

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

LARISSA ALMEIDA TRINDADE

**DANO MECÂNICO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM
COLHEDORA EQUIPADA COM AUTO REGULAGENS DE TRILHA, SEPARAÇÃO,
LIMPEZA E VELOCIDADE DE OPERAÇÃO**

CERRO LARGO
2024

LARISSA ALMEIDA TRINDADE

**DANO MECÂNICO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM
COLHEDORA EQUIPADA COM AUTO REGULAGENS DE TRILHA, SEPARAÇÃO,
LIMPEZA E VELOCIDADE DE OPERAÇÃO**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2024

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Trindade, Larissa A.

Dano mecânico latente em sementes de soja obtidos com colhedora equipada com auto regulagens de trilha, separação, limpeza e velocidade de operação / Larissa A. Trindade. -- 2024.

69 f.:il.

Orientador: Prof. Dr Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2024.

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

LARISSA ALMEIDA TRINDADE

**DANO MECÂNICO LATENTE EM SEMENTES DE SOJA OBTIDAS COM
COLHEDORA EQUIPADA COM AUTO REGULAGENS DE TRILHA, SEPARAÇÃO,
LIMPEZA E VELOCIDADE DE OPERAÇÃO**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 27/11/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma
Orientador

Prof. Dr. Décio Adair Rebellatto da Silva - UFFS
Avaliador

Eng. Agrônomo Julio Roberto Pellenz – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho ao meu futuro eu,
que colherá os frutos desta jornada de
aprendizado e crescimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida e por me permitir realizar os meus sonhos, e me dar forças para seguir em frente mesmo quando tudo parecia tão difícil e me encontrava sozinha, sem ti Deus jamais conseguiria.

Agradeço ao meu professor orientador Marcos Antonio Zambillo Palma por toda ajuda e orientação valiosa durante o desenvolvimento do trabalho.

A minha família que não mediu esforços para me apoiar e pelas palavras de incentivo, gratidão a todos vocês que sonharam junto comigo.

A eles, que vivem meus sonhos como se fossem seus, porque o amor tem o poder de transformar o "meu" em "nosso" e constituir-me nesse plural é a melhor das sensações. Família!

Aos meus colegas e amigos que me auxiliaram durante essa jornada, vocês tornaram meus dias difíceis mais leves, em especial ao meu colega João Alexandre pela paciência nos dias de coleta e laboratório e aos demais que seria impossível citar todos aqui, gratidão!

“Pois todo o que pede, recebe; e quem busca, acha; e ao que bate, abrir-se-lhe-á” (Mateus 7:8).

RESUMO

A operação de colheita é uma fase crítica na produção de sementes de soja com qualidade. O uso de colhedoras equipadas com rotores axiais, ao invés de radiais, reduz os danos às sementes, como demonstrado em diversos estudos. Além disso, a tecnologia embarcada em máquinas colhedoras de última geração, está proporcionando auto regulagens nos sistemas de trilha, separação, limpeza e velocidade de operação. A presente pesquisa teve como objetivos avaliar o dano mecânico latente, a germinação e o vigor das sementes de soja obtidas por colhedora equipada com auto regulagens de trilha, separação, limpeza e velocidade de operação, foi realizado no município de São Luiz Gonzaga, Rs. Os resultados demonstraram que a tecnologia contribuiu para a obtenção de sementes com maior viabilidade e menor índice de dano mecânico latente, o que pode resultar em maior uniformidade de emergência e desenvolvimento das plantas. O Combine Advisor® representa uma ferramenta valiosa para otimizar a colheita de soja e garantir a produção de sementes de alta qualidade.

Palavras-chave: Qualidade de sementes; Vigor; Viabilidade; *Glycine max*.

ABSTRACT

The production and use of high-quality soybean seeds are crucial for achieving success in farming. For this, the harvest operation, which is one of the most critical phases of the entire seed production process, must be carried out using machines equipped with axial rotors, as they cause less damage to the seeds compared to machines with radial rotors, as shown in various studies. The present research aimed to evaluate the latent mechanical damage, germination and vigor of soybean seeds obtained by a harvester equipped with self-adjusting threshing, separation, cleaning and operating speed, carried out in the municipality of São Luiz Gonzaga, RS.

The results demonstrated that the technology contributed to obtaining seeds with a higher probability and lower rate of latent mechanical damage, which can result in greater uniformity in plant emergence and development. Combine Advisor® represents an advanced tool for optimizing soybean harvesting and ensuring the production of high-quality seeds.

Keywords: Seed quality; Vigor; Feasibility; *Glycine max*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sementes de soja de alta qualidade.	18
Figura 2 Corte longitudinal de uma semente de soja, mostrando suas estruturas embrionárias.	21
Figura 3 Processo de alterações físicas, devido à oscilação do teor de água da semente de soja em função das condições de umidade ambiental.	22
Figura 4 Sementes de soja secas com enrugamento devido a deterioração por umidade.	23
Figura 5: Gráfico apresentando a porcentagem do vigor em sementes de quatro cultivares de soja com o retardamento da operação de colheita na região de Londrina-PR	24
Figura 6 imagem ilustrativa do rotor axial da colhedora John Deere série S.	26
Figura 7 Semente com dano mecânico latente, vermelho intenso.	30
Figura 8 Colheita mecanizada de sementes de soja, durante a coleta de dados no município de São Luiz Gonzaga, RS.	34
Figura 9 Medidor de umidade de grãos.	35
Figura 10 Termo higrômetro digital.	35
Figura 12 Classificação das impurezas com auxílio de peneiras.	36
Figura 13 Pesagem em balança analítica do material de outras sementes da amostra.	37
Figura 14 Contagem das sementes germinadas.	38
Figura 15 Sementes de soja embebidas da solução de tetrazólio.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Análise de variância para viabilidade de sementes de soja obtidas por colhedora equipada com sistema combine advisor ligado e desligado.	40
Tabela 2 Médias da viabilidade das sementes de soja obtidas pelo teste de tetrazólio.	40
Tabela 3 Análise de variância para variável vigor em sementes de soja com sistema de auto regulação Combine Advisor.	41
Tabela 4 Média do vigor de sementes de soja fator tratamentos.	42
Tabela 5 Dano mecânico latente em sementes de soja com sistema de auto regulação Combine Advisor.	42
Tabela 6 Médias do dano mecânico latente observadas através do teste de tetrazólio.	43
Tabela 7 Impureza das sementes obtidas pela colhedora equipada com auto regulagens.	43
Tabela 8 Médias impurezas das sementes.	43
Tabela 8 umidade dos grãos obtidos por colhedora equipada com Combine Advisor.	44
Tabela 9 Médias da umidade das sementes durante o momento de colheita.	44
Tabela 10 Análise de variância de plântulas normais	44
Tabela 11 Médias germinação plântulas normais	45
Tabela 12 Análise de variância plântulas anormais	45
Tabela 13 Médias plântulas anormais	45
Tabela 14 Análise de variância plântulas mortas	46
Tabela 15 Médias plântulas mortas.	46

LISTA GRÁFICOS

Gráfico 1 Umidade relativa do ar	55
Gráfico 2 Temperatura média em graus celsius no mês de maio no município de São Luiz Gonzaga, RS.	56
Gráfico 3 Índice pluviométrico em São Luiz Gonzaga durante o mês de maio, dias antecedentes à colheita (15).	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 SOJA	17
2.2 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE	20
2.2.1 Danos causados por percevejo	21
2.2.2 Danos por umidade	23
2.4 COLHEITA MECANIZADA DE SEMENTES DE SOJA	30
2.5 GERMINAÇÃO	33
2.6 VIGOR	33
2.7 TETRAZÓLIO	34
3. MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	37
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	37
3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DA CULTURA	37
3.4 COLHEITA	37
3.5 AVALIAÇÕES	38
3.5.1 Umidade das sementes	38
3.5.2 Umidade relativa do ar e temperatura	39
3.5.3 Impurezas	40
3.5.4 Pureza	40
3.5.5 Teste de germinação	41
3.5.6 Dano mecânico latente, vigor e viabilidade	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 VIABILIDADE	45
4.2 VIGOR	47
5. CONCLUSÃO	63

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas agrícolas em todo o mundo e desempenha um papel crucial na segurança alimentar global, visto que é amplamente utilizada na produção de grande variedade de produtos, desde alimentos para consumo humano e animal até biocombustíveis.

No cultivo da soja existem sistemas de produção que se dividem em produção de grãos e produção de sementes. Os agricultores que produzem sementes necessitam obter um maior controle das suas áreas, desde a implantação da cultura até a colheita. Dentre os cuidados na produção de sementes está a utilização de sementes certificadas por órgãos oficiais como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), operação de semeadura com uniformidade na distribuição de sementes, adubação correta suprimindo as necessidades de cada talhão que se obtêm através de uma análise de solo correta e conforme o manual de adubação e calagem, controle de fitossanitário de maneira preventiva, (MIP) Manejo integrado de pragas, manejo e controle das plantas daninhas para garantir o nível de pureza e qualidade do lote. Por fim, a operação de colheita das sementes, dado que é uma das fases mais críticas dos processos de produção, influenciando diretamente a qualidade das sementes, por ser um material vivo que tem como objetivo germinar e dar origem a uma nova planta, com alto desempenho agrônômico. Atualmente, a operação de colheita é realizada com máquinas equipadas com rotor axial devido ao menor dano às sementes. Em colhedoras equipadas com rotor radial, ou mesmo, equipadas com rotor axial, mas reguladas inadequadamente o dano mecânico pode ser elevado. Outro fator que pode interferir no dano mecânico é o maior fluxo de material no sistema de trilha, resultado da maior velocidade de operação. 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) e Bairros (2023).

A qualidade da semente de soja, principalmente nas regiões tropicais, pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer antes e durante a colheita, ou seja, em todas as etapas da produção de sementes, como secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte. Esses fatores abrangem, entre outras condições como períodos de seca, danos causados por insetos, amplitude

térmica durante a maturação e intensas alterações das condições de umidade ambiental, o que favorece o aparecimento de sementes com altos índices de deterioração por umidade e também desenvolvimento de patógenos (FRANÇA NETO, 2016).

A pesquisa teve como objetivo avaliar o dano mecânico latente, a germinação e o vigor das sementes obtidas em operação de colheita utilizando uma colhedora axial equipada com o sistema Combine Advisor® John Deere (auto regulação nos sistemas de trilha, separação, limpeza e velocidade de operação).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SOJA

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no Brasil, para a produção de grãos, é uma planta herbácea, da classe Rosidaeae, ordem Fabales, família Fabaceae e apresenta, como centro de origem e domesticação, o nordeste da Ásia (China e regiões adjacentes) (CHUNG & SINGH, 2008). A cultura foi introduzida no Brasil na década de 1940, e se tornou rapidamente uma das principais commodities agrícolas, impulsionando o desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Com um clima favorável, vastas extensões de terras cultiváveis e avanços tecnológicos na agricultura, o país se estabeleceu como um dos maiores produtores e exportadores mundiais de soja. Esta leguminosa desempenha um papel essencial na segurança alimentar global, sendo amplamente utilizada na produção de diversos produtos, com destaque para a extração de óleo destinado ao consumo humano, à alimentação animal e até a produção de biocombustíveis (IBGE, 1984).

A cultura da soja no Brasil deu início em 1924, na cidade de Santa Rosa-RS, pelo pastor norte- americano, Albert Lehenbauer, que distribuiu algumas sementes para famílias locais, sendo utilizada principalmente como alimento para animais onde permaneceu sem expressão econômica até 1947 em que teve o primeiro acréscimo de comercialização (IBGE, 1984).

Na década de 1950, as regiões das Missões, Alto Uruguai e Planalto Médio lideraram a expansão da soja no estado (IBGE, 1984). A produção nas Missões era voltada para consumo próprio, enquanto no Alto Uruguai era usada na alimentação de suínos, somente no final da década a soja adquiriu importância comercial, com a instalação de indústrias para produção de óleo (IBGE, 1984).

Por outro lado, a região do Planalto, embora de solos pobres, apresentava condições ideais para mecanização. Na década de 1960, o cultivo de soja se expandiu por quase todo o estado, exceto nas áreas do litoral e nos campos de cima da serra (Conceição, 1986).

No ano de 2023, o Brasil foi responsável por uma produção de 156,1 milhões de toneladas, liderando o ranking mundial de produção e exportação do grão, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

As cultivares de soja são classificadas de acordo com o tipo de crescimento em determinado, semi determinado e indeterminado (Neumaier et al., 2000).

O que diferencia essas cultivares são suas ramificações, o período de florescimento e o tamanho das folhas. As plantas de crescimento específico possuem um racemo terminal na base do caule, e seu florescimento ocorre quase simultaneamente ao longo de toda a planta, resultando no desenvolvimento uniforme de vagens e grãos, tanto no topo quanto na base. Em contraste, as cultivares de crescimento indeterminado não possuem racemos terminais, apresentam pequenos racemos axilares, o que permite que a planta continue a crescer e a ramificar-se mesmo durante o florescimento, a formação das vagens e o enchimento dos grãos. Já o crescimento semi determinado combina características de ambos os tipos, mesclando aspectos de crescimento determinados e indeterminados. Essa classificação, junto a outras características como rusticidade, maturação uniforme, vagens indeiscentes, adaptação a baixas latitudes e menor sensibilidade ao período de semeadura, auxilia na escolha de uma cultivar ideal, capaz de se adaptar ao clima e atingir seu potencial máximo de produtividade (Embrapa, 2004).

A prática do melhoramento genético tem sido contínua ao longo dos séculos, conduzida por agricultores e pesquisadores que selecionam os genótipos mais promissores, priorizando características desejáveis para que se expressem plenamente e atendam às necessidades específicas de cada região. (Embrapa, 2021).

O melhoramento genético tem como finalidade gerar propágulos de qualidade que se adequam às diferentes condições (Embrapa, 2021).

Com o decorrer do tempo e o avanço do conhecimento e das tecnologias aplicadas nas áreas de produção, surgiu a necessidade de obter sementes de soja de alta qualidade para garantir o melhor desempenho nos componentes de produtividade e qualidade ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento e estabelecimento da cultura (Embrapa, 2023).

Entretanto, na questão de produção de sementes de qualidade que atenda um padrão elevado há um grande desafio que é influenciado por diversos fatores

que são um empecilho no setor como, clima, genética, pré e pós colheita, e mão de obra especializada (Embrapa,2023).

A cultura da soja é acometida por diversas doenças, sejam elas causadas por insetos, fungos ou bactérias ao decorrer de todo o ciclo, o que compromete sanidade da planta e seu desenvolvimento, consequentemente gerando perdas significativas na sua produtividade, isso dependerá do manejo a ser feito e do momento de entrada com o controle. Para isso é possível realizar o controle com base nos princípios do MIP (Manejo integrado de pragas) que consiste em tomadas de decisões no controle com base no nível de ataque do inseto/praga e o estágio fenológico da cultura em questão.

O manejo integrado de pragas consiste em controlar as doenças de forma eficiente e sustentável, através da integração de práticas em conjunto como monitoramento constante da área, controle biológico, uso de forma consciente e efetiva de agroquímicos, métodos culturais, aliado do melhorando genético com cultivares resistentes (Bino et al., 1998).

A qualidade de um lote de sementes tem um impacto direto no sucesso da lavoura e é um fator determinante para alcançar altos níveis de produtividade. Sementes de baixa qualidade comprometem a formação adequada de um estande de plantas apresentando um efeito negativo que influencia diretamente na produtividade da lavoura. Portanto, é essencial garantir que as sementes atendam aos padrões de qualidade estabelecidos, para garantir o sucesso do cultivo e maximizar a produtividade agrícola (França, Neto 2016).

A produção de sementes de soja de qualidade é fundamental para garantir a produtividade, após a colheita as sementes passam por processos de beneficiamento, embalagem, armazenamento, transporte e comercialização para posteriormente ser semeada (Bino et al., 1998). É de suma importância controlar a qualidade da semente em todas as etapas do processo de produção (Bino et al., 1998).

Segundo Krzyzanowski (2018), a semente para ser considerada de qualidade deve ter alto índice de vigor, de germinação e de sanidade, tendo por sua vez garantia de pureza física, varietal e não deve conter sementes de plantas daninhas. A alta pureza genética é essencial para que a cultivar possa expressar com excelência todos os seus atributos de qualidade agrônômica (Embrapa, 2018). (Figura 1)

Figura 1 - Sementes de soja de alta qualidade.



Fonte: (Embrapa, 2018).

A qualidade fisiológica da semente é afetada através de diversos fatores condicionados no campo, como danos causados por percevejo, danos por umidade e danos mecânicos na colheita (Embrapa, 2018).

2.2 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE FISIOLÓGICA DA SEMENTE

A qualidade fisiológica da semente atinge seu pico no momento da maturação fisiológica. No entanto, após esse estágio, os fatores ambientais e de manejo inadequado podem acelerar o processo de degradação, levando à perda de vigor e a capacidade de germinação (França Neto et al., 1984). Essa aceleração da degradação dos potenciais germinativos e vigor das sementes se dá pelas condições adversas de clima e colheita fora do momento ideal.

Outro fator que afeta a qualidade das sementes é o dano mecânico, que pode ocorrer durante as operações de colheita. Esses danos comprometem a integridade das estruturas vitais da sementes, favorecendo a entrada de patógenos (França Neto et al., 1984).

Os percevejos são uma praga que causa danos físicos na estrutura da semente, resultando em lesões que prejudicam a qualidade fisiológica e aumentam

o risco de infecção por fungos. Esse tipo considerando o local e profundidade da lesão causa a perda de vigor reduzindo a capacidade de germinação das sementes (França Neto et al., 1984).

Patógenos fúngicos, como *Phomopsis* e *Colletotrichum*, também desempenham um papel importante na exclusão da qualidade das sementes, causando doenças que prejudicam o desenvolvimento de plântulas e resultam em uma germinação desuniforme (França Neto et al., 1984).

Esses danos interagem para comprometer a função principal das sementes, que é a geração de uma nova planta vigorosa e saudável. O processo de restrição, uma vez iniciado, é irreversível e tem consequências significativas para a produtividade agrícola.

Esta análise destaca a importância de práticas de manejo adequadas e controle de previsões para minimizar os danos às sementes da soja e garantir sua qualidade fisiológica no momento do plantio.

2.2.1 Danos causados por percevejo

Dentre os fatores bióticos que podem minimizar a produção de soja, tem os percevejos fitófagos. Segundo Muller (2017), os fitófagos perceptivos são um dos principais grupos de insetos-pragas na cultura da soja. Essas informações, ao se alimentarem diretamente das vagens, impactam as sementes, comprometendo de forma significativa tanto o rendimento quanto a qualidade.

Muller (2017) aponta que a problemática dos percevejos na cultura da soja tem se intensificado a cada safra, resultado de diversos fatores, como o aumento das populações desses insetos, baixa adesão ao monitoramento das pragas, evolução de populações resistentes a inseticidas e o uso indiscriminado de produtos, que causam desequilíbrios e rápida ressurgência dos insetos-praga. Além disso, questões relacionadas à tecnologia de aplicação, como a baixa ou inexistente deposição do ingrediente ativo no alvo, agravam ainda mais a situação.

Os percevejos danificam as sementes de soja ao se alimentarem do conteúdo

dos grãos, resultando em sementes com menor qualidade e poder germinativo. Além disso, o ataque dos percevejos pode comprometer a integridade física das sementes, tornando-as mais suscetíveis a patógenos e reduzindo seu valor comercial. O manejo adequado dessas pragas é essencial para manter a produtividade e a qualidade das sementes. Dessa forma, as áreas destinadas à produção de soja demandam maiores cuidados devido aos impactos que esses insetos-praga causam à cultura (Corrêa- Ferreira et al., 2009).

As principais espécies de percevejo que atacam a cultura da soja consistem no percevejo-marrom (*Euschistus heros*), percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*), percevejo-verde (*Nezara viridula*), percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus* e *D. furcatus*) e percevejo-edessa (*Edessa meditabunda*) (Embrapa, 2014).

Os percevejos sugadores estabelecem-se nas plantas de soja ao final do período vegetativo (V6-V8), migrando de plantas hospedeiras para a cultura da soja. À medida que as vagens se desenvolvem, observa-se um aumento nas populações desses insetos, que podem atingir elevados níveis entre o final do desenvolvimento das vagens e o início do enchimento dos grãos – fase em que a cultura é mais vulnerável ao ataque (Roland, 2017).

Próximo à colheita, as populações tendem a diminuir, e os percevejos iniciam sua dispersão para plantas hospedeiras e, posteriormente, para a palhada, especialmente no caso do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Roland, 2017).

Os danos causados pela alimentação dos percevejos podem resultar em sérios prejuízos às sementes de soja, tornando-se irreversíveis a partir de certos níveis populacionais e estádios específicos de desenvolvimento da cultura. Em ataques precoces, pode ocorrer abortamento das vagens (França-Neto et al., 1998).

As sementes afetadas tendem a ser menores, enrugadas, chochas e de coloração mais escura, além de estarem suscetíveis a doenças como a mancha-fermento, causada pelo fungo *Nematospora coryli* (Peglion), inoculado durante a alimentação dos percevejos (França-Neto et al., 1998).

2.2.2 Danos por umidade

A semente de soja por ser altamente higroscópica, significa que o teor de umidade é altamente influenciada pelo ambiente, especialmente esta última safra 23/24 a cultura foi acometida por intensas chuvas principalmente durante as fases críticas de final de ciclo e pré colheita o que influenciou diretamente na qualidade das sementes obtidas.

Devido à natureza higroscópica das sementes de soja como mencionado anteriormente, sua deterioração inicia já no campo, em razão das variações de temperatura, orvalho, umidade relativa do ar e precipitações. Durante esse período, as sementes absorvem água, o que aumenta seu volume, e, em seguida, perdem essa água, reduzindo seu volume. Esses ciclos de expansão e contração extremos são altamente prejudiciais, pois causam o "cansaço" dos tecidos, tornando as sementes mais vulneráveis a danos mecânicos durante a colheita mecanizada, o que pode resultar na ruptura do tegumento (França Neto, 1984).

A alternância de alta e baixa umidade antes da colheita, decorrente de chuvas frequentes ou variações diárias na umidade relativa do ar, induz à deterioração por umidade nas sementes de soja. Essa deterioração é acelerada pela presença de altas temperaturas, conforme evidenciado por França Neto e Henning (1984).

A colheita é uma etapa crucial no processo produtivo de sementes, desempenhando um papel significativo nas características qualitativas das mesmas. O atraso na colheita após a maturidade fisiológica tem um impacto negativo na qualidade das sementes produzidas (Pelúzio et al., 2008; Diniz et al., 2013). No entanto, para a cultura da soja, a colheita na fase de maturidade fisiológica é inviável, uma vez que a alta umidade nas sementes compromete o processo mecânico de colheita. Portanto, é necessário aguardar a redução da umidade natural das sementes antes de proceder com a colheita.

Uma das alternativas para minimizar os prejuízos causados pela colheita tardia é a antecipação da colheita, que pode ser realizada de duas formas: pela coleta de sementes com umidade de até 20% ou pela aplicação de dessecantes. A dessecação química é uma prática recomendada quando não há precipitações nos campos de produção de sementes de soja (Veiga et al., 2007; Pereira et al., 2015).

No entanto, essa prática tem sido pouco adotada na produção de sementes de soja, pois envolve a consideração de diversos fatores importantes, como o modo de ação do produto, as condições ambientais no momento da aplicação, o estágio fenológico da cultura, além de seu impacto na produção, germinação e vigor das sementes (Lacerda et al., 2005).

2.2.3 Dano mecânico imediato

A fase de colheita de sementes de soja é crucial no processo de produção, já que elementos como a umidade do grão e o tipo de equipamento empregado podem impactar diretamente a qualidade das sementes. Ao longo do processo de colheita, as sementes podem sofrer danos mecânicos que podem afetar sua integridade, afetando assim seu potencial de germinação e vigor. A umidade das sementes é crucial neste cenário, pois grãos úmidos são mais propensos a danos latentes e sementes com grau de umidade menor são sujeitos a dano imediato, como fissuras no tegumento ou quebra dos grãos, que podem surgir durante o processo de colheita mecanizada.

A seleção do modelo de equipamento de colheita também é crucial para minimizar os prejuízos. Por exemplo, as colheitadeiras que usam rotor axial possuem um sistema de separação mais constante e menos agressivo em relação às que usam rotor radial (Costa, 2001), (Fernandes; Tejo; Buratto, 2019).

2.3 Dano mecânico latente

Durante a colheita diversos cuidados devem ser tomados para minimizar o dano mecânico, além de evitar problemas de mistura varietal atendendo técnicas preconizadas pela tecnologia de sementes durante todos os processos (Renasem, 2020).

O dano mecânico é uma das causas responsáveis da perda de qualidade das sementes de soja, principalmente no momento de colheita e beneficiamento da mesma, as trincas e fissuras, amassamento no tegumento mais superficiais são de fácil identificação, comparadas a danos mais intensos que exigem testes que seja mais minucioso para sua detecção (França Neto, 2010).

A colheita da semente apresentando um teor de umidade em torno de 12% poderá resultar em danos mecânicos imediatos que são fissuras, rachaduras ou até mesmo a quebra do grão (França Neto, 2010). Por outro lado, sementes colhidas com umidade acima de 14% são mais suscetíveis a danos latentes que tem como característica amassamento e abrasões no grão, ou seja, o momento em que proporciona menor dano na semente seria com umidade entre 14 e 13% (França Neto, 2010).

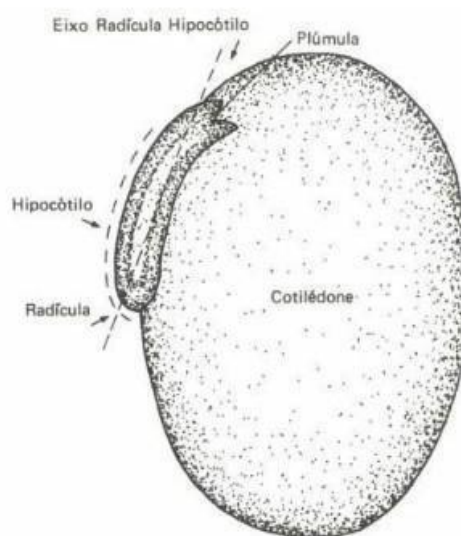
Por sua vez, tendo em vista que a colheita é um dos momentos mais críticos em relação ao dano mecânico gerado nas sementes, também deve se atentar a deterioração da semente ainda no campo, maturação e pré colheita. Em trabalhos desenvolvidos por Costa et al. (2001) e Mesquita et al. (1999) observaram que embora existam tecnologias disponíveis, a qualidade das sementes oriundas de algumas regiões tem sido rigorosamente comprometidas resultantes dos altos índices de deterioração por umidade, quebras, rupturas no tegumento, danos mecânicos e lesões por percevejos. Alguns fatores como regiões que tem grandes oscilações na temperatura, alto índice pluviométrico durante a maturação da soja contribuem significativamente para redução da qualidade fisiológica e sanitária (Costa et al., 1994; Carter & Hartwig, 1962; TeKrony et al., 1980; Viera et al., 1982; Costa et al., 1994; Daltro & Albuquerque, 2010; Rodrigues; Santos; Melo; Silva; & Oliveira, 2020).

Costa et al. (1994) constataram que baixas temperaturas influenciam de forma positiva a qualidade das sementes e que condições de temperaturas mais quentes e úmidas, excesso de precipitação afetam de forma irreversível a qualidade das sementes produzidas. Além disso, os autores (Costa et al., 1994; Carter & Hartwig, 1962; TeKrony et al., 1980; Viera et al., 1982; Costa et al., 1994; Daltro, E. M. F., & Albuquerque, M. C. F., 2010; Rodrigues, M. H. B. S., Santos, A. S., Melo, E. N., Silva, J. N., & Oliveira, C. J. A., 2020). destacam que outro agravante é o dano gerado por percevejos em que o momento de maior incidência é durante o desenvolvimento e enchimento das vagens. Para o controle desse inseto encontra-se na literatura que em lavouras com destino comercial o controle deve ser realizado quando se encontra dois percevejos/metro.

A lesão no eixo radícula-hipocótilo, como ilustrado na Figura 2, pode resultar em danos significativos ao vigor das sementes que é extremamente sensível aos impactos mecânicos, tendo em vista que partes essenciais do embrião, como a

radícula, o hipocótilo e a plúmula, encontram-se protegidas por um tegumento relativamente fino, que oferece pouca resistência contra esses impactos (Costa et al., 1994; Carter & Hartwig, 1962; Viera et al., 1982; Tekrony et al., 1980; Costa et al., 1994). Essa condição pode ser prontamente identificada por meio do teste de tetrazólio (França Neto e Krzyzanowski, 2016).

Figura 2 Corte longitudinal de uma semente de soja, mostrando suas estruturas embrionárias.

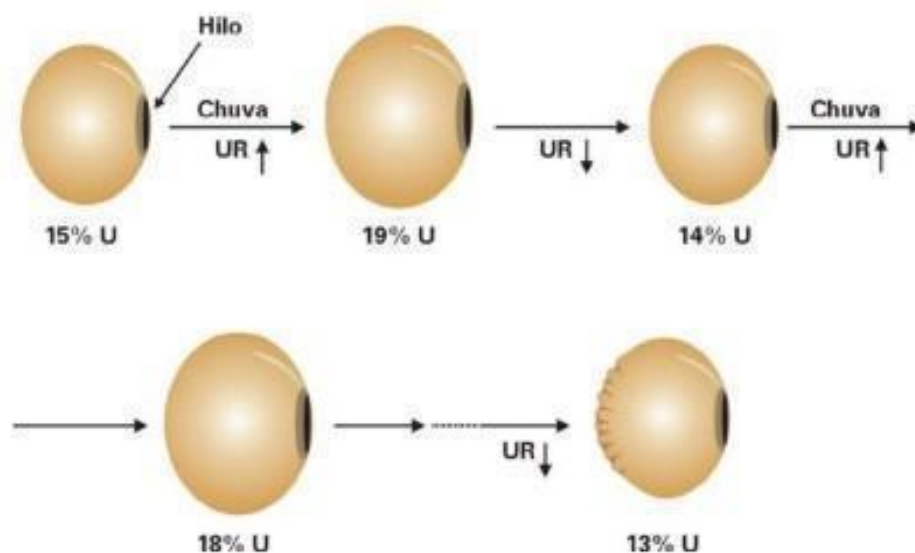


Fonte: (França Neto, 2016).

A semente de soja é muito sensível aos impactos da colheita, do armazenamento e do transporte devido à fragilidade do tegumento (Costa et al., 1996).

O processo de alterações físicas ocorre quando as sementes de soja são expostas a ciclos alternados de alta e baixa umidade antes da colheita, devido às chuvas frequentes ou às variações diárias da umidade relativa do ar (Figura 3). Essa exposição resulta na deterioração das sementes devido à umidade, podendo se intensificar quando associadas a condições de temperaturas elevadas (França-Neto; Henning, 1984)

Figura 3 Processo de alterações físicas, devido à oscilação do teor de água da semente de soja em função das condições de umidade ambiental.



Fonte: Adaptado de França-Neto e Henning (1984).

Segundo Moreano et al., (2011), a deterioração por umidade é o dano que mais progride durante o armazenamento. Sementes que são submetidas a chuvas durante a pré colheita apresentam sintomas típicos de deterioração por umidade que podem ser observados visualmente como o enrugamento do tegumento (França-Neto, 2016) como na figura 4.

Figura 4 Sementes de soja secas com enrugamento devido a deterioração por umidade.



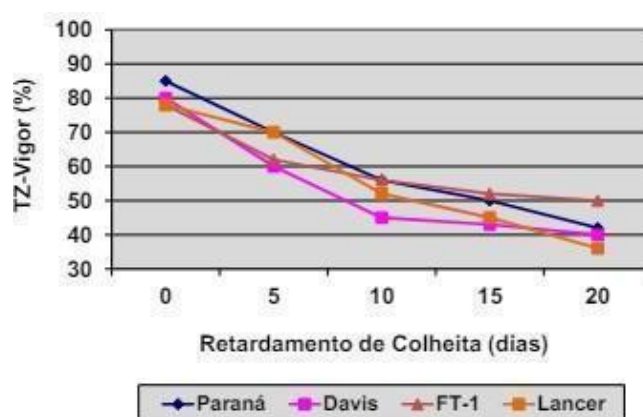
Fonte: (Autor, 2024).

Esse tipo de dano resulta em perdas na germinação e vigor em índices acentuados durante o período de armazenagem. Para isso existem diversas práticas para que se minimize as consequências da deterioração no campo (International Seed Testing Association, 2019; Ferreira et al., 2016)

Geralmente a colheita inicia com o teor de umidade na faixa de 15% e ocorre em processo natural a secagem ainda no campo (França-Neto e Krzyzanowski, 2016).

De acordo com Costa et al. (1983), o retardamento da colheita implica diretamente na qualidade das sementes, conforme a Figura 5 em que observa-se a redução dos índices de germinação e vigor com o retardamento da operação de colheita.

Figura 5: Gráfico apresentando a porcentagem do vigor em sementes de quatro cultivares de soja com o retardamento da operação de colheita na região de Londrina-PR



Fonte: Costa et al.(1983).

A semeadura dos campos de sementes deve ser programada de forma escalonada para evitar que a maioria deles não atinja seu ponto de maturação simultaneamente, o que resultaria na necessidade de colhê-los ao mesmo tempo. Idealmente, os campos de produção de sementes devem ser semeados em épocas mais propícias para garantir a qualidade das sementes (França-Neto, 2016). Além disso, é fundamental a necessidade de investimento na infraestrutura da propriedade que o produtor de sementes possua um parque de máquinas colhedoras significativamente maior do que o do produtor de soja em grãos, a fim de garantir uma colheita adequada (França-Neto, 2016).

Durante a fase de pré-colheita, inicia o controle de qualidade das sementes que é realizado através da realização do teste de tetrazólio (França-Neto, 2016).

Esse teste é essencial para determinar a viabilidade e o vigor das sementes, enquanto são verificados os índices de deterioração causados pela umidade, os danos provocados por percevejos, além da presença de sementes esverdeadas (França-Neto, 2016).

A implementação dessas práticas aumentará significativamente a probabilidade de colher sementes com baixos índices de deterioração por umidade garantindo a qualidade do lote de sementes (França- Neto, 2016).

2.4 COLHEITA MECANIZADA DE SEMENTES DE SOJA

A produção mundial de soja aumentou de 44 milhões de toneladas em 1970, para 369,029 milhões de toneladas em uma área cultivada de 136,029 milhões de hectares (Embrapa, 2023).

O que proporciona o aumento de produção em grande escala, facilidade e agilidade nas operações é devido às pesquisas e tecnologias empregadas no setor, sejam elas de caráter genético em cultivares mais produtivas e resistentes, materiais de suporte técnico, profissionais qualificados, tecnologias de aplicação, maximização da eficiência de químicos, biológicos e também em máquinas agrícolas com alta tecnologia embarcada (Embrapa, 2023).

A colheita é um dos processos que causam danos à semente e por sua vez ocorrem geralmente por estarem operando de maneira inadequada (Embrapa, 2023).

Segundo Campos et al. (2005), Pinheiro Neto & Troli (2003) e Ferreira et al. (2007), o operador da colhedora deve ter conhecimento da capacidade de trabalho e conservação da máquina, realizar adaptações durante as operações, usar velocidades de operação apropriadas para as condições da área, da cultura e do equipamento, fazendo ajustes conforme necessário ao longo do dia, em resposta às condições de temperatura e umidade.

O momento mais crítico em relação ao dano mecânico ocorre durante a trilha quando as sementes ficam sujeitas ao dano imediato influenciando negativamente sua capacidade de germinação, e ao dano latente afetando a capacidade de armazenamento e vigor da semente (Tekrony et al., 1987; Jha et al., 1995; Shelar, 2002). O momento crítico para danos mecânicos em sementes de soja ocorre principalmente durante a debulha, onde as sementes são submetidas a danos imediatos que impactam sua capacidade de germinação. Pesquisas mostram que tais danos podem causar efeitos latentes, comprometendo a longevidade e o vigor durante o armazenamento. Os processos mecânicos como a colheita e o beneficiamento, nos quais podem proporcionar rupturas no tegumento

e lesões internas nas estruturas de reprodução podem comprometer o vigor da semente que conta apenas com o tegumento para sua proteção, uma fina camada de tecido sobre a semente que é vulnerável localizado abaixo dela o embrião e radícula que as torna altamente suscetíveis a danos mecânicos durante os processos de debulha, manuseio e pós-colheita. Estudos documentaram que o manuseio inadequado e a debulha mecânica de alta velocidade causam rachaduras e hematomas, o que reduz significativamente a viabilidade da semente no armazenamento e contribui para o desenvolvimento anormal das mudas (Tekrony et al., 1987; Jha et al., 1995; Shelar, 2002)

A trilha é o movimento realizado entre o cilindro e o côncavo que proporcionam diversos impactos e atritos na semente com alto potencial de dano (Paiva, 2000).

No mercado tem disponível duas principais categorias de colhedoras, sistema de trilha tangencial, que consistem em cilindro e côncavo transversais e as colhedoras de fluxo axial (Figura 6), que têm o rotor e o côncavo posicionados longitudinalmente na máquina.

Figura 6 imagem ilustrativa do rotor axial da colhedora John Deere série S.



Fonte: Revista cultivar, 2015.

Segundo Costa (2001) as colhedoras com rotor axial tem um melhor desempenho na colheita pois apresenta menores índices de danos mecânicos do

que colhedoras com sistema de trilha com alimentação tangencial, mas embora o sistema com rotor axial seja considerado mais eficiente não descarta totalmente o problema de danos.

A ocorrência de danos nas sementes está diretamente relacionada à velocidade do cilindro de trilha e à abertura do côncavo durante a operação de colheita (Fernandes; Tejo; Buratto, 2019).

Embora aumentar a velocidade do cilindro possa acelerar a colheita, essa ação está ligada a um maior índice de danos nas sementes (Fernandes; Tejo; Buratto, 2019).

Portanto, é essencial encontrar um equilíbrio entre a eficiência da colheita e a qualidade das sementes. Isso é alcançado ajustando cuidadosamente a velocidade do cilindro e a abertura do côncavo, visando minimizar os danos nas sementes de soja (Fernandes; Tejo; Buratto, 2019).

A operação de colheita da soja representa uma etapa crucial no sistema de cultivo, devido ao seu elevado custo e ao impacto potencial na quantidade e qualidade do produto comercializado (Costa et al., 2001).

Especialmente para áreas destinadas à produção de sementes, torna-se ainda mais essencial monitorar a qualidade da colheita, considerando que danos mecânicos podem inviabilizar a venda do lote como semente (Costa et al., 2001).

A colheita mecanizada vem passando por uma constante evolução ao longo dos anos, buscando sempre maior eficiência, seja na redução de perdas, na qualidade dos grãos ou no aumento do rendimento da jornada de trabalho (Holtz, 2020).

No entanto, muitos dos fatores que influenciam a qualidade da colheita são difíceis de alcançar devido à grande variação dentro do campo, como topografia e umidade do solo, clima, volume e umidade da massa de plantas, e presença de plantas daninhas (Revista cultivar, 2020).

Muitas dessas variações não são perceptíveis para o operador, tornando a automação a melhor solução (Deere & Company, 2024).

O sistema Combine Advisor® da John Deere ajusta automaticamente as configurações da colheitadeira para melhorar a colheita conforme as condições do campo. Utilizando câmeras e sensores, ele monitora as perdas de grãos e regula os parâmetros, como a velocidade do cilindro e a abertura das peneiras, realizando até 160 ajustes diários (Deere & Company, 2024). Esses ajustes reduzem as perdas em

até 13%, melhoram a qualidade dos grãos em até 17% e aumentam a precisão da colheita, trazendo flexibilidade para o planejamento operacional (Deere & Company, 2024).

2.5 GERMINAÇÃO

O teste de germinação das sementes tem como objetivo obter informações sobre a sua qualidade, e disponibilizar dados que possam ser utilizados, com outras informações, para comparar e classificar diferentes lotes de sementes (BRASIL, 2009). Pela realização deste teste a campo não ser satisfatória em função das alterações de clima e tempo nem sempre podem ser reproduzidos, por sua vez métodos de laboratório tem sido cada vez mais utilizados pois se pode controlar diversos fatores que influenciam e que permitem germinação mais regular (BRASIL, 2009).

O teste consiste na análise da qualidade fisiológica de sementes sob condições favoráveis de temperatura, umidade e substrato, o que permite que as sementes expressem seu máximo potencial na produção de plântulas normais (Brasil, 2009).

Para ser considerado uma plântula normal ela deve possuir todas as suas estruturas definidas como essenciais para seu desenvolvimento pleno como: sistema radicular (raiz primária e em certos gêneros raízes seminais), parte aérea (hipocótilo, epicótilo, mesocótilo (Poaceae), gemas terminais, cotilédones (um ou mais) e coleóptilo em Poaceae) (Brasil, 2009).

De acordo com o RAS (Regras de análise de sementes) para realizar devem se considerar, tamanho da semente, tipo de substrato, água, umidade, luz, temperatura.

2.6 VIGOR

O vigor das sementes refere-se à soma das propriedades que determinam a potencialidade para uma emergência rápida e uniforme, e o desenvolvimento de

plântulas normais sob uma ampla gama de condições ambientais (França neto; Henning, 1984)

O uso de sementes vigorosas é fundamental para o estabelecimento adequado da cultura no campo, garantindo alto desempenho agrônômico. Essas sementes apresentam maior viabilidade e vigor, proporcionando uniformidade no estande e refletindo diretamente na obtenção da máxima produtividade (Pascuali, 2012). Consequentemente, isso resulta em maior retorno econômico para os produtores (Pascuali, 2012).

2.7 TETRAZÓLIO

Entre os diversos métodos de controle de qualidade utilizados pela indústria de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio destaca-se, especialmente para a soja, devido à sua rapidez, precisão e pela ampla gama de informações que fornece (França Neto; Krzyzanowski; Costa, 1998).

O teste, além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece um diagnóstico detalhado das possíveis causas da redução de sua qualidade, como danos mecânicos, deterioração por umidade e danos causados por percevejos, que são os problemas mais comuns que afetam a qualidade fisiológica das sementes de soja. Além desses, o teste também permite a visualização de danos de secagem, estresse térmico e geada (França Neto; Krzyzanowski, 2018). O fornecimento desse diagnóstico tem sido um fator crucial para a ampla adoção do teste no Brasil, pois, além de identificar os problemas que reduzem a qualidade das sementes, o teste pode ser realizado em todas as etapas do sistema de produção de sementes (França Neto; Krzyzanowski, 2018).

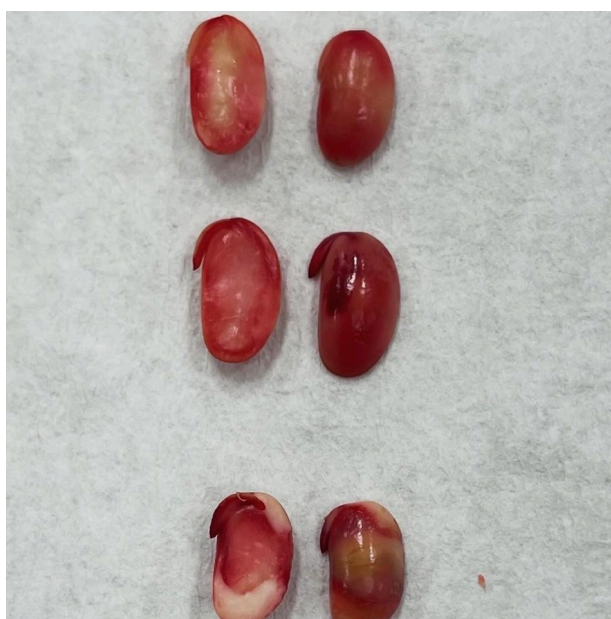
O teste de tetrazólio determina indiretamente a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes, baseando-se na atividade das enzimas desidrogenases (Smith e Throneberry, 1951; Smith, 1952; Copeland et al., 1959; Bulat, 1961; Moore, 1973; AOSA, 1983).

Quando a semente de soja é imersa na solução incolor de TCT, esta se difunde através dos tecidos, ocorrendo nas células vivas uma reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, estável e não-difusível, conhecido como trifenílformazan, quando o TCT é reduzido e resulta no

trifenilformazan indica que a atividade respiratória na célula, segundo Peters, (2007) significa que há viabilidade celular e do tecido (Lehninger et al., 2014).

Segundo Krzyzanowski (2018) apud Moore (1973), se o tecido for vigoroso, haverá a formação de um vermelho carmim claro; se o tecido estiver em deterioração, um vermelho mais intenso será formado, devido à maior difusão da solução de TCT pelas membranas celulares comprometidas desses tecidos. Se o tecido não for viável, a redução do sal não ocorrerá, e o tecido morto permanecerá branco (não colorido), contrastando com o tecido viável colorido. A observação dessas diferenças de cor, associado ao conhecimento de diversas características das sementes, permite determinar a presença, a localização e a natureza dos distúrbios que podem ocorrer nos tecidos embrionários conforme ilustrado na figura 7, sob análise no laboratório de sementes UFFS, Cerro Largo.

Figura 7 Semente com dano mecânico latente, vermelho intenso.



Fonte: Autor, (2024).

Destaca-se que a eficácia do teste está intrinsecamente ligada ao conhecimento detalhado de todas as técnicas e procedimentos envolvidos. Nesse sentido, existem três objetivos fundamentais na avaliação das sementes. O primeiro é realizar a determinação do potencial de germinação do lote sob condições ideais. O segundo é classificar as sementes em diferentes categorias de viabilidade (Moore, 1973).

O terceiro objetivo consiste em relatar possíveis ocorrências que possam levar à perda de viabilidade das sementes (Moore, 1973).

Os dois primeiros objetivos são avaliados com base na condição, cor dos tecidos após a coloração, localização e tamanho das lesões. Já a última avaliação visa desenvolver habilidades para diagnosticar corretamente as causas de perda de viabilidade, reconhecendo sintomas característicos dos diversos danos que podem afetar as sementes (Moore, 1973).

O teste de tetrazólio fundamenta-se na avaliação individual de cada semente em que é categorizada como viável ou não viável, e os tipos de danos são registrados, considerando a identificação da presença, localização, do tipo de dano e características físicas do embrião (França Neto; Krzyzanowski, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no interior do município de São Luiz Gonzaga, Rio Grande do Sul, no dia 15 de maio de 2024, em uma área de 71,5 hectares destinados à produção de sementes. A área experimental fica localizada nas coordenadas 28°23'40.2"S 55°05'14.16"O.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (*Combine advisor* ligado e *combine advisor* desligado) e 12 repetições, totalizando em 24 unidades experimentais.

3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DA CULTURA

A Semeadura foi realizada no dia 12 de janeiro de 2024 com a cultivar Valente da Brasmax® com uma população de 291.111 plantas por hectare.

3.4 COLHEITA

Para a colheita foi utilizado a colhedora axial, da marca John Deere, modelo S780, equipada da plataforma de corte 40 pés modelo 740 FD, equipada com o sistema de auto regulação Combine Advisor, de acordo com a figura 8.

A colhedora possui motor de 13,5 litros com potência nominal de 480 cv, um tanque de combustível com capacidade de 1250 litros, depósito de grãos de 14.100 litros e uma taxa de descarga de 135 litros por segundo (Deere & Company, 2024).

Durante a operação de colheita foram aplicados 2 tratamentos: T1 - Combine desligado e T2 - Combine Advisor ligado. Para cada tratamento foi realizada a operação até completar um tanque graneleiro e, posteriormente, no descarregamento coletaram-se as amostras no início da descarga, no meio da descarga e no final da descarga. Cada amostra foi composta por 2 kg de sementes.

Figura 8 Colheita mecanizada de sementes de soja, durante a coleta de dados no município de São Luiz Gonzaga, RS.



Fonte: Autor, (2024).

3.5 AVALIAÇÕES

3.5.1 Umidade das sementes

Para a avaliação de umidade das sementes de cada lote coletado, foi utilizado medidor de umidade de grãos de bancada modelo G939, como mostrado na Figura 9.

Figura 9 Medidor de umidade de grãos.



Fonte: Autor, (2024).

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, de acordo com a Figura 10.

Figura 10 Termo higrômetro digital.



Fonte: Autor, (2024).

3.5.3 Impurezas

Foi utilizada uma amostra de 2 kg, a qual foi homogeneizada e reduzida para 250g usando um quarteador com 8 canais. Em seguida, a amostra foi colocada em um conjunto de peneiras composto por duas peças: uma com furos de 5 mm de diâmetro e outra com furos de 3 mm de diâmetro, ambas com furos redondos. A amostra foi peneirada com movimentos circulares por 30 segundos para separar as impurezas (Figura 12). Por fim, as impurezas foram pesadas para obter a porcentagem de impurezas em cada amostra conforme metodologia proposta pelo (RAS).

Figura 12 Classificação das impurezas com auxílio de peneiras.



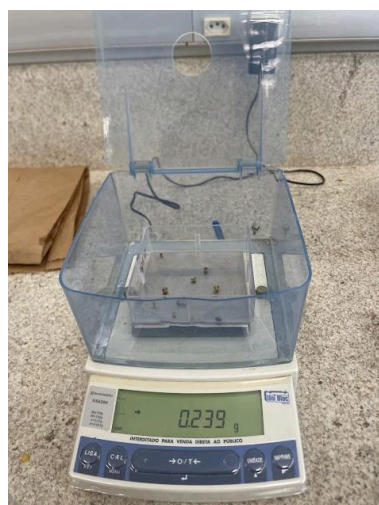
Fonte: Autor, (2024).

3.5.4 Pureza

Para a análise de pureza, seguiram-se as regras estabelecidas para análise de sementes (BRASIL, 2009). Utilizando uma fração de 500g da amostra inicial de 2 kg, que foi dividida com o auxílio de um quarteador.

A amostra foi então classificada em três categorias: semente pura, pertencente à espécie estudada; outras sementes, que correspondem a unidades de dispersão de outras espécies; e material inerte, caracterizado por não se encaixar nas outras categorias (Figura 13). Por fim, pesou-se cada parte para determinar a porcentagem de cada categoria (BRASIL, 2009).

Figura 13 Pesagem em balança analítica do material de outras sementes da amostra.



Fonte: Autor, (2024).

3.5.5 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo – RS, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 400 sementes por unidade experimental, divididas em 8 repetições de 50 sementes cada. Após a semeadura sobre papel, foram colocados quatro rolos por saco e acondicionados em incubadora B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a uma temperatura de 25° C, e no quinto dia após a semeadura, foi realizada a primeira avaliação, com a contagem das sementes germinadas, no oitavo dia, realizou-se a contagem final das sementes germinadas e a avaliação das plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas.

Figura 14 Contagem das sementes germinadas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

3.5.6 Dano mecânico latente, vigor e viabilidade

As avaliações da qualidade da semente foram realizadas no laboratório de sementes da Universidade Federal Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo de acordo com a metodologia proposta pelos autores Krzyzanowski, França Neto (2018) e Zorato (2018).

As sementes utilizadas foram retiradas da amostra homogeneizada de 2 kg, sendo utilizadas duas repetições de 100 sementes totalizando 200 sementes para cada uma das 24 unidades experimentais, sem nenhum dano visual. Posteriormente foram pré condicionadas em papel germitest devidamente umedecidos com a quantidade de água determinada através do peso do papel vezes 2,5 de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa DOC 406 e colocados em BOD por 6 horas a uma temperatura constante de 40° C.

Em seguidas as sementes foram armazenadas em béqueres e submersas na solução do sal de tetrazólio na concentração de 0,075% por 3 horas na temperatura de 35° C, para adquirir a coloração do sal, conforme ilustrado na figura 15. Após as sementes desenvolverem a coloração vermelha neste período de 3 horas, retira-se dos béqueres e lava-se em água corrente, e armazenadas em caixas gerbox, submersas por água até o momento da avaliação individual, verificando-se a percentagem de sementes viáveis, níveis de vigor e danos mecânicos, conforme metodologia descrita por França Neto (1998).

Figura 15 Sementes de soja embebidas da solução de tetrazólio.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com França Neto, sementes viáveis são classificadas nas categorias de 1 a 5, enquanto as não viáveis são classificadas de 6 a 8.

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 1mm, 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).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VIABILIDADE

Com base nos resultados da análise de variância (ANOVA) , apresentados na Tabela 1, observa-se que houve diferenças entre a viabilidade das sementes ao operar com o CA ligado e o CA desligado.

Tabela 1 Análise de variância para viabilidade de sementes de soja obtidas por colhedora equipada com sistema combine advisor ligado e desligado.

FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamento	1	1472.66667	1472.66667	4,7883*	0,0395
Resíduo	22	6766.16667	307.55303		
Total	23				

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A comparação das médias (Tabela 2) demonstrou que o tratamento 2 (Combine advisor ligado) resultou em maior viabilidade das sementes.

Tabela 2 Médias da viabilidade das sementes de soja obtidas pelo teste de tetrazólio.

Tratamento Viabilidade (%)	
CA Desligado	51.25000 a
CA Ligado	66.91667 b
Média Geral (%)	59.08333
CV (%)	29.68

*médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Em estudos realizados por França Neto e Krzyzanowski 2018 nos mostra que no lote nº 1, qual foi avaliado apresentou viabilidade de 96% e vigor muito alto, de 91%, não apresentando problemas sérios relativos a nenhum dos tipos de danos (mecânico, percevejo ou umidade). O segundo lote tem viabilidade de 88%, sendo o vigor (78%) classificado como médio, devido a danos que comprometem a estrutura do embrião (8%) com danos mecânicos, e o terceiro lote de sementes possui 81% de viabilidade e vigor baixo (70%), devido a problemas muito sérios (10%) de deterioração por umidade e sérios de danos de percevejo (7%) (França Neto e Krzyzanowski, 2018).

Em estudos realizados por França Neta foram observados valores de viabilidade de 96% para sementes de soja, superior aos resultados encontrados no trabalho de 66,91% no tratamento 2. A baixa porcentagem de viabilidade pode ser resultado da alta umidade dos grãos no momento de colheita em convergência a fatores climáticos como de chuvas, alta umidade, elevadas temperaturas durante o ciclo de desenvolvimento e fase final de maturação, que causam avarias no grão, essas condições combinadas cria um ambiente ideal para o desenvolvimento de microrganismos, como fungos e bactérias, que colonizam as sementes e degradam suas reservas nutritivas.

Esses patógenos podem causar doenças nas plântulas emergentes, reduzindo o estande de plantas e comprometendo o potencial produtivo da cultura. Além disso, a umidade excessiva promove reações químicas que danificam as estruturas celulares das sementes, afetando sua viabilidade e vigor.

Adicionalmente, a presença de ferimentos no tegumento, causados por impactos mecânicos durante a colheita ou pelo ataque de insetos, facilita a penetração de patógenos e agrava os danos causados pela umidade, os danos gerados nas sementes fazem com que mobilizam energia com o objetivo de cicatrizar o tecido, e como consequência, a energia remanescente não é suficiente

para que o processo de germinação se complete perdendo a sua viabilidade em função do tipo e local de dano, e por sua vez diminui o vigor.

Como observado na análise de dados deste trabalho os resultados do lote 1 (CA Desligado) de sementes, cujo tratamento corresponde ao combine desligado foram de 51,25% de viabilidade, o que caracteriza um lote com sérios problemas, com 28,25% de danos mecânicos latentes.

4.2 VIGOR

Segundo a análise de variância para a variável vigor, conforme a Tabela 3, mostrou que não houve diferenças entre os tratamentos ($p=0,074$).

Tabela 3 Análise de variância para variável vigor em sementes de soja com sistema de auto regulação Combine Advisor.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	1418.34375	1418.34375	3.5160 ns
Resíduo	22	8874.64583	403.39299	
Total	23	10292.98958		

ns não significativo ($p \geq .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A operação de colheita, realizada com o sistema de Combine Advisor (CA) ligado e desligado, não apresentou influência significativa sobre o vigor das sementes de soja. Esse resultado pode estar associado à baixa qualidade das sementes ou, possivelmente, à limitada variabilidade das características da cultura na unidade experimental. Além disso, quando o CA permaneceu desligado, a

regulagem da colhedora foi ajustada de forma muito próxima ao ideal, o que pode ter minimizado os impactos potenciais desta variável sobre o vigor das sementes.

Observa-se na tabela 4, que a porcentagem do vigor das sementes dos tratamentos 1 e 2 não diferiram, podendo estar novamente relacionado com a porcentagem de danos mecânicos latentes e/ou a ausência de normalidade pode ter influenciado os resultados obtidos.

Tabela 4 Média do vigor de sementes de soja fator tratamentos.

MÉDIAS DE VIGOR (%)	
CA Desligado 1	36.91667 a
CA Ligado 2	52.29167 a
Média Geral (%)	44.60417
CV (%)	45,03

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os resultados médios obtidos na análise de vigor dos lotes de sementes, foi 44,6% ou seja, não recomendado para semeadura uma vez que o índice mínimo para vigor de acordo com RAS (Regras de Análise de Sementes) e órgãos responsáveis de fiscalização Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) conforme publicação no Diário Oficial da União em 2013 os padrões estabelecidos garantem a identidade e o vigor das sementes, sendo a germinação um dos principais indicadores. Para sementes básicas, a germinação mínima é de 75%, enquanto para as demais categorias (C1, C2, S1 e S2), o valor mínimo é de 80%.

O vigor de sementes de acordo com França-Neto et al. (1998), no teste de tetrazólio, são classificados com base no índice de vigor da seguinte forma: índices iguais ou superiores a 85% indicam vigor muito alto; valores entre 75% e 84% correspondem a vigor alto; índices de 60% a 74% indicam vigor médio; entre 50% e 59%, vigor baixo; e índices iguais ou inferiores a 49% caracterizam vigor muito baixo.

Segundo Giurizatto (2003), o retardamento da colheita teve influência marcante nos genótipos cujas sementes apresentavam vigor mais baixo no estágio R8, como IAC-100, EMBRAPA-4 e a linhagem BRD 9507. Esse efeito ocorre principalmente porque a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente quando expostas a condições adversas de temperatura e umidade relativa, sendo que sementes com menor vigor são mais suscetíveis a níveis elevados de deterioração nessas condições.

Conforme o Gráfico 3 destaca-se que antecedendo a colheita houve 15 dias com acumulado de chuva de 173,2 mm. Isso atrasou a operação de colheita o que comprometeu a qualidade.

Para preservar a qualidade das sementes de soja, é fundamental colher no momento adequado. Peske et al. (2012) indicam que a faixa de umidade ideal para a colheita está entre 15% e 18%. Nessa faixa, os grãos sofrem menor deterioração, garantindo maior valor comercial e melhor desempenho no campo.

4.3 DANO MECÂNICO LATENTE

Segundo a Tabela 5, a análise de variância realizada para a variável dano mecânico latente houve significância entre os tratamentos ($p = 0.0395$), ou seja, foi observada uma diferença estatística entre os grupos analisados.

Os resultados da análise de variância (Tabela 5) demonstram que os tratamentos exerceram um impacto significativo sobre o dano mecânico latente nas sementes de soja ($p = 0,0395$).

Tabela 5 - Dano mecânico latente em sementes de soja com sistema de auto regulação Combine Advisor.

FV	GL	SQ	QM	F	p valor
Tratamentos	1	1472.66667	1472.66667	4.7883 *	0,0395
Resíduos	22	6766.16667	307.55303		
Total	23	8238.83333			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A Tabela 6 demonstra que a operação de colheita com o CA desligado resultou no maior dano mecânico latente.

Tabela 6 - Médias do dano mecânico latente observadas através do teste de tetrazólio.

MÉDIAS DANO LATENTE	
CA Desligado 1	48,75000 a
CA Ligado 2	33,08333 b
Média Geral (%)	40,91667
CV (%)	42,86

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esses resultados evidenciam que o uso da tecnologia Combine Advisor® proporcionou um lote de sementes com menor índice de dano mecânico latente, o que é um resultado satisfatório levando em consideração de que o dano mecânico latente afeta diretamente a qualidade e viabilidade das sementes.

A umidade da semente de soja é um fator crítico para a sua qualidade fisiológica, como demonstrado por Terasawa et al. (2009). No estudo, as sementes da cultivar FTS Campo Mourão RR apresentaram vigor alto em faixas de umidade mais baixas de 17,0% a 19,9% de umidade. Contudo, a partir de 23,0% de água, houve um declínio acentuado na qualidade, atribuído pela pesquisa à deterioração por umidade e ao agravamento do dano mecânico durante o armazenamento (Terasawa, 2009).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade das sementes de soja, como danos mecânicos de efeito imediato ou latente, e a presença de patógenos. Além disso, os danos latentes, se manifestam no manuseio de sementes com elevados conteúdos de água. Segundo Marcos Filho (2005) os danos latentes são danos internos à semente que, não sendo visíveis externamente na ocasião da colheita, se manifestam após o armazenamento. O teor de água das sementes é um fator que interfere diretamente na gravidade dos danos mecânicos sofridos por ocasião da colheita e beneficiamento em função dos impactos sofridos pela semente (Albaneze, 2014).

Esse dano ocorre de forma demasiadamente em sementes com alto grau de umidade. Em ambos os casos, as sementes vão mobilizar energia com o objetivo de cicatrizar o tecido; a semente danificada e armazenada (efeito latente) é bem mais

provável que, após cicatrizar o tecido, a energia remanescente não seja suficiente para que o processo de germinação se complete (Albaneze, 2014).

4.4 IMPUREZAS

Conforme a análise de variância (Tabela 7), para porcentagem de impurezas, observa-se que ao operar a colhedora com o sistema CA ligado e desligado altera-se a quantidade de impurezas presentes nas sementes.

Tabela 7 Impureza das sementes obtidas pela colhedora equipada com sistema Combine Advisor ®

FV	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	1	0,09058	0,09058	7,7065 *	0,011
Resíduos	22	0,25858	0,01175		
Total	23	0,34915			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na Tabela 8 verifica-se que a porcentagem de impurezas foi maior ao operar a colhedora de grãos com o CA ativado. Estes resultados podem ser explicados porque o sistema Combine Advisor® ligado prioriza a qualidade das sementes e, também, pode se dar pela umidade durante a colheita e as configurações dos padrões programados na máquina.

Tabela 8 - Médias de porcentagem de impurezas das sementes.

MÉDIAS IMPUREZAS (%)	
CA Desligado 1	0,49133 b
CA Ligado 2	0,61420 a
Média Geral (%)	0,55277
CV (%)	19,61

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.5 UMIDADE DOS GRÃOS

A análise de variância (ANOVA) para porcentagem de umidade das sementes de soja indicou que houve diferença entre a operação de colheita com o CA ligado 2 e com o CA desligado 1, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 umidade dos grãos obtidos por colhedora equipada com Combine Advisor.

FV	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	1	2.16000	2.16000	5.1549 *	0,0333
Resíduos	22	9.21833	0.41902		
Total	23	11.37833			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 $\leq$ p < .05)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 9, podemos concluir que não há diferença estatística significativa no teor de umidade das sementes entre as duas condições analisadas. Isso indica que os tratamentos aplicados ou as condições de cultivo não influenciaram de forma significativa o teor de umidade das sementes no momento da colheita. Isso se explica pelas condições adversas de clima durante a safra 23/24 que foi marcada pelo fenômeno climático El Niño, onde ocorreram muitas chuvas na região noroeste do estado do rio grande do sul impossibilitando a colheita, com isso houve a necessidade de retardar a colheita, em decorrência do El Niño, com isso expôs as sementes a múltiplos ciclos de hidratação e dessecação dentro da vagem, comprometendo sua qualidade. Tendo em vista essas condições, optamos por colher os campos de semente com umidade alta entre 22,3 a 25,1%. Por este fator ambos os tratamentos não obtiveram diferença, recomenda-se repetir este experimento em condições de clima favoráveis para a cultura e a produção de sementes, uma vez que sementes com alta umidade são altamente propícias ao dano mecânico latente.

Tabela 9 Médias da umidade das sementes durante o momento de colheita.

MÉDIAS DE UMIDADE (%)	
CA Desligado 1	23,64167 a
CA Ligado 2	23,04167 b
Média Geral (%)	23,34167
CV (%)	2,77

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Como podemos observar a ANOVA foi significativa, o tratamento 1 CA Desligado apresentou o teor de umidade dos grãos superior do que com o tratamento 2 CA Ligado que apresentou um teor de umidade nos grãos inferior de 23,04%.

Conforme constatado por Albaneze, 2014 a redução de umidade da semente durante a colheita levou a um aumento considerável nos danos mecânicos imediatos. Esse dano é cumulativo e a gravidade do dano é cultivada. As sementes grandes de soja sofreram uma quantidade maior de dano em comparação com sementes menores.

Para sementes de soja, recomenda-se que a colheita seja realizada com o grau de umidade entre 12% e 15% (Embrapa, 2006), pois nesta faixa há menor ocorrência de injúrias mecânicas e danos por umidade.

4.6 GERMINAÇÃO

Conforme a análise de variância (ANOVA) não revelou diferenças entre os tratamentos em termos de número de plântulas normais.

Tabela 10 Análise de variância de plântulas normais

FV	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	1	140.16667	140.16667	2.5399 ns	0,1251
Resíduos	22	1214.07292	55.18513		
Total	23	1354.23958			

ns não significativo ($p \geq .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Tabela 11 Médias (%) germinação do número plântulas normais

MÉDIAS PLÂNTULAS NORMAIS (%)	
CA Desligado 1	58,81250 a
CA Ligado 2	63,64583 a
Média Geral (%)	61,22917

CV (%)	12,13
--------	-------

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em suma, os resultados da análise de variância indicam que, com base nos dados disponíveis, não há evidências de que os diferentes tratamentos tenham influenciado significativamente o número de plântulas normais, mas em comparação das médias o tratamento 1 (combine desligado) se mostrou inferior, com 58,81% de plântulas normais do que ao tratamento 2 (combine ligado) com 63,64% de plântulas normais.

Tabela 12 Análise de variância plântulas anormais

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	32.08594	32.08594	0.6941 ns
Resíduo	22	1017.03646	46.22893	
Total	23	1049.12240		

ns não significativo ($p \geq .05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise de variância realizada não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao número de plântulas anormais. Isso significa que, com

base nos dados analisados, não é possível afirmar que um tratamento seja mais eficaz que outro em causar um maior número de plântulas anormais.

Tabela 13 Médias plântulas anormais (%)

MÉDIAS PLÂNTULAS ANORMAIS (%)	
CA Desligado 1	35,04167 a
CA Ligado 2	32,72917 a
Média Geral (%)	33,88542
CV (%)	20,07%

As médias seguídas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise das médias confirma a conclusão da ANOVA de que não há diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número de plântulas anormais. As médias dos tratamentos são muito próximas e o valor de p não é estatisticamente significativo.

Tabela 14 Análise de variância plântulas mortas

FV	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	1	38.12760	38.12760	16.1714 **	0,0005
Resíduo	22	51.86979	2.35772		
Total	23	89.99740			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A Tabela 14 apresenta os resultados de uma análise de variância (ANOVA), na qual foi comparada a média de plântulas mortas entre diferentes tratamentos. O valor de p obtido foi 0,0005, significativamente inferior ao nível de significância de 0,05. Esse resultado demonstra a existência de uma diferença estatística significativa entre as médias dos tratamentos, indicando que os diferentes tratamentos tiveram efeitos distintos no número de plântulas mortas.

Tabela 15 Médias plântulas mortas (%)

MÉDIAS PLÂNTULAS MORTAS (%)	
CA Desligado 1	6,14583 a
CA Ligado 2	3,62500 b
Média Geral (%)	4,88542
CV (%)	31,43

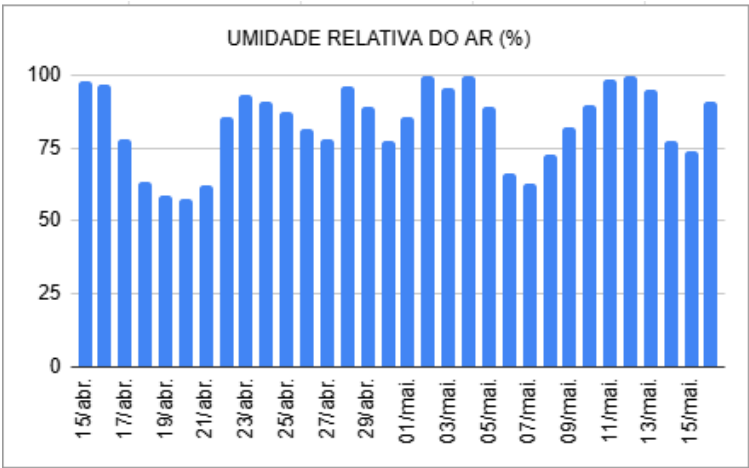
As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nos resultados obtidos, concluímos que o tratamento 2 (combine ligado) apresentou um índice de plântulas mortas inferior, com 3,62%, em comparação ao tratamento 1 (combine desligado), que indicou 6,14% de plântulas mortas. Esses dados indicam que o uso do Combine Advisor teve uma influência positiva na germinação das plântulas.

4.7 UMIDADE RELATIVA

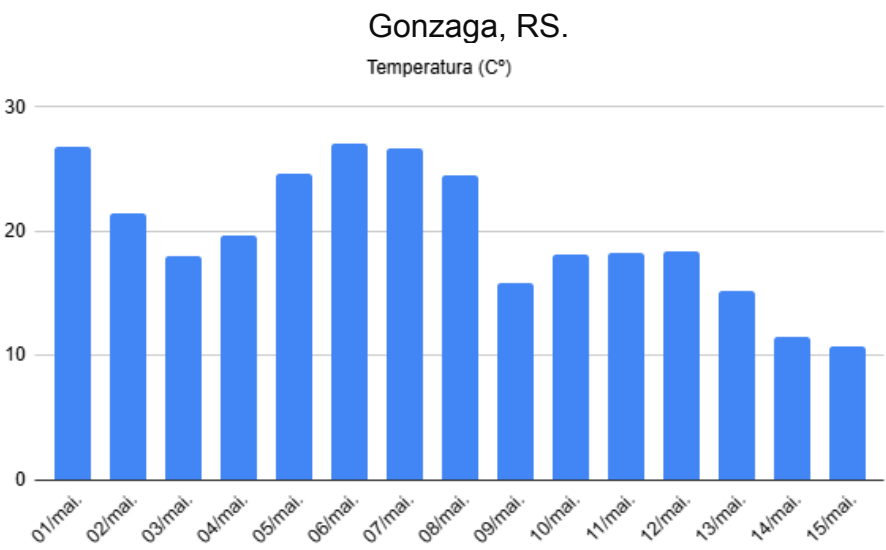
Gráfico 1 Umidade relativa do ar, no município de São Luiz Gonzaga, RS. 2024



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.8 TEMPERATURA MÉDIA

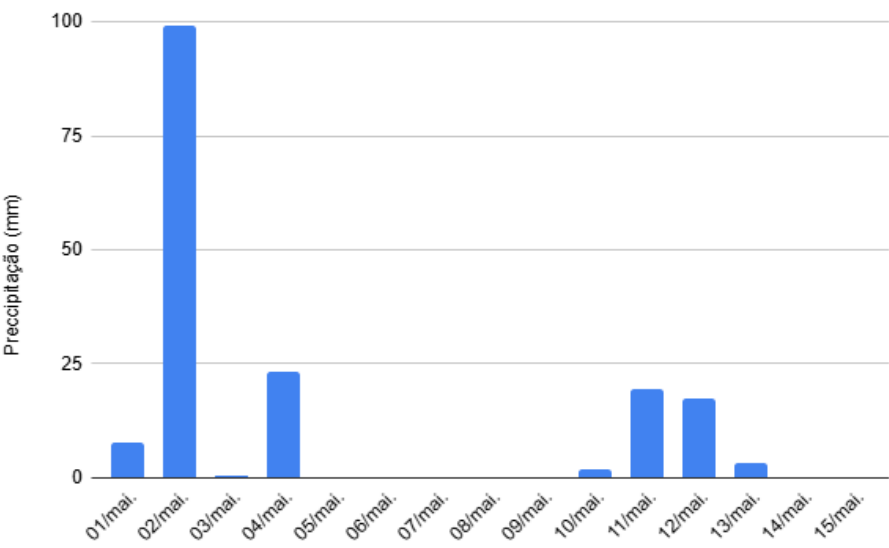
Gráfico 2 - Temperatura média (°C) no mês de maio no município de São Luiz



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.9 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICOS

Gráfico 3 Índice pluviométrico durante o mês de maio, dias antecedentes à colheita (15), no município de São Luiz Gonzaga, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Embora o sistema Combine Advisor® tenha como objetivo otimizar a colheita, e diminuir o dano mecânico imediato, ou seja, quebra dos grãos, os resultados deste estudo mostraram que houve influência positiva do sistema no fator dano mecânico latente e viabilidade das sementes, e consequentemente na germinação. O lote de sementes obtidas pela colhedora com o sistema de auto regulação Combine Advisor® ligado apresentou uma melhor qualidade do que comparadas com o lote obtido com o sistema desligado.

Embora, os dados apresentem diferenças reais na viabilidade das sementes, não constatou diferenças no fator de vigor em função da anormalidade dos dados detectada pelo Shapiro-Wilk ($p=0.59212$), que pode ter sido causada pelos valores extremos na distribuição dos dados, para isso seria necessário repetir o experimento em uma próxima safra em que as condições de clima e umidade sejam mais favoráveis para cultura.

Os resultados sugerem que o sistema de auto regulação Combine Advisor® influenciou significativamente o dano mecânico latente nas sementes. O menor percentual de dano observado no Tratamento 2 reforça a hipótese de que o uso do sistema de auto regulação contribui para reduzir o impacto mecânico durante a colheita, preservando a qualidade das sementes. Em contrapartida, o Tratamento 1, que não utilizou o sistema, apresentou um percentual mais elevado de dano.

Apesar da significância estatística observada, o coeficiente de variação elevado (42,86%) destaca a necessidade de avaliar possíveis fontes de variabilidade nos dados, como condições ambientais ou variações operacionais do equipamento, que podem ter influenciado os resultados. Este achado ressalta a importância de práticas colheitas que minimizem danos mecânicos, visando assegurar a viabilidade e a qualidade fisiológica das sementes, consequentemente, maior potencial de germinação.

5. CONCLUSÃO

A tecnologia Combine Advisor® da John Deere influenciou de forma positiva na qualidade das sementes obtidas, embora a operação de colheita não tenha sido em condições ideais e de alta qualidade das sementes em virtude da ocorrência de chuvas.

Os resultados evidenciam que o uso da tecnologia Combine Advisor® proporcionou um lote de sementes com menor índice de dano mecânico latente, o que é um resultado satisfatório levando em consideração de que o dano mecânico latente afeta diretamente a qualidade e viabilidade das sementes. Com base nos dados conclui-se que o uso do Combine Advisor teve uma influência positiva na germinação das plântulas, proporcionando um menor número de plantas mortas.

Observa-se na tabela 4, que a porcentagem do vigor das sementes dos tratamentos 1 e 2 não diferiram significativamente, podendo estar novamente relacionado com a porcentagem de danos mecânicos latentes e/ou a ausência de normalidade dos dados pode ter influenciado os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- ALBANESE, Rodrigo. **Dano mecânico em sementes de soja causado pelo uso de graneleiro no transporte durante a colheita**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. Stillwater: Seed Vigor Test Committee of the Association of Official Seed Analysts, 93p. (AOSA. Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).1983.
- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE TESTES DE SEMENTES. **Manual sobre gestão da qualidade de sementes** .
- Bairros, H. K. U. (2023). **Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e cultivar**. *Revista de Agronomia*, 18(4), 56-67.
- BULAT, H. **Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in resting seed**. Proceedings of the International Seed Testing Association, v. 26, p. 686-696, 1961.
- CHUNG, Gyuhwa; SINGH, Ram J. **Ampliando a base genética da soja: uma abordagem multidisciplinar**. *Resenhas Críticas em Ciências Vegetais* , v. 5, pág. 295-341, 2008.
- COPELAND, T. G.; BRUCE, C. F.; MIDYETTE, J. W. **The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germination claims**. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, v. 49, p. 134-141, 1959.
- 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, 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.

CORREA-FERREIRA, Beatriz. S.; KRZYZANOWSKI, Francisco. C.; MINAMI, César A. **Perceijos e a qualidade da semente de soja.** Londrina, PR: EMBRAPA, 2009.

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.

Daltro, E. M. F., & Albuquerque, M. C. F. (ano). Aplicação de dessecantes em pré-colheita: **Efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja.** *Revista de Agricultura*, 12(3), 45-55.

DINIZ, F. O. REIS, M. S.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F.; SEIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. A. **Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field.** Journal of Seed Science, v. 35, n. 2, p. 147-152, 2013.

EMBRAPA Soja, Londrina, PR; **História da Soja**, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 07 maio 2024.

EMBRAPA Soja, Londrina, PR; **História da Soja**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/estadios-de-desenvolvimento/tipo-de-crescimento>. Acesso em: 07 maio 2024.

FERNANDES, C. H. S. F.; TEJO, Débora Perdigão; BURATTO, Juliana Sawada. **Perdas na colheita da soja**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF, Garça, v. 33, n. 1, p. 2019.

FERREIRA, AG, et al. **Qualidade de sementes de soja colhidas em diferentes épocas e submetidas ao armazenamento**. *Journal of Seed Science*

FRANÇA NETO, J. de B. KRZYZANOWSKI, F. C. HENNING, A. A. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja.2010.

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, Ademir Assis. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. 1984. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

GIURIZATTO, M. I. K.; SOUZA, L. C. F.; ROBAINA, A. D.; GONÇALVES, M. C. **Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja**. Revista Brasileira de Sementes, 2003.

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

IBGE | Biblioteca | Detalhes | **A Expansão da Soja no Rio Grande do Sul, 1950-75** / Octavio Augusto C. Conceição. -. Disponível em:
<<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=214905>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

JOHN DEERE COMBINE ADVISOR - Disponível em
<<https://www.deere.com.br/pt/pe%C3%A7as-e-servi%C3%A7os/john-deere-upgrade-s/combine-advisor/>> Acesso em: 10 de maio. 2024

KRZYZANOWSKI, F. C.; BARROS FRANÇA-NETO, J.; ASSIS HENNING, A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. 2018. Londrina: EMBRAPA (EMBRAPA. Circular Técnica, 136).

LACERDA, A.L.S.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V. **Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes**. Revista Bragantia, v. 64, n. 3, p. 447-457, 2005.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 425 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p.2005.

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

MOORE, R. P. **Tetrazolium best method for evaluating seed life**. Seedsmen's Digest, v. 17, n. 11, p. 38-40. 1966.

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.

PEREIRA, T, COELHO, C. M.M; SOBIECKI, M.; SOUZA, C. A. **Physiological quality of soybean seeds depending on the preharvest desiccation**. Planta Daninha, v. 33, n. 3, p. 441-450, 2015.

PASCUALI, L. C. **Estimativa do potencial de armazenamento de soja através do vigor das sementes**, f. 52. Tese (Doutorado), Programa de Pós graduação em Ciência e Tecnologia em Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2012.

PELÚZIO, J. M.; RAMO, L. N.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRRRI, F. S.; CASTRO NETO, M. D.; CORREIA, M. A. R. **Influência da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do estado do Tocantins**. Revista Bioscience Journal, v. 24, n. 2, p. 77-82, 2008.

PETERS, J. (Ed.). **Tetrazolium testing handbook**. Ithaca: Association of Official Seed Analysts, 2007. 88 p. (AOSA. Contribution to the Handbook on Seed Testing, 29).

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Sementes e Mudanças – RENASEM**. BRASIL. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/laris/Downloads/03150239-23154411-novo-decreto-de-sementes.

REVISTA CULTIVAR, **Comparativo colhedoras comercializadas no Brasil**, 2015.

Disponível

em:<https://revistacultivar.com.br/artigos/comparativo-colhedorascomercializadas-no-brasil>. Acesso em: 10 Maio de 2024.

REVISTA CULTIVAR, Como o ângulo e a velocidade afetam as perdas na colheita mecanizada de soja, 2020. Disponível em:

<https://revistacultivar.com/articles/How-angle-and-speed-affect-losses-in-mechanized-soybean-harvesting>

RODRIGUES, M. H. B. S., SANTOS, A. S., MELO, E. N., SILVA, J. N., & OLIVEIRA, C. J. A. **Vigor de sementes: métodos para análise e fatores que o influenciam**. *Revista de Ciência Agrícola*, 15(2), 123-134.

ROLAND, Adriano. **Percevejos na lavoura de soja: uma grande ameaça para o sucesso do produtor**. Ibirubá, RS, 2016.

SMITH, F. G. **The mechanism of the tetrazolium reaction in corn embryos**. *Plant Physiology*, v. 27, p. 445-456, 1952.

SMITH, F. G.; THRONEBERRY, G. O. **The tetrazolium test and seed viability**. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, v. 40, p. 105-109, 1951.

TERASWA, J. M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI, E.; KOEHLER, H. S. **Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja**. *Revista Brasileira de Sementes*, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 255-262, 2009.

VEIGA, A. D.; ROSA, S. D. V. F.; SILVA, P. A.; OLIVEIRA, J. A.; ALVIM, P. O.; DINIZ, K. A. **Tolerância de sementes de soja à dessecação**. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 31 n. 3, p.773-780, 2007.

WANG, Keru; XIE, Ruizhi; MING, Bo; HOU, Peng; XUE, Jun; LI, Shaokun. **Revisão das perdas da colheitadeira de milho e fatores de influência**. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 11, n. 3, p. 15-28, 2018.