

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

LETICIA DELAVALENTINA ZANACHI

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E DESEMPENHO AGRONÔMICO
DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO VIGOR E DANOS
PRESENTES**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ

2023

LETICIA DELAVALENTINA ZANACHI

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E DESEMPENHO AGRONÔMICO
DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO VIGOR E DANOS
PRESENTES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Coorientadores: Prof.^a Dr^a. Cristina F. Schneider
Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ

2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Delavalentina Zanachi, Leticia
QUALIDADE FISIOLÓGICA E DESEMPENHO AGRONÓMICO DE SEMENTES
DE SOJA EM FUNÇÃO DO VIGOR E DANOS PRESENTES / Leticia
Delavalentina Zanachi; orientador Antonio Carlos Torres da
Costa; coorientador Cristina Fernanda Schneider José Barbosa
Duarte Júnior. -- Marechal Cândido Rondon, 2023.
48 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido
Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
2023.

1. . I. Torres da Costa, Antonio Carlos, orient. II. José
Barbosa Duarte Júnior, Cristina Fernanda Schneider,
coorient. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



LETICIA DELAVALENTINA ZANACHI

Qualidade fisiológica e desempenho agrônômico de sementes de soja em função do vigor e danos presentes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientador - Antonio Carlos Torres da Costa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Daniele Guarienti Rorato

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

João Henrique Castaldo

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 24 de fevereiro de 2023

DEDICO

A Deus,
que permitiu que tudo pudesse ser realizado.

Aos meus pais Geraldo José Zanachi e Lenir Delavalentina Zanachi,
que foram porto seguro perante as dificuldades encontradas neste percurso.

Aos meus avós Antonio Della Valentina e Tereza Olivo Della Valentina,
pelo carinho e orações.

Ao meu irmão André Delavalentina Zanachi,
pelo companheirismo.

Ao meu namorado Paulo César de Paula,
pelo apoio incondicional em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, *Campus* Toledo, que me disponibilizou toda sua estrutura física para a realização desse trabalho.

Ao Professor e orientador Dr. Antonio Carlos Torres da Costa pela orientação, pelos ensinamentos e sugestões dadas, além do profissionalismo e presteza.

À Professora e coorientadora Dr^a. Cristina Fernanda Schneider pela paciência e por não medir esforços em me ajudar nessa caminhada. Obrigada pela excelente co-orientação.

Ao Professor Dr. José Barbosa Duarte Júnior pela co-orientação e pelos ensinamentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários da área experimental da PUCPR, *Campus* de Toledo, que sempre estiveram à disposição para me ajudar.

A Engenheira Agrônoma Saionara Tesser pela disponibilidade de pesquisa no Laboratório de Análise de Sementes da APASEM, de Toledo.

Aos parceiros (as) do Programa de Pós-Graduação que contribuíram de alguma forma para a conclusão dessa etapa.

À secretária do Programa de Pós-Graduação Leila por toda disponibilidade e ajuda.

À minha família e amigos que torceram pela realização e conclusão do mestrado.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

Muito obrigada.

No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.

(Albert Einstein)

RESUMO

ZANACHI, Leticia Delavalentina, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro 2023. **Qualidade fisiológica e desempenho agrônômico de sementes de soja em função do vigor e danos presentes.** Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa. Coorientadores: Prof^a. Dr^a. Cristina Fernanda Schneider e Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior.

Um dos principais atributos da qualidade fisiológica das sementes de soja a ser considerado no momento da implantação de uma lavoura, é o vigor. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar as características fisiológicas das sementes e o desempenho agrônômico de uma cultivar de soja em função do vigor e danos presentes nas sementes. Foram utilizadas as sementes da cultivar M 6410 IPRO, com três níveis de vigor (alto, médio e baixo) e com dois diferentes tipos de danos (deterioração por umidade e danos mecânicos). O experimento foi implantado em laboratório, utilizando delineamento inteiramente casualizado, e no campo, com delineamento em blocos casualizados, ambos com quatro repetições. As sementes utilizadas foram avaliadas por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, tetrazólio, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência. O desempenho em campo foi avaliado através dos componentes de produção: altura de plantas, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número inicial e final de plantas por área e produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, foram avaliados pelo teste de Tukey. Observou-se que, os danos, principalmente os causados pela deterioração por umidade, interferiram no decréscimo do vigor e no desenvolvimento das sementes no campo. E a utilização de sementes de alta qualidade, ou seja, com níveis inferiores a 4% de danos presentes, proporcionaram acréscimos em torno de 25% na produtividade da cultura da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Produtividade. Análise de sementes. Tetrazólio.

ABSTRACT

ZANACHI, Leticia Delavalentina, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February 2023. **Physiologic quality and agronomic performance of soybean seeds regarding vigor and damage presente.** Advisor: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa. Co-Advisors: Prof^a. Dr^a. Cristina Fernanda Schneider e Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior.

When planting soybeans, one of the main attributes of the physiologic quality of soybean seeds to be considered is vigor. Therefore, the purpose of this paper was to evaluate the physiologic characteristics of the seeds and the agronomic performance of a soybean cultivar regarding vigor and damage present in the seeds. Seeds of the cultivar M 6410 IPRO were used, with three levels of vigor (high, medium and low) and with two different types of damage (moisture deterioration and mechanical damage). The experiment took place in the laboratory and in the field, using a completely randomized design for the former and a randomized block design for the latter; both with four replications. The seeds used were evaluated through the following tests: germination, accelerated aging, tetrazolium, electrical conductivity, seedling emergence in the field and emergence speed index. Field performance was evaluated through the production components: plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod, initial and final number of plants per area and productivity (kg.ha⁻¹). The results obtained were subjected to analysis of variance and, when significant, evaluated using the Tukey test. Results showed that damages, mainly those caused by deterioration due to humidity, interfered with the decrease in vigor and seed development in the field. And that the use of high quality seeds, that is, with less than 4% damage levels present, provided increases of around 25% in the productivity of the soybean crop.

Keywords: Glycine max. Productivity. Seed analysis. Tetrazolium.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Médias semanais de temperatura mínima e máxima (°C) e precipitação pluviométrica diária acumulada (mm), durante o ciclo da cultura da soja, cultivar M 6410, Toledo - PR..... 11
- Figura 2: Total de água de irrigação utilizada (mm) mais precipitação pluviométrica semanais acumulada (mm) durante o ciclo da cultura da soja, cultivar M 6410, Toledo PR.....16
- Figura 3: Semente de soja com ausência de dano (A). Semente de soja com danos causados por percevejos (B). Semente de soja com danos mecânicos (C). Semente de soja com deterioração por umidade (D), após a coloração com a solução de tetrazólio..... 23
- Figura 4: Plântula de soja com ausência de dano (A). Plântula de soja com danos mecânicos (B). Plântula de soja com deterioração por umidade (C)..... 25
- Figura 5: Plântula de soja oriunda de semente de alto vigor (A) e plântula de soja oriunda de semente de baixo vigor (B).....28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características agronômicas da cultivar de soja utilizada para a implantação dos experimentos na safra 2021/2022.....	12
Tabela 2. Porcentagem média de germinação (G), grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS) de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.....	20
Tabela 3. Condutividade elétrica (CE) e envelhecimento acelerado (EA), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.....	22
Tabela 4. Tetrazólio-vigor (TZv), deterioração por umidade (DU), danos mecânicos (DM) e danos por percevejos (DP), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.....	22
Tabela 5. Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em campo (EC), número de plantas por metro (estande inicial) e altura de plantas aos 18 dias após semeadura (H1), de seis lotes de soja, cultivar M 6410.....	24
Tabela 6. Número de plantas por metro (estande final) e altura de plantas no estágio fenológico R ₉ (H2), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.....	26
Tabela 7. número de vagens por plantas (n ^o vagem. pl ⁻¹) e número de sementes por vagem (n ^o sem. vagem ⁻¹), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.....	27
Tabela 8. Peso de mil sementes (PMS) e a produtividade em quilogramas por hectare corrigida para 13% de teor de água, de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA.....	3
2.2 O VIGOR DAS SEMENTES E A PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	4
2.3 DANOS NAS SEMENTES DE SOJA E O TESTE DE TETRAZÓLIO	5
2.4 DETERIORAÇÃO POR UMIDADE	6
2.5 DANOS MECÂNICOS	8
2.6 DANOS CAUSADOS POR PERCEVEJOS.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 VARIÁVEIS ANÁLISADAS	13
3.1.1 Massa de mil sementes.....	13
3.1.2 Grau de umidade.....	13
3.1.3 Teste de germinação.....	13
3.1.4 Teste de tetrazólio.....	13
3.1.5 Condutividade elétrica	14
3.1.6 Envelhecimento acelerado	14
3.2 EXPERIMENTO NO CAMPO.....	14
4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÃO	31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, com uma produção em torno de 125 milhões de toneladas, ocupando aproximadamente 41 milhões de hectares de área plantada (CONAB, 2022). Para atender toda essa produção, a demanda por sementes é muito grande. Com isso, aumenta-se a exigência por sementes de alto valor qualitativo (PESKE et al., 2012).

A razão, para tanto, é que a qualidade fisiológica de sementes tem sido ressaltada como um dos pontos chave para obtenção de altas produtividades. Já que, o uso de sementes de alta qualidade impõe-se como essencial para o estabelecimento adequado da cultura no campo, podendo então, contribuir na obtenção de maiores rendimentos de grãos (BORNHOFEN et al., 2015).

A semente de soja, para ser considerada de alta qualidade, deve ter principalmente, excelentes características fisiológicas e sanitárias (FRANÇA NETO et al., 2010). Entre os atributos fisiológicos, o vigor é destacado como relevante (ROSSI et al., 2017), por tratar-se da conjunção de todos os atributos da semente (ISELY, 1957).

Porém, em uma empresa produtora de sementes de soja são produzidos muitos lotes de sementes de diferentes cultivares e esses lotes podem apresentar variações entre si na qualidade fisiológica (KOLCHINSKI et al., 2005). Para que seja feito então a caracterização entre lotes de alto, médio e baixo vigor, é imprescindível a utilização de testes de vigor, capazes de prever o quão bem sucedido será o estabelecimento da cultura no campo (MARCOS FILHO, 2011), reduzindo assim, riscos e prejuízos para o produtor que está cada vez mais exigente em sementes de qualidade.

Na avaliação do vigor de sementes de soja, vários testes são utilizados rotineiramente, destacando-se os de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e tetrazólio (VIEIRA et al., 2003).

Dentre esses, o teste de tetrazólio merece destaque, devido a sua qualidade e rapidez em determinar a viabilidade e o vigor de um lote de sementes, e também pela sua capacidade de identificar as possíveis causas responsáveis pela redução de vigor, tais como danos mecânicos, danos causados por percevejos e deterioração por umidade (PESKE et al., 2012), principais causas responsáveis pela redução da qualidade fisiológica em sementes de soja.

Portanto, a utilização de testes de vigor de semente de soja, especialmente o de tetrazólio, devem ser realizados para caracterizar os fatores responsáveis pela redução da qualidade das sementes e assim, entender se há interação entre a qualidade de sementes, os danos presentes e a produtividade da cultura.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar as características fisiológicas das sementes e o desempenho agronômico de plantas de soja, da cultivar M 6410 IPRO em função de diferentes níveis de vigor e de danos presentes nas sementes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

A semente não é apenas um grão que germina. Ela possui atributos de qualidades genética (compostos pela pureza varietal, potencial produtivo, resistência a pragas e doenças), físicos (grau de umidade, pureza física, peso de mil, aparência e peso volumétrico), fisiológicos (germinação, dormência e vigor) e sanitários (ausência de fungos, vírus, bactérias e nematoides) que um simples grão não tem (PESKE et al., 2012; KRZYZANOWSKI et al., 2018).

A semente de soja, para ser considerada de alta qualidade, deve ter excelentes níveis de vigor, de germinação e de sanidade, bem como, garantia de purezas físicas e varietal. De acordo com a Instrução Normativa nº 45, do MAPA, de 17 de setembro de 2013, os padrões mínimos exigidos para produção e comercialização de sementes de soja no Brasil são de pureza física de 99% e germinação de 80%. Até o momento não se tem nenhum padrão mínimo exigido em relação ao vigor.

Esses fatores são importantes, pois impactam diretamente no desempenho da semente no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto que contribui para que sejam alcançados altos níveis de produtividade (FRANÇA NETO et al., 2010).

Dessa maneira, a produção e a utilização de sementes de qualidade são fatores de grande importância para o sucesso da cultura da soja. E para que tais requisitos sejam alcançados, é fundamental a adoção de um programa de controle de qualidade, devendo esse ser ágil, versátil e confiável, capaz de fornecer resultados precisos e com agilidade (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

O controle de qualidade de sementes é frequentemente realizado por meio do teste de germinação, cujos resultados correlacionam-se, no geral, com a emergência de plântulas em condições favoráveis. Mas, se na época de semeadura, as condições ambientais forem desfavoráveis, o teste de germinação tenderá a imprecisão (MINUZZI et al., 2010). Por isso, os testes de vigor são mais apropriados para prever o desempenho das sementes no campo.

Os testes de vigor precisam caracterizar, com segurança, os lotes de alto, médio e de baixo vigor (MARCOS FILHO, 2011). Mas, de acordo com Matthews et al.

(2011), os testes de vigor são baseados em conceitos diferentes, tais como a resistência ao estresse, velocidade de germinação, integridade da membrana e desenvolvimento de plântulas.

Por essa razão que, no momento da escolha de quais testes de vigor a se utilizar deve-se considerar aqueles métodos que sejam rápidos, eficientes e que representem de maneira proporcional à emergência de plântulas no campo e que auxiliem principalmente na tomada de decisões quanto ao destino das sementes produzidas (BITTENCOURT et al., 2012).

Lembrando que, o uso de uma metodologia adequada pode além de estimar o vigor, prever o desempenho da semente na lavoura e até mesmo, apontar a necessidade de descartar lotes (WENDT et al., 2017), reduzindo dessa forma, riscos e prejuízos ao produtor.

2.2 O VIGOR DAS SEMENTES E A PRODUTIVIDADE DA SOJA

Os conceitos de vigor sugeridos até o presente são bem variáveis. Uma boa definição desse conceito é da Associação Oficial dos Analistas de Sementes dos Estados Unidos (AOSA, 2009) o qual diz que “são aquelas propriedades das sementes que determinam o seu potencial para uma emergência rápida e uniforme, bem como o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições do ambiente”.

Dessa forma, um lote de semente para ser considerado de alto vigor precisa ter um bom desempenho, tanto sob condições favoráveis como desfavoráveis de campo (TILLMANN; MENEZES, 2012).

A utilização de sementes de soja de baixo vigor no momento da implantação da lavoura pode resultar em baixo estande de plantas, desuniformidade, má distribuição e baixo desenvolvimento inicial (BAGATELI et al., 2019). Essa influência do vigor sobre a emergência e o estabelecimento das plântulas em campo, bem como no desenvolvimento inicial é um consenso, inclusive para o setor produtivo (MARCOS FILHO, 2015). No entanto, o efeito do vigor sob os estádios subsequentes e na produtividade da soja ainda apresenta irregularidade de resultados (TILLMANN; MENEZES, 2012).

Vanzolini e Carvalho (2002), verificaram que plantas de soja que se formaram a partir de lotes de baixo vigor, ou seja, vigor abaixo de 74%, igualaram-se em produtividade quando comparadas com às de alto vigor (vigor acima de 85%). Já Scheeren et al. (2010), observaram um incremento de 9% no rendimento da cultura, enquanto que Bagateli et al., (2019), verificaram acréscimos superiores a 35% na produtividade da soja, quando comparada com uso de sementes de baixo vigor (sementes com vigor abaixo de 74%).

Essas diferenças podem estar associadas ao uso de diferentes materiais genéticos de soja, em razão ao grande número de cultivares disponíveis e a interação desses com a qualidade das sementes e o ambiente de semeadura (BAGATELI et al., 2019), assim como, o nível e o tipo de dano que as sementes podem apresentar.

2.3 DANOS NAS SEMENTES DE SOJA E O TESTE DE TETRAZÓLIO

Entre os problemas que mais comumente afetam o vigor das sementes de soja estão os danos mecânicos, deterioração por umidade e danos causados por percevejos. Além desses, os danos decorrentes do processo de secagem e os ocasionados por condições ambientais adversas, como o estresse hídrico e incidência de geada também podem reduzir a qualidade fisiológica das sementes (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

As sementes estão sujeitas aos danos durante as fases de desenvolvimento, colheita, processamento e armazenamento (WENDT et al., 2017). Por essa razão, que o controle de qualidade de sementes é tão importante, pois auxilia os produtores de sementes na tomada de decisões relativas a todas essas etapas, inclusive à comercialização (FRANÇA NETO et al., 2010).

Dentre os diversos métodos de controle disponíveis, estão os testes de vigor, sendo que os mais utilizados rotineiramente nos laboratórios de análises de sementes são: a avaliação do crescimento de plântulas, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio (MARCOS FILHO, 2011). Sendo que dentre esses, o teste de tetrazólio tem se destacado.

O teste de tetrazólio é um teste rápido e de qualidade, que além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, também fornece o diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução do vigor, como a presença dos danos

citados anteriormente, podendo dessa forma, identificar os pontos de origem dos problemas, permitindo com que ações corretivas sejam adotadas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

O teste de tetrazólio tem como base a atividade de enzimas desidrogenases, especialmente a desidrogenase do ácido málico. Esta enzima faz a redução do sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, onde íons de hidrogênio são transferidos para o referido sal (DELOUCHE et al., 1976). Assim, quando a semente é imersa na solução de tetrazólio, ela se difunde por meio dos tecidos, ocorrendo nas células vivas a reação da redução, o que resulta na formação de um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifenilformazan. A ocorrência desse fenômeno indica haver atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, isso mostra que o tecido é viável, que está vivo. Tecidos mortos, ou seja, tecidos não viáveis não reagem com a solução, dessa forma, eles não colorem, conservando dessa forma sua cor natural (DELOUCHE et al., 1976; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

A interpretação do teste exige que as sementes sejam avaliadas individualmente. Cada semente então é classificada como viável ou não viável, sendo cada semente qualificada nas classes de 1 a 5, caso viáveis, e de 6 a 8, se não viáveis. Na sequência, os tipos de danos são anotados, sendo esses identificados através de lesões características. Os resultados do teste de tetrazólio são obtidos, de modo geral, em menos de 24 horas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Portanto, a determinação do vigor de sementes de soja pelo teste de tetrazólio e a correlação dos resultados com outros testes de vigor é uma excelente opção para prever o desempenho das sementes no campo.

2.4 DETERIORAÇÃO POR UMIDADE

As sementes de soja, são muito sensíveis à ação de fatores do ambiente, devido as suas características morfológicas e químicas (MARCOS FILHO, 1979). Por essa razão que, a sua qualidade fisiológica pode ser influenciada por vários fatores que ocorrem durante todas as etapas de produção. Sendo entre esses fatores a deterioração por umidade o principal (URDE, 2014).

A deterioração por umidade é considerada como um dos fatores mais agravantes que interferem na qualidade de sementes de soja, pois trata-se de um processo degenerativo contínuo, resultante de ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final de maturação da cultura (MOORE, 1973; PEREIRA; ANDREWS, 1976; FRANÇA NETO; HENNING, 1984). Sendo as regiões tropicais e subtropicais as mais propícias para o seu desenvolvimento, devido ao clima predominantemente quente e úmido (URDE, 2014).

De acordo com Hammer e Hammer (2003), a deterioração por umidade é um dano evolutivo e considerado o mais acentuado entre todos os danos fisiológicos. Podendo esse ser controlado somente pela antecipação da colheita.

Sementes de soja com danos causados pela deterioração por umidade apresentam como características rugas nos cotilédones na região oposta ao hilo ou sobre o eixo embrionário, ocasionadas pelas sucessivas expansões e contrações do volume das sementes (decorrentes das oscilações de umidade e temperatura), apresentando após a coloração do teste de tetrazólio lesões de coloração vermelho intenso ou branco leitosa sobre os tecidos adjacentes as essas rugas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Além disso, a deterioração por umidade também pode provocar o cansaço físico dos tecidos das sementes, o qual pode resultar em ruptura do tegumento e dos tecidos embrionários, comprometendo o controle de permeabilidade das membranas. Organelas, como as mitocôndrias, são normalmente afetadas por tal processo, havendo como consequência menor produção de energia (ATP), a qual é necessária para germinação das sementes (KRZYZANOWSKI, 2004).

Sementes de soja são consideradas inviáveis pela deterioração por umidade, quando o cilindro central dessas é afetado pelo referido dano ou quando mais de 50% dos tecidos de reserva dos cotilédones estiverem deteriorados (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Danos de deterioração por umidade também podem evoluir durante o armazenamento das sementes (LIMA et al., 2014). Nesse caso, é necessário que as condições de temperatura e de umidade relativa do ar durante o armazenamento das sementes sejam propícias (condições quentes e úmidas resultarão em severa deterioração). Como consequência desses danos na armazenagem, poderão ocorrer

drásticas reduções de germinação e vigor das sementes (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018), ocasionando perdas de produtividade.

Por essa razão, a necessidade da utilização de métodos que permitam avaliar, de maneira ágil e eficiente, a qualidade fisiológica das sementes, pois somente assim, será possível agir na tomada de decisões referentes a colheita, beneficiamento, armazenamento e comercialização das mesmas.

2.5 DANOS MECÂNICOS

Os danos mecânicos em sementes, são resultantes principalmente, de impactos físicos que ocorrem durante as operações de colheita e beneficiamento, levando a redução de sua qualidade (FRANÇA NETO et al., 2016).

De acordo com Costa et al., (2001), impactos de sementes causados nos sistemas de trilha das máquinas colhedoras são, normalmente, a principal fonte de danos mecânicos ocorrentes em sementes de soja.

A semente de soja, particularmente, é muito sensível ao dano mecânico, uma vez que, o seu embrião é protegido por um tegumento pouco espesso, que praticamente não lhe oferece proteção e o seu eixo embrionário é superficial, tornando-se suscetível a injúrias mecânicas (MARCOS FILHO, 2013).

Porém, a consequência do impacto mecânico sobre a semente de soja, varia muito com a posição de ocorrência do dano. Danos presentes na região do eixo embrionário, por exemplo, são responsáveis por ocasionar as maiores perdas em sementes (BARSTCH et al., 1986). E isso pode estar relacionado com o fato de que, o eixo embrionário é a unidade de propagação da semente, cuja principal função é retomar o crescimento e formar um novo indivíduo. Por essa razão, dá importância dessa região estar livre da incidência de danos.

Dentre os testes utilizados para detectar danos mecânicos em sementes de soja, o teste de tetrazólio novamente tem se destacado. Este é capaz de identificar dois tipos de danos mecânicos: os danos imediatos, caracterizados pela presença de rachaduras e trincas nas sementes e os danos latentes, caracterizados por abrasões e amassamentos nas sementes, sendo esse último identificado por meio do teste pela presença de lesões de coloração vermelho escuro, em casos recentes, ou lesões brancas com tecidos flácidos, se não recentes (FRANÇA NETO et al., 2016).

Deste modo, recomenda-se que, o produtor atente-se, principalmente, para o teor de água recomendado para a colheita mecanizada de soja, que é de 12-15,9% (CARVALHO; NOVEMBRE, 2012), pois assim, ele estará reduzindo perdas e a ocorrência de danos mecânicos às sementes.

Isso porque, sementes de soja colhidas com teor de água superior a 16% estão sujeitas a maior incidência de danos mecânicos latentes, resultantes de impactos sofridos pelas sementes mais úmidas e, quando colhidas com teor abaixo de 12%, estão mais propícias ao dano mecânico imediato, que são resultantes de impactos das sementes nos sistemas de trilha e transporte na colhedora (EMBRAPA, 2006).

Porém, o produtor pode realizar a colheita antecipada da soja, sendo essa realizada com teores de água na semente em torno de 18%, objetivando dessa forma, reduzir os danos causados pela deterioração por umidade nas sementes. Nesse caso, o produtor precisa ter um bom conhecimento das regulagens do sistema de trilha da colhedora, visando assim, minimizar a ocorrência de altos índices de danos mecânicos latentes (FRANÇA NETO et al., 2016).

No entanto, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), mesmo com a perfeita regulação das máquinas, podem ocorrer danos mecânicos em intensidades variáveis, ou seja, eles não podem ser totalmente evitados, mas sua extensão e severidade podem ser grandemente atenuados. Por isso, da importância de se atentar para a regulagens dos equipamentos, especialmente das máquinas colhedoras.

Dessa forma, as sementes de soja precisam ser colhidas, beneficiadas e manipuladas da maneira mais adequada possível para preservação da sua qualidade, caso contrário, os esforços, dispendidos tanto no desenvolvimento de cultivares quanto na adoção de técnicas culturais para a produção de sementes, podem ser perdidas.

2.6 DANOS CAUSADOS POR PERCEVEJOS

Os percevejos (Heteroptera: Pentatomidae) são considerados as pragas mais importantes da cultura da soja, pois eles se alimentam diretamente das sementes, o que resulta em perdas tanto na produtividade, quanto na qualidade das sementes produzidas (PANIZZI et al., 1979; COSTA et al., 2003).

Dentre as espécies que se destacam na cultura estão: o *Nezara viridula* (percevejo verde), o *Piezodorus guildinni* (percevejo verde pequeno) o *Euschistus heros* (percevejo marrom) e o *Dichelops melacanthus* (percevejo barriga verde), que nos últimos anos também adquiriu importância para a cultura (FRANCO, 2018).

Ao se alimentarem das sementes de soja, os percevejos injetam nos tecidos das sementes enzimas salivares e as inocula com a levedura *Nematospora coryli* que irá, então, colonizar os tecidos das sementes, deteriorando-os e levando a severas reduções de vigor e viabilidade (BOWLING, 1980; VILLAS BÔAS et al., 1982; BUENO et al., 2015). De acordo com Degrane e Vivian (2006) a perda do poder germinativo dessas sementes pode ultrapassar os 50%.

Sementes com danos causados por percevejos apresentam tecidos mortos e flácidos, sendo facilmente identificadas através do teste de tetrazólio por meio de lesões circulares características, com tecido morto no centro, de coloração branco leitosa, circundado por tecidos em deterioração, de coloração vermelho intenso. Tais lesões também podem ser esverdeadas, amareladas ou esbranquiçadas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Os percevejos costumam colonizar as plantas de soja em diversos estádios de desenvolvimento. Porém, a fase crítica da incidência de percevejos na cultura da soja ocorre durante o desenvolvimento ou o enchimento das vagens (PANIZZI et al., 1979).

A recomendação da Embrapa Soja (2006) é de realizar o monitoramento do inseto nas lavouras através da realização do pano de batida, entre o início de formação de vagens (R₃) até a maturidade fisiológica da cultura (R₇). A recomendação feita pela Embrapa Soja, para o estado do Paraná é iniciar o controle dos insetos quando forem encontrados dois percevejos/metro, em lavouras comerciais, e um percevejo/metro, no caso de campos de produção de sementes.

Segundo Costa et al. (2003) que estudaram as principais causas responsáveis pela redução da qualidade de sementes de soja, verificaram que lotes de sementes de soja que apresentaram porcentagens de danos causados por percevejos na faixa de 5% não tiveram o vigor das sementes afetado. Porém, a partir de 6% de danos, eles verificaram um declínio significativo do vigor das sementes. Por isso à importância, de se realizar o monitoramento do inseto e realizar o controle dos mesmos sempre que necessário.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da APASEM – Associação Paranaense dos Produtores de Sementes e Mudanças, localizado no município de Toledo – PR; no Laboratório de Análise Sementes e na Área Experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, *Campus* de Toledo (24°43'12"S, 53°44'36"W e 550 m de altitude).

O solo da Área Experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, textura muito argilosa e de boa fertilidade natural (EMBRAPA, 2006). O clima predominante é caracterizado, segundo Köppen, como sendo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e invernos com geadas ocasionais (IAPAR, 2019). Os dados relativos à precipitação pluviométrica e às temperaturas mínima e máxima, registrados na Estação Climatológica da Universidade durante a condução do experimento, são ilustrados na Figura 1.

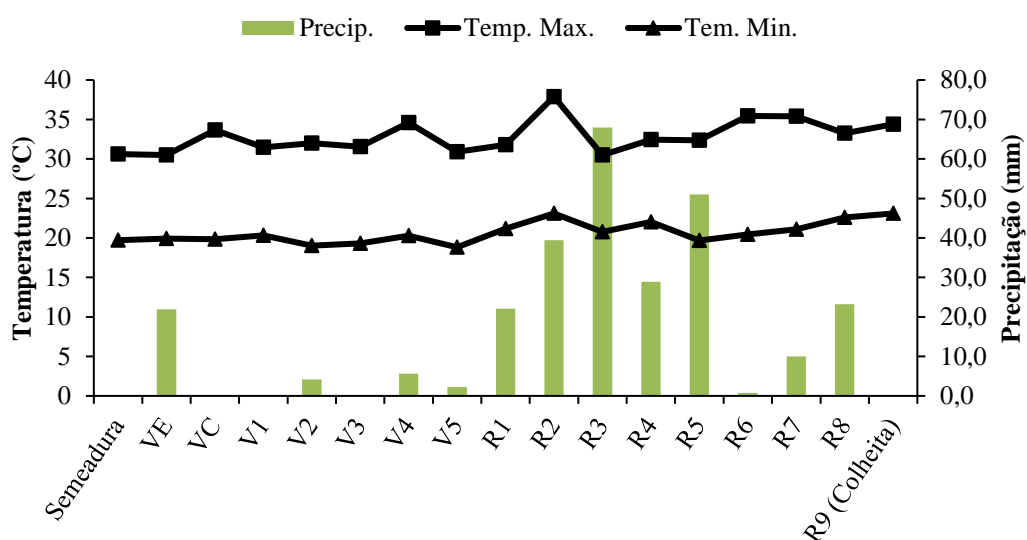


Figura 1: Médias semanais de temperatura mínima e máxima (°C) e precipitação pluviométrica acumulada (mm), durante o ciclo da cultura da soja, cultivar M 6410, Toledo - PR.

Fonte: Estação Climatológica da PUCPR, *Campus* de Toledo.

Para a realização dos ensaios tanto em laboratório quanto no campo foram utilizadas sementes de soja da cultivar M 6410 IPRO, sendo essa uma cultivar transgênica, pertencente ao grupo de soja Intacta (IPRO).

Foram analisados inicialmente em laboratório 42 diferentes lotes de sementes de soja, inclusive de outras cultivares, dos quais desses foram selecionados apenas 6 lotes, todos pertencentes a cultivar M 6410 IPRO, os quais foram diferenciados por níveis de vigor (alto, médio e baixo) e por diferentes tipos de danos (deterioração por umidade e dano mecânico). Essa caracterização foi realizada por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio. As principais características agronômicas da cultivar utilizada encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características agronômicas da cultivar de soja utilizada para a implantação dos experimentos na safra 2021/2022.

Características da planta	Cultivar
	M 6410
Exigência em fertilidade	Média/Alta
Tipo de crescimento	Indeterminado
Cor da flor	Roxa
Cor do hilo	Preto imperfeito
Cor da pubescência	Cinza
Grupo de maturação	6.4
Peso de 1000 grãos (g)	145

A caracterização dos diferentes níveis de vigor (alto, médio e baixo) dos lotes de sementes da cultivar M 6410 IPRO, foi feita através da classificação sugerida por França Neto e Krzyzanowski (2018), onde:

Vigor alto: igual ou superior a 85%;

Vigor médio: entre 75 a 84%;

Vigor baixo: igual ou inferior a 74%.

3.1 VARIÁVEIS ANÁLISADAS

Os lotes das sementes que foram utilizados nesta pesquisa, antes de serem levados ao campo, foram qualitativamente avaliados através das seguintes avaliações:

3.1.1 Massa de mil sementes

Foram utilizadas oito repetições de 100 sementes por tratamento que foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.1.2 Grau de umidade

Foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, utilizando-se quatro repetições de aproximadamente 50 g de sementes para cada tratamento (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de base úmida.

3.1.3 Teste de germinação

Foi conduzido com oito repetições de 50 sementes por tratamento, em rolo de papel Germitest umedecido com água na proporção de 2,5 vezes seu peso. Os rolos de papel foram mantidos em câmara de germinação do tipo mangelsdorf em temperatura de 25°C , sendo que cinco após a semeadura foi realizado a contagem apenas das plântulas normais conforme Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada lote.

3.1.4 Teste de tetrazólio

Foram utilizadas 200 sementes de cada amostra, pré-acondicionadas em papel Germitest umedecido com a quantidade de água equivalente 2,5 vezes a sua massa seca, durante 16 horas, em temperatura ambiente. Em seguida, as sementes foram depositadas em copos plásticos de 50 mL, adicionando-se solução na concentração de 0,075% de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio e então foram colocadas no escuro, em estufa com temperatura de 40°C , por três horas, sendo, posteriormente,

lavadas em água corrente e analisadas individualmente com auxílio de lupa estereomicroscópica.

3.1.5 Condutividade elétrica

Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento, pesadas em balança analítica e dispostas em copos plásticos com capacidade de 100 mL, com volume de água deionizada de 75 mL, os mesmos foram mantidos em câmara com temperatura de 25°C pelo período de 24 horas, no escuro. Após esse período foi realizada a leitura da solução utilizando-se o condutivímetro, onde os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

3.1.6 Envelhecimento acelerado

Foi adotada a metodologia descrita por Marcos Filho (1999), sendo que foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, onde estas foram distribuídas em camada única, sobre tela de alumínio, fixada no interior de uma caixa plástica tipo Gerbox, contendo 40 mL de água. Essas caixas foram tampadas e então levadas à câmara de envelhecimento a temperatura de 41°C onde permaneceram por 48 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, segundo o item 3.1.3.

3.2 EXPERIMENTO NO CAMPO

Inicialmente, foi realizada a análise de solo na área experimental, na profundidade de 0-20cm, que apresentou as seguintes características químicas: P = 14,24 mg.dm^{-3} ; M.O.= 32,24 g.dm^{-3} ; pH (CaCl₂ 0,001M) = 5,8; K⁺ = 2,3; Ca⁺⁺ = 19; Mg⁺⁺ = 6; H⁺+Al³⁺ = 6,08; SB = 27,3 e CTC = 52,3 todos em mmolc.dm^{-3} e V = 62%, sendo as interpretações realizadas conforme as indicações técnicas para a cultura.

A semeadura da soja foi realizada manualmente no dia 27 de outubro de 2021, utilizando como adubação de base 300 kg.ha^{-1} do adubo 11-44-00, sendo a aveia cultivada anteriormente em sistema de plantio direto. As sementes foram tratadas com o inseticida Cropstar, na dosagem de 700 mL para cada 100 kg de sementes. Cada parcela experimental foi composta por cinco fileiras com 5m de comprimento, espaçadas em 0,45m e com 11 plantas por metro linear, totalizando

uma população de 240 mil plantas ha^{-1} , conforme o recomendado para a cultivar, região e época de semeadura. Como área útil, foram utilizadas as três fileiras centrais, excluindo-se 0,50m de cada extremidade.

O controle de plantas daninhas foi feito empregando-se o herbicida glifosato, em pós-emergência da cultura, na dose de $1,5 \text{ L.ha}^{-1}$, sendo o controle complementado, durante o ciclo da cultura, com capinas manuais. O controle de insetos pragas foi realizado com produtos químicos. Para os percevejos, foram alternados os produtos: imidacloprid e acefato na dose de 250 mL.ha^{-1} e 1 kg.ha^{-1} do produto comercial, respectivamente; para ácaro: abamectina na dose de 60 mL.ha^{-1} do produto comercial; e para lagartas: acefato na dose de 1 kg.ha^{-1} do produto comercial. Também foi realizado o controle preventivo de doenças, como a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), através da aplicação do fungicida composto por fluxapiraxade e piraclostrobina na dose de 300 mL.ha^{-1} do produto comercial.

Em razão das condições climáticas, principalmente, em relação à baixa precipitação pluviométrica (Figura 1) no local do experimento, foi necessário a utilização de irrigação, que foi aplicada por aspersão. A instalação do sistema de irrigação foi efetuada logo após a implantação da cultura da soja. Para instalação foi colocado uma linha principal de canos PVC rígido no centro da área experimental e seis aspersores, espaçados a 8m e com vazão de 20mm por hora, sendo esses ligados apenas para a manutenção da cultura, ou seja, para garantir a sobrevivência das plantas, principalmente durante os estádios mais críticos da cultura, como por exemplo, os estádios de florescimento (R1 e R2) e enchimento de grãos (R5 e R6) (Figura 2).

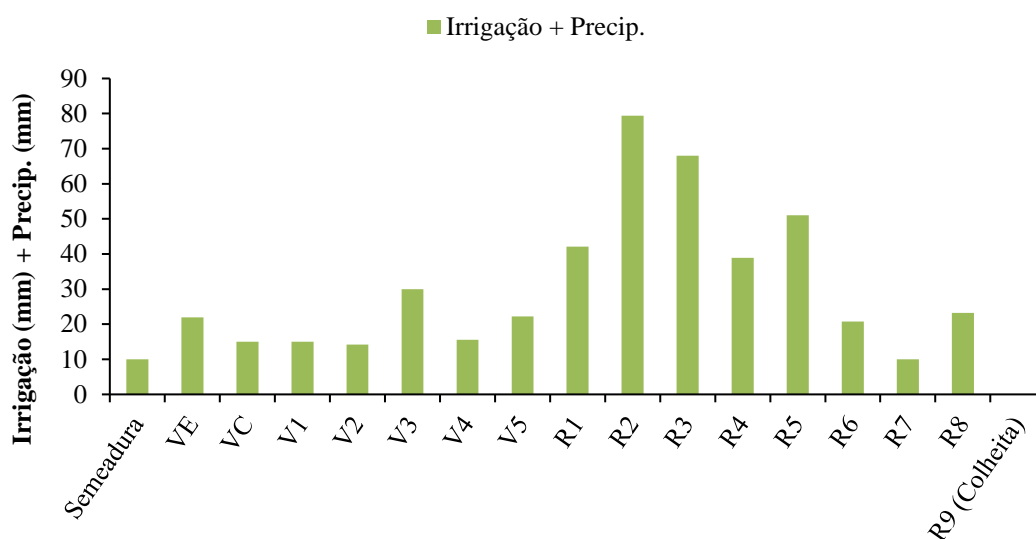


Figura 2: Lâmina de irrigação utilizada (mm) mais precipitação pluviométrica semanais acumuladas (mm) durante o ciclo da cultura da soja, cultivar M 6410, Toledo - PR.

Fonte: Estação Climatológica da PUCPR, *Campus* de Toledo.

O experimento foi acompanhado semanalmente, observando-se a resposta de cada tratamento, em relação ao seu crescimento e desenvolvimento até o momento da colheita, ou seja, até o estágio fenológico R₉, conforme a escala de desenvolvimento de Fehr e Caviness (1977).

Para a avaliação do efeito do vigor da semente, no desempenho vegetativo e reprodutivo da cultura da soja, foram realizadas as seguintes avaliações: **Índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE)** - foi realizado a partir do quarto dia após a semeadura (DAS) e, até o décimo quarto dia, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam os cotilédones acima do nível do solo. No final, com os dados diários obtidos do número de plântulas emergidas por fileira (nas três fileiras centrais), foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), onde $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1^a, 2^a... 14^a avaliação; **Emergência das plântulas em campo (EC)** - foi realizada a contagem das plântulas emergidas nas três fileiras centrais de cada parcela, aos quatorze DAS, segundo Nakagawa (1999). O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais; **Estande de plantas (EP)** - contou-se o número de plantas na área útil de cada parcela

e calculou-se a densidade de plantas por metro linear no início e no final do ciclo da cultura; **Altura de planta (H)** - medida que foi realizada considerando-se a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal, dez plantas foram tomadas ao acaso na área útil de cada parcela, no início do desenvolvimento da cultura (18 DAS) e no momento da colheita, sendo os resultados expressos em centímetros.

A colheita do experimento foi realizada manualmente no dia 09 de março de 2022. As determinações realizadas na pré-colheita, dos componentes de rendimento, foram feitas em dez plantas retiradas aleatoriamente da área útil de cada parcela experimental onde determinou-se: a altura média de plantas (cm), o número médio de vagens por plantas e o número de sementes por vagem.

Depois de colhidas as sementes foram debulhadas através de uma trilhadora mecanizada e foi então calculada a massa de mil grãos (oito repetições de 100 sementes), segundo o item 3.1.1, e a produtividade de sementes ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), que foi obtida através dos dados das parcelas uteis, no qual foi realizado a pesagem das sementes e correção da massa, tendo como referência o grau de umidade para 13% em base úmida determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009). Foram consideradas também a produção das dez plantas coletadas para as demais avaliações.

4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para as análises laboratoriais foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e para o experimento a campo o delineamento de blocos ao acaso, empregando-se, quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando da existência de significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do software Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises para caracterização da qualidade fisiológica das sementes dos lotes de alto, médio e baixo vigor, bem como os diferentes tipos de danos presentes nas sementes utilizadas na semeadura do experimento estão na Tabela 2 e 3. Pelos resultados do teste de germinação foram identificadas diferenças significativas somente entre os lotes de alto vigor (lotes 1 e 4) em relação ao lote de vigor médio com a presença de danos mecânicos (lote 5). Essa menor porcentagem de plântulas normais obtida pode estar associada a má qualidade fisiológica das sementes produzidas pelo lote, podendo essa ter sido agravada pela ocorrência de danos mecânicos durante a colheita e/ou durante o beneficiamento. Porém, mesmo havendo essa diferença, observa-se que, todos os 6 lotes estão dentro dos padrões de germinação exigida para a comercialização de sementes de soja no Brasil, que é de 80% (BRASIL, 2009).

O grau de umidade entre os lotes variou de 10,8% a 11,6% apresentando uniformidade em relação ao estado seco, visto que a diferença entre lotes de maior e menor teor de água foi menor que 1%. Segundo Vieira et al. (2015), o limite de variação aceito para garantia é de no máximo dois pontos percentuais. A uniformidade do grau de umidade entre os lotes é um fator importante, pois está relacionada com a padronização das avaliações e na obtenção de resultados consistentes (TEKRONY, 2003).

Já em relação aos resultados do peso de mil sementes (Tabela 2), observa-se que houve diferença entre os lotes e isso pode ser explicado em razão dos lotes apresentarem tamanhos de sementes diferentes entre si, sendo: os lotes 1, 2, 3 e 6 da peneira 6,0mm; o lote 5 da peneira 6,25mm e o lote 4 da peneira 6,75mm. Contudo, nota-se que, o lote de baixo vigor com deterioração por umidade (lote 3), foi o que apresentou o menor peso de mil sementes, diferenciando-se dos demais lotes pertencentes a mesma peneira (6,0mm). De acordo com Henning et al. (2017), sementes de soja de baixo vigor, geralmente, apresentam menor peso devido a sua má formação e também ao menor conteúdo de tecido de reserva, que nesse caso, pode ser atribuído à ocorrência da deterioração por umidade.

Tabela 2. Porcentagem média de germinação (G), grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS) de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote		G	GU	PMS
		(%)	(%)	(g)
1 Alto	Det. Umid.	98 a	10,8 a	13,19 c
2 Médio	Det. Umid.	93,50 ab	11,1 a	13,49 c
3 Baixo	Det. Umid.	88,75 bc	11,4 a	12,44 d
4 Alto	Dan. Mec.	91,75 a	11,2 a	17,28 a
5 Médio	Dan. Mec.	83,75 c	11,6 a	15,41 b
6 Baixo	Dan. Mec.	94,50 ab	10,9 a	13,27 c
CV (%)		4,98	4,78	2,02

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade. Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade
Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos

Os resultados do teste de condutividade elétrica (Tabela 3), não resultaram em diferenças significativas entre os lotes. Porém, observa-se que os lotes de médio e baixo vigor, tanto com deterioração por umidade, quanto com a presença de danos mecânicos apresentaram valores numericamente mais elevados de condutividade elétrica quando comparados com os lotes de alto vigor (lotes 1 e 4). Segundo Smiderle et al. (2017) sementes que apresentam valores mais elevados de lixiviados perdidos para o exterior das suas células, tendem a resultar em plântulas menos vigorosas. Dessa forma, baixa condutividade elétrica indica sementes com alto vigor e alta condutividade, isso é, maior quantidade de lixiviados, determina baixo vigor (VIERA, 1994; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Porém, os valores encontrados no teste de condutividade elétrica (CE) do presente estudo, foram muito superiores aos valores obtidos por Prado (2018), contrariando assim, seus resultados. Prado (2018), relacionou valores encontrados no teste de condutividade elétrica a demais testes de vigor e determinou a classificação dos lotes de sementes de soja em diferentes níveis de vigor, conforme: muito alto, CE < 70 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$; alto vigor, CE entre 71 e 90 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$; médio vigor, CE entre 91 e 110 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e baixo vigor, CE > 111 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, sendo esses, considerados lotes inviáveis para a semeadura. A presença dos diferentes danos presentes nas sementes pode ter influenciado para o aumento expressivo dos valores de CE do presente estudo, mostrando dessa forma que, classificar lotes de sementes de soja

em alto, médio e baixo vigor através de um único teste de vigor ainda é muito variável, reforçando assim, a necessidade da realização de outros testes de vigor complementares, como por exemplo, o teste de envelhecimento acelerado e tetrazólio.

Já a comparação da porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento acelerado (Tabela 3), também não resultou em diferenças significativas entre lotes, mas, ao se comparar os resultados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 3) com os resultados de germinação (Tabela 2), pode-se perceber que apenas os lotes 1, 4 e 5 mantiveram taxas semelhantes de plântulas normais ao obtido no teste de germinação, apresentando maior tolerância quando submetido a uma situação adversa. Sementes com menor potencial fisiológico, ou seja, sementes menos vigorosas, deterioram-se mais rapidamente, com reflexos na germinação após o envelhecimento acelerado (LIMA et al., 2015).

Tabela 3. Condutividade elétrica (CE) e envelhecimento acelerado (EA), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote	CE	EA
	($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	(%)
1 Alto Det. Umid.	140,75 a	93,00 a
2 Médio Det. Umid.	157,00 a	82,00 ab
3 Baixo Det. Umid.	165,75 a	73,00 b
4 Alto Dan. Mec.	148,50 a	89,50 a
5 Médio Dan. Mec.	163,25 a	81,00 ab
6 Baixo Dan. Mec.	214,75 a	73,50 b
CV (%)	20,86	8,38

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade. Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade

Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos

Em relação aos resultados do vigor das sementes obtidos através do teste de tetrazólio (Tabela 4), esse demonstrou diferença significativa somente para o lote de baixo vigor com deterioração por umidade (lote 3). A deterioração por umidade segundo Moore (1973), Pereira e Andrews (1976) e França-Neto (1984) é resultado da exposição das sementes de soja a ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final da sua maturação, levando a perda de vigor.

O referido lote, foi também o que apresentou a maior porcentagem de danos presentes (7,25%) entre todos os demais avaliados. De acordo com França-Neto (2018) sementes que apresentam níveis de danos inferiores a 4% são sementes aceitáveis, isso é, são consideradas sem problemas sérios; sementes com 5% a 8% de danos são consideradas sementes com problemas sérios e aquelas com porcentagem acima de 8% de danos presentes, são consideradas sementes com problemas muito sérios. Nesse caso (Tabela 4), apenas os lotes de baixo vigor, tanto com deterioração por umidade (lote 3) quanto com danos mecânicos (lote 6), são considerados lotes de sementes com problemas sérios. Já os demais lotes estão dentro dos níveis de porcentagens de danos aceitáveis.

Em relação aos lotes com a presença de danos mecânicos, esses apresentaram diferença significativa apenas entre os lotes 1 e 6. Já os demais lotes não se diferiram entre si. Os danos mecânicos são resultados principalmente de impactos físicos que ocorrem durante as operações de colheita, trilha, secagem, beneficiamento e transporte das sementes ocasionando dessa forma perda de qualidade fisiológica das mesmas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2018).

Quanto aos danos ocasionados por percevejos, não foram encontrados lotes com porcentagens elevadas do referido dano, ou seja, houve baixa ocorrência de danos causados por percevejos nos lotes em estudo, mostrando que esses tiveram um controle eficiente dos insetos-pragas durante o ano de produção desses lotes. Porém, embora tenha sido observada baixa ocorrência de danos causados por percevejos, nos lotes em estudo, pôde-se constatar a eficiência do teste de tetrazólio na detecção dos danos, como pode-se verificar na figura 3.

Tabela 4. Tetrazólio-vigor (TZv), deterioração por umidade (DU), danos mecânicos (DM) e danos por percevejos (DP) de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote		TZv (%)	DU (%)	DM (%)	DP (%)
1	Alto Det. Umid.	96,00 a	1,25 bc	0,50 c	0,50 a
2	Médio Det. Umid.	87,00 ab	3,50 b	2,00 bc	0,50 a
3	Baixo Det. Umid.	71,00 c	7,25 a	2,50 abc	0,50 a
4	Alto Dan. Mec.	84,50 b	1,75 bc	2,25 bc	0,50 a
5	Médio Dan. Mec.	86,00 b	0,25 c	3,75 ab	0,75 a
6	Baixo Dan. Mec.	87,00 ab	1,25 bc	5,50 a	0,75 a
CV (%)		4,81	40,16	48,86	124,54

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade

Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos

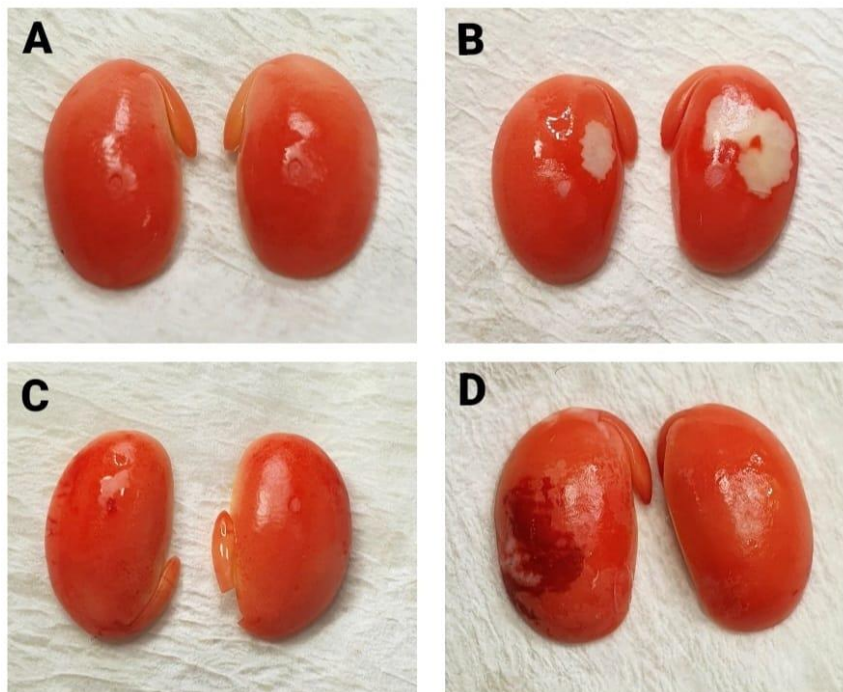


Figura 3: Semente de soja com ausência de dano (A). Semente de soja com danos causados por percevejos (B). Semente de soja com danos mecânicos (C). Semente de soja com deterioração por umidade (D), após a coloração com a solução de tetrazólio.

Com relação ao estabelecimento das sementes no campo (Tabela 5), observa-se pelos resultados do índice de velocidade de emergência que não houve diferença significativa entre os lotes. Mas, nota-se que os lotes 1 e 4 externaram maior porcentagem de plântulas emergidas, com maior velocidade no estabelecimento em comparação ao restante dos lotes. Já para a emergência em campo novamente os lotes de alto vigor (1 e 4) foram superiores, diferenciando-se estatisticamente dos demais lotes, independente do dano presente nas sementes. Segundo Tekrony e Egli (1991) durante a fase de plântula e no início do desenvolvimento da planta, o vigor da semente pode ser responsável por considerável impulso no crescimento da planta, sendo esse efeito menos evidente durante as fases subsequentes do seu desenvolvimento.

Para o estande inicial de plantas não houve diferença significativa entre os lotes avaliados, salientando-se que o estande desejado era de 11 plantas/m. Porém, os lotes de sementes de soja de baixo vigor tanto com a presença de deterioração por umidade, quanto com a ocorrência de danos mecânicos (lotes 3 e 6) apresentaram o menor estande inicial de plantas, mostrando dessa forma, que os diferentes tipos de danos presentes nas sementes são capazes de interferir negativamente no desenvolvimento das mesmas (Figura 4).

Os lotes constituídos por sementes de alta qualidade fisiológica, ou seja, os lotes que tiveram porcentagens menores de danos presentes (lotes 1 e 4) também produziram plantas com maior altura aos 18 DAS (Tabela 5). Efeitos da qualidade fisiológica das sementes sobre a altura de plantas também foram constatadas em outros trabalhos. Vanzolini e Carvalho (2002) observaram que lotes de sementes de soja com baixa qualidade fisiológica resultaram em plantas com menores alturas aos 18 e 38 DAS em comparação aos lotes de alta qualidade. Segundo os autores, esses resultados pode ser consequência da maior velocidade de emergência das plântulas provenientes de sementes de maior vigor e também pela produção de plantas com maior habilidade competitiva para utilizar os recursos do meio, o que não acontece com plantas provenientes de lotes com altas porcentagens de danos, conforme pode-se verificar na figura 4.

Tabela 5. Índice de velocidade de emergência (IVE), emergência em campo (EC), número de plantas por metro (estande inicial) e altura de plantas aos 18 dias após semeadura (H1) de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote		IVE	EC	Estande inicial	H1
		(%)	(%)	(planta.m ⁻¹)	(cm)
1	Alto Det. Umid.	19,25 a	93,00 a	10,75 a	9,32 a
2	Médio Det. Umid.	18,92 a	90,00 b	10,50 a	9,15 ab
3	Baixo Det. Umid.	18,76 a	89,00 b	10,00 a	9,03 b
4	Alto Dan. Mec.	19,50 a	93,25 a	10,75 a	9,35 a
5	Médio Dan. Mec.	19,07 a	90,25 b	10,25 a	9,23 ab
6	Baixo Dan. Mec.	18,80 a	88,50 b	10,00 a	9,13 ab
CV (%)		1,72	1,21	5,63	4,27

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.
Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade
Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos



Figura 4: Plântula de soja com ausência de dano (A). Plântula de soja com danos mecânicos (B). Plântula de soja com deterioração por umidade (C).

O estande final (Tabela 6) diminuiu em relação a primeira avaliação (Tabela 5), mas apresentou o mesmo comportamento de antes, onde os lotes de menor vigor tiveram estande menor. Embora, os lotes não se diferiram estatisticamente entre si, os dados de menor número de plantas por metro indica que as plantas menos vigorosas enfrentaram uma competição maior com aquelas mais vigorosas e provavelmente, não conseguiram completar o seu ciclo, independentemente do tipo de dano presente. Tal fato também foi verificado por Vanzolini e Carvalho (2002), que avaliaram sementes de soja de diferentes níveis de vigor.

O mesmo comportamento foi observado em relação à altura de plantas no estágio R9. Mesmo não havendo diferença significativa, os lotes de maior vigor se sobressaíram em relação aos demais avaliados. Fato esse que já havia sido verificado no início do desenvolvimento da cultura (Tabela 5).

Tabela 6. Número de plantas por metro (estande final) e altura de plantas no estádio fenológico R9 (H2), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote	Estande final	H2
	(planta.m ⁻¹)	(cm)
1 Alto Det. Umid.	10,50 a	57,10 a
2 Médio Det. Umid.	10,00 a	55,75 a
3 Baixo Det. Umid.	9,75 a	55,55 a
4 Alto Dan. Mec.	10,75 a	57,95 a
5 Médio Dan. Mec.	10,25 a	56,15 a
6 Baixo Dan. Mec.	9,75 a	55,85 a
CV (%)	5,68	7,67

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.
 Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade
 Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos

Já o número médio de vagens produzidas por planta (Tabela 7) somente se diferiu estatisticamente entre os lotes de alto vigor (lotes 1 e 4) quando comparados ao lote de baixo vigor com a presença de deterioração por umidade (lote 3), que foi o lote que apresentou o menor número de vagens produzidas por planta. Contrariando assim, os resultados obtidos por Vanzolini e Carvalho (2002) e Carpenter e Board (1997), que verificaram que lotes de sementes de soja de menor vigor apresentaram maior número de vagens por planta do que lotes de alto vigor, mostrando, que as plantas possuíam uma capacidade de compensação das plantas de soja, quando se diminuía a sua população. Ou seja, os autores acreditavam que existia uma relação inversa entre população de plantas e o número de vagens produzidas por planta. No caso do presente estudo, os danos presentes nas sementes, principalmente os causados pela deterioração por umidade, podem ter interferido para que isso não acontecesse.

O vigor também afetou significativamente o número de sementes por vagem. Novamente os lotes de baixo vigor (lotes 3 e 6) apresentaram o menor número de sementes por vagem, diferindo-se dos lotes de alto vigor (lotes 1 e 4). Contrariando os resultados obtidos por Puteh et al. (1995), que trabalharam com três níveis de vigor de sementes de soja e não observaram diferenças de efeito dos níveis de vigor para a determinada característica.

Porém, vale ressaltar que o ano em que o presente estudo foi conduzido (2021/2022) foi um ano onde se teve pouca chuva e altas temperaturas (Figuras 1 e 2), na região Oeste do Paraná, devido ao fenômeno *La Niña*, tendo como consequência, altos índices de vagens abortadas na cultura. Tal fato foi observado no presente estudo e esse teve influência negativa não somente sobre a quantidade de vagens produzidas por planta, mais também sobre a produtividade final da cultura (Tabela 8).

Sendo assim, os lotes de sementes de alta qualidade fisiológica, isso é, aqueles que apresentaram baixas porcentagens de danos, se sobressaíram em relação aos demais, mesmo sob condições climáticas adversas. Mostrando dessa forma que, as características próprias da semente permitem com que ela consiga tolerar condições desfavoráveis de campo. Principalmente, em função do maior desenvolvimento radicular que plântulas oriundas de sementes de alto vigor possuem (Figura 5), permitindo assim um melhor e mais rápido estabelecimento inicial das plântulas no campo (Tabela 5) e uma melhor absorção de água e nutrientes, tornando as plantas mais tolerantes em situações de estresses.

Tabela 7. Número de vagens por plantas (n° vagem. pl. $^{-1}$) e número de sementes por vagem (n° sem. vagem $^{-1}$), de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote	N $^{\circ}$ vagem. pl. $^{-1}$	N $^{\circ}$ sem. vagem $^{-1}$
	(n°)	(n°)
1 Alto Det. Umid.	63,40 a	2,90 ab
2 Médio Det. Umid.	60,17 ab	2,70 bc
3 Baixo Det. Umid.	50,90 b	2,60 c
4 Alto Dan. Mec.	65,80 a	2,95 a
5 Médio Dan. Mec.	62,40 a	2,92 ab
6 Baixo Dan. Mec.	60,05 ab	2,65 c
CV (%)	26,65	13,34

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.
 Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade
 Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos



Figura 5: Plântula de soja oriunda de semente de alto vigor (A) e plântula de soja oriunda de semente de baixo vigor (B).

Diferente do peso inicial (Tabela 2) o peso final de mil sementes (Tabela 8) não apresentou diferença significativa entre os lotes, mesmo as sementes sendo de peneiras diferentes. Observa-se que, as sementes apresentaram peso final inferiores do que inicialmente (Tabela 2), independentemente do vigor e do tipo de dano presente, e isso pode estar relacionado novamente com as condições climáticas adversas que ocorreram durante o ano de realização do experimento.

Apesar da irrigação ter sido utilizada, as temperaturas foram muito altas (>30°C) durante todo o ciclo da cultura (Figura 1), interferindo de forma negativa, especialmente no período de enchimento dos grãos (estádios R4 e R5), resultando assim em grãos menores e mais leves. De acordo com França Neto et al. (2016), estresses ambientais como altas temperaturas associadas principalmente a veranicos, durante a fase de enchimento de grãos da cultura da soja, podem causar prejuízos severos tanto à produção, como também à qualidade das sementes produzidas.

Já em relação a produtividade, constatou-se efeito significativo somente entre o lote de baixo vigor com deterioração por umidade (lote 3) quando comparado com o lote de alto vigor com danos mecânicos (lote 4). E isso pode estar relacionado a alta

porcentagem de danos presentes no lote, o qual foi de 7,25% (considerado como problema sério).

Verifica-se ainda que, os lotes de sementes com danos mecânicos (lotes 4, 5 e 6) mesmo não se diferindo estatisticamente, apresentaram uma produtividade superior do que quando comparado aos lotes com danos de deterioração por umidade (lotes 1 e 2), com exceção do lote 3, mostrando dessa forma, que a deterioração por umidade, é um problema sério e de difícil controle, isso porque, eles se dão em função de ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final do ciclo da cultura, podendo ainda, evoluir durante o armazenamento das sementes (Moreano et al., 2011), interferindo de forma negativa no desenvolvimento e no desempenho das sementes no campo.

Ainda que em 2021/22 tenha sido um ano em que a produtividade da soja foi extremamente baixa no estado do Paraná, em torno apenas de 2.161 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2022), sendo a região Oeste do estado a mais afetada pelas condições climáticas desfavoráveis, tendo como consequência, altos índices de vagens abortadas durante os estádios R₃ e R₄, conforme observado no campo, e também a formação de grãos menores, as sementes oriundas de lotes de alto vigor apresentaram acréscimo em torno de 25% na produtividade da cultura, quando comparado com sementes de baixo vigor (independentemente do tipo de dano presente), o que representa cerca de 6,5 sacas a mais por hectare, mostrando assim, que sementes de alto vigor tem um melhor desempenho mesmo sob condições climáticas adversas, conforme já discutido anteriormente.

Esses resultados, da mesma forma que os obtidos por Bagateli et al. (2019), demonstram que a utilização de sementes de soja de alto vigor proporcionam maior potencial de rendimento, o que na agricultura atual é a chave do sucesso de um empreendimento agrícola.

Tabela 8. Peso de mil sementes (PMS) e a produtividade em quilogramas por hectare corrigida para 13% de teor de água, de seis lotes de soja, cultivar M 6410 IPRO.

Lote	PMS	Produtividade
	(g)	(kg.ha ⁻¹)
1 Alto Det. Umid.	11,41 a	1538,25 ab
2 Médio Det. Umid.	11,41 a	1352,25 ab
3 Baixo Det. Umid.	10,96 a	1219,75 b
4 Alto Dan. Mec.	11,34 a	1602,00 a
5 Médio Dan. Mec.	11,02 a	1442,25 ab
6 Baixo Dan. Mec.	11,45 a	1323,00 ab
CV (%)	7,72	11,25

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.
 Lotes 1 Alto Det. Umid., 2 Médio Det. Umid. e 3 Baixo Det. Umid. – alto, médio e baixo vigor com deterioração por umidade
 Lotes 4 Alto Dan. Mec., 5 Médio Dan. Mec. e 6 Baixo Dan. Mec. – alto, médio e baixo com danos mecânicos

6 CONCLUSÃO

A ocorrência de danos nas sementes, seja eles por deterioração por umidade ou danos mecânicos, contribuíram para o decréscimo da perda da qualidade fisiológica das sementes da cultivar M 6410 IPRO, interferindo dessa forma, na redução do vigor e no desempenho agrônômico da mesma no campo.

A utilização de sementes de alta qualidade, isso é, sementes de alto vigor, com porcentagens de danos presentes inferiores a 4%, são capazes de proporcionar acréscimos em torno de 25% na produtividade da cultura da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigor testing handbook**. New York, p. 341, 2009.
- BAGATELI, J. R.; DORR, C. S.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seeds Science**, v. 41, n. 2, p. 151-159, 2019.
- BITTENCOURT, S. R. M.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Metodologia alternativa para a condução do teste de envelhecimento acelerado em sementes de milho. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1360-1365, 2012.
- BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; GALVAN, D.; FLORES, M. F. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária**, v. 45, n. 1, p. 46-55, 2015.
- BOWLING, C. C. The stylet sheath as an indicator of feeding activity by the southern green stink bug on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, p. 1-3, 1980.
- BUENO, A. F.; BORTOLOTTI, O.C.; POMARI-FERNANDES, A.; FRANÇA-NETO, J. B. Assessment of a more conservative stink bug economic threshold for managing stink bugs in Brazilian soybean production. **Crop Protection**, v. 71, p. 132-137, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, p. 398, 2009.
- CARPENTER, A. C.; BOARD, J. E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. **Crop Science**, v. 3, p. 755-761, 1997.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, v. 4, 2000.
- CARVALHO, T. C.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Qualidade de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2022.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZANOWSKI, I 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**, Brasília, v. 23, n. 1, p.140-145, 2001.
- COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZONOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Qualidade

fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

DEGRANE, E. P.; VIVIAN, L. M. Pragas da soja. In: SUZUKI, S.; YUYAMA, M. M.; CAMACHO, S. A. **Boletim de pesquisa de soja 2006**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 153-179, 2006.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa). Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2006. **Embrapa Soja**, Londrina, p. 220, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2 ed., p. 412, 2006.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p. 11, 1977. (Special Report, 80)

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotencologia** (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Embrapa soja**, Londrina, n. 09, p. 41, 1984.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. **Embrapa soja**, Londrina, n. 406, p. 108, 2018.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. **Embrapa Soja**, Londrina, n. 380, p. 82, 2016.

FRANCO, R. G. Percevejo na Cultura da Soja. **Informativo Técnico Nortox**. ed. 04, 2018.

HAMMER, E.; HAMMER, E. Produção de sementes requer planejamento. **Seed News**, Pelotas, v. 7, n. 4, p. 25-26, 2003.

IAPAR – Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. **Atlas climático do Paraná**.

INSTRUÇÃO NORMATIVA, MAPA 45/2013. **Padrões para a produção e comercialização de sementes de soja** (*Glycine max* L.)

ISELY, D. Vigor tests. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, **East Lansing**, v. 4, p. 176-182, 1957.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, nov./dez. 2005.

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios Tecnológicos para produção de sementes de soja na região tropical brasileira. **Congresso Brasileiro de Soja**. Foz do Iguaçu, p. 1324-1335, 2004.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. **Circular Técnica**, 136, Embrapa, Londrina, PR, maio, 2018.

LIMA, D. C.; DUTRA, A. S.; PONTES, F. M.; BEZERRA, F. T. C. Storage of sunflower seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 361-369, 2014.

LIMA, J. J. P.; FREITAS, M. N.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; ÁVILA, M. A. B. Accelerated aging and electrical conductivity tests in crambe seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, n.1, p.7-14, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1992.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. **Informativo Abrates**, ed. 2, p. 660, 2015.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, v. 23, n. 1, p. 21-23, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja** (*Glycine Max* (L). Merrill). Piracicaba, 1979. 180f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1979.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 2, p. 1-24, 1999.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: dimensão e perspectivas. **Seed News**, Pelotas, n. 1, 2011.

MATTHEWS, S.; BELTRAMI, E.; EL KHADEM, O. R.; KHAJEH HOSSEINI, M.; NASEHZADEH, M.; URSO, E. G. Evidence that time for repair during early germination leads to vigour differences in maize. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 2, p. 501-509, 2011.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

MOORE, R. P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. In: HEYDECKER, W. (Ed.) **Seed Ecology**. London: Butterworth, p. 347-366, 1973.

MOREANO, T. B.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARQUES, O. J. Changes in the effects of weathering and mechanical damage on soybean seed during storage. **Seed Science and Technology**, v. 39, p. 604-611, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 224, 1999.

PANIZZI, R. R.; SMITH, J. C.; PEREIRA, L. A. G.; YAMASHITA, J. Efeito de danos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: **seminário nacional de pesquisa de soja**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, v. 2 p.59-78, 1979.

PEREIRA, L. A. G.; ANDREWS, C. H. Comparação de alguns testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de soja. **Semente**, v. 2, n. 2, p. 15-25, 1976.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª ed. Pelotas: Ed. Universitária, p. 13-100, 2012.

PRADO, J. P. **Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a condutividade elétrica**. 2018. 40p. Dissertação (Produção Vegetal) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2018.

PUTEH, A. B. TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. influence of temperature and water uptake on the expression of cotyledon necrosis in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Seed Science and Technology**, v. 23, p. 739-748, 1995.

ROSSI, R. F.; CAVARINI, C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Revista Ciências Agrárias**, v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 035-041, 2010.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; ALVES, J. M. A.; BARBOSA, C. Z. R. Physiological quality of cowpea seeds for diferente periods of storage. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 5, p. 817-823, 2017.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yeild: a review. **Crop Science**, v. 31, p. 816-822, 1991.

TEKRONY, D. M. Precision is an essential componente in seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, v. 31, n. 2, p. 435-447, 2003.

TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L. Análise de semente. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Universidade Federal de Pelotas. 3 ed., p. 162-272, 2012.

URDE, S. **Qualidade de sementes de soja avaliada pelo teste de tetrazólio: estudo de caso na empresa Dimicron**. 2014. 53 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002.

VIEIRA, J. F.; OLIVEIRA, S.; ZANATTA, Z. C. N.; LEMES, E. S.; VILLELA, F. A.; BARROS, A. C. S. A. Physiological and phytosanitary potential of rocket seeds. **Ciência rural**, v. 45, p. 200-205, 2015.

VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Seed vigour: an important component of seed quality in Brazil. **ISTA - Seed Testing International**, Zürich, v. 126, n. 1, p. 21-22, 2003.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 4, p. 1-26, 1999.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.), **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal. FUNEP, p.103-132, 1994.

VILLAS BÔAS, G. L.; GAZZONI, D. L.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A.; ROESSING, A. C. **Efeitos de cinco populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agronômicas e qualidade de sementes de soja**. Londrina, Embrapa, p. 13, 1982.

WENDT, L.; MALAVASI, M. M.; DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; GOMES JUNIOR, F. G. Relação entre testes de vigor com a emergência a campo em sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 166-171, 2017.