EQUIPADA COM SISTEMA COMBINE ADVISOR®

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 26/11/2025.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
MARCOS ANTONIO ZAMBILLO PALMA
Data: 15/12/2025 13:54:02-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

Orientador

gov.br Documento assinado digitalmente
ANA CRISTINA SCHERER SCALCO
Data: 16/12/2025 08:36:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Ana Cristina Scherer Scalco

Administradora – Alvorada Sistemas Agrícolas

Avaliadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
FLAVIO CASTRO DA SILVA
Data: 15/12/2025 12:10:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Flávio Castro da Silva

Eng. Agrícola – Universidade Federal Fluminense (UFF)

Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que debaixo de muito sol me proporcionaram chegar aonde estou na sombra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço incondicionalmente aos meus pais, que não mediram esforços e apoio para que eu alcançasse este sonho. Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma pela amizade, paciência e auxílio em todas as dúvidas que surgiram durante o período de formulação desta pesquisa e de toda a graduação. Cumprimento todos os demais professores e amigos com o qual tive o prazer de cruzar o caminho durante estes rápidos cinco anos de faculdade.

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

RESUMO

A soja é uma das commodities agrícolas mais importantes do mundo, consolidada como um pilar econômico fundamental para o Brasil, gerando bilhões em exportações e milhares de empregos diretos e indiretos, além de ser a principal fonte de proteína utilizada na ração animal e matéria-prima essencial para diversas indústrias. Para garantir o sucesso da cadeia produtiva, obter sementes de qualidade é indispensável e é um dos principais desafios dentro da cadeia produtiva, para isso, a correta regulagem de colhedoras é essencial para a minimização dos danos mecânicos que reduzem o vigor e a viabilidade em sementes de soja. A presente pesquisa teve como objetivos a avaliação do dano mecânico latente em sementes de soja obtidas em colhedora equipada com o sistema de automação Combine Advisor®, um sistema de automação inteligente da John Deere, lançado em 2018 para a Série S700 de colhedoras, que otimiza o desempenho da colhedora utilizando câmeras (ActiveVision®) e sensores que monitoram a qualidade dos grãos e as perdas em tempo real ajustando automaticamente parâmetros da máquina (como a velocidade de operação, abertura de peneiras e rotação do ventilador) para maximizar a capacidade operacional e a qualidade dos grãos. O experimento foi realizado em São Nicolau (RS) em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com esquema fatorial 2x2 (Combine Advisor® desligado/ligado; Dois dias de operação de colheita) e as amostras coletadas foram analisadas em laboratório na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo (RS). Para avaliação utilizou-se uma colhedora John Deere S780 em operação de colheita da cultivar Monsoy 6202 i2x. Foram realizadas avaliações de umidade, teste de germinação e teste de tetrazólio com o intuito de avaliar a interação entre o sistema Combine Advisor® com relação ao dano latente nas sementes de soja obtidas. Os resultados não indicaram diferença significativa para a umidade dos grãos nem para o teste de germinação entre os tratamentos. Contudo, no teste de tetrazólio, o uso do Combine Advisor® ligado resultou em uma média significativamente maior de sementes nas classes de alto vigor (Classes 1 e 2) em ambos os dias de coleta, quando comparado ao sistema desligado.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade Fisiológica, Automação Agrícola, Vigor de Sementes, Colheita Mecanizada, Teste de tetrazólio

ABSTRACT

Soybean is one of the world's most important agricultural commodities, consolidated as a fundamental economic pillar for Brazil, generating billions in exports and thousands of direct and indirect jobs, in addition to being the main source of protein used in animal feed and an essential raw material for various industries. To ensure the success of the production chain, obtaining quality seeds is indispensable and is one of the main challenges within the productive chain. For this, the correct adjustment of combine harvesters is essential for minimizing mechanical damage that reduces vigor and viability in soybean seeds. The present research aimed to evaluate the latent mechanical damage in soybean seeds obtained from a harvester equipped with the Combine Advisor® automation system, an intelligent automation system from John Deere, launched in 2018 for the S700 Series of combines. This system optimizes the harvester's performance using cameras (ActiveVision®) and sensors that monitor grain quality and losses in real-time, automatically adjusting machine parameters (such as operating speed, sieve openings, and fan speed) to maximize operational capacity and grain quality. The experiment was conducted in São Nicolau (RS) in a Completely Randomized Design (CRD) with a 2x2 factorial scheme (Combine Advisor® off/on; Two days of harvesting operation), and the collected samples were analyzed in a laboratory at the Federal University of Southern Border (UFFS) *campus* Cerro Largo (RS). For the evaluation, a John Deere S780 combine harvester was used in the harvesting operation of the cultivar Monsoy 6202 i2x. Evaluations of moisture, germination test, and tetrazolium test were performed in order to assess the interaction of the Combine Advisor® system with regard to latent damage in the obtained soybean seeds. The results did not indicate a significant difference for grain moisture or for the germination test between the treatments. However, in the tetrazolium test, the use of the Combine Advisor® (when on) resulted in a significantly higher average of seeds in the high-vigor classes (Classes 1 and 2) on both collection days, when compared to the system being off.

KEYWORDS: Physiological Quality, Agricultural Automation, Seed Vigor, Mechanized Harvest, Tetrazolium Test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CICLO FISIOLÓGICO DA SOJA.....17

FIGURA 2 - PRINCIPAIS PERCEVEJOS DA SOJA.....18

FIGURA 3 - ALTERAÇÕES FÍSICAS PELA VARIABILIDADE DO VOLUME DE ÁGUA NA SEMENTE. 20

FIGURA 4 - SEMENTE DE SOJA COM DANO MECÂNICO SUBMETIDA AO TESTE DE TETRAZÓLIO.....21

FIGURA 5 - COLHEDORA DESCARREGANDO NO REBOQUE TRANSBORDO. ..24

FIGURA 6 - COLHEDORA E PLATAFORMA DE CORTE UTILIZADAS. 25

FIGURA 7 - CONFIGURAÇÕES DE COLHEITA ADOTADAS PARA O COMBINE ADVISOR® DESLIGADO, DESTACADAS EM VERMELHO 26

FIGURA 8 - REPETIÇÕES ACOMODADAS EM PAPEL GERMITEST DENTRO DO SACO PLÁSTICO PARA AVALIAÇÃO XXX NA BOD. 28

FIGURA 9 – COPOS DE PLÁSTICO REVESTIDOS COM PAPEL ALUMÍNIO COM AS REPETIÇÕES ACOMODADOS DENTRO DA BOD.....29

FIGURA 10 - MEDIDOR DE UMIDADE G939. 30

FIGURA 11 - CONTAGEM DAS SEMENTES GERMINADAS NO 8° DIA. 31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DOS TEORES DE UMIDADE DAS SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA LIGADO E CA DESLIGADO NOS DIAS 1 E 2 DE COLETAS 33

TABELA 2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO DANO MECÂNICO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA DESLIGADO E CA LIGADO NO DIA 1. 34

TABELA 3 - MÉDIAS DE CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA NAS CLASSES OBTIDAS NO DIA 1. 35

TABELA 4 - MÉDIAS DAS INTERAÇÕES ENTRE O FATOR 1 (CA DESLIGADO/LIGADO) E FATOR 2 (CLASSES 1 A 8) EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA DESLIGADO E CA LIGADO NO DIA 1. 36

TABELA 5 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO DANO MECÂNICO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA DESLIGADO E CA LIGADO NO DIA 2. 37

TABELA 6 - MÉDIAS DAS CLASSES DAS SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA DESLIGADO E CA LIGADO NO DIA 2.....37

TABELA 7 - MÉDIAS DAS INTERAÇÕES ENTRE O FATOR 1 (A) E FATOR 2 (B) EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA DESLIGADO E CA LIGADO NO DIA 2. 38

TABELA 8 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM CA LIGADO E CA DESLIGADO. 39

TABELA 9 - MÉDIAS DO NÚMERO DE SEMENTES GERMINADAS EM 4 DIAS E 8 DIAS NO TESTE DE GERMINAÇÃO EM SEMENTES OBTIDAS COM CA LIGADO E CA DESLIGADO.....39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14
2.1 ASPECTOS GERAIS 14
2.2 CARACTERÍSTICAS DA SOJA 15
2.3 DANOS NAS SEMENTES DE SOJA 17
2.3.1 Dano por percevejo 17
2.3.2 Umidade 18
2.3.3 Dano imediato 20
2.3.4 Dano latente 20
2.4 MECANIZAÇÃO 21
3 MATERIAL E MÉTODOS 23
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO 23
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 23
3.3 COLHEDORA ADOTADA 24
3.3.1 Operação de colheita e coleta dos dados 25
3.4 CULTIVAR SEMEADA 26
3.5 AVALIAÇÕES 27
3.5.1 Teste de tetrazólio 27
3.5.2 Umidade das sementes 29
3.5.3 Teste de germinação 30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32
4.1 PRECIPITAÇÃO 32
4.2 UMIDADE DOS GRÃOS DE SOJA 32
4.3 DANO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA 33
4.3.1 Dia 1 33
4.3.2 Dia 2 36
4.3.3 Germinação 39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 41

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, destacando-se como a principal fonte de proteína vegetal. Originária na Ásia, precisamente no Leste Ásiatico (CHUNG; SINGH, 2008), adaptou-se bem às condições tropicais e subtropicais, destacando-se na agricultura brasileira. Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores globais de soja, com uma produção de mais de 298 milhões de toneladas (Mt), desempenhando papel fundamental na economia nacional, na balança comercial e no agronegócio (FAOSTAT, 2023). O sucesso dessa cultura no país deve-se aos avanços tecnológicos em melhoramento genético, manejo agrícola e sistemas de produção, que permitiram sua expansão para diferentes regiões, desde os tradicionais campos do Sul até as fronteiras agrícolas do Cerrado. (NEPOCUCENO *et al.* 2021).

Segundo França-Neto *et al.* (2016), para ocorrer sucesso no campo é imprescindível a utilização de sementes de elevada qualidade e alto vigor para que se obtenha uniformidade de plantas e altas produtividades. Porém, para obter sementes de qualidade é necessário safras com precipitações consistentes e nos períodos corretos, além de manejo de doenças e pragas, principalmente, nos estádios de desenvolvimentos dos grãos.

Nesse sentido, a correta regulagem das colhedoras autopropelidas é essencial para a minimização dos danos mecânicos, os quais resultam em menor vigor e viabilidade das sementes de soja. Diante disso, a pesquisa teve por objetivo avaliar o dano mecânico latente em sementes de soja colhidas por uma máquina equipada com sistema de automação de trilha, limpeza e controle de velocidade de operação (denominado comercialmente *Combine Advisor® John Deere®*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS

A soja (*Glycine max)* é uma planta herbácea leguminosa, diploide (2n=40) da classe Rosideae, ordem Fabales e família Fabaceae, originária do leste da Ásia. Sua domesticação ocorreu no continente asiático, precisamente na China, onde foi cultivada e melhorada a partir de sua progenitora selvagem Glycine soja (CHUNG; SINGH, 2008), seleção esta que ocorreu através de transformações fenotípicas drásticas resultantes de interações com o ambiente e seleção sucessivas derivando plantas eretas, com sementes pesadas e variadas cores do tegumento se comparadas com a soja selvagem (WANG *et al.*, 2016).

No Brasil, a soja foi introduzida no início do século XX e inicialmente cultivada na região Sul, onde era designada para a rotação de culturas com o trigo e para o consumo animal (KLEIN; VIDAL LUNA, 2021). Conforme os autores, o crescimento acelerado da cultura na região ocorreu devido a diversos fatores, como a crescente expansão da avicultura e da suinocultura, além do aumento da produção de trigo e da necessidade de rotacionar a cultura.

Mais precisamente, a soja foi importada por emigrantes japoneses para o Brasil em 1908. No entanto, sua difusão em maior escala ocorreu no Rio Grande do Sul em 1914 (CONCEIÇÃO, 1986). A disseminação pelo estado, principalmente pelas regiões Norte e Oeste, intensificou-se nos anos de 1970, resultando na inclusão de áreas de cultivo que antes eram destinadas a outras culturas. Esse crescimento intenso foi viabilizado pela existência de mercado externo para comercialização e pela viabilidade de custeio para os agricultores, conforme afirma Conceição (1986, p. 84).

A partir da década de 80, houve uma expansão da cultura da soja para a região do Cerrado, impulsionada por fatores internos como incentivos fiscais visando à exploração de novas áreas de cultivo, a construção da capital brasileira (Brasília) e o avanço do melhoramento genético. Tais fatores resultaram em uma planta adaptada às condições edafoclimáticas da região, além de condições favoráveis do solo para mecanização e a presença de períodos do ano com regime pluviométrico bem definido (FREITAS, 2011).

Na safra de grãos 2024/2025, foi estimada uma produção de 298,41 milhões de toneladas (Mt). Destes, 147,7 Mt são provenientes da cultura da soja, indicando a

enorme importância da cultura com uma participação de 49,5% da produção total. A área plantada foi de 47,61 milhões de hectares (há), com uma produtividade média de 3.200,9 kg/ha (CONAB, 2023). Grande parte dessa produção é destinada à exportação, que no mesmo ano atingiu 99,4 Mt, tendo a China como o maior cliente brasileiro (CONAB, 2023).

A produção mundial de soja no ano de 2023 foi de 371,17 Mt. O Brasil segue como maior produtor do mundo, seguido pelos Estados Unidos, com uma produção de 113,34 Mt, e pela Argentina, com 25,04 Mt (FAOSTAT, 2023).

2.2 CARACTERÍSTICAS DA SOJA

Segundo a Neumaier *et al.* (2000), a soja (*Glycine max*) é uma planta autógama que apresenta um caule eriçado, com poucas ramificações, porém sua raiz com um eixo principal e diversas ramificações, as folhas são trifolioladas, exceto a primeira acima dos cotilédones que é simples e flores nas cores roxa, branca ou intermediária. As sementes se desenvolvem dentro de vagens brandamente arqueadas inicialmente na cor verde evoluindo para amarelo-pálido, marrom ou cinza conforme amadurece contendo de uma a cinco sementes.

Sua estatura se mantém entre 60 e 110 cm, podendo variar de acordo com a cultivar semeada e condições climáticas, dificultando o acamamento e favorecendo a colheita mecanizada (NEUMAIER *et al.*, 2000). É uma planta de dias curtos, ou seja, é responsiva a duração da noite (nictoperíodo) e, em casos de dias longos, a planta irá retardar a floração e dilatar seu ciclo, porém, com o expansão de cultivares comercias desenvolveu-se a juvenilidade da soja uma característica obtida por essas cultivares capaz de retardar o período de florescimento enquanto continua vegetando extraindo a sensibilidade ao fotoperíodo da planta, graças a esse método a soja se tropicalizou dentro do território brasileiro (NEUMAIER et al., 2000).

As características de cada cultivar podem variar, porém todas são classificadas dentro de Grupos de Maturação Relativa (GMR), diferenciando-se conforme os dias para maturação que variam de acordo com a altitude e latitude, consequentemente latitudes maiores serão responsáveis por mais dias até a maturidade e clico mais dilatado em decorrência de dias mais curtos possibilitando maior tempo para a planta se desenvolver (ALLIPRANDINI *et al.*, 2009), Para o Brasil foi estipulado que latitudes

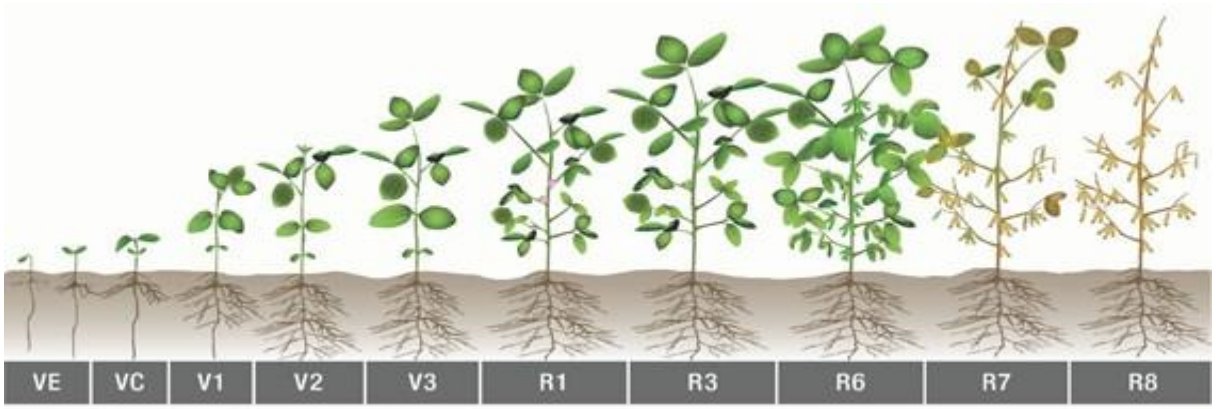
entre 30° e 20° será recomendado cultivares com GMR entre 5 a 8, latitudes entre 10° e 20°, 7 a 9 e entre 0° a 10°, 8 a 9, , respectivamente (ALLIPRANDINI *et al.*, 2009).

Conforme afirma Neumaier *et al.* (2000), quaisquer cultivares de soja apresentam um potencial de rendimento máximo, determinado pela sua genética mas que é expresso apenas sob condições inalcançáveis na agricultura, por consequência, entender os estádios de desenvolvimento da soja é essencial para determinar o manejo adequado permitindo a identificação precoce de problemas e, consequentemente, o aumento da eficiência.".

Pioneiros no estudo dos estágios fenológicos da cultura da soja, Fehr; Caviness (1977) estabeleceram uma padronização mensurável designados pela letra "V" (estádios vegetativos) e “R” (estádios reprodutivos).

Os estádios vegetativos iniciam-se no estádio de Emergência (VE) com a emergência dos cotilédones acima da superfície do solo, formando um ângulo de 90° ou maior. O estádio VC é designado como estádio cotiledonar e nele os cotilédones estão abertos e expandidos e as bordas das folhas uni folioladas não se encostam. Doravante, os estádios vegetativos são determinados quando as bordas dos folíolos da seguinte folha trifoliolada não se tocarem e são mensurados conforme o seu número de folhas trifolioladas menos um. Os estádios reprodutivos, marcados com a letra R, distinguem-se em quatro fases: florescimento (R1 e R2), crescimento do legume (R3 e R4), enchimento de grão (R5 e R6) e maturação fisiológica (R7 e R8) (NEUMAIER *et al.*, 2000), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Ciclo fisiológico da soja



Fonte: Agropós (2021)

Conforme mencionado por Neumaier anteriormente, cultivares apresentam intrinsicamente potencial máximo de rendimento. Contudo a variabilidade climática exerce influência crítica na produtividade da soja, ocasionando quedas significativas na produção, secas prolongadas ou excesso de chuvas durante estádios críticos do desdobramento da cultura (vegetativo, floração e enchimento de grãos), resultando em perdas de rendimento (BATTISTI; SENTELHAS, 2019)

2.3 DANOS NAS SEMENTES DE SOJA

2.3.1 Dano por percevejo

Entre os agentes bióticos limitantes à produtividade da soja, destacam-se os percevejos fitófagos, considerados uma das principais pragas dessa cultura, insetos estes causam danos diretos ao se alimentarem das vagens em formação, comprometendo as sementes em desenvolvimento, como consequência, observa-se não apenas redução no rendimento produtivo, mas também significativa deterioração da qualidade fisiológica e sanitária das sementes (MULLER *et al.*, 2017). Dentre as causas que podem acarretar perdas na produtividade, Muller et al. (2017) afirma que estão: a inadequada conduta no monitoramento de pragas, elevadas populações de insetos, a crescente resistência a defensivos agrícolas e os obstáculos enfrentados na tecnologia de aplicação.

Dentre as diversas espécies de percevejos existentes no Brasil, destacam-se o percevejo-marrom-da-soja (*Euschistus heros*), percevejo verde (*Nezara viridula)* e o

percevejo verde pequeno (*Piezorodus guildinni*) como as três principais (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999), conforme mostra a Figura 2

Figura 2 - Principais percevejos da soja.



Fonte: PRONIMP

Corrêa-Ferreira; De Azevedo (2002) também observaram dano significativo na qualidade da semente de soja sob diferentes populações desses insetos, com até 62% das sementes analisadas apresentando alguma avaria causada pelo agente.

Além dos danos à qualidade e à produtividade, o peso de grãos também é significativamente reduzido em decorrência do ataque de percevejos, principalmente danos atribuídos ao percevejo-verde-pequeno, com redução de até 50% de vagens por planta, além do aumento de vagens vazias (CORRÊA ‑ FERREIRA; DE AZEVEDO, 2002).

Segundo Muller *et al.* (2017), os percevejos com maior importância são os da família pentatomidae, responsáveis por danos causados pelo seu aparelho bucal sugando grãos, vagens e ramos da planta, acarretando sementes murchas e malformadas, além dos danos as raízes e caule dificultando a colheita por razão de retenção foliar na fase de maturidade da planta coincidindo com seu maior pico populacional durante o ciclo da cultura.

2.3.2 Umidade

A umidade é um dos principais fatores que afetam a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja, podendo comprometer seu potencial germinativo, vigor e estocagem (autor). Por isso, o excesso de água nas sementes — seja durante a colheita, o processamento ou o armazenamento — está associado a processos

degradativos, como o aumento da respiração celular, a proliferação de microrganismos e a ocorrência de deterioração por umidade (HENNING *et al.,* 2018).

De acordo com França-Neto *et al.* (2016), sementes de soja com teores de água superiores a 13% tornam-se mais suscetíveis à deterioração, favorecendo o desenvolvimento de fungos, o que reduz a viabilidade e o vigor, além disso, a umidade elevada acelera a atividade enzimática, levando à perda de reservas nutricionais e ao aumento da produção de calor.

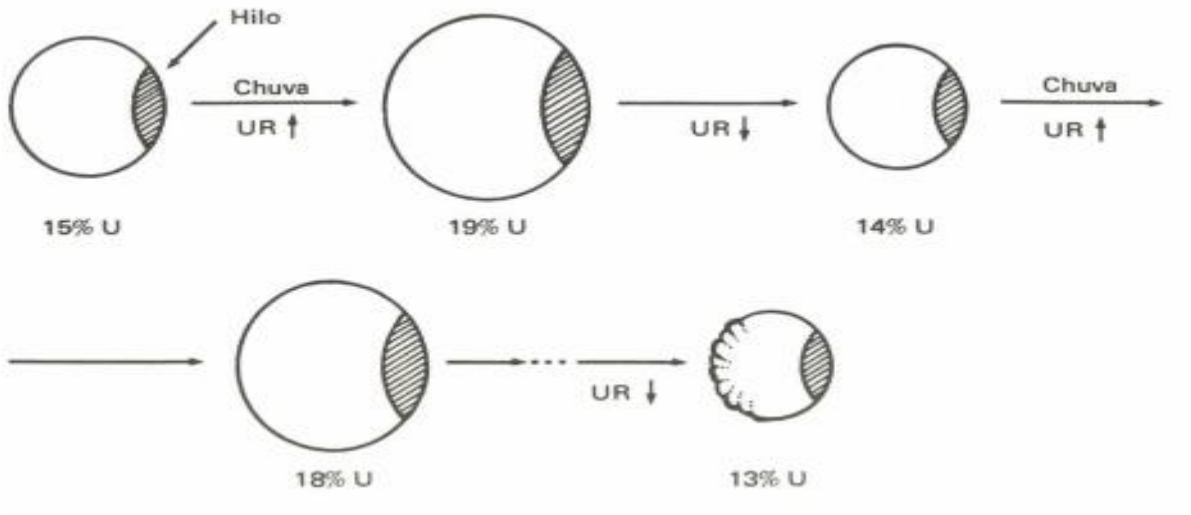
A umidade elevada durante o armazenamento pode levar ao surgimento de pontos de aquecimento na massa de sementes, formando bolsas de ar quente e, consequentemente, elevando da taxa de deterioração (SMANIOTTO *et al.,* 2014). Recomenda-se que as sementes de soja sejam armazenadas com teor de água entre 10% e 12%, em condições de temperatura controlada e baixa umidade relativa, para garantir sua conservação (HENNING *et al.,* 2018).

Contudo, há uma interação direta entre a umidade dos grãos e as perdas durante a colheita mecanizada. Holtz e Reis (2013) mencionam, em seus resultados, que grãos com umidade ideal para estocagem também estão sujeitos a perdas, independente da rotação do rotor da colhedora, podendo chegar a 60 kg/ha com 12,5% umidade.

Como apontam Franca-Neto; Henning (1984), a alta umidade dos grãos de soja durante a sua maturidade fisiológica impede a colheita mecanizada. Os grãos permanecem no campo até a maturação morfológica, momento em que a umidade atinge níveis adequados para a colheita. Contudo, durante essa fase, a planta está sujeita a condições adversas de temperatura e umidade que podem comprometer a qualidade da semente.

O período entre a maturação fisiológica e a morfológica é o momento em que as sementes perdem umidade para viabilizar a colheita. No entanto, em decorrência de chuvas esporádicas e temperaturas altas associadas à umidade do ar elevada, é comum que ocorra a absorção e perda de umidade sucessivas. Esse processo gera expansões e contrações no volume da semente, desenvolvendo rugas nos cotilédones, o que pode ocasionar ruptura no tegumento e comprometer os tecidos embrionários, diminuindo o vigor da semente (FRANCA-NETO; HENNING, 1984). A Figura 3 exemplifica essa condição.

Figura 3 - Alterações físicas pela variabilidade do volume de água na semente.



Fonte: França-Neto; Henning (1984).

2.3.3 Dano imediato

Os danos imediatos em sementes de soja compreendem injúrias físicas e fisiológicas que comprometem rapidamente sua qualidade, causados por impactos mecânicos durante a colheita e beneficiamento, resultando em rachaduras no tegumento e danos no embrião (KRZYZANOWSKI *et al.,* 2018).

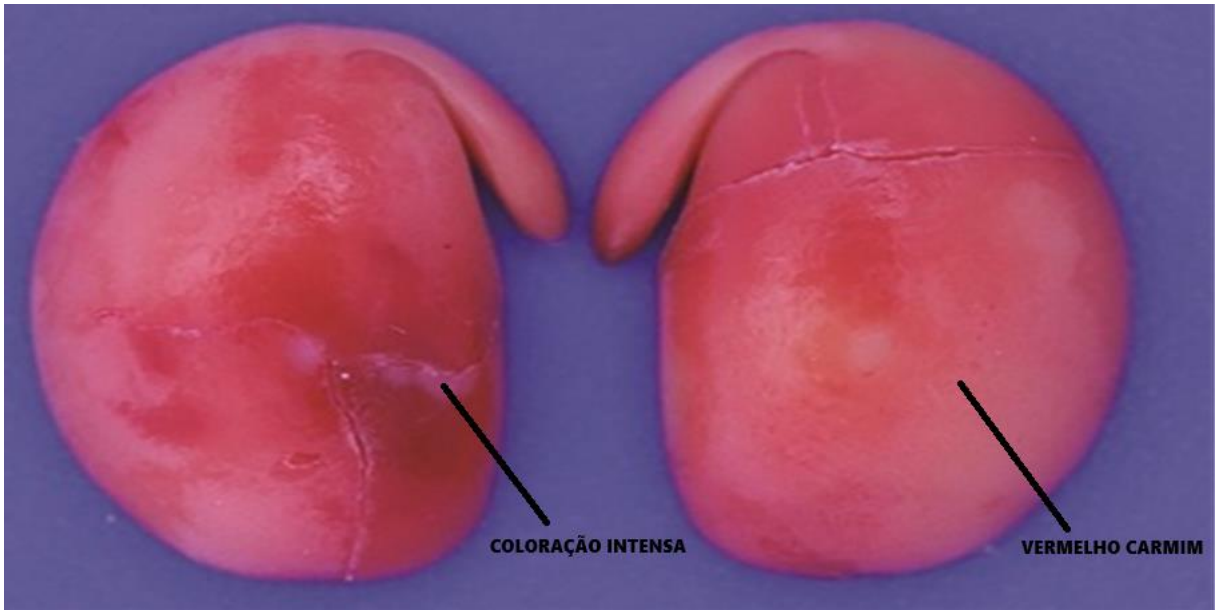
2.3.4 Dano latente

Caracterizado por injúrias internas não visíveis a olho nu, mas com potencial para comprometer significativamente o desempenho fisiológico da semente, os danos latentes em sementes de soja podem ser causados pela deterioração por umidade, ataques de percevejos, danos por secagem ou condições adversas de tempo (FRANÇA-NETO *et al.,*1998).

A ação dos mecanismos de trilha das colhedoras também exerce influência, independente do sistema equipado. Os resultados encontrados por Braun *et al.* (2024) demonstram que o sistema axial possui menos índices de dano latente que o sistema radial em condições semelhantes ao presente trabalho, 19,50% e 8,75% respectivamente, indicando que o dano não é particular das condições encontradas no campo e pode ser agravado em certas condições de operação de colheita.

A fim de aferir estes danos, foi desenvolvido o teste de tetrazólio (MOORE, 1966). O teste baseia-se na redução do cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio (TCT) a formazana por enzimas desidrogenases presentes em tecidos vivos. Assim que a semente de soja é embebida na solução TCT, ocorrem reações de redução nas células vivas de seus tecidos, formando o trifenilformazan e indicando que a respiração está ocorrendo nas mitocôndrias. Portanto, sementes com coloração vermelho-carmim são indicativas de viabilidade, enquanto sementes incolores são consideradas não viáveis. Há, ainda, a possibilidade de coloração mais intensa, indicando que o tecido está em deterioração, conforme é exemplificado na figura a seguir.

Figura 4 - Semente de soja com dano mecânico submetida ao teste de tetrazólio.



Fonte: Adaptado de Seednews (2015)

2.4 MECANIZAÇÃO

A mecanização agrícola no Brasil, especialmente no que diz respeito às colhedoras, tem desempenhado um papel fundamental no aumento da produtividade e na modernização da agricultura brasileira, através do território extenso e condições climáticas favoráveis, possibilitou-se a adoção de tecnologias avançadas de colheita para atender à demanda crescente do setor, como soja, milho e cana-de-açúcar (ALVES *et al*., 2008).

Conforme afirmam Campos *et al.* (2005), a idade das colhedoras exerce influência direta para perdas e danos a sementes assim como a regulagem de mecanismos internos presentes bem como o sistema de trilha empregado. Dessa forma, é importante a calibração correta. Mesquita *et. al.* (1998), explicam que há uma série de cuidados para obtenção de resultados durante a operação como a regulagem de abertura do côncavo, rotação do ventilador e do rotor, abertura de peneiras e velocidade de operação.

São dois os sistemas de trilha mais difundidos no mercado: axial a radial, em que no primeiro o sentido do cilindro é transversal e o segundo longitudinal comparados a colhedora (SILVA, 2021). Sistemas axiais possuem maior vantagem quando comparamos a qualidade dos grãos que passam pela trilha, por razão do concavo envolver todo o cilindro trilhador possuindo maior área de contato para ocorrer a separação das vagens dos grãos de soja, tornando a necessidade de uma unidade de separação obsoleta, esta que se faz presente no sistema radial, possuindo assim um sistema menos danoso as sementes (SILVA, 2021). Isso corrobora com os resultados encontrados por Campos *et al.* (2005), em que as perdas foram significativamente menores no sistema axial em comparação com o sistema radial chegando a 1,66 sacos/há.

Com o intuito de reduzir perdas durante o processo de colheita e obter melhores qualidades nos grãos, a John Deere lançou em 2018 para a família de colhedoras S700 o sistema Combine Advisor®, um pacote com 7 recursos de automação com intuito de otimizar o desempenho da colheita. O sistema conta com sensores de perdas nas peneiras e no separador além de duas ActiveVision™ de alta resolução alocadas nos elevadores de grão limpo e de retrilha, capazes de identificar materiais estranhos (impurezas), grãos limpos e grãos quebrados e, através das imagens coletadas, realizar automaticamente ajustes para manter níveis pré-estabelecidos desejados pelo operador (JOHN DEERE, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

As coletas de dados para o estudo foram realizadas no município de São Nicolau (RS), no distrito de Rincão dos Teixeira, durante os dias 13 e 14 de maio de 2025, na safra 2024/2025. A data de semeadura da lavoura foi 12 de janeiro de 2025, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e uma população de 210.000 plantas por hectare (9,45 plantas/m).

O ponto central da área do experimento localiza-se nas coordenadas geográficas -28.325243 (latitude) e -55.063750 (longitude), com altitude média de 145 m.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em um esquema fatorial 2 (dois dias de operação) x 2 (uso do Combine advisor® desligado e ligado). O Experimento contou com 7 repetições, totalizando em 28 unidades experimentais. Para realizar as coletas, foram colhidos 2 graneleiros da colhedora para cada tratamento. As amostras de sementes foram coletadas após o descarregamento no reboque transbordo, equipamento usado para transportar as sementes até os caminhões, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Colhedora descarregando no reboque transbordo.



Fonte: autor (2025)

3.3 COLHEDORA ADOTADA

As colheitas foram realizadas em 2 dias (13 e 14 de maio de 2025, conforme o fatorial do experimento). Foi utilizado a colhedora John Deere modelo S780 com uma plataforma de corte HydraFlex Draper 740FD (Figura 6).

Figura 6 - Colhedora e Plataforma de corte utilizadas.



Fonte: autor (2025)

A colhedora é equipada com motor JD 13,5 litros, que gera 480 cv de potência. Conta com um depósito de grãos com capacidade de 14.100 litros e uma taxa de descarga de 135 litros/segundo (DEERE & COMPANY, 2019).

3.3.1 Operação de colheita e coleta dos dados

Inicialmente, a colheita foi efetuada com o sistema *Combine Advisor*® desligado para evitar que os ajustes automáticos interferissem no tratamento "CA desligado". Nesse procedimento, foram percorridas seis passadas no talhão, resultando em dois graneleiros que foram descarregados no reboque transbordo, local onde foram feitas as coletas com o auxílio de um balde.

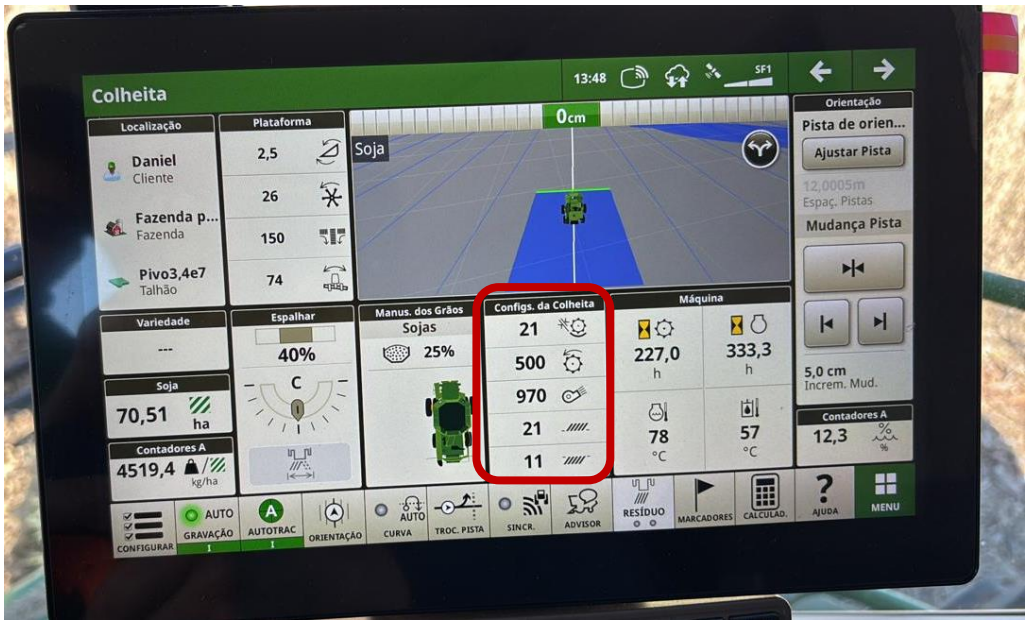
Posteriormente, o sistema Combine Advisor® foi ligado. Aguardou-se a conclusão da calibração automática para, então, repetir o procedimento no mesmo

talhão. Para cada tratamento, foram obtidos dois baldes de sementes (unidades experimentais), preenchidos aleatoriamente e contendo cerca de 2 kg de sementes cada.

As regulagens utilizadas durante as coletas com o Combine Advisor® desligado foram ajustadas no dia anterior ao primeiro dia de coletas conforme as condições encontradas no campo. Foi estipulado 21 milímetros (mm) de folga no debulhador, 500 rotações por minuto (rpm) de velocidade de trilha, 970 rpm no ventilador de limpeza, 21 mm de abertura da peneira superior e 11 mm de abertura na peneira inferior. Estas configurações se aproximam do indicado pelo manual de otimização de colhedoras da série S700 (JOHN DEERE, 2022).

No dia seguinte, os mesmos ajustes foram adotados para simular as mesmas condições em ambos os dias, dessa forma, os ajustes que o sistema Combine Advisor® realizou no primeiro dia não interferisse no segundo dia. Na Figura 7, em vermelho, é possível identificar no monitor da colhedora as configurações utilizadas.

Figura 7 - Configurações de colheita adotadas para o Combine Advisor® desligado, destacadas em vermelho



Fonte: Ramos (2025)

3.4 CULTIVAR SEMEADA

A cultivar utilizada para operação de colheita foi a Monsoy® 6202 i2x, que possui grupo de maturação 6.2 com alto teto produtivo com peso de mil sementes (PMS) de 180 g, tolerância ao acamamento, habito de crescimento indeterminado,

ciclo médio (133 dias), flor branca, cor do hilo marrom-clara e com tegumento amarelo (Bayer, 2024). A cultivar possui como diferencial a tecnologia Intacta 2 Xtend® que confere proteção contra seis espécies de lagartas através da produção de três proteínas e a tolerância aos herbicidas glifosato e dicamba ampliando as alternativas de manejo (EMBRAPA, 2024).

3.5 AVALIAÇÕES

3.5.1 Teste de tetrazólio

O teste foi realizado segundo metodologia proposta por Krzyzanowski, França Neto (2018), adaptada de Moore (1966).

Foram selecionadas aleatoriamente 200 sementes sem danos visuais em cada unidade experimental e divididas em duas repetições, cada repetição foi acondicionada em papel germitest, previamente umedecido com 2,5 vezes seu peso em água destilada, todas as repetições foram colocadas dentro de um saco plástico fechado para evitar perda de umidade e colocadas em uma incubadora de laboratório do tipo Demanda Biológica de Oxigênio (BOD) por 16 horas a uma temperatura constante de 25 °C (Figura 8).

Figura 8 – Repetições com ementes de soja acomodadas em papel germitest dentro do saco plástico antes de colocar na BOD.



Fonte: autor (2025)

Posteriormente, as repetições foram acomodadas dentro de copos descartáveis e submersas em solução de sal de tetrazólio na concentração de 0,075%. Cada copo foi revestido com papel alumínio para evitar a redução do sal de tetrazólio, que ocorre na presença de luz, e novamente levadas à BOD por 3 horas a 40 °C (Figura 9). Após, cada repetição foi lavada em água corrente duas vezes, com as sementes sendo submersas em água até o momento das avaliações.

Figura 9 – Copos de plástico revestidos com papel alumínio com as repetições acomodados dentro da BOD.



Fonte: autor (2025)

Cada semente recebeu nota (classe) individual durante as avaliações baseada na metodologia de Krzyzanowski; França Neto (2018), em que a semente é cortada auxílio de uma gilete longitudinalmente no eixo embrionário a fim de dividir o hipocótilo e expor o seu interior, através de uma análise baseada na cor do tegumento e na visualização de rachaduras é atribuída uma classe para essa semente.

3.5.2 Umidade das sementes

As análises foram realizadas em um medidor de umidade de grãos de bancada modelo G939 (Figura 10). Cada amostra foi quarteada para obter incrementos menores e representativos, visto que a quantidade de sementes que o medidor necessita é baixa. O material foi adicionado ao medidor até que o indicador de

porcentagem atingisse 100% no seu visor, momento em que a umidade da amostra é exibida em poucos instantes.

Figura 10 - Medidor de umidade G939.



Fonte: autor (2025)

3.5.3 Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido conforme as Regras para Análise de Sementes (MAPA, 2009) em que foram utilizadas 400 sementes selecionadas aleatoriamente por unidade experimental, subdivididas em 8 repetições de 50 sementes cada. Para a montagem, cada repetição foi acondicionada entre duas folhas de papel germitest, previamente umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água destilada. Após a acomodação, o conjunto foi coberto com uma terceira folha e, em seguida, enrolado. Cada rolo foi devidamente identificado e, para evitar a perda de umidade, os rolos foram acomodados dentro de sacos plásticos (em grupos de seis

repetições) e levados à BOD. O teste foi mantido a uma temperatura constante de 25C por 8 dias (MAPA, 2009). As contagens foram realizadas no 5 e no 8 dia após a instalação na BOD, sendo registrado o número de plântulas normais germinadas (Figura 11).

Figura 11 - Contagem das sementes germinadas no 8° dia.



Fonte: autor (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRECIPITAÇÃO

A análise dos dados de precipitação da Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em São Luiz Gonzaga (RS), revelou um baixo volume de chuva nos dias que antecederam a coleta (13 e 14 de maio). Foi registrado um total de apenas 9 mm de chuva no dia 9 de maio, não havendo precipitações nos dias posteriores que antecederam a colheita. Esse dado é importante, pois, a ausência de volumes consideráveis de chuva sugere que a qualidade dos grãos não foi afetada por essa variável climática. A precipitação durante a colheita e o consequente retardamento da operação podem, por exemplo, aumentar em 400% a taxa de grãos avariados e reduzir o peso de mil grãos resultando diretamente na produtividade da área (TSUKAHARA *et al.* 2016).

A precipitação total registrada pela estação do INMET durante o ciclo da cultura, compreendido entre 12 de janeiro e 14 de abril, foi de 223 mm. No entanto, é crucial que este valor seja considerado aproximado, dada a distância de cerca de 15km entre a estação meteorológica e a área da lavoura. A despeito disso, a área objeto de estudo dispõe de um sistema de irrigação por pivô central, que garantiu o suprimento das necessidades hídricas ao longo do ciclo. O uso de irrigação suplementar é uma prática que contribui para a elevação da produtividade e o aumento da massa de mil grãos (PEDROTTI, 2014).

4.2 UMIDADE DOS GRÃOS DE SOJA

A Análise de Variância (ANOVA) (Tabela 1) não indicou diferença no teor de umidade para nenhum dos fatores testados (CA Desligado/Ligado, Dias de Colheita), nem para a interação entre eles, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de Variância (ANOVA) dos teores de umidade das sementes de soja obtidas com CA ligado e CA desligado nos dias 1 e 2 de coletas

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Fator 1 Desligado/Ligado	1	0,24083	0,24083	2,2937 ns
Fator 2 Classes 1 a 5	1	0,04083	0,04083	0,3889 ns
Interação F1xF2	1	0,3675	0,3675	3,5 ns
Tratamentos	3	0,64917	0,21639	2,0608 ns
Resíduo	8	0,84	0,105	
Total	11	1,48917		

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

ns não significativo.

As análises de umidade das amostras de ambos os dias apresentaram entre 12% e 13% de umidade para ambos os tratamentos, valores próximos dos parâmetros recomendados de 13 a 15 % para a realização da trilha mecanizada, visando menores injurias nas sementes e redução nas perdas (del Aguila *et al*., 2011).

4.3 DANO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA

4.3.1 Dia 1

A análise de variância (ANOVA), apresentada na Tabela 2, demostra que, no primeiro dia de coletas, houve efeito significativo da interação entre os fatores Combine Advisor® desligado e Combine Advisor® ligado.

Tabela 2 - Análise de Variância (ANOVA) do dano mecânico latente em sementes de soja obtidas com CA desligado e CA ligado no dia 1.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Fator 1: Desligado/Ligado	1	0,04	0,04	0,01 ns
Fator 2: Classes 1 a 8	7	23257,14	3322,45	590,19 **
Interação F1xF2	7	1264,86	180,69	32,10 **
Tratamentos	15	24522,04	1634,69	290,40 **
Resíduo	96	540,43	5,63	
Total	111	25062,46		

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

ns não significativo.

Observa-se que houve diferença entre as classes de sementes e para a interação entre a distribuição das sementes nas classes com o fator CA desligado e ligado.

Para o Fator 2 (CA desligado/ligado), foi observado que a distribuição das sementes se concentrou nas primeiras classes ao serem classificadas, demonstrando que são sementes vigorosas e de maior qualidade, conforme demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 - Médias de classificação de sementes de soja nas classes obtidas no dia 1.

Classes	Número de sementes
1	22,5 b
2	45,39 a
3	16,21 c
4	7,43 d
5	3,14 e
6	2,18 e
7	2,86 e
8	0,14 f
CV	19,01%

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

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

A classe 1, que apresenta o menor nível de dano, obteve 22,5 sementes e, posteriormente, 16,21; 7,43 e 3,14 para classes 3, 4 e 5 respectivamente, estas classes são as consideradas viáveis e de maior qualidade.

A maior média de número de sementes apresentada pela classe 2 e a menor pela classe 8, resultado que corrobora com a metodologia de Krzyzanowski; França Neto (2018), que descreve como pior a qualidade da semente quando maior for sua nota.

Na tabela 4 podemos observar a interação entre os fatores, CA desligado/ligado (A1) e Classes 1 a 8 (A2).

Tabela 4 - Médias das interações entre o fator 1 (CA Desligado/Ligado) e fator 2 (Classes 1 a 8) em sementes de soja obtidas com CA desligado e CA ligado no dia 1.

Classes	CA desligado	CA ligado
1	17,43 cB	27,57 bA
2	40,86 aB	49,93 aA
3	22,14 bA	10,29 cB
4	10,36 dA	4,50 dB
5	3,21 eA	3,07 dA
6	2,71 eA	1,64 eA
7	3,00 eA	2,71 dA
8	0,29 fA	0,0 eA

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Colunas - letras minúsculas, linhas - letras maiúsculas;

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

Para o fator 1 (CA desligado/ligado), ambos obtiveram maior concentração de sementes na classe 2 (fator 2), porém, combine ligado obteve menores montantes de sementes classificadas nas classes 3 e 4 e maiores números em 1 e 2, considerado o ideal segundo Krzyzanowski; França Neto (2018), sendo sementes com classes 1 a 3 consideradas com vigor alto e classes 4 e 5 viáveis.

O fator combine ligado apresentou diferencia com relação ao combine desligado para classe 1 e 2, números estes indicadores favoráveis a utilização do combine advisor pela obtenção de sementes de melhor qualidade

4.3.2 Dia 2

A ANOVA, conforme observado na Tabela 5, para os dados do Dia 2, revelou efeitos significativos para o Fator Classes e para a Interação entre os Fatores CA desligado/ligado x Classes.

Tabela 5 - Análise de Variância (ANOVA) do dano mecânico latente em sementes de soja obtidas com CA desligado e CA ligado no dia 2.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Fator 1 Desligado/Ligado	1	0,04	0,04	0,01 ns
Fator 2 Classes 1 a 8	7	17199,82	2457,12	232,94 **
Interação F1xF2	7	346,46	49,49	4,69 **
Tratamentos	15	17546,32	1169,75	110,89 **
Resíduo	96	1012,64	10,55	
Total	111	18558,96		

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

ns não significativo.

A maior distribuição do número de sementes entre as classes se manteve entre as 3 primeiras no segundo dia de coletas, conforme a demonstra a tabela 6.

Tabela 6 - Médias das classes das sementes de soja obtidas com CA desligado e CA ligado no dia 2.

Classes	Número de sementes
1	23,07 b
2	37,00 a
3	21,61 b
4	9,18 c
5	4,43 d
6	2,46 e
7	1,96 e
8	0,43 e
CV	25,95%

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

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

Obteve-se o maior número de sementes na classe 2 (37), porém, no segundo dia de coletas, as classes 1 e 3 não diferiram significativamente entre si, números estes favoráveis a metodologia visando que quanto menor a nota maior a qualidade da semente, classes 6 a 8, consideradas não viáveis, não diferiram entre si. Em comparação ao Dia 1, podemos observar distribuição similar com relação as classes 1 e 2 onde obtivemos o maior número, comportamento este favorável ao combine ligado.

Na tabela 7 podemos observar a interação entre os fatores analisados.

Tabela 7 - Médias das interações entre o fator 1 (A) e fator 2 (B) em sementes de soja obtidas com CA desligado e CA ligado no dia 2.

Classes	CA desligado	CA ligado
1	19,64 cB	36,50 bA
2	35,14 aB	38,86 aA
3	24,00 bA	19,21 cB
4	11,0 dA	7,36 dB
5	4,57 eA	4,29 dA
6	3,14 eA	1,79 eA
7	1,93 eA	2,00 eA
8	0,57 eA	0,29 eA

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Colunas - letras minúsculas, linhas - letras maiúsculas;

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

As maiores concentrações em número de sementes se mantiveram na classe 2, porém houve significância favorável para o combine ligado. As classes 1 e 2 se mostraram favoráveis ao combine ligado apresentando maior média de sementes, diferindo significativamente do combine desligado.

4.3.3 Germinação

No teste de germinação conduzido com as amostras, não foi encontrado significância entre o fator combine ligado/desligado, porém, entre os dias de contagem foi constato diferença a 1% de significância, conforme apresenta a Tabela 8.

Tabela 8 - Análise de Variância (ANOVA) do teste de germinação de sementes de soja obtidas com CA ligado e CA desligado.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Fator 1 Desligado/Ligado	1	0,64	0,64	0,23 ns
Fator 2 Contagem 4º, 8º dia	1	20,64	20,64	7,53 **
Interação F1xF2	1	0,64	0,64	0,23 ns
Tratamentos	3	21,93	7,31	2,67 ns
Resíduo	52	142,57	2,74	
Total	55	164,50		

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

ns não significativo.

observa-se que houve diferença significativa para o fator 2 (dias de contagem) e que o número de sementes germinadas ao 8 º dia se mostrou maior que no 4 º dia, conforme a tabela 9 demonstra.

Tabela 9 - Médias do número de sementes germinadas em 4 dias e 8 dias no teste de germinação em sementes obtidas com CA ligado e CA desligado.

Dias de contagem	Número de sementes
4	98,14 b
8	99,36 a

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si

a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott.

Não houve interação entre o fator dia de contagem e os fatores CA desligado e CA desligado, porém a contagem de sementes germinadas no oitavo se mostrou maior que no quarto dia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do teste de tetrazólio indicaram que o uso do Combine Advisor® ligado resultou em menor dano mecânico latente, com maior proporção de sementes nas classes de alto vigor (1 e 2), em comparação ao sistema desligado.

Para a classe 3, o Combine Advisor® desligado obteve maior número de sementes. Nas demais classes consideradas não viáveis não houve diferença.

O teste de germinação não encontrou diferenças entre o Combine Advisor® ligado e desligado.

REFERÊNCIAS

ASCHERO, Miguel A. **Growth of the soybean frontier in South America: the case of Brazil and Argentina. Revista de Historia Económica - Journal of Iberian and Latin American Economic History**, v. 28, n. 1, p. 135-161, 2010. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/journals/revista-de-historia-economica-journal-of-iberian-and-latin-american-economic-history/article/abs/growth-of-the-soybean-frontier-in-south-america-the-case-of-brazil-and-argentina/CE2821B827BB619EDB57E47416940408. Acesso em: 28 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 15 jun. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. Brasília, 13 ago. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas. Acesso em: 11 mai. 2025.

EMBRAPA. Soja. **Soja Intacta 2 Xtend®**. [Londrina, PR, 20--?]. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/intacta2. Acesso em: 19 ago. 2025.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, C. L. R. A. C. T. **Efeito do estresse hídrico no desenvolvimento e rendimento de grãos de cultivares de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. (Comunicado Técnico, 59). Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/456809. Acesso em: 17 mai. 2025.

FECIL, Alceu Luis; FLUMIGNAN, Danilton Luiz; ÁVILA, Crébio José. **Custos e rentabilidade da produção de soja na safra 2022/23 em mato grosso do sul**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2023. (Circular Técnica, 191). Disponível em:

https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1151118/1/Circ-Tec-191.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAOSTAT. [Rome, 20--?]. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize. Acesso em: 24 jul. 2025.

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

FRANÇA NETO, João B. P. de; KRZYŻANOWSKI, Francisco; COSTA, Norman R. N. B. de C. P. e. **Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja**. Revista Ceres, Viçosa, v. 45, n. 261, p. 483-506, 1998. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rceres/a/MFwmg8jdkCKxYWqdx7wm5Mh/?format=html&lang=pt. Acesso em: 13 mai. 2025.

GRIGOLLI, José F. J.; BATISTA, Lucas; GODOY, Ana Cláudia R. M. **Controle de percevejo marrom em soja com o uso de produtos químicos e biológicos**. Maracaju, MS: Fundação MS, 2020. (Circular Técnica, 104). Disponível em: https://www.biosul.com/uploads/arqs_guias/20201209_145322_controle-de-percevejo-marrom-em-soja-com-o-uso-de-produtos-quimicos-e-biologicos.pdf. Acesso em: 13 set. 2025.

JOHN DEERE. **Colheitadeira S780**. [S. l., 20--?]. Disponível em: https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/série-s/s780/. Acesso em: 16 out. 2025.

JOHN DEERE**. Otimização colheitadeiras série s700 e plataformas de soja**. [S. l.]: 2022. Disponível em: https://johndeere.widen.net/s/mbhmjmjgqk/092022-otimizacao-colheitadeiras-serie-s700-e-plataformas-de-soja. Acesso em: 14 out. 2025.

KRZYŻANOWSKI, J. de S.; FRANÇA NETO, J. B. P. de. **Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. (Comunicado Técnico, 40). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/444358. Acesso em: 05 jul. 2025.

MARCOS-FILHO, Julio; KIKUTI, Círio; LIMA, Lilian M. de. **Qualidade fisiológica de sementes de soja, safra 2007/2008, oriundas de diferentes regiões do Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 8, p. 988-996, ago. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/Qk6zJ43ppQcrwtmFKR5vYHv/?lang=pt. Acesso em: 29 set. 2025.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; COSTA, N. P. da. **Determinação do potencial de rendimento da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Circular Técnica, 49). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/460388. Acesso em: 16 jul. 2025.

OLIVEIRA, J. M. C. M. de; SILVA, A. A. da; C. P., J. G. de A. N. Dantas de; OLIVEIRA, B. L. M. de; NOGUEIRA, A. C. L. da S.; PINTO, F. A. de C.; GONÇALVES, L. G. A.; R. L., G. da S.; LIMA, R. C. L.; LIMA, L. R. C. L. **Monitoring soybean crop phenology in Brazil: A new approach based on MODIS-EVI data. Agricultural and Forest Meteorology**, [S. l.], v. 268, p. 11-23, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429018315715. Acesso em: 10 jul. 2025.

PAGNUSSAT, Diogo S.; OLIVEIRA, Jeferson P. de; MENEGHELLO, Géri E.; SCHUMANN, Alan J. P.; WESSJOHANN, Leticia S.; WESSJOHANN, André J. L. **Uso de bioestimulante e inoculante na produtividade da soja**. UniCiências, v. 25, n. 3, p. 30-34, 2021. Disponível em: https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9591. Acesso em: 02 nov. 2025.

PEDROTTI, Maira Cristina. **Qualidade fisiológica de sementes de soja (glycine max (l.) merrill) pelos testes de tetrazólio e de condutividade elétrica**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/569/1/MairaCristinaPedrotti.pdf. Aceso em: 10 set. 2025.

PEREIRA, L. E. G. O. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. [S. l.: s. n., 20--?]. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/downloads/TRETRAZÓLIO.pdf. Acesso em: 15 mai. 2025.

PIRES, P. R. R. de; KRZYŻANOWSKI, F. C.; LOHN, A.; VROTNI, A.; HENNING, A. A.; HOMECHIN, M. **Identification of Soybean Genotypes with High Yield and Stability... Crop Science**, [S. l.], v. 49, n. 2, p. 553-560, 2009. Disponível em: https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci2008.07.0390. Acesso em: 13 jun. 2025.

SETIYONO, F. H. J. M. S.; SUPIT, J. H. J. M. S.; GROTEN, A. B. S. A. G. L. A. S. van der; KRAALINGEN, A. B. S. A. G. L. A. S. van; LAAR, H. H. S. van. **Phenology of soybean development: A simulation model for assessing impacts of climate change. Global Change Biology**, [S. l.], v. 8, n. 11, p. 1045-1060, nov. 2002. DOI: 10.1046/j.1461-9563.2002.00136.x. Disponível em: https://resjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1461-9563.2002.00136.x. Acesso em: 15 mai. 2025.

SILVA, Roberto M. C. da. **A expansão da soja no rio grande do sul** (1960 – 1970). 2005. Tese (Doutorado) - Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, [Porto Alegre], 2005. Disponível em: https://cdn.fee.tche.br/digitalizacao/teses-fee/expansao-soja-rio-grande-do-sul-teses-6/expansao-soja-rio-grande-do-sul-teses-6-texto.pdf.pdf. Acesso em: 12 mai. 2025.

STRECK, Nereu A.; SEVERO, Lidiane G. da S.; OLIVEIRA, Jocelita F. E. de; HELDWEIN, Arno B. **Modelagem da produtividade da soja em função de elementos meteorológicos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 120-127, mar./abr. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/K8PMTxRCs7Jv3fY6Q8LKcvn/?lang=pt. Acesso em: 10 ago. 2025.

The expansion of soybeans and land-use change in brazil... Agribusiness, v. 24, n. 4, p. 503-519, 2008. Disponível em:

https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352680802333904. Acesso em: 20 ago. 2025.

VAUGHAN, C. E.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C. **Vigor tests. Seed Technology**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 1-13, 1998. Disponível em: https://scholarsjunction.msstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1209&context=seedtechpapers. Acesso em: 05 jun. 2025.

WANG, Jiao; CHU, Shanshan; ZHANG, Huairen; ZHU, Ying; CHENG, Hao; YU, Deyue. **Development and application of a novel genome-wide SNP array reveals domestication history in soybean. Scientific Reports**, v. 6, n. 20728, p. 1-10, 09 fev. 20162222.