



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS HUMANAS - CAMPUS IX BARREIRAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

ANÁLISE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA EM CULTIVARES DE SOJA
SUBMETIDAS A TESTES DE VIGOR

BARREIRAS – BA

2023

DANNA BORJA DE MACÊDO (121820189)

**ANÁLISE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA EM CULTIVARES DE SOJA
SUBMETIDAS A TESTES DE VIGOR**

Trabalho apresentado a
Universidade do Estado da Bahia
– UNEB, Campus IX, como
requisito para obtenção do título
de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Dra. Leandra Brito
de Oliveira

BARREIRAS – BA

2023

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


ANÁLISE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA EM CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS A TESTES DE VIGOR

AUTORA: DANNA BORJA DE MACÊDO


ORIENTADOR: Dra LEANDRA DE OLIVEIRA BRITO

Barreiras, 08 de dezembro de 2023


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 LEANDRA BRITO DE OLIVEIRA
Data: 19/12/2023 11:46:34-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Orientadora: Dra. Leandra Brito de Oliveira
(orientador)



Dr. Jorge da Silva Júnior
(examinador 1)

Documento assinado digitalmente
 DANIELA ROSSATO STEFANELO
Data: 19/12/2023 16:59:38-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dra. Daniela Rossato Stefanelo
(examinador 2)

EPÍGRAFE

"Eu imagino Deus como a fonte de toda a energia que criou e que mantém o equilíbrio do universo. Vejo Deus na flor, e na abelha que suga o néctar da flor para produzir o mel, no pássaro que devora a abelha, no homem que devora o pássaro e no verme que devora o homem. Eu vejo Deus em cada estrela no céu, nas minhas noites nas pousadas, nos olhos tristes de cada boi, ruminando na invernada. Só não consigo ver Deus no homem que devora o homem, e por isso acho que ainda tenho muito que aprender nesses caminhos da vida..."

Benedito Ruy Barbosa

DEDICATÓRIA

Dedico não só esta, mas todas as minhas conquistas aos meus amados pais, Ivan Alves de Macêdo e Magna Cristyana Borja de Oliveira Macêdo, que me deram amor e apoio incondicional. Nada disso seria possível sem vocês. E para sempre serão o meu exemplo de humildade, honestidade e perseverança.

A minha irmã Maria Eloisa Borja de Macêdo, por ser minha parceira de vida, e acompanhar e apoiar cada passo meu.

Amo vocês eternamente!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por fazer de mim morada e estar no centro da minha vida, me guiando e abençoando a todo momento.

Agradeço aos meus pais, Ivan Alves de Macêdo e Magna Cristyana Borja de Oliveira Macêdo, por fazerem de mim a pessoa que eu sou hoje. Sinto um orgulho e admiração inenarrável por vocês! Obrigada por cada oportunidade que me deram. Obrigada por me ensinarem que valores e virtudes devem ficar acima de qualquer coisa. Obrigada por segurarem a minha mão e me sustentarem em todo tempo. Obrigada pela atenção e conselhos, vou levá-los sempre comigo.

Mãe, você é minha definição do que é o amor. Obrigada por ser exatamente quem é. Não tenho como agradecer a Deus por ser sua filha.

Pai, você é o meu exemplo. Obrigada por tudo.

Agradeço a minha irmã, Maria Eloisa Borja de Macêdo, por nascer e me querer fazer sempre uma pessoa melhor. Foi com você que aprendi as mais belas lições de vida. Vou te amar e proteger para sempre.

Agradeço ao meu namorado, Murilo Oliveira da Silva, por estar comigo, me apoiar e ajudar em todos os aspectos, para que a realização desse sonho fosse possível.

Aos meus colegas de sala, por todos os momentos que passamos juntos, em especial a Giovanna Anjos, por ser uma irmã que esse caminho desafiador me deu.

E por fim, agradeço a Professora Leandra Brito, não só por me orientar, mas por ser paciente, cuidadosa, e amiga, durante toda a graduação. Você tornou a minha jornada mais leve, serei eternamente grata.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Qualidade de Sementes	13
2.1.1 Germinação	13
2.1.2 Vigor.....	14
2.1.3 Condutividade Elétrica	14
2.1.4 Teste Tetrazólio.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Área Experimental.....	17
3.2 Condução do Experimento	17
3.2.1 Testes de Vigor.....	17
I. Teste de Condutividade Elétrica.....	17
II. Teste de Tetrazólio	17
III. Teste de Germinação.....	22
3.3 Análise de dados.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do local de corte longitudinal da semente de soja, orientado através da parte central do eixo embrionário e do hilo.....	18
Figura 2: Demonstração dos níveis de danos DU, DM e DP (%) nas cultivares de soja, Juruena (A), M8644(B), C2379(C), Bônus (D).....	25
Figura 3: Classificação (%) das cultivares de soja Juruena (A), M8644 (B), C2379 (C) Bônus (D).....	26
Figura 4: Vigor (classes de 1 a 3) e viabilidade (classes de 1 a 5) das cultivares de soja.....	27
Figura 5: Condutividade elétrica das cultivares de soja, 'Juruena', 'M8644', 'C2379' e 'Bônus'.	28

RESUMO

Para garantir a produção, as sementes de soja devem apresentar atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários, como alta porcentagem de vigor, germinação e sanidade, bem como características de purezas físicas e varietais. Neste trabalho, o objetivo foi avaliar a qualidade fisiológica de quatro cultivares de soja, relacionando os dados obtidos no teste de germinação, com os alcançados nos testes de vigor. Para o teste de condutividade elétrica foram testados sete períodos de embebição – sendo seis deles com intervalos de 1,5h e um após. Na realização do teste de tetrazólio, fez-se o pré-condicionamento dos tratamentos, as amostras de sementes foram embebidas em solução de tetrazólio 0,075% a 35°C por 150 minutos, alcançando coloração ideal. Após lavagem com água corrente, foram seccionadas longitudinalmente para análise individual. No teste de germinação, as sementes foram colocadas em papel germinativo e avaliadas em primeira contagem, percentual germinado e índice de velocidade de germinação. Utilizou-se 100 sementes para cada análise. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições de 25 sementes por cultivar. Os resultados demonstraram qualidade fisiológica diferente entre as cultivares testadas, com maior exatidão no teste de tetrazólio que os testes comuns de caracterização fisiológica de sementes. De acordo com os teste realizados, as cultivares ‘Juruena’ e ‘M8644’ se mostraram as mais vigorosas.

Palavras-chave: Vigor, tetrazólio, germinação.

ABSTRACT

To guarantee production, soybean seeds must present physical, physiological, genetic and health attributes, such as a high percentage of vigor, germination and health, as well as physical and varietal purity characteristics. In this work, the objective was to evaluate the physiological quality of four soybean cultivars, relating the data obtained in the germination test with that achieved in the vigor tests. For the electrical conductivity test, seven soaking periods were tested – six of them at intervals of 1.5 hours and one after. When carrying out the tetrazolium test, the treatments were pre-conditioned, the seed samples were soaked in a 0.075% tetrazolium solution at 35°C for 150 minutes, achieving ideal color. After washing with running water, they were sectioned longitudinally for individual analysis. In the germination test, the seeds were placed on germination paper and evaluated based on first count, percentage germinated and germination speed index. 100 seeds were used for each analysis. The design used was completely randomized (DIC), with 4 replications of 25 seeds per cultivar. The results demonstrated different physiological quality between the tested cultivars, with greater accuracy in the tetrazolium test than common physiological seed characterization tests. According to the tests carried out, the cultivars ‘Juruena’ and ‘M8644’ proved to be the most vigorous.

Keywords: Vigor, tetrazolium, germination.

1. INTRODUÇÃO

Com extensão das áreas de cultivo a partir da década de 1960, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada, no cenário atual, a maior commodity agrícola do Brasil, sendo este o maior produtor mundial do grão, com produção estimada de 153 milhões de toneladas na safra 2022/2023 (CONAB, 2023). Nessa safra, a cultura da soja ocupou uma área em torno de 41 milhões de hectares (IBGE, 2023), tendo grande importância econômica e social para o Brasil.

Uma série de fatores são determinantes para que o sucesso seja alcançado em uma lavoura de soja, sobretudo, a utilização de sementes de alta qualidade, que, conseqüentemente, procederão plantas de elevado vigor, com alto desempenho. O uso de sementes de alta qualidade possibilita, que sejam expressos no campo as melhorias genéticas, conferindo produtividade e adaptabilidade à diversas regiões (MENEZES et al., 2009; FRANÇA NETO et al., 2016).

Para garantir a produção, as sementes de soja devem apresentar atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários, como alta porcentagem de vigor, germinação e sanidade, bem como características de purezas físicas e varietais. Esses fatores são responsáveis pelo o desempenho das sementes no campo, a começar com o estabelecimento do estande determinado, aspecto essencial que contribui para que altas produtividades sejam atingidas (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

De acordo com Souza et al. (2014) quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, elas naturalmente “passam por um processo irreversível de deterioração ou envelhecimento”, processo esse que reflete na qualidade da semente e, conseqüentemente, na produção. Por conseguinte, a avaliação do vigor e germinação de sementes é de considerável importância para assegurar a qualidade fisiológica das sementes, assegurando assim, o produto que será concedido ao produtor.

O teste de germinação retrata a emergência e o desenvolvimento inicial da plântula, a qual apresenta a capacidade da semente de produzir uma planta normal em condições ideais, estimando o valor que a semente a campo irá proporcionar (BRASIL, 2009).

Somente o teste de germinação não é capaz de refletir o comportamento da semente em condições de campo, deste modo, os testes de vigor complementam esta informação para uma melhor avaliação de como a semente irá germinar e se desenvolver em campo (PIVA, 2017).

Os testes de vigor, por meio de medições diretas ou indiretas, aferem o provável desenvolvimento da semente, após o início do processo de deterioração, ou em função do estado atual da máquina metabólica, ou de partes constituintes da semente. Ainda, tais testes também são capazes de estimar qual o provável desempenho das sementes quando posta para germinar

e emergir, principal função que uma semente deve desempenhar para a propagação da espécie e produção de alimentos (KRZYZANOWSKI et al., 2001).

Neste trabalho, o objetivo foi avaliar a qualidade fisiológica de quatro cultivares de soja, por meio de dados obtidos no teste de germinação, e nos testes de vigor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 QUALIDADE DE SEMENTES

A definição de qualidade de sementes vem sofrendo modificações, em razão das constantes pesquisas realizadas nesse âmbito. Bem como o uso de outras metodologias, para obter resultados cada vez mais precisos, por meio de testes que mostram fielmente o desempenho e o vigor que a semente possui.

Há padrões mínimos de qualidade exigidos pelas entidades normalizadoras, que precisam ser atendidos pela semente, para que esta seja considerada de qualidade. Caso a semente não seja aprovada em um dos itens do padrão mínimo de qualidade, será considerada imprópria, e não poderá ser comercializada (MARCOS FILHO, 2005).

A qualidade fisiológica da semente pode ser determinada por meio da porcentagem de germinação e pela contagem de plântulas normais, este tipo de teste é conduzido em laboratório sobre condições ótimas, para proporcionar uma máxima germinação. Quando um lote de sementes apresenta uma elevada qualidade fisiológica, ele apresenta bons resultados para atributos como a germinação, o vigor, sua viabilidade e grau dormência (FRÉ, 2010).

2.1.1 Germinação

A germinação é definida como a emergência das estruturas essenciais de um embrião, que dará origem a uma plântula normal, em condições ambientais favoráveis. Ela se inicia na absorção de água, emissão da raiz primária e emergência da plântula, e se expressa em porcentagem, onde o padrão mínimo exigido pelo MAPA é de 80% (BORGES, 2016).

O processo de germinação pode ser resumido em três fases, chamado de processo trifásico. A primeira fase se dá pela entrada de água na semente, esta etapa ocorre sem gasto de energia, por diferença de potencial osmótico. Nesta fase acontece também o reparo de DNA e de mitocôndrias. A fase 2 é caracterizada pela redução da entrada de água na semente para que a síntese de mitocôndrias tenha início. A terceira e última fase é compreende a retomada da entrada de água na semente, entretanto, esse processo ocorre de modo ativo, ou seja, há gasto energético e, portanto, verifica-se o consumo de reservas armazenadas, síntese de DNA, divisão celular, alongamento da radícula (BEWLEY, 1997).

Dizer que um lote de sementes tem boa germinação, significa que este possui uma boa capacidade de desenvolvimento e uniformidade na emergência de plântulas (SCHEEREN et al., 2010). Entretanto, o teste de germinação não é capaz de definir o vigor da semente, fator que determina o desempenho da semente em campo e/ou no armazenamento (GUEDES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; FRANCO et al., 2013). Por esse motivo os testes de vigor geralmente

são utilizados como complemento para os testes de germinação, pois assim se torna possível identificar a diferenciação entre as sementes (ALVES, 2016).

2.1.2 Vigor

O vigor da semente é determinado como a propriedade da semente que vai definir o seu potencial para se desenvolver sobre diversas condições no campo (NETO et al. 2014). Segundo Borges (2016) a avaliação do vigor permite ainda, identificar diferenças na qualidade fisiológica de sementes que poderiam apresentar poder germinativo parecidos, porém com comportamentos diferentes no campo ou em armazenamento.

Sabe-se que a qualidade fisiológica da semente vai influenciar na performance da planta, muito além da emergência, pois, esta determina o a produtividade final do cultivo (VENSKE et al., 2014).

De acordo com Custódio (2005) um dos testes mais promissores são os baseados na permeabilidade do sistema de membranas celulares, como o teste de condutividade elétrica e o teste de lixiviação e potássio. Para Coimbra et al., (2007), os testes de vigor possibilitam a obtenção de resultados que são muito práticos para a determinação da qualidade fisiológica de lotes, na determinação de semeadura, além da utilização comercial do teste para padronizar qualidade de sementes.

2.1.3 Condutividade Elétrica

Quando uma semente desidratada é exposta a umidade, o tegumento exerce o papel de regulador do fluxo de água permitindo a reconstituição e organização das membranas dos tecidos embrionários, evitando os danos por embebição (KOIZUMI et al., 2008).

Durante essa fase, sua permeabilidade não é suficiente para impedir a lixiviação de íons como o potássio e o sódio para fora da semente (CHENG et al., 2005), por conseguinte, parte dos solutos presentes no interior dos citoplasmas das sementes é perdido para o meio externo durante essa fase de reorganização. É importante ressaltar que essa perda ocorre por difusão passiva e não necessariamente envolve a ruptura de membranas (DUKE et al., 1983).

A intensidade da lixiviação do conteúdo celular é inversamente proporcional à capacidade de reestruturação das membranas. No que lhe concerne, esse processo depende do vigor da semente, assim como de seu estado osmótico inicial (CHENG et al., 2005).

Guollo et al. (2017) afirma que, o princípio do teste é baseado no critério em que, sementes com menor vigor irão liberar mais solutos para o meio aquoso, porque a velocidade da restauração das membranas durante a embebição é menor (TORRES et al., 2015; BRZEZINSKI et al., 2015; MARQUES, 2017). As sementes vigorosas, por sua vez, liberarão

menos solutos, tendo assim, uma baixa condutividade elétrica. Deste modo, a análise dos valores das leituras feitas da liberação de solutos de lotes de sementes diferentes, indicará prováveis diferenças no vigor das sementes.

2.1.4 Teste Tetrazólio

De forma indireta, o teste de tetrazólio determina a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes. O teste baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases que catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias, durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Na glicólise a enzima gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase é responsável pela atuação. No ciclo do ácido cítrico, tem-se outras cinco, sendo elas: piruvato desidrogenase; isocitrato desidrogenase; α -cetoglutarato desidrogenase; succinato desidrogenase; e malato desidrogenase. Estas enzimas, particularmente a malato desidrogenase, reduzem o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio ou TCT) nos tecidos vivos (AOSA, 1983; Bulat, 1961; Copeland et al., 1959; Moore, 1973; Smith, 1952; Smith e Throneberry, 1951).

Ao ser embebida na solução incolor de TCT, a semente de soja passa por um processo onde a solução será difundida através dos tecidos, ocorrendo nas células vivas a reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, estável e não-difusível, conhecido por trifetilformazan. Quando o TCT é reduzido, e forma o trifetilformazan, isto indica que há atividade respiratória nas mitocôndrias, significando que há viabilidade celular e do tecido (Peters, 2007).

Assim, a coloração resultante dessa reação é uma indicação positiva da viabilidade da semente, através da detecção indireta da respiração, a nível celular. Tecidos inviáveis não reagem, e por consequência, não tomam cor. Tecidos em respiração podem ser encontrados dentro do embrião de uma semente, em cotilédones, na radícula e nos tecidos do escutelo, em alguns tecidos nutritivos do endosperma, nos tecidos gametófitos femininos em gimnospermas, e na camada de células da aleurona no interior do pericarpo de gramíneas (Peters, 2007).

Se o tecido da semente for vigoroso, a cor apresentada será um vermelho carmim claro; se o tecido está em deterioração, um vermelho mais intenso será formado, em razão da maior intensidade de difusão da solução de TCT pelas membranas celulares comprometidas de tais tecidos; se o tecido não é viável, a redução do sal não ocorrerá e o tecido morto contrastará como branco (não colorido). A análise de tais diferenças de cor, com o conhecimento de diversas características das sementes permitem a determinação da presença, da localização e da natureza dos distúrbios que podem ocorrer nos tecidos embrionários (Moore, 1973).

O teste de tetrazólio pode identificar facilmente dois tipos de danos mecânicos: danos mecânicos imediatos, caracterizados pela apresentação de rachaduras e trincas nas sementes, resultantes de impactos nos sistemas de trilha e transporte na colheitadeira, quando a semente é colhida com de umidade inferior a 12%; e danos mecânicos latentes, que são caracterizados por abrasões e amassamentos nas sementes, que são consequência de impactos sofridos pelas sementes com umidade acima de 14%. Os danos mecânicos latentes são identificados pela presença de lesões de coloração vermelho escura, se forem recentes, ou por lesões brancas com tecidos flácidos, se não recentes (FRANÇA NETO et al., 2018).

Para a identificação de deterioração por umidade, essas sementes ficarão com lesões de coloração vermelho intensa ou branco leitosa nos tecidos embrionários adjacentes as rugas. Os danos por umidade nos eixos embrionários são gradativos, da parte externa para a interna dos tecidos. As lesões podem ser profundas e se o cilindro central estiver danificado, ou se apresentar mais de 50% de deterioração dos tecidos de reserva dos cotilédones, a semente é considerada inviável (FRANÇA NETO et al., 2018).

Em caso de danos por percevejos, os tecidos lesionados são mortos e flácidos, no teste de tetrazólio a lesão tem aparência circular típica de dano de percevejo, com tecido morto no centro, de coloração branca leitosa, com seu perímetro de coloração vermelha intensa, de tecido em deterioração, que separa, na maioria dos casos, os tecidos mortos dos vigorosos. As lesões podem exibir também uma cor esverdeada (FRANÇA NETO et al., 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal, na Universidade do Estado da Bahia – Campus IX – Departamento de Ciências Humanas, Barreiras, Bahia (12° 8' 54" Sul, 44° 59' 33" Oeste), no período de 13 de setembro a 20 de outubro de 2023.

3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A condução do experimento foi dividida em duas partes, sendo elas: testes de germinação e testes de vigor. Na primeira fase do experimento, realizou-se os testes de vigor, por meio da avaliação de condutividade elétrica das cultivares e teste de tetrazólio. Na segunda fase, avaliou-se o potencial germinativo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Fez-se uso de quatro cultivares de soja: 'BÔNUS IPRO', 'JURUENA IPRO', 'M8644 IPRO' e 'C2379 IPRO'. As sementes foram procedentes do banco de sementes da Oilema, produzidas em uma propriedade de Luís Eduardo Magalhães, BA, Brasil, provenientes da safra 2022/23.

3.2.1 Testes de Vigor

I. Teste de Condutividade Elétrica

Para o teste de condutividade elétrica foram testados sete períodos de embebição – sendo seis deles com intervalos de 1,5h e um após 24hrs - e mantidas em germinador tipo BOD (Bioquimical Oxygen Demand), na temperatura de 25°C. Elas foram colocadas em copos plásticos, e posteriormente embebidas num volume de 50 mL de água destilada. Após cada período de embebição, foi feita a leitura da condutividade elétrica por um condutivímetro, cujos resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (MARCOS FILHO et al., 2009). Utilizou-se 100 sementes, com quatro repetições de 25 sementes para cada cultivar.

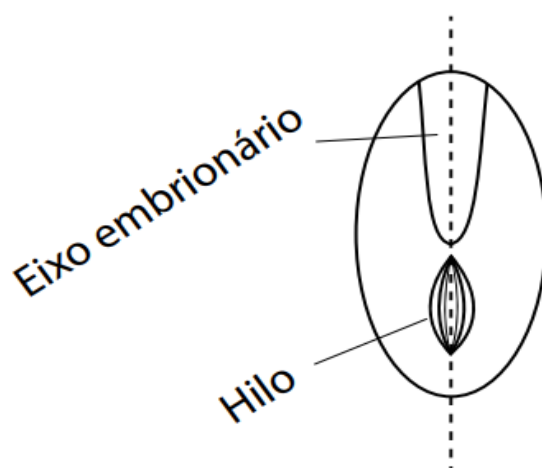
II. Teste de Tetrazólio

Na realização do teste de tetrazólio, inicialmente preparou-se a solução de tetrazólio a 0,075%, misturando 75 ml da solução a 1% do sal de tetrazólio em 925ml de água destilada de pH 6,5. Com a solução pronta, fez-se o pré-condicionamento dos tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes, colocando-as em papel de germinação umedecido com 2,5 vezes o seu peso seco, mantidas nessa condição por 16 horas a uma temperatura de 25°C na BOD (FRANÇA NETO et al., 2018).

As amostras de sementes foram colocadas em copinhos de plásticos e completamente embebidas na solução de tetrazólio, onde descansaram a uma temperatura de 35°C por um período de 150 minutos. Após alcançada a coloração ideal, as sementes foram lavadas com água

corrente, e seccionadas longitudinalmente através do centro do eixo embrionário (Figura 1), com o auxílio de uma lâmina de barbear, para serem analisadas uma a uma (FRANÇA NETO et al., 2018).

Figura 1: Ilustração do local de corte longitudinal da semente de soja, orientado através da parte central do eixo embrionário e do hilo.



FONTE: FRANÇA NETO et al., 2018.

Seguindo a metodologia proposta por França Neto et al. (2018), após o seccionamento da semente, as suas metades foram abertas, removendo o tegumento para que a superfície externa dos cotilédones fosse exposta, e observou-se as superfícies externa e interna dos cotilédones, identificando-se os danos mecânicos, deterioração por umidade, danos por percevejo, sementes mortas e sementes normais.

Durante a análise das sementes, verifica-se se os danos são superficiais, afetando apenas o córtex, ou se atingem o cilindro central. Após o corte, cada semente é classificada como viável ou não viável e os tipos de danos são anotados.

Moore e Smith (1956), definiram um sistema de classificação para sementes de milho e de soja, onde cada semente era qualificada nas classes de 1º Mais alto vigor, 2º Alto vigor, 3º Vigor médio, 4º Vigor baixo, 5º Vigor muito baixo, 6º Não viável, 7º Não viável, 8ª Semente morta.

Para classificar as sementes de soja, França Neto et al. (2018) usaram os seguintes critérios:

Classes	Descrição
1a	As sementes são caracterizadas pela coloração uniforme e superficial, devido à penetração lenta da solução do sal de tetrazólio; a parte interna (entre os cotilédones) não apresenta coloração, salvo nos bordos; todos os tecidos com aspectos normal e firme.
1b	As sementes possuem as mesmas características de 1a, exceto a ocorrência de uma ou duas estrias mais intensamente coloridas por cotilédone. As estrias são superficiais (um a dois décimos de milímetro de profundidade) e são o resultado dos primeiros estágios de penetração de água durante o processo de deterioração por umidade.
1c	Semente cuja coloração tem o aspecto de mosaico devido a um processo lento de embebição; os tecidos se apresentam firmes e na face interna dos cotilédones, podendo aparecer uma cavidade central de coloração amarelada, indicando insuficiente absorção de água. Pode ocorrer em sementes semi-permeáveis. Tais sintomas podem também estar relacionados a uma embebição inadequada durante o pré-condicionamento, ou devido ao uso de sementes com grau de umidade muito baixo.
2a	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, causado por sucessivas hidratações (expansão) e desidratações (contração) de ambos em proporções diferentes. Isto resulta em enrugamento do tegumento e lesão nos cotilédones, onde a respiração e a atividade enzimática são mais intensas, ocasionando a evidenciação da cor vermelho carmim forte. As estrias não devem ter profundidade superior a 0,5 mm; a parte interna dos cotilédones apresenta-se como em 1a. Danos nos cotilédones são geralmente simétricos.
2b	Pequenas estrias devidas ao mesmo motivo referido em 2a., mas localizadas sobre o eixo embrionário. Tais lesões são superficiais e não são observadas nos tecidos internos do eixo embrionário, após seccioná-los, conforme ilustrado em 1a. Danos nos cotilédones são geralmente simétricos.
2c	Área de coloração mais intensa, não maior do que da ilustração, provavelmente devido à junção de pequenas estrias (2a), formando uma faixa contínua. A parte interna dos cotilédones apresenta-se como em 1a. Danos nos cotilédones são geralmente simétricos.
2d	Área de tecido sem coloração (branco leitoso) portanto, morto, não maior do que a da ilustração. A parte interna dos cotilédones como em 1a. Todas as lesões referidas de 2a e 2d, em geral, se apresentam simetricamente nos dois cotilédones, sendo esta uma característica utilizada para diferenciar dano devido ao enrugamento do tegumento (deterioração por umidade) de outros tipos de dano.
2e	Pequenos danos mecânicos sobre a superfície externa dos cotilédones. As lesões não deve exceder a profundidade máxima de 0,5 mm. A superfície interna dos cotilédones apresenta-se como em 1a.
2f	Dano(s) devido(s) à picada de percevejo, com uma área total não maior do que a mostrada na ilustração e profundidade máxima de 0,5 mm. A localização deve ser afastada da região vascular, isto é, abaixo de uma linha imaginária, passando transversalmente pela metade do cotilédone. A região afetada apresenta-se mais ou menos necrosada (tecido morto, coloração esbranquiçada, de aspecto pulverulento, às vezes com o sinal da punctura bem visível, outras vezes não). Superfície interna dos cotilédones como em 1a.
2g	Dano idêntico ao anterior mas com a região da(s) punctura(s) sem necrose. O aspecto é enrugado, de coloração vermelho carmim forte, sem partes esbranquiçadas. Este tipo de lesão é característico de picada que provavelmente ocorre em um estágio mais avançado da maturação, quando a semente já está em fase adiantada de desidratação.
2h	Mais do que duas estrias por cotilédone (não profunda, como em 1b). Superfície interna dos cotilédones como em 1a.
2i	Superfície externa dos cotilédones apresenta coloração normal como em 1a. A superfície interna dos cotilédones apresenta-se também com coloração uniforme devido à penetração da solução de tetrazólio através de um rompimento no tegumento.

3a	Estrias de coloração vermelho carmim forte localizadas nos cotilédones, na região oposta ao eixo embrionário, com uma área total não maior do que a mostrada na ilustração. A superfície interna dos cotilédones pode apresentar pequenas áreas mais escuras, correspondentes às estrias externas e com uma espessura máxima de 0,5 mm.
3b	Dano quase idêntico ao anterior, mas com as estrias podendo apresentar algumas áreas de coloração branco-leitosa, indicando tecidos mortos. Superfície interna dos cotilédones como em 3a.
3c	Áreas de coloração mais intensa, não maiores que as mostradas na ilustração, provavelmente devido à junção de estrias formando uma faixa contínua. A superfície interna dos cotilédones pode apresentar, correspondentemente, uma faixa mais escura com espessura máxima de 0,5 mm.
3d	Dano quase idêntico ao anterior, mas a faixa pode ser de tecido de coloração branco-leitosa (tecido morto) numa área não maior do que a da ilustração. Superfície interna com uma faixa de tecido morto numa espessura máxima de 0,5 mm.
3e	Área de coloração vermelho intensa na superfície externa de um ou ambos os cotilédones. Danos característicos de abrasão, devido ao dano mecânico latente. O dano é superficial e com profundidade máxima de 0,5 mm. Superfície interna são como descritas em 1a.
3f	Estrias localizadas na superfície do eixo embrionário não se aprofundando além do córtex, ou seja, sem afetar o cilindro central.
3g	Extremidade da radícula mostrando coloração branco-leitosa, indicando tecido morto, sem no entanto afetar o cilindro central.
3h	Pequenas fraturas localizadas no eixo embrionário não afetando, porém, o cilindro central.
3i	Picada(s) de percevejo, com a parte central necrosada (tecido morto, ou seja, coloração branco-leitosa, com aspecto pulverulento) ou não. Esse dano é maior do que o ilustrado em 2f, com área total não maior do que a mostrada na ilustração. Deve estar localizado na região abaixo de uma linha imaginária passando transversalmente pela metade do cotilédone (região não vascular). O dano é superficial e não deve ter profundidade superior a 0,5 mm. Superfície interna dos cotilédones como descrita em 1a.
3j	Picada(s) de percevejo, com área total não maior do que a mostrada na ilustração, sem áreas necrosadas (mortas), localizada(s) abaixo de uma linha imaginária passando transversalmente pela metade do cotilédone. Picada(s) afetando a superfície interna de um dos cotilédones que se mostra enrugado com pequenas pontuações vermelhas (áreas contínuas de coloração vermelho carmim forte ou áreas necrosadas). Um dos cotilédones com coloração superficial como em 2i.
3k	Picada(s) de percevejo, com área total não maior do que a representada na ilustração, localizada acima de uma linha imaginária passando transversalmente pela metade do cotilédone. A região lesionada não deve ser superior a 0,5 mm de profundidade e localizada de tal maneira a não afetar a região acima da linha imaginária (região vascular).
3l	Fratura dos cotilédones na região oposta ao ponto de ligação do eixo embrionário numa extensão máxima. A superfície interna dos cotilédones pode se apresentar como em 1a ou 2i.
3m	Extremidade da radícula fraturada, porém, sem afetar o cilindro central. A superfície interna dos cotilédones pode se apresentar como em 1a ou 2i.
3n	Dano(s) de origem mecânica com ou sem tecido morto, com profundidade máxima de 0,5 mm ou sem afetar a região vascular. A superfície interna dos cotilédones como em 1a ou 2a.
3o	Dano(s) de origem mecânica localizado(s) abaixo da região vascular, afetando a superfície interna dos mesmos.
4a	Área de coloração vermelho carmim forte em ambos os cotilédones, cobrindo menos do que a metade dos mesmos. A superfície interna também apresenta área de coloração vermelho carmim forte. A região vascular, porém, não deve estar afeta.
4b	Dano quase idêntico ao anterior, apresentando, porém, tecidos mortos (coloração branco-leitosa).

4c	Dano mecânico latente, caracterizado por área de coloração vermelho carmim forte no centro dos cotilédones (externa e internamente), afetando parte da região vascular. No entanto, próximo ao ponto de ligação, os vasos devem estar funcionais, permitindo o transporte das reservas dos cotilédones para o eixo embrionário.
4d	Estrias localizadas sobre o eixo embrionário, afetando inclusive o cilindro central, porém, numa extensão menor do que a metade de sua espessura.
4e	Área de coloração vermelho carmim forte no eixo embrionário mas com as estrutura do cilindro central e do córtex ainda perfeitamente definidas, devido a dano mecânico latente.
4f	Área de tecido morto numa extensão menor do que a metade da área total dos cotilédones.
4g	Fratura de um ou ambos os cotilédones na região próxima ao ponto de ligação, mas deixando a região vascular em grande parte intacta.
4h	Dano(s) de origem mecânica na região vascular dos cotilédones afetando a face interna e parte da região vascular. Os vasos, porém, devem permanecer funcionais próximos ao ponto de ligação dos cotilédones com o eixo embrionário.
4i	Fraturas sobre o eixo embrionário, afetando o córtex e o cilindro central, porém, numa extensão menor do que a metade de sua espessura.
4j	Dano(s) devido(s) a picada de percevejo com área necrosada (tecido morto), atingindo a parte interna dos cotilédones mas localizado(s) abaixo da região vascular. As lesões são profundas e podem ser detectadas na parte interna dos cotilédones.
4k	Dano(s) devido(s) a picada de percevejo localizado(s) em apenas um cotilédone, tornando-o praticamente não funcional e afetando apenas levemente o segundo cotilédone na face interna, e o qual se mantém.
4l	Dano(s) devido(s) a picada de percevejo localizado(s) em um dos cotilédones, bloqueando completamente a região vascular, tornando-o não funcional. A plântula dependerá, para o seu estabelecimento, das reservas de apenas um cotilédone.
4m	Fratura de mais da metade de um dos cotilédones.
4n	Fratura de um dos cotilédones deixando, porém, intacto o eixo embrionário (inclusive a plúmula).
4o	Fratura de ambos os cotilédones, porém, numa extensão inferior à metade dos mesmos.
5a	Sementes com ambos os cotilédones mostrando um aspecto de mosaico, com áreas de um colorido vermelho carmim forte entremeadas de áreas mais claras e até mortas. Os tecidos afetados atingem uma profundidade superior a 1 mm, mas inferior à metade da espessura dos cotilédones. A superfície interna dos cotilédones apresenta-se também com algumas áreas de colorido mais intenso. O eixo embrionário apresenta-se bem definido com as estrutura do córtex e do cilindro central bem visíveis.
5b	Dano(s) de origem mecânica, afetando totalmente a região vascular próxima ao ponto de ligação de um dos cotilédones e lesionando, parcial e internamente, a área correspondente do segundo cotilédone.
5c	Cotilédones fraturados de tal forma que é difícil saber se a parte remanescente é maior ou menor do que a metade do total da semente.
5d	Dano(s) devido(s) à picada de percevejo, afetando a região vascular como em 5b.
6a	Dano mecânico afetando ambos os cotilédones externa e internamente, alcançando a região vascular e parte da plúmula.
6b	Danos causados por percevejo, afetando os cotilédones externamente e internamente, atingindo a região vascular e parte da plúmula.
6c	Dano mecânico afetando ambos os cotilédones externamente e internamente, bloqueando parcialmente a região vascular. Área de tecidos lesionados nos cotilédones alcança mais da metade dos mesmos.
6d	Área de tecidos mortos nos cotilédones alcança mais de 50% dos tecidos de reserva.

7a	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, bloqueando completamente a região vascular.
7b	Eixo embrionário apresentando uma coloração vermelho carmim forte, distribuída por toda a sua extensão, devido ao dano mecânico latente.
7c	Tecidos dos cotilédones com coloração vermelho carmim forte (ou branco leitoso) no ponto de ligação de ambos os cotilédones, atingindo a região vascular. Coloração branco-leitosa (indicativo de tecidos mortos) também pode ocorrer.
7d	Tecidos mortos de coloração branco-leitosa numa extensão superior à metade da superfície total da semente.
7e	Estrias de coloração vermelho carmim forte sobre o eixo embrionário, devido a dano por umidade, atingindo uma profundidade superior à metade da espessura do cilindro central.
7f	Extremidade da radícula apresentando coloração branco-leitosa (tecido morto) atingindo não só o córtex, mas também o cilindro central.
7g	Fratura da extremidade da radícula, afetando não só o córtex, mas também o cilindro central.
7h	Fratura dos cotilédones com a parte remanescente sendo inferior à metade da superfície total da semente.
7i	Fratura do eixo embrionário, seccionando o cilindro central e córtex.
7j	Dano(s) de origem mecânica, afetando a região vascular de ambos os cotilédones, próximo(s) ao ponto de ligação.
7k	Dano(s) devido a picada de percevejo, afetando a região vascular de ambos os cotilédones, próximo(s) ao ponto de ligação.
7l	Plúmula de coloração vermelho carmim forte (deteriorada), devido à deterioração por umidade.
8	Semente totalmente morta, usualmente branca e às vezes com tonalidade rósea. Os tecidos das sementes são friáveis e flácidos.

Fonte: Adaptado de França Neto et al. (2018).

A viabilidade (potencial de germinação) é calculada pelo somatório dos valores percentuais classificados nas Classes 1 a 5. O nível de vigor é estimado pelo somatório dos valores percentuais das sementes das Classes 1 a 3.

Os níveis de vigor foram interpretados por meio da seguinte classificação: Vigor muito alto: igual ou superior a 90%; Vigor alto: entre 85% a 89%; Vigor médio: entre 75% a 84%; Vigor baixo: igual ou inferior a 74%.

III. Teste de Germinação

Para o teste de germinação das cultivares, na segunda parte do trabalho, foi realizado a semeadura das sementes das quatro cultivares de soja. A semeadura foi realizada com quatro repetições de 25 sementes para cada cultivar.

Conforme determina a Regras para Análise de Sementes – RAS, as sementes foram semeadas em papel germinativo, umedecido com 2,5 vezes o seu peso seco com água destilada. Em seguida foram embrulhadas em forma de rolos (método RP) e colocadas em sacos plásticos,

onde ficaram armazenadas horizontalmente na BOD a uma temperatura de 25°C e fotoperíodo de 8 horas/dia (BRASIL, 2009).

Realizou-se o monitoramento das sementes, com as seguintes avaliações:

I. primeira contagem de sementes germinadas, após 4 dias, tomando como critério emissão de radícula de no mínimo 5 mm de comprimento.

II. contagem das sementes germinadas em um período de 10 dias e cálculo do percentual

III. com base no resultado obtido com as contagens, obteve-se o IVG – Índice de Velocidade de Germinação, por meio da equação proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Em que: G1, G2, Gn = número de plântulas normais, computadas da primeira à última contagem.

N1, N2, Nn = número de dias de semeadura, da primeira à última contagem.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Para todas as variáveis analisadas foram executados testes estatísticos, em que os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente, ao teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram qualidade fisiológica diferente entre as cultivares testadas. Pelo teste de germinação das sementes (Tabela 1), constatou-se que as sementes da cultivar Bônus demonstraram baixo vigor, o que é comprovado pela reduzida porcentagem de germinação (92,25%) das sementes comparada aos resultados das demais cultivares, os quais se encontraram com germinação acima de 97%.

Tabela 1: Primeira Contagem de Germinação (PCG), Sementes Germinadas (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Tratamento	PCG	Germinação (%)	IVG
Juruena	8,75b	97,5a	21,8b
M8644	24,75a	98,25a	25,59a
C2379	21,75a	97,75a	25,02a
Bônus	12,75b	92,25b	21,25b

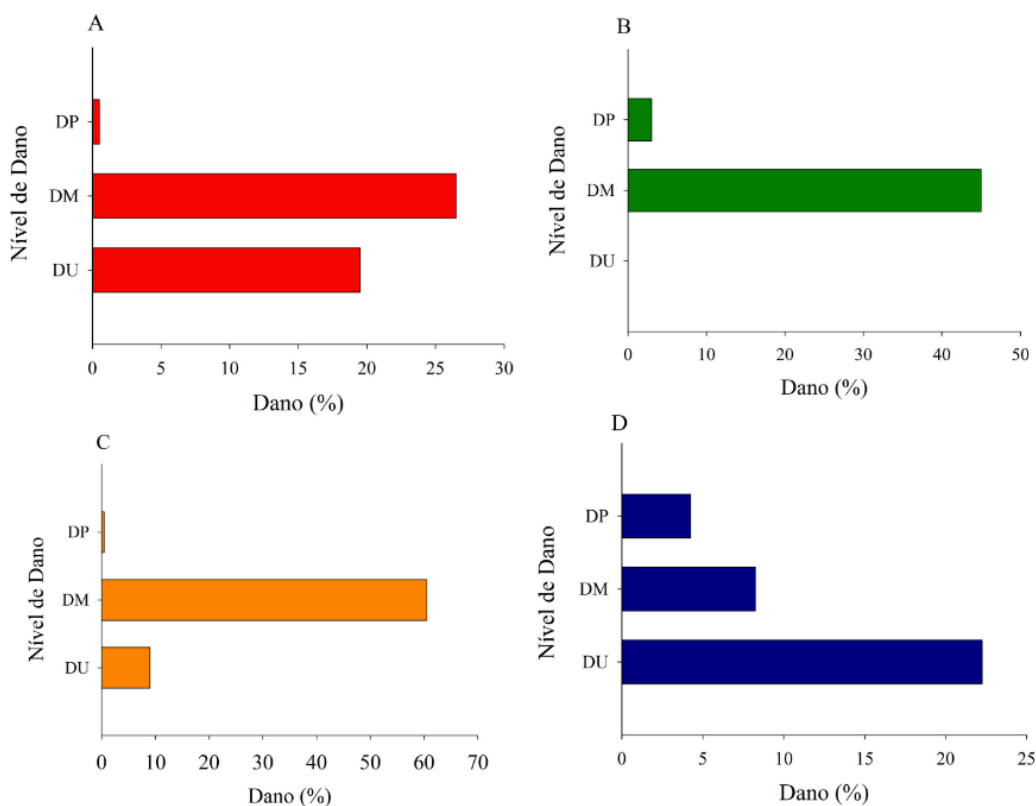
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

As cultivares ‘M8644’ e ‘C2379’ se destacam nos três aspectos avaliados, sendo estatisticamente superiores as demais cultivares avaliadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Guedes et al. (2013), que ao avaliar o potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith observou diferenças significativas dos níveis de vigor entre os lotes.

Marcos Filho (1999) relata que um dos objetivos fundamentais dos testes de vigor é detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes de sementes com germinação semelhante, de forma a complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação.

Os resultados do Teste Tetrazólio demonstra que as cultivares testadas, de maneira geral, apresentam diferenças entre os níveis de danos - dano por umidade (DU), dano mecânico (DM), dano por percevejo (DP) (Figura 2).

Figura 2: Demonstração dos níveis de danos DU, DM e DP (%) nas cultivares de soja, JURUENA (A), M8644(B), C2379(C), BÔNUS (D).



FONTE: AUTOR (2023).

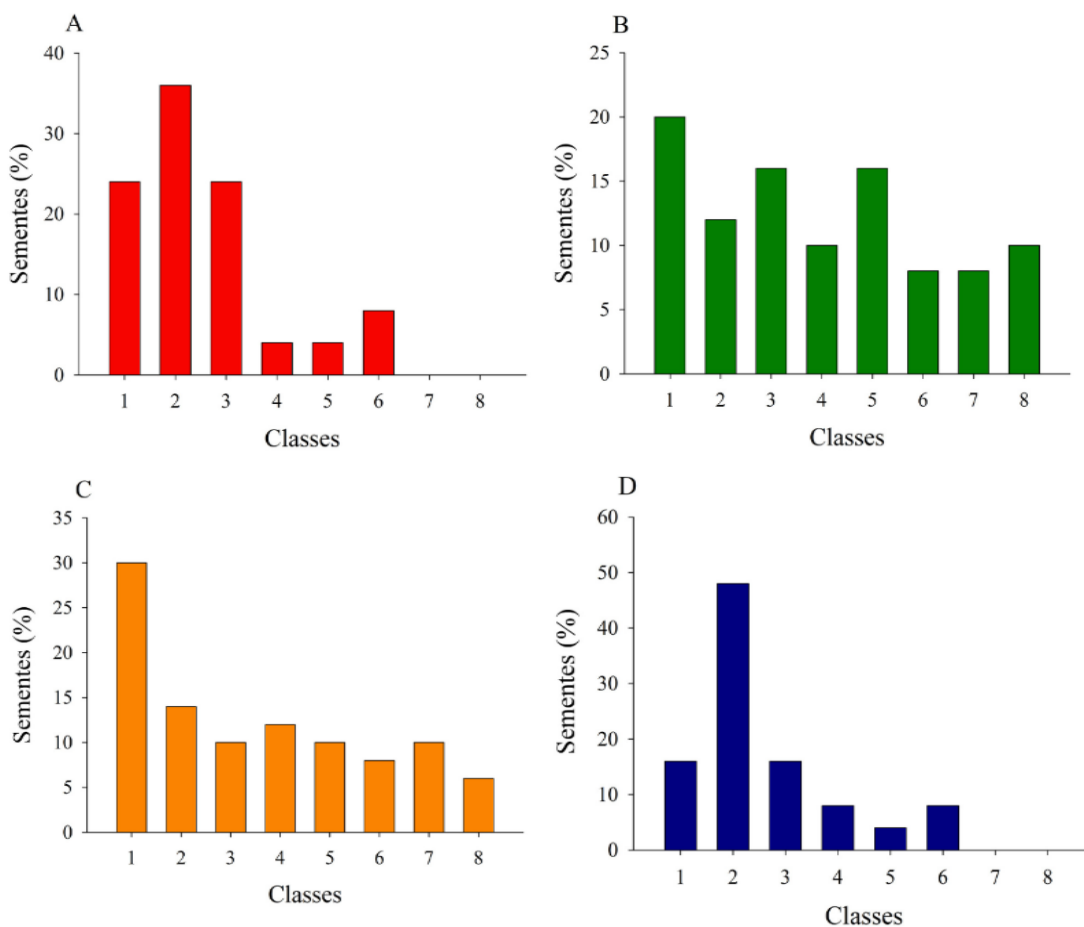
As cultivares ‘Juruena’ e ‘C2379’ mostram-se ser estatisticamente superiores as demais para os danos causados por percevejos. Em relação aos danos mecânicos, a cultivar ‘Bônus’ se sobressai, apresentando a menor média para esse nível de dano, em comparação as outras cultivares. Para os danos causados por umidade, a cultivar ‘M8644’ se distingue estatisticamente das outras, apresentando a menor média.

Essa variação entre os tipos de danos apresentados nas cultivares pode estar relacionada com o clima da região produtora e manejos realizados, como o tipo de colhedoras utilizado, bem como o armazenamento das sementes e o beneficiamento que elas receberam. De acordo com Bewley e Black (1994), os danos mecânicos apresentam efeitos cumulativos, o que quer dizer que, durante o processo de colheita e beneficiamento, os danos causados por impacto anterior somam-se ao de um novo impacto, e com isso, a semente torna-se cada vez mais sensível às injúrias mecânicas.

Segundo Costa (2005), a deterioração por umidade e o dano mecânico são, respectivamente, os fatores que mais contribuem para redução da qualidade de sementes de soja, enquanto que as lesões de percevejo não são tão expressivas.

Ainda pelo teste tetrazólio, as sementes de cada cultivar foram analisadas e divididas em classes de 1 a 8, como pode-se observar abaixo (Figura 3).

Figura 3: Classificação (%) das cultivares de soja Juruena (A), M8644 (B), C2379 (C) Bônus (D).

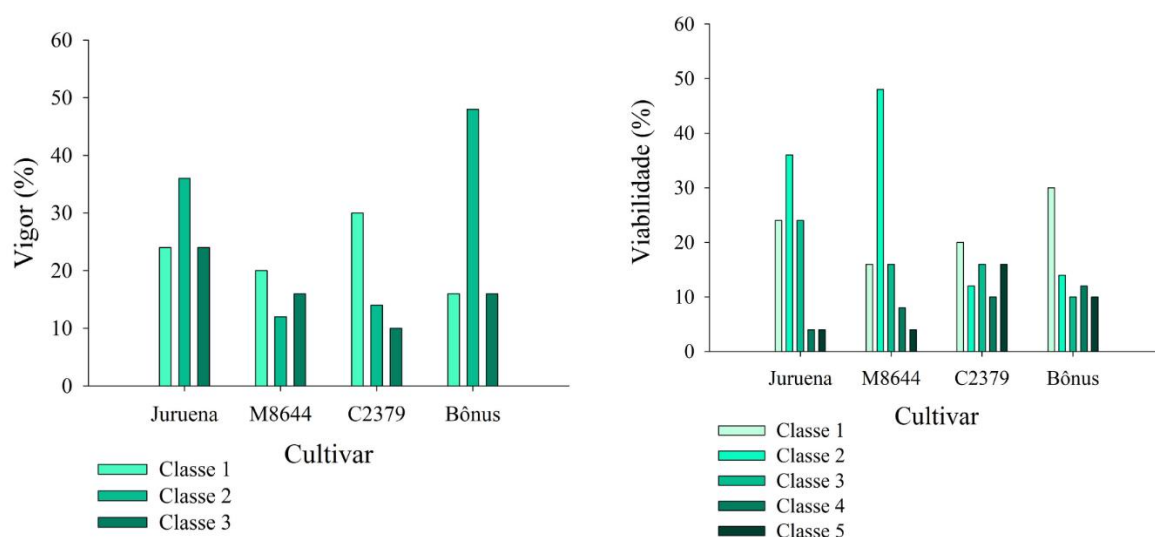


FONTE: AUTOR (2023).

As cultivares 'Juruena' e 'M8644' se destacaram em relação as demais, por apresentarem maiores percentuais de sementes nas classes de 1 a 5, que são as viáveis.

Com base nas classificações determinou-se o vigor e a viabilidade das cultivares, demonstrado a seguir (Figura 4):

Figura 4: Vigor (classes de 1 a 3) e viabilidade (classes de 1 a 5) das cultivares de soja.



FONTE: AUTOR (2023).

Para vigor, as cultivares ‘Juruena’ ‘Bônus’ apresentaram as porcentagens de 84% e 80%, respectivamente, demonstrando serem as cultivares mais vigorosas, em comparação as demais. Ao analisar a viabilidade das sementes, constatou-se que ‘Juruena’ e Bônus’ também apresentaram ser estatisticamente superior as demais cultivares, com o valor de 92%, seguida pela ‘C2379’ com 76%, e ‘M8644’ com 74%.

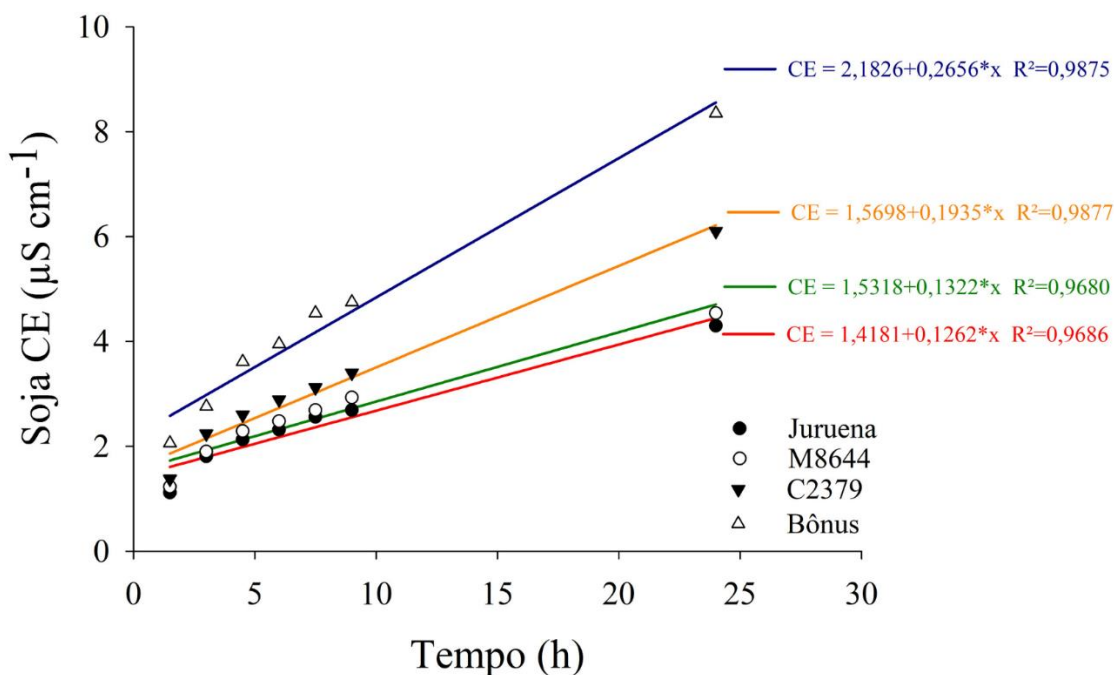
Em um estudo sobre soja, Kolchinski et al. (2005) examinaram seis combinações de vigor das sementes na linha de semeadura e observaram um aumento de 30% no rendimento de grãos na população composta exclusivamente por plantas originadas de sementes de alto vigor, quando comparada à população proveniente de sementes de baixo vigor. Resultados semelhantes foram corroborados por Schuch et al. (2009), que constataram que as plantas de soja originadas de sementes com alta qualidade fisiológica apresentaram maior altura, diâmetro de caule e um rendimento de grãos 25% superior em comparação com aquelas provenientes de sementes de qualidade inferior.

Os resultados para verificação do vigor por meio do teste de condutividade elétrica (CE) também foram significativos (Figura 5). As cultivares ‘Juruena’ e ‘M8644’, apresentaram menor liberação de lixiviados, em comparação com as outras duas cultivares, sendo ‘Juruena’ a cultivar que apresentou melhores resultados, pois quanto menor o valor de condutividade elétrica, maior o vigor da semente (TORRES et al., 2015), nota-se que o comportamento das

cultivares foi semelhante, de modo que as mesmas exibiram aumento gradativo de lixiviados em todos os períodos de embebição – 1.5, 3, 4.5, 6, 7.5, 9 e 24 h.

Ambas cultivares apresentaram aumento de lixiviados ao período de 24h, resultado que comprova a eficácia do teste de CE para seleção de lotes com alto vigor.

Figura 5: Condutividade elétrica das cultivares de soja, 'Juruena', 'M8644', 'C2379' e 'Bônus'.



FONTE: AUTOR (2023).

Ao fim do período de 24h, a cultivar 'Juruena' exibiu um valor de condutividade elétrica de $4,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, seguida pela cultivar 'M8644', que mostrou um valor CE de $4,54 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. No mesmo período, as cultivares 'C2379' e 'Bônus' obtiveram respectivamente os valores de 6,1 e $8,35 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Assim, pelo teste de condutividade elétrica a cultivar 'Bônus' demonstrou ser a menos vigorosa.

Tekrony e Egli (1991) afirmam que empregar sementes de alto vigor é justificável em todas as culturas. Isso visa garantir uma população adequada de plantas diante de uma ampla gama de condições ambientais encontradas durante a emergência, permitindo um aumento na produção quando a densidade de plantas é inferior à necessária.

5. CONCLUSÃO

No teste de germinação as cultivares ‘Juruena’, ‘M8644’ e ‘C2379’ apresentara melhor potencial germinativo, em relação a ‘Bônus’.

Para os níveis de danos pelo teste tetrazólio, a cultivar ‘M8644’ prova ser a mais vigorosa, por possuir menores danos por umidade.

A cultivar Juruena apresenta melhor vigor e viabilidade pelo teste tetrazólio.

No teste de condutividade elétrica, a cultivar ‘Juruena’ apresenta menor quantidade de lixiviados, conseqüentemente, menor condutividade, sendo então a mais vigorosa.

REFERÊNCIAS

ALVES, Atarcílio Francisco. Vigor de soja através do teste de condutividade elétrica. 2016. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2016. Disponível em: Acesso em: 15 de out. 2021.

AOSA. Association of Official Seed Analysts. Seed vigor testing handbook. Stillwater: Seed Vigor Test Committee of the Association of Official Seed Analysts, 1983. 93 p. (AOSA. Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).

BEWLEY, J.D. Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell*, v.9, p.1055-1066, 1997.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BISSARO, C. A., CORDEIRO, K. I. T. B., MATIAS, G. S., DEFENDI, R. O., JORGE, L. M. M. Efeito da temperatura do ar de secagem no desenvolvimento de plântulas de sementes de soja. XI EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica. 29 de Out. de 2019. Disponível em: < <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/3700>>. Acesso em: 24 de novembro de 2021.

BORGES, I. O. Teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: < <https://bdm.unb.br/handle/10483/16457>>. Acesso em: 24 de novembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009.

BRZEZINSKI, C. R., Abati, J., ZUCARELI, C., HENNING, F. A., HENNING, A. A., COLOMBO, R. C., & KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica para a determinação do vigor em sementes de soja tratadas e armazenadas. In: Embrapa Soja Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015

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

CHENG.; H.Y.; ZHENG, G.H.; WANG, X.F.; LIU, Y.; YAN, Y.T.; LIN, J. Possible Involvement of K⁺ /Na⁺ in Assessing the Seed Vigor Index. *Journal of Integrative Plant Biology*. 47(8): 935–941, 2005.

COIMBRA R.A.; TOMAZA C.A.; MARTINS C.C.; NAKAGAWA J.; Teste De Germinação Com Acondicionamento Dos Rolos De Papel Em Sacos Plásticos; Revista Brasileira de Sementes, vol. 29, nº 1, p.92-97, 2007.

CONAB Campanha Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4971-producao-de-graos-esta-estimada-em-312-5-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23> Acesso em: 05 de setembro de 2023.

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.; MESQUITA, C. M.; FRANÇA NETO, J. B.; MAURINA, A. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A. Validação do zoneamento ecológico do estado do Paraná para produção de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 37-44, 2005.

CUSTÓDIO, C.C.; Testes Rápidos Para Avaliação Do Vigor De Sementes: Uma Revisão; Professora Doutora do Departamento de Biologia e Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias da UNOESTE; Colloquium Agrariae, v.1, n.1, p.29-41. 2005.

DUKE, S.H.; KAKEFUDA, G.; HARVEY, T.M. Differential leakage of intracellular substances from imbibing soybean seeds. Plant Physiol. 72, 919-924, 1983.

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380)

FRANÇA NETO, JOSÉ DE BARROS Metodologia do teste de tetrazólio / José de Barros França Neto, Francisco Carlos Krzyzanowski. – Londrina : Embrapa Soja, 2018. PDF (108 p.) : il. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.406)

FRANCO, D. F., MAGALHÃES JUNIOR, A. M., VAZ, C. F., RIBEIRO, P. G. Testes de Vigor em Sementes de Soja. Comunicado Técnico, Embrapa. Pelotas/RS. Dez. de 2013.

FRÉ, M. Avaliação da germinação, viabilidade e vigor de sementes de *Calophyllum brasiliense* Camb. Orientadora: Rosete Pescador. 2010. p. 63. Trabalho de conclusão. Curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2010.

GUEDES, R. S., ALVES, E. U., GONÇALVES, E. P., SANTOS, S. D. R. N. D., & LIMA, C. R. D. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, p. 1360-1365, 2009.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; COSTA, E. M. T.; SANTOS-MOURA, S. S.; SILVA, R. S. ; CRUZ, F.R.S. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 859-866, July/Aug. 2013

GUOLLO, K., POSSENTI, J. C., FELIPPI, M., DEL QUIQUI, E. M., & LOIOLA, T. M. (2017, August). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais através do teste de condutividade elétrica. In *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215 (Vol. 13, No. 1, pp. 86-92).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=area+plantada+de+soja> Acesso em: 05 de setembro de 2023.

KOIZUMI, M.; KIKUCHI, K.; ISOBE, S.; ISHIDA, N.; NAITO, S.; KANO H. Role of Seed Coat in Imbibing Soybean Seeds Observed by Micro-magnetic Resonance Imaging. *Annals of Botany*, 102, p.343-352, 2008.

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

KRZYANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. da. A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série Sementes. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica, 55. P. 1-3, 2008

KRZYANOWSKI, F.C ; FRANÇA NETO, JB. Vigor de Sementes - Informativo Abrates, 2001.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. & VIEIRA, R.D. (2009) – Seed vigor tests: Procedures – conductivity tests. In: Baalbaki, R.;

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de Sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.: il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz Queiroz, v. 12).

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização.1999

MARQUES, A. R. Metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de sorgo granífero. 31 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/37555>>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

MENEZES, M.; VON PINHO, É.V.R.; JOSÉ, S.C.B.R.; BALDONI, A.; MENDES, F.F. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.44, n.12, p.1716-1723, 2009.

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

NETO, J. J. da S. B.; ALMEIDA, F. de A. C.; QUEIROGA, V. de P.; GONÇALVES, C. G. Sementes estudos tecnológicos. Aracaju: IFS, 2014. 285 p.

OLIVEIRA, F. N. D., TORRES, S. B., VIEIRA, F. E. R., PAIVA, E. P. D., & DUTRA, A. S. Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, p. 279-287, 2012.

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

PIVA, A. L. Atributos de qualidade de sementes salvas de trigo na safra 2016/2017. 2017. 36 f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos. 2017.

RODRIGUES, Itamar Augusto de Souza, MATOS, Valdeez Pontes, SANTOS, Helder Henrique Duarte, SILVA, Edilene Barbosa, MEDEIROS, Jamile Érica, SENA, Lúcia Helena de Moura, ALVES, Aldenir de Oliveira. Critérios para definição de categorias de plântulas normais e anormais de *ixora coccinea* linn. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.

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. 35-41, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica a semente e desempenho de plantas isoladas de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p. 144-149, 2009.

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.

SOUZA, G. E.; STEINER, F.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, S. S. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de sementes de algodão. *Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS*, v. 1, n. 2, p. 35-41, out./dez. 2014.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. *Crop Science*, v.29, p.1528-1531, 1989.

TORRES, B. S.; PAIVA, E. P. de; ALMEIDA, J. P. N. de; BENEDITO, C. P.; CARVALHO, S. M. C. Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. *Revista Ciências Agrônômica*, v. 46 n. 3, p. 622- 629, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902015000300622. Acesso em: 27 nov. 2023.

VENSKE, Eduardo, ABREU JÚNIOR, José de S., SOUSA, Aline de M., MARTINS, Luis F., MORAES, Dario M. Atividade respiratória como teste de vigor em sementes de algodão.

Revista Brasileira de Ciências Agrárias [en linea]. 2014, 9 (2), 174-179 ISSN: 1981-1160.
Disponível em: . Acesso em: 08 de Out. 2023.

VIEIRA, E. S. N., BUHRER, C. B. Interpretação do teste de germinação de sementes de Pinus taeda. Colombo, PR. Out. de 2015.