



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

SUZANA RAQUEL DE FREITAS SALES

**ASPECTOS DE QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA
[*Glycine max* (L.) Merrill]**

**SUMÉ - PB
2024**

SUZANA RAQUEL DE FREITAS SALES

ASPECTOS DE QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

[*Glycine max* (L.) Merrill]

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

**SUMÉ - PB
2024**



S163a Sales, Suzana Raquel de Freitas.
Aspectos de qualidade de sementes de soja [Glicine max (L.) Merrill]. / Suzana Raquel de Freitas Sales. - 2024.

37 f.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Sementes de soja. 2. Glicine max (L.) Merrill. 3. Qualidade fisiológica de sementes. 4. Vigor - sementes. 5. Teste de vigor - sementes. 6. Teste de envelhecimento - sementes. 7. Tecnologia de sementes. 8. Teste de germinação. 9. Teste de tetrazólio. I. Medeiros, José George Ferreira. II. Título.

CDU: 631.53.01(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

SUZANA RAQUEL DE FREITAS SALES

ASPECTOS DE QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

[*Glycine max* (L.) Merrill]

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

BANCA EXAMINADORA:



Documento assinado digitalmente
JOSE GEORGE FERREIRA MEDEIROS
Data: 13/06/2024 10:07:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Dr. José George Ferreira Medeiros
Orientador – UATEC/CDSA/UFPG



Documento assinado digitalmente
THAMIRES KELLY NUNES CARVALHO
Data: 13/06/2024 10:21:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho
Examinadora Externa – CPCE/UFPI

Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior
Examinador Interno – UATEC/CDSA/UFPG

Trabalho aprovado em: 17 de maio de 2024.

SUMÉ - PB

A todos aqueles que torcem por mim.
DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me proporcionou a oportunidade de concluir mais uma etapa da minha vida, por me dar forças nos momentos difíceis, por nunca me deixar desistir diante das dificuldades a mim impostas e por me ensinar todos os dias a viver e a ser um ser humano melhor, ainda que eu falhe em todas as suas aulas de vida. A Deus, eu tributo todo o meu amor e gratidão por tudo que fez, faz e fará em minha vida.

Agradeço aos meus pais, Rubi Siqueira Sales e Arleide Barboza de Freitas Sales, por todo empenho, dedicação, confiança e ensinamentos a mim dispensados. Agradeço pelas orações e intercessões pela minha vida e pelos meus estudos. Sempre serei grata. Sempre serão os meus exemplos de conduta, esperança e bravura.

Agradeço à minha avó, Maria do Carmo Siqueira Sales por todo apoio, orações e ajudas na minha caminhada acadêmica. A senhora sempre será um exemplo de coragem, ternura e amor.

Agradeço aos meus familiares que sempre me deram forças e boas energias para que eu continuasse nesta jornada. Obrigada!

Agradeço aos meus irmãos em Cristo pelo apoio em todos os sentidos para que eu concluísse esta etapa.

Agradeço ao meu amigo, conselheiro e eterno dirigente Sandro Nunes. O senhor foi uma das peças-chave na minha jornada pessoal, acadêmica e profissional. Obrigada por todo apoio e pelos conselhos que levarei por toda vida.

Agradeço aos meus amigos por todo apoio, companheirismo e força a mim dispensados durante a minha vida, seja ela pessoal, seja ela acadêmica.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. José George Ferreira Medeiros, pela oportunidade de me orientar e me passar seus conhecimentos, tanto em sala de aula, quanto em laboratório. Agradeço pelos ensinamentos valiosos, conselhos, amizade, paciência, disponibilidade e dedicação com que me orientou. Com toda certeza, seus ensinamentos contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional. Serei eternamente grata.

Agradeço ao Prof. Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior por sempre instigar o nosso pensamento enquanto alunos, por nos ensinar a buscar conhecer a profundidade de tudo aquilo que nos cerca e por nos ensinar, não apenas as suas disciplinas, mas também as coisas da vida

e o quão interessantes elas são. Muito obrigada, professor, pelos seus conselhos, ensinamentos, puxões de orelha bem-merecidos e pelas boas conversas, as quais nunca esquecerei.

Agradeço aos meus amigos de universidade, Matheus Cavalcante, Paloma Alves, Francisco Braz, Willian Deyvison, Nataly Yorrana e Vanessa Lima pelo companheirismo e troca de conhecimentos ao longo de nossa graduação.

Agradeço às minhas colegas de laboratório, Tainá Eponina, Pâmela Valões e Milena Karla pela grandiosa contribuição nas atividades deste trabalho, pelas boas risadas, pela troca de conhecimentos e pelo companheirismo.

Agradeço à Novinha e a João, pessoas especiais que trabalham no campus, pelas boas conversas, risadas e momentos de descontração. Vocês são pessoas que eu vou levar para a vida.

A todos quantos contribuíram direta ou indiretamente para que eu chegasse até aqui, o meu muito obrigada! Sem sombra de dúvidas, vocês colaboraram, ainda que com uma pequena parcela, na minha formação pessoal e profissional.

“Quem não é grato aos alicerces que o precedem não é digno do sucesso que o sucede.”
(Augusto Cury)

“O Próprio Senhor irá à tua frente e estará contigo; Ele nunca o deixará, nunca o abandonará. Não tenhas medo! Não te desanimes!”.

(Bíblia Sagrada - Deuteronômio: 31.8)

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é de grande importância econômica e social, sendo uma das principais *commodities* exportadas pelo Brasil. O cultivo requer condições ambientais específicas para alcançar produtividade máxima. A obtenção de uma lavoura satisfatória depende da utilização de sementes de alta qualidade, cuja avaliação é crucial para o sucesso do empreendimento agrícola. Objetivou-se no presente trabalho avaliar diferentes lotes de sementes de soja em função da qualidade fisiológica e testes de vigor. Foram utilizados 10 lotes de sementes de soja, identificados como lotes 100, 101, 110, 118, 120, 131, 144, 207, 336 e 447, obtidos por meio de colaboração com uma empresa comercial, provenientes de Uruçuí - Piauí. Foram realizados os testes de germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio. O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado (DIC). Os testes fisiológicos consistiram de dez lotes, sendo quatro repetições de cinquenta sementes. Os lotes avaliados apresentaram condições de qualidade fisiológica, resistência ao armazenamento e capacidade de germinação satisfatórios, com níveis de vigor e sendo classificadas como sementes de média e alta qualidade. Portanto, a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja é indispensável para o aumento da produtividade.

Palavras-chave: Fisiologia; produtividade; viabilidade; vigor.

SALES, S. R. F. **Quality aspects of soybean seeds [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Sumé- PB, 2024. 37f. Monograph (Graduation in Biosystems Engineering) – Federal University of Campina Grande.

ABSTRACT

Soybean cultivation (*Glycine max* (L.) Merrill) is of great economic and social importance, being one of the main commodities exported by Brazil. Cultivation requires specific environmental conditions to achieve maximum productivity. Obtaining a satisfactory crop depends on the use of high quality seeds, the evaluation of which is crucial to the success of the agricultural enterprise. The objective of this work was to evaluate different batches of soybean seeds based on physiological quality and vigor tests. 10 lots of soybean seeds were used, identified as lots 100, 101, 110, 118, 120, 131, 144, 207, 336 and 447, obtained through collaboration with a commercial company, from Uruçuí - Piauí. Germination, accelerated aging and tetrazolium tests were carried out. The design used in the experiment was completely randomized (DIC). The physiological tests consisted of ten lots, four replications of fifty seeds. The evaluated lots presented satisfactory physiological quality conditions, storage resistance and germination capacity, with vigor levels and were classified as medium and high quality seeds. Therefore, evaluating the physiological quality of soybean seeds is essential for increasing productivity.

Keywords: Physiology; productivity; viability; force.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Percentual da primeira contagem da germinação (A) e germinação (B) de diferentes lotes de sementes de *Glycine max*, oriundos de Uruçuí-PI..... **26**
- Figura 2** - Percentual de sementes duras (A) e mortas (B) de diferentes lotes de sementes de *Glycine max* oriundos de Uruçuí-PI..... **28**
- Figura 3** - Percentual de plântulas fortes (PFOR), intermediárias (PINT) e fracas (PFRA) oriundas de sementes de *Glycine max* de diferentes lotes do município de Uruçuí-PI..... **30**
- Figura 4** - Percentual de vigor de sementes de *Glycine max* submetidas aos testes de envelhecimento acelerado (VEA) e Tetrazólio (VTZ)..... **32**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DE <i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERRIL.....	14
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA.....	15
2.3	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA.....	17
2.4	QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA.....	18
2.5	TESTES DE VIGOR E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	21
3.2	OBTENÇÃO DAS SEMENTES.....	21
3.3	TESTE DE GERMINAÇÃO.....	21
3.4	PESO DE MIL SEMENTES.....	22
3.5	GRAU DE UMIDADE.....	22
3.6	SEMENTES MORTAS.....	22
3.7	SEMENTES DURAS.....	22
3.8	TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO.....	22
3.9	TESTE DE TETRAZÓLIO.....	23
2.10	ANÁLISE ESTATÍSTICA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5	CONCLUSÕES.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A *Glycine max* (L.) Merrill, comumente conhecida como soja, pertence à classe das dicotiledôneas, família leguminosa Fabaceae e subfamília Papilionáceas. É uma planta de dia curta, anual, herbácea, autógama, de porte ereto ou volúvel, tendo sua altura variando de 0,30 a 2 metros, cujo desenvolvimento depende de clima e ambiente favoráveis, para que seja proeminente (Hartmann Filho, 2015).

A soja é uma das culturas mais importantes do mundo, principalmente como fonte de proteína e óleo vegetal, muito embora não seja conhecida mundialmente como alimento básico, a exemplo dos cereais trigo, milho e arroz (Bezerra *et al.*, 2022). A soja é a oleaginosa que representa o principal produto exportado pelo Brasil, pois trata-se de uma *commodity* de alta rentabilidade e produtividade, associada a grandes acordos comerciais e a altos impactos socioeconômicos. Ademais, a cadeia produtiva da soja, além de gerar renda e saldo na balança comercial, agrega um conjunto de atividades com potencial para estimular as relações econômicas em nível tanto regional quanto local (Costa, 2020).

Considerando a delimitação sistêmica da cadeia, que engloba todos os atores envolvidos com a produção, processamento e distribuição de produtos, vários segmentos são impactados pelos efeitos e estímulos da lavoura de soja, à montante e à jusante da produção. Estes efeitos são observados por meio do faturamento bruto das empresas e cooperativas que atuam no segmento de venda de insumos agrícolas, transporte, estocagem, processamento, atacado e varejo, bem como na prestação de agrosserviços (Magalhães, 2022).

Contudo, para se chegar a tal fim e para que haja uma boa produção e alta rentabilidade, quando se trata da cultura da soja, é imprescindível destacar que a obtenção de uma lavoura com uma população satisfatória de plantas depende, incontestavelmente, da correta utilização de diversas práticas, como o bom preparo do solo, a semeadura em época adequada e em solo com boa disponibilidade hídrica, a utilização adequada de herbicidas e a boa regulação da semeadura. No entanto, o sucesso dessas práticas só será possível se estiver condicionado à utilização de sementes de boa qualidade (França Neto; Henning, 1984).

Além do mais, faz-se pertinente salientar que o bom êxito de qualquer projeto agrícola baseado na exploração comercial de cultivos vegetais requer a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica, com potencial para produção de plantas vigorosas e produtivas de maneira uniforme e no menor tempo possível. Por essa razão, a produção de sementes de soja de alta qualidade dependerá do somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (Dos Santos *et al.*, 2016; Rocha *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a qualidade sanitária de sementes de soja também tem papel crucial, visto que este aspecto, quando em condição desfavorável, pode afetar negativamente a qualidade fisiológica da semente, bem como a sanidade da lavoura, causando problemas relacionados a doenças derivadas de microrganismos patogênicos. Outro aspecto importante é que a semente pode ser o veículo de disseminação e introdução (ou reintrodução) de patógenos para áreas indenes (Krzyzanowski *et al.*, 2018).

Por fim, é cabível destacar que, se tratando de sementes de soja, diversos fatores influenciam diretamente na viabilidade destas sementes durante a sua aplicação no solo, assim como no seu armazenamento, tais como: umidade, temperatura, trocas gasosas, características do tegumento da semente, maturidade, e possível infestação por fungos e insetos. Nesse sentido, é imprescindível a aplicação de testes de vigor e qualidade em sementes de soja, visto que a avaliação de vigor de sementes constitui-se providência fundamental para o ótimo desempenho produtivo dessas sementes (Marcos Filho, 1999a).

Dentre os principais testes utilizados na análise de qualidade de sementes de soja, pode-se destacar o teste de Envelhecimento Acelerado e o teste de Tetrázólio, os quais permitem o diagnóstico detalhado da qualidade e vigor de sementes, além de apresentarem resultados rápidos e precisos, servindo como ferramenta de tomada de decisões sobre lotes formados de sementes de soja e sua destinação quanto ao armazenamento e comercialização (Wendt *et al.*, 2017).

Assim, o presente trabalho avaliou diferentes lotes de sementes de soja em função da qualidade fisiológica e testes de vigor. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a qualidade de sementes de soja por meio de uma abordagem abrangente que integre diferentes testes de qualidade, visando fornecer uma avaliação precisa e abrangente da viabilidade, vigor e produtividade das sementes analisadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DE *GLYCINE MAX* (L.) MERRILL

A cultura da soja, conhecida há mais de 4.000 anos, é originária do Extremo Oriente da Ásia e difundiu-se por todos os continentes. Em meados do século XIX, foi introduzida nos Estados Unidos e no fim deste mesmo século na América do Sul (Argentina). No Brasil, ela foi implantada em 1882, na Bahia, mas foi na década de 1950/60 que a soja teve grande expansão a partir de incentivos do Governo Federal (Farias, 1985).

A soja é uma planta herbácea que está inserida na classe Magnoliópsida (isto é, dicotiledônea), na ordem Fabales, na família *Fabaceae* e no gênero *Glycine* L. Trata-se de uma planta com grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo (Ritchie *et al.*, 1982), quanto no reprodutivo e é uma cultura que pode ser influenciada pelo meio ambiente. Este vegetal possui grande variedade de ciclos, em que é possível encontrar no mercado cultivares com ciclos entre 100 e 160 dias, podendo ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio conforme a região. Os cultivares plantados comercialmente no Brasil têm seus ciclos em sua maioria entre 60 e 120 dias (Nunes, 2020).

A *Glycine max* (L.) Merrill é uma cultura caracterizada por dias curtos, com cultivo adequado para áreas com latitudes maiores que 30° em regiões de clima temperado, tendo o Brasil como uma exceção, visto que as maiores áreas cultivadas com soja no país estão localizadas em regiões com latitudes abaixo dos 20°, a exemplo dos estados produtores do Centro-Oeste, Norte e Nordeste Brasileiros (Nunes, 2019).

Por se tratar de uma cultura de clima temperado, originada na Ásia, mais precisamente no nordeste da China, a soja precisou passar por um melhoramento genético para sua introdução e produção em países de clima tropical e passou a ser a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo, apresentando teores de óleo e de proteína nos grãos que podem ultrapassar 20% e 40%, respectivamente (Carvalho *et al.*, 2023).

Quanto às características, a soja tem folhas alternadas, longas pecioladas, compostas de três folíolos ovalados ou lanceolados, de comprimento variável entre 0,5 a 12,5 cm. Suas folhas ficam amarelas à medida que os frutos amadurecem e caem quando as vagens estão maduras, na maioria das variedades. As flores nascem em racínios curtos, axiliares de terminais, geralmente com 10 flores cada um, de coloração branca, amarela ou violácea, a depender da

variedade. Os frutos são vagens achatadas, pubescentes, de cor cinza, amarela palha ou preta, dependendo da espécie. As sementes são arredondadas, achatadas ou alongadas e têm coloração e tamanho variados (Missão, 2006; Nunes, 2019).

De acordo com Gomes (1990), o caule da planta de soja pode apresentar um tipo ramoso, hispido, com tamanho entre 80 e 150 cm, com um sistema radicular formado por um eixo principal e raízes secundárias em grande parte, sendo um sistema difuso que pode chegar a 1,80 m de comprimento e 15 cm de profundidade. Ainda segundo o autor supracitado, o desenvolvimento da planta sofre influência do fotoperíodo, desde a floração até a duração de todo o seu ciclo.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de grande importância no cenário financeiro mundial, devido às suas diversas aplicações, o que proporciona elevada lucratividade com as exportações, seja na forma de grãos, seja com relação aos seus derivados (óleo e farelo de soja). Com isso, a soja se coloca como uma das maiores *commodities* nacionais e é a responsável pelo maior número de exportações de produtos agrícolas do Brasil (Trevisoli, 2018).

Nos últimos 47 anos, a produção brasileira de soja aumentou aproximadamente 262 vezes, marcando um divisor de águas em uma série de mudanças sem precedentes na história da cadeia produtiva da soja que revolucionaram a agricultura brasileira. Pois a soja contribuiu em grande parte para a mecanização das lavouras brasileiras, para a modernização dos sistemas de transporte, para a expansão da fronteira agrícola, para a especialização e para o aumento do comércio internacional, mudando e enriquecendo a dieta brasileira, acelerando a urbanização do país e promovendo a interiorização da economia. A soja possibilitou a tecnologização de outras culturas, como o milho, bem como a promoção e descentralização da indústria agroindustrial nacional, patrocinando a expansão da produção suína e avícola (Embrapa, 2021).

De acordo com a Embrapa Soja (2021), quando se fala de produção a nível mundial, é possível afirmar que “dentre os grandes produtores mundiais de soja (EUA, Brasil e Argentina), o Brasil é o país que possui o maior potencial de expansão da área cultivada, podendo, a depender das necessidades de consumo do mercado do farelo (carnes) e do óleo (consumo doméstico, biodiesel e H-Bio), mais do que duplicar sua atual produção e, em curto prazo, constituir-se no maior produtor e exportador mundial de soja e seus derivados”. Isso se reflete nos dias atuais, em que observa-se que o país encabeça o ranking dos maiores produtores

mundiais de soja, pois foram 156 milhões de toneladas do grão coletados na safra 2022/2023, representando 42% de toda a soja produzida mundialmente. Além disso, o Brasil caracteriza-se como o maior exportador mundial da oleaginosa, isto é, 98,5 milhões de toneladas foi a estimativa de exportação para 2023 (Agroadvance, 2023). Mas foi em 2020 que o país se tornou o maior produtor de soja do mundo com 135,4 milhões de toneladas, em uma área de 38,5 milhões de hectares (Carvalho *et al.*, 2023).

Sobre a importância socioeconômica da soja para o Brasil, pode-se destacar que este produto está associado a um grande número de movimentos de agentes e organizações relacionados aos mais diversos segmentos socioeconômicos, tais como: empresas de P&D, fornecedores de insumos, máquinas e equipamentos, produtores rurais, cooperativas agrícolas, empresas agroindustriais, processadores, produtores de óleos, fabricantes de rações, fábricas de alimentos e usinas de biodiesel, etc. Logo, a soja apresenta-se como um importante elemento gerador de riqueza, emprego e moeda, tornando-se um dos principais vetores do crescimento econômico e desenvolvimento do país (Hiracury e Lazzarotto, 2014; Carvalho *et al.*, 2023).

Não é à toa que a sojicultura no Brasil está fortemente atrelada a macroindicadores socioeconômicos, como o aumento do Índice de Desenvolvimento Humano nas regiões onde esta atividade está inserida, uma vez que o investimento público em infraestruturas urbanas, estradas, pontes e eletricidade são alcançados por meio do aumento das receitas fiscais geradas por este segmento econômico. Além do mais, o setor dos serviços exige um aumento do investimento privado em áreas como hotelaria, restauração, lazer, saúde, transportes, armazenagem, assistência técnica e desenvolvimento empresarial, em que o comércio se consolida com o fornecimento de máquinas e insumos agrícolas, suscitando o surgimento de estabelecimentos comerciais em outros setores de atividade (Carvalho *et al.*, 2023).

Segundo Bezerra *et al.* (2022), nos próximos anos, a atividade da sojicultura será, sem dúvidas, uma cadeia produtiva de grande lucratividade, visto que haverá muita demanda e poucos países aptos a atendê-la. Nesse contexto, o Brasil terá maior capacidade de aumentar sua área plantada sem incorrer em passivo ambiental, pois novas áreas de soja têm crescido consideravelmente, especificamente sobre pastagens degradadas. Além disso, essa expansão do cultivo da soja se dará principalmente devido ao crescimento mundial associado ao aumento do poder aquisitivo, os quais incrementarão as economias emergentes, beneficiando significativamente o Brasil.

2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA

Segundo Krzyzanowski *et al.* (2018), a semente não é um grão que apenas germina, ela deve ser tratada como um elemento que possui atributos de qualidades genética, física, fisiológica e sanitária, os quais conferem elevado desempenho econômico, sendo base fundamental para que se obtenha sucesso em uma lavoura tecnicamente implantada.

A qualidade fisiológica é uma das principais singularidades a serem observadas antes de se aplicar sementes em campo, pois ela reflete principalmente a taxa de germinação e de vigor das sementes. Tais parâmetros podem ser afetados por muitos fatores, como os danos mecânicos, causados por deterioração, devido à umidade, ou causados por percevejos. Sementes com alto vigor propiciam a germinação e a emergência das plântulas de forma rápida e uniforme. Isso resulta em uma produção de lavouras de alto desempenho, com elevado potencial produtivo (França Neto *et al.*, 2016).

No entanto, quando se fala da soja, para que se tenha uma boa produtividade da cultura, é necessário observar vários fatores, os quais incluem o bom preparo do solo, plantio em época adequada, disponibilidade hídrica, utilização correta de sementes de alta qualidade de melhoramento e ótima qualidade fisiológica, sendo esta o ponto-chave para que se obtenha uma boa produção de soja (Vásquez *et al.*, 2008).

É importante salientar que os aspectos da qualidade fisiológica dependem de vários fatores, como o genótipo da cultivar e o seu melhoramento. Seus aspectos podem ser controlados geneticamente, sendo eles inerentes a cada genótipo e é algo preponderante às práticas de manejo da cultura da soja (Krzyzanowski *et al.*, 1993). A qualidade fisiológica em sementes de soja é capaz de expressar suas funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, que afetam diretamente a implementação da cultura em condições de campo, tendo o vigor como o principal parâmetro (Kotz, 2018).

Corroborando com o pressuposto do uso de sementes de ótima qualidade fisiológica, França Neto *et al.* (2010), em sua obra “A importância do uso de semente de soja de alta qualidade”, destacam que a “utilização de semente de alta qualidade garante a população adequada de plantas, maior velocidade de emergência e de desenvolvimento das plantas, [...], controle eficiente das ervas daninhas e evita a introdução de patógenos ou nematoides (pragas) antes ausentes na área a ser cultivada”. Além disso, uma semente de alta qualidade, quando em condição de estresse, como a seca ou a baixa temperatura, sofre menos dano que uma semente de pouca qualidade, apresentando maior produtividade em detrimento de uma semente que

possui médio ou baixo vigor, por exemplo, caracterizando a semente de alta qualidade fisiológica.

2.4 QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA

De acordo com Pereira *et al.* (2020), a qualidade sanitária de sementes é um aspecto primordial quando se busca uma lavoura sadia e produtiva, visto que a incidência de microrganismos patogênicos em sementes, além de reduzir a viabilidade e vigor de sementes, acelera a deterioração e pode ser canal de introdução de doenças não existentes em uma área de produção. Por essa razão, é salutar que todos os organismos patógenos sejam identificados antes da aplicação de sementes em campo.

A qualidade sanitária de sementes é um dos aspectos mais importantes quando se trata de plantação em larga escala, visto que este fator compromete a qualidade fisiológica e sanitária de uma lavoura de forma direta e tem papel crucial na diminuição de riscos. Assim sendo, é pertinente destacar que a qualidade sanitária de um lote de sementes pode ser determinada pelo grau de ocorrência de microrganismos e insetos que causam doenças ou danos às sementes durante o armazenamento ou quando transmitidos por sementes infectadas, os quais são capazes de causar doenças e reduzir a produtividade no campo (Abreu, 2005; Talamini *et al.*, 2012).

A soja é uma cultura que é infectada no campo por diversas doenças fúngicas e bacterianas, assim como por nematoides e viroses. Contudo, as doenças causadas por fungos têm uma atenção especial, devido, não só à sua maior quantidade nas lavouras, mas também pelos prejuízos causados no rendimento e na qualidade das sementes. Além do mais, a maioria destes organismos usam as sementes como fonte de disseminação e introdução de doenças em novas áreas de plantio, que, quando em condições ótimas no ambiente, causam sérias anomalias e epidemias à cultura no campo (França Neto e Henning, 1984).

Nesse sentido, se considerarmos que as sementes são veículos de propagação de agentes fitopatogênicos, pode-se observar que a condição sanitária de sementes infectadas pode ser comprometida no sentido de redução de germinação em campo e baixo vigor, sendo possível originar focos primários de infecção por doenças nas lavouras, nos quais o maior fator a ser afetado é o econômico, e, nesse cenário, encontra-se a semente de soja, pois a maioria das doenças presentes na soja advém de patógenos transmitidos por sementes (Goulart, 1997).

Dentre os principais microrganismos encontrados em sementes de soja, pode-se destacar diversos fungos, como *Phomopsis spp.*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium spp.* (fitopatógenos) e *Aspergillus spp.* (fungos de armazenamento). Estes, quando em contato com a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação (Henning, 2005; Krzyzanowski, 2018).

As principais doenças que afetam a soja são: causadas por fungos - Antracnose (*Colletotrichum truncatum*), Cancro da haste [*Diaporthe aspalathi* (sin. *Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*) e *Diaporthe caulivora* (sin. *D. phaseolorum* var. *caulivora*)], Crestamento foliar de *Cercospora* e mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi* e *P. meibomiae*), Mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), Oídio (*Microsphaera diffusa*), etc.; causadas por bactérias - Crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), Fogo selvagem (*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*), Pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*) e Mancha bacteriana marrom (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*); causadas por vírus - Mosaico cálico (Alfalfa Mosaic Virus - AMV), Mosqueado do feijão (*Bean Pod Mottle Virus* - BPMV) e Mosaico comum da soja (*Soybean Mosaic Virus* - SMV); e causadas por nematoides - Nematóide de cisto (*Heterodera glycines*), Nematóides de galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*), Nematóide das lesões (*Pratylenchus brachyurus*) e Nematóide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) (Henning et al., 2014).

2.5 TESTES DE VIGOR E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

A avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja tem sido uma preocupação constante na pesquisa de Tecnologia de Sementes, dada a importância da velocidade e uniformidade da emergência das plântulas para o estabelecimento adequado do estande sob mudanças de variação de condições ambiente e, conseqüentemente, para alcançar altas produtividades na cultura da soja (Marcos Filho, 2009). Uma das prioridades de sementeiras hoje em dia é a qualidade de suas sementes e o tempo que se leva para avaliar o vigor destas. Os testes de vigor são mais sensíveis para identificar estágios menos avançados de deterioração das sementes, facilitando a tomada de decisões sobre o destino dos lotes de sementes com relação à colheita, ao processamento, ao armazenamento e à comercialização destas (Wendt et al., 2017).

Nesse sentido, de acordo com Kryzanowski *et al.* (1999a), os testes de avaliação do vigor em sementes de soja são imprescindíveis, já que permitem avaliar com maior precisão o desempenho de lotes de sementes em campo e têm como finalidade realizar a avaliação fisiológica de lotes de sementes com germinação comparável, visando a segregação destes em categorias de vigor elevado ou reduzido.

Os testes utilizados na avaliação do vigor em sementes de diferentes lotes estão baseados em aspectos fisiológicos, processos metabólicos e em características físicas das sementes (Marcos Filho, 1999a; Schuab *et al.*, 2006), evidenciando a qualidade que determinadas sementes têm com relação à sua produtividade e capacidade de desenvolver-se. Dentre os vários testes que podem ser realizados na avaliação do vigor em sementes pode-se destacar o teste de Envelhecimento Acelerado, Tetrazólio, Condutividade Elétrica, e Crescimento e Classificação do Vigor de Plântulas (Vieira *et al.*, 2003; Wendt, 2017).

O teste de envelhecimento acelerado tem se apresentado como um dos testes mais eficientes na seleção de lotes para o plantio de soja com relação ao desempenho desta em campo, assim como na avaliação do potencial de armazenamento de sementes, fornecendo alto grau de consistência e eficiência (Tekrony, 1995, Matera, 2018). Este teste consiste em colocar as sementes em condições de estresse por temperatura e umidade para posterior análise de seu desempenho com relação à sua qualidade e vigor. Foi desenvolvido por Delouche (1965) e compreende a análise da taxa de deterioração das sementes.

Nesse teste, é possível verificar que a taxa de deterioração acelera significativamente quando as sementes são submetidas à temperatura e umidade elevadas. Estes fatores ambientais são considerados preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Portanto, lotes que apresentam baixo vigor podem apresentar queda mais expressiva de viabilidade, enquanto as sementes de alto vigor têm menor taxas de perda de viabilidade nesses testes, sendo capaz de produzir plântulas normais (Marcos Filho, 2000).

Outro teste muito relevante na avaliação de qualidade de sementes de soja é o teste de Tetrazólio. França Neto *et al.* (1998) denominam o teste de Tetrazólio como sendo o exame detalhado das estruturas essenciais da semente, em que é possível identificar fatores da redução da qualidade de sementes. O Teste de Tetrazólio caracteriza-se como teste bioquímico e tem como finalidade determinar a viabilidade de sementes (Damasceno *et al.*, 2015) e apresenta alta precisão de como as sementes de certos lotes irão se comportar em campo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os ensaios deste estudo foram conduzidos nas instalações do Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA), pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), parte integrante da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situado no Campus de Sumé-Paraíba, durante o período compreendido entre agosto e outubro de 2023.

3.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

Foram utilizados 10 lotes de sementes de soja, identificados como lotes 100, 101, 110, 118, 120, 131, 144, 207, 336 e 447, obtidos por meio de colaboração com uma empresa comercial, provenientes de Uruçuí - Piauí.

3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em duas quatro repetições de cinquenta sementes cada. Estas foram semeadas em papel germitest previamente esterilizado e, em seguida, umedecido com água destilada e autoclavada em uma proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Posteriormente, foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes, visando evitar a perda de água por evaporação, e incubadas em germinador B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio), sendo este ajustado a uma temperatura entre 24 e 25 °C e com fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram conduzidas do 5º ao 7º dia após a semeadura, considerando-se como sementes germinadas aquelas que apresentaram radícula igual ou superior a 2 cm de comprimento. Os resultados foram expressos em porcentagem, conforme preconizado por Brasil (2009). A qualidade fisiológica foi determinada por meio dos seguintes testes: Primeira Contagem (PC); Percentual de Germinação (G); Sementes Mortas (SM); Sementes Duras (SD); Plântulas Fracas (PFRA); Plântulas Intermediárias (PINT); Plântulas Fortes (PFOR); Medição de Umidade (Um); e Peso de Mil Sementes (PMS).

3.4 PESO DE MIL SEMENTES

O teste de peso de mil sementes foi determinado pela contagem ao acaso de quatro subamostras de 100 sementes pesadas, em balança analítica de precisão (0,0001g). O resultado foi expresso em gramas e extrapolado para 1000 sementes seguindo os critérios estabelecidos na RAS (BRASIL, 2009).

3.5 GRAU DE UMIDADE

No que concerne à determinação da umidade das sementes examinadas, a análise da qualidade física foi conduzida a partir da análise de mil sementes por lote. Para esta finalidade, empregou-se o teste de teor de umidade, o qual foi realizado utilizando o método de estufa a uma temperatura de $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por um período de 24 horas, conforme preconizado pelas diretrizes estabelecidas por Brasil (2009).

3.6 SEMENTES MORTAS

No teste de germinação, quanto à contagem do 7º dia de análise, foram consideradas sementes mortas aquelas que, no fim do teste, não eram duras ou dormentes, não apresentaram sinais de germinação e que estavam amolecidas em função de ataques de microrganismos, de acordo com o que se recomenda nas Regras para Análise de Sementes (RAS) em Brasil (2009).

3.7 SEMENTES DURAS

Foram consideradas sementes duras as que se apresentaram não intumescidas, isto é, que não absorveram água, e sem sinais de germinação, como indicado por Brasil (2009).

3.8 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Foram utilizadas duzentas sementes para cada tratamento, as quais foram colocadas em recipientes de plástico (*gerbox*) adaptados para este teste. Nas caixas plásticas *gerbox* teladas, foram adicionados 40 mL de água e, após colocar as sementes e tampar os recipientes, estes foram colocados em estufa a 42°C de temperatura durante 48 horas. Depois de transcorridas as

48 horas estabelecidas, as sementes foram retiradas da incubação, colocadas para germinar em papel *germitest* e acondicionadas em caixa plástica em ambiente a 25° C durante cinco dias. Após os cinco dias, foi feita a análise dos tratamentos, classificando as plântulas em normais, anormais, sementes mortas e sementes duras.

3.9 TESTE DE TETRAZÓLIO

Para o teste de Tetrazólio, foram separadas duas (02) repetições de cinquenta (50) sementes dos lotes avaliados, as quais foram acondicionadas em papel *germitest* umedecido com água destilada e autoclavada. Após acomodá-las em papel *germitest*, essas sementes foram colocadas em uma bandeja e alocadas em ambiente a 25° C por até 16h. Passadas as dezesseis (16) horas, as sementes foram colocadas em copos plásticos de 50 mL para acomodar as duas (02) repetições de cinquenta (50) sementes de cada lote de soja. As sementes foram submergidas em solução de sal 2,3,5-trifenil, na concentração de 0,075%, para a sua coloração adequada, propiciando a visualização com maior precisão de danos mecânicos, danos causados por percevejo e danos por umidade nas sementes, sendo possível a avaliação da qualidade dos lotes de sementes objeto deste trabalho (França Neto; Krzyanowski, 2022).

3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado (DIC). Os testes fisiológicos consistiram de dez lotes, sendo quatro repetições de cinquenta sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, usando o software estatístico SAS®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os lotes analisados apresentaram ótimos índices de qualidade quanto ao seu vigor e à sua viabilidade. As sementes analisadas obtiveram um bom êxito quanto à germinação e ao bom desempenho fisiológico nos testes aplicados. Os lotes apresentaram alto vigor e ótimos padrões fisiológicos, evidenciando boa qualidade para desempenhar funções vitais.

Quanto aos resultados obtidos, observou-se que a maioria dos lotes de sementes avaliadas apresentaram boas condições de umidade (Tabela 1), o que permitiu que as sementes obtivessem bons índices de germinação nos testes desenvolvidos. O teor de umidade em sementes de soja é um dos fatores mais importantes quando se fala em germinação e resistência a danos mecânicos imediatos, como trincamentos (França Neto; Henning, 1984).

Quando a semente apresenta elevados teores de umidade, isto é, acima de 13%, a tendência desta semente é sofrer deterioração por excesso de umidade. Na germinação, por exemplo, quando há alto teor de umidade, a semente pode sofrer decréscimo na sua capacidade de germinação, inibindo a penetração do oxigênio. Já no armazenamento, o alto teor de umidade na semente acelera o seu metabolismo, aumento a velocidade do processo de deterioração (Meneghello, 2014).

Por outro lado, quando a semente apresenta baixos índices de umidade (8%), ela está mais suscetível a danos mecânicos, por não apresentar maior resistência a impactos.

Dentre os lotes analisados, o lote que apresentou maior grau de umidade foi o lote 144, expressando grau de umidade 12,3%, enquanto que o lote 336 apresentou um teor de umidade de 10,2%, sendo o menor grau de umidade entre os lotes verificados.

Quanto ao peso de mil sementes, outro aspecto importante na análise de sementes de soja, visto que este parâmetro dá a ideia do tamanho das sementes, assim como do seu estado de maturidade e sanidade, observou-se que o lote que apresentou o maior PMS foi o lote 120 (185 g). Já o lote que apresentou o menor PMS foi o lote 447, o qual apresentou 134 g (Tabela 1).

Além disso, foi avaliado neste trabalho a presença de mancha púrpura em sementes de soja (Tabela 1). Evidenciou-se que todos os lotes apresentaram percentuais dentro do padrão de tolerância de 10% de sementes com incidência de mancha púrpura, em que o lote que apresentou maior porcentagem de mancha púrpura foi o lote 336 (6,3%) e o menor percentual

foi apresentado pelo lote 144 (0,7%), enquanto que os lotes 101 e 110 não apresentaram nem um índice de sementes com mancha púrpura.

Na Tabela 1, também está identificado o percentual de sementes esverdeadas nos lotes avaliados. A percentagem de sementes esverdeadas foi determinada, utilizando a mesma amostra da contagem do PMS. Considerou-se semente verde aquelas que apresentassem qualquer porção de seu cotilédone esverdeado.

Nesse parâmetro, observa-se que os percentuais de sementes verdes são baixos, tendo o lote 144 com maior percentual de SE (4,4%) e o lote 100 com o menor percentual de SE (0,5%). Todos os lotes apresentaram condições baixas na quantidade de sementes esverdeadas, tornando clara a qualidade desses lotes.

É pertinente destacar que a porcentagem de sementes esverdeadas por lote tem forte influência sobre a qualidade fisiológica dos lotes de sementes, germinação e vigor. No entanto, os resultados apresentados pelos lotes avaliados mostram que o percentual de sementes esverdeadas não sugere que a qualidade dos lotes esteja comprometida, como mostra na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Valores percentuais do grau de umidade (G.U), peso de mil sementes (P.M.S), mancha púrpura (M.P) e sementes esverdeadas (S.E) de sementes de *Glycine max* oriundas do município de Uruçuí-PI.

LOTE	G.U (%)	P.M.S (g)	M.P (%)	S.E (%)
100	11,8	157	0,8	0,5
101	10,5	158	0	1,3
110	11,2	160	0	1,3
118	10,8	184	4,4	3,1
120	11,0	185	3,6	1,4
131	11,6	179	6,1	1,6
144	12,3	174	0,7	4,4
207	12,2	181	2,7	0,6
336	10,2	140	6,3	2,2
447	11,0	134	1,1	0,9

Dentre os testes realizados neste trabalho, encontra-se o teste de germinação de sementes de soja. Esse teste trata-se de um método-padrão utilizado na determinação da qualidade fisiológica de sementes para fins de comercialização, estimando o potencial máximo de germinação de um lote de sementes e servindo de parâmetro de comparação entre diferentes lotes e de estimativa do valor de semeadura em campo.

Os lotes avaliados apresentaram, na sua grande maioria, excelentes resultados de germinação. No teste de primeira contagem da germinação, que representa os cinco primeiros

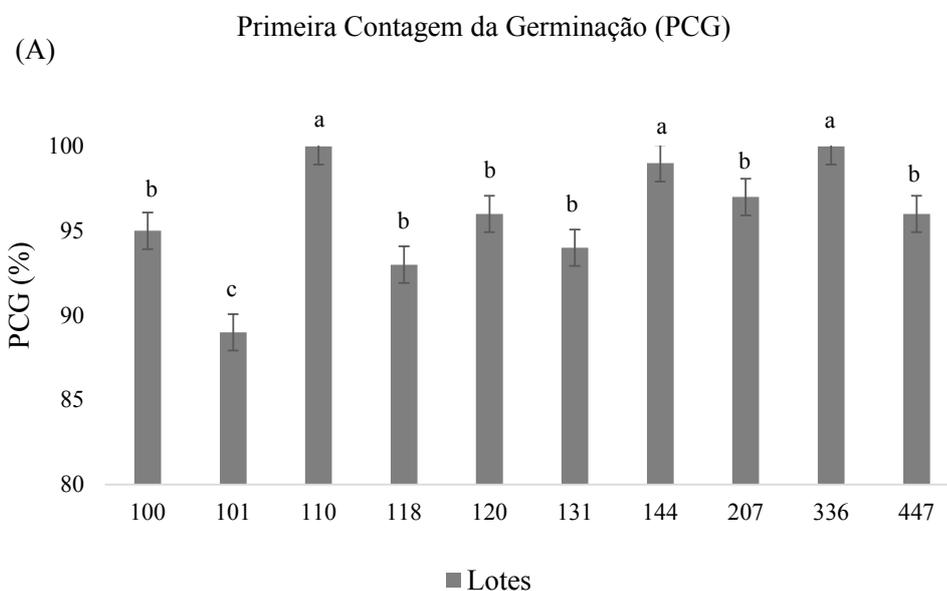
dias após a montagem do teste de germinação, observou-se que a maioria deles apresentou índices de germinação acima de 90%, a exemplo dos lotes 110, 144 e 336, os quais obtiveram os melhores resultados nos testes de germinação (Figura 1A). O único lote que apresentou um percentual abaixo de 90% foi o lote 101.

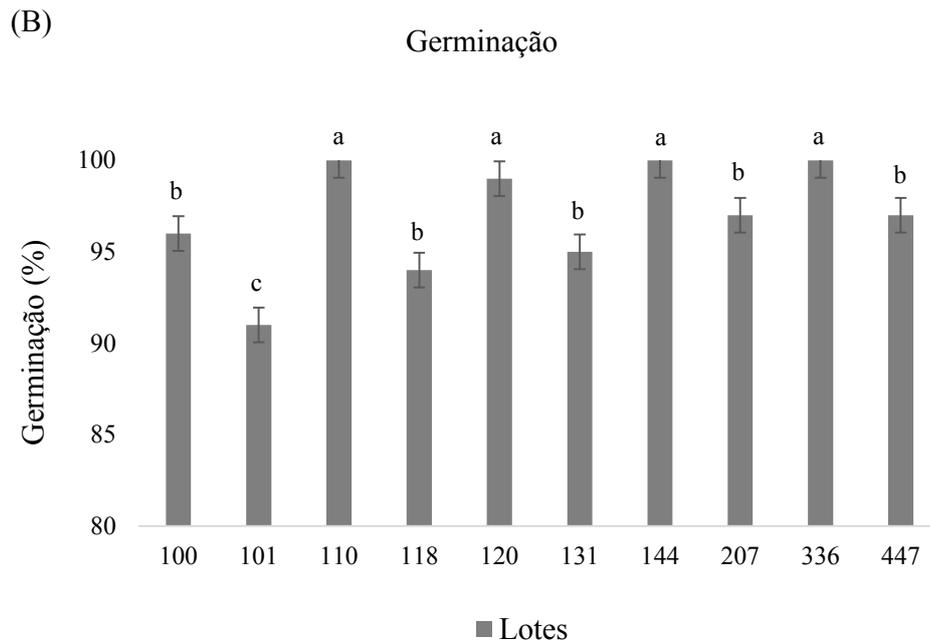
O teste de primeira contagem da germinação trata-se de um teste de crescimento e avaliação das plântulas, determinando o vigor relativo de lotes, a velocidade de germinação de plântulas e avaliando a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação de sementes. Nesse teste, foi possível avaliar quais os lotes que apresentaram maior índice de vigor, representados pelos lotes 110, 336, 144, 207 e 447.

Esse teste evidenciou que os lotes avaliados apresentaram um ótimo percentual de vigor, visto que, dentre os testes de análise de vigor em sementes, o teste de primeira contagem da germinação é um dos principais testes utilizados. Quanto maior a porcentagem de plântulas emergidas, maior o vigor do lote de sementes (Kryzanowski *et al.*, 2018).

Na Figura 1B, que trata dos percentuais de germinação após sete dias do início do teste de germinação, todos os lotes expressaram percentuais acima de 90% nos seus índices de germinação, o que evidencia que as sementes dos lotes analisados têm alto vigor e qualidade fisiológica, representando alto rendimento e produtividade. Isso significa que esses lotes possuem ótima qualidade fisiológica e bom potencial de germinação.

Figura 1 - Percentual da primeira contagem da germinação (A) e germinação (B) de diferentes lotes de sementes de *Glycine max*, oriundos de Uruçuí-PI.





Nas figuras 2A e 2B, têm-se o percentual de sementes duras e o percentual de sementes mortas dos lotes analisados. Quando se fala em sementes duras, é possível observar que a maioria dos lotes não apresentou nem um número de sementes duras, destacando-se apenas os lotes 101, 118 e 120, que obtiveram baixa porcentagem quanto ao número de sementes duras, isto é, 1% de sementes duras.

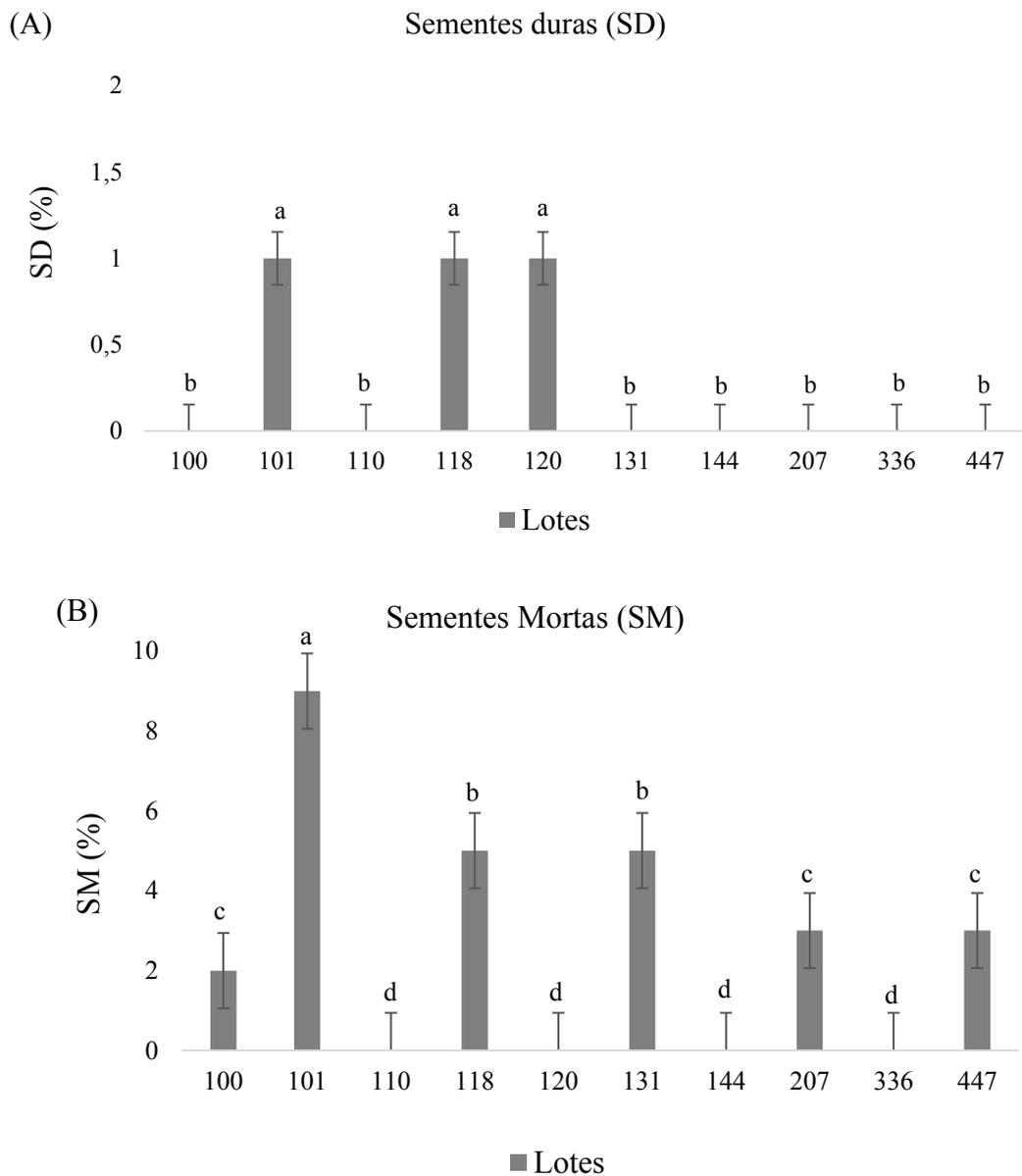
De acordo com França Neto *et al.* (1998), quando amostras de lotes de sementes apresentarem baixo índices de sementes duras, isto é, de 2% a 5%, estes lotes podem ser considerados como viáveis e vigorosos, podendo ser classificados em Classe 1. Isso significa que os lotes examinados podem ser considerados lotes de sementes altamente vigorosas e viáveis, com grandes possibilidades de terem excelentes resultados se aplicadas em campo.

Na figura 2B, estão apresentados os resultados referentes ao percentual de sementes mortas dos lotes em análise. É possível observar que os lotes que estão em destaque são os lotes 101, 118, 131, 207, 447 e 100, que apresentaram 9%, 5%, 5%, 3%, 3% e 2% de sementes mortas, respectivamente, enquanto que os lotes 110, 120, 144 e 336 não apresentaram sementes mortas nas análises.

França Neto e Henning (1992) afirmam que, em situações em que há presença de sementes mortas, pode-se levar em consideração que essas sementes se apresentam mortas no teste de germinação porque quando as sementes são infectadas por fungos ao final do ciclo de maturação, principalmente após o ponto de maturação fisiológica, a infecção tende a ser superficial, afetando principalmente o tegumento.

Isso significa que a infecção atinge apenas a parte externa da semente, não penetrando profundamente nos cotilédones ou no eixo embrionário. Ao germinar as sementes em rolo de papel, o constante contato entre o tegumento infectado e os cotilédones/eixo embrionário resulta em altas taxas de plântulas infectadas e sementes mortas. Porém, ao testar essas mesmas sementes em solo ou areia, os tegumentos infectados são deixados no substrato durante a emergência das plântulas. Isso faz com que as plântulas escapem dos efeitos negativos causados pelos tegumentos infectados.

Figura 2 - Percentual de sementes duras (A) e mortas (B) de diferentes lotes de sementes de *Glycine max* oriundos de Uruçuí-PI.



Na Figura 3 a seguir, apresenta-se o percentual de uniformidade de plântulas de sementes de soja, destacando-se o percentual de plântulas fortes (PFOR), plântulas

intermediárias (PINT) e plântulas fracas (PFRA) para cada lote. A importância desse teste se explica pela possibilidade de analisar o vigor de lotes de sementes, bem como pela capacidade de demonstrar nos seus resultados se um lote apresenta uma germinação rápida e uniforme de plântulas saudáveis em uma ampla gama de condições ambientais, tanto favoráveis quanto desfavoráveis.

Nos resultados obtidos, observa-se que há uma variação de uniformidade das plântulas dos lotes em questão. A maioria dos lotes apresentou uma maior uniformidade com relação às plântulas intermediárias. Dentro de cada lote, foram divididas as plântulas mais vigorosas das menos vigorosas, isto é, as que expressaram maior parte aérea, sistema radicular e melhor desenvolvimento.

A maioria dos lotes tiveram maior número de plântulas intermediárias, plântulas fortes e plântulas fracas, respectivamente. No entanto, apenas o lote 120 apresentou um desempenho maior de plântulas fortes, mostrando que ele tem um bom potencial para produzir plantas fortes e vigorosas.

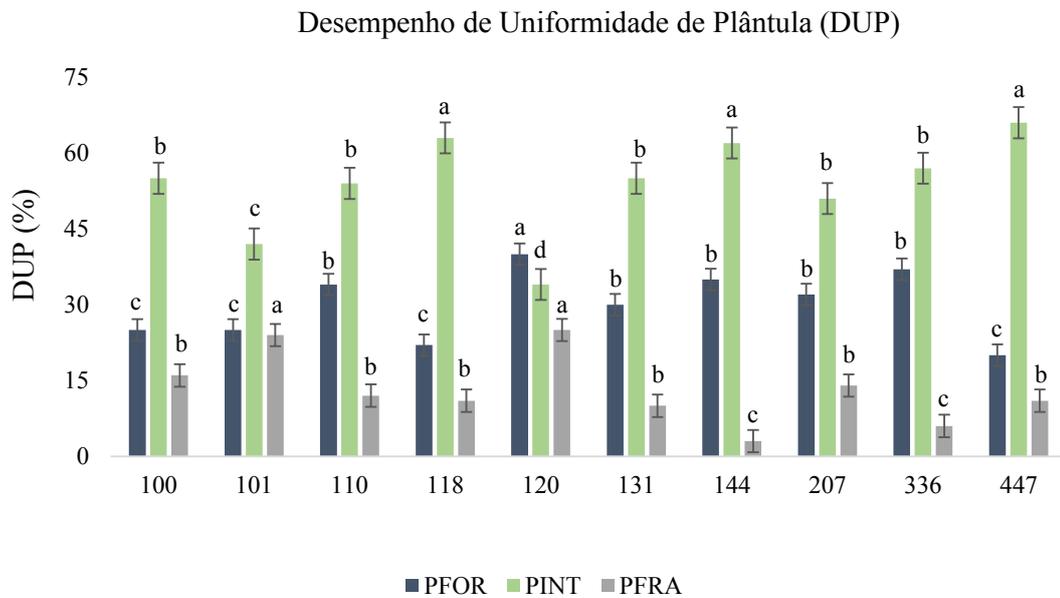
Os lotes que apresentaram maior desempenho de plântulas intermediárias também podem ser classificados como lotes de sementes que podem expressar bom desempenho de plantas em campo, visto que elas se apresentaram vigorosas nos testes de germinação.

De forma geral, pode-se afirmar que os lotes analisados têm grandes tendências de expressarem ótimo desempenho em campo e produzir plantas. Esse parâmetro tem grande relevância porque avaliar a capacidade das sementes de germinar e produzir plântulas de forma uniforme e rápida. Ele é importante porque a uniformidade no desenvolvimento das plântulas é um indicativo da qualidade das sementes, influenciando diretamente na produtividade da cultura.

Ao realizar esse teste, os agricultores e produtores podem identificar lotes de sementes com baixa qualidade fisiológica, que podem resultar em problemas durante o estabelecimento da lavoura. Plântulas desuniformes podem levar a uma distribuição irregular das plantas no campo, o que pode afetar negativamente a produtividade final da cultura.

Portanto, o propósito principal do teste de desempenho de uniformidade de plântulas de soja é garantir que as sementes utilizadas na semeadura sejam capazes de germinar de maneira uniforme e vigorosa, contribuindo para o estabelecimento adequado da lavoura e maximizando seu potencial produtivo.

Figura 3 - Percentual de plântulas fortes (PFOR), intermediárias (PINT) e fracas (PFRA) oriundas de sementes de *Glycine max* de diferentes lotes do município de Uruçuí-PI.



Dentre os testes de vigor utilizados neste trabalho para avaliar a qualidade dos lotes de sementes de soja, estão o teste de Envelhecimento Acelerado (VEA) e teste de Tetrazólio (VTZ). Esses testes estimam o comportamento das sementes ao longo do processo de armazenamento (VEA), uma vez que a variação da qualidade da semente se refletirá durante o armazenamento e essa qualidade vai se reduzindo ao longo do tempo em que a semente fica confinada, isto é, por vários meses, e estimam o comportamento dessas sementes após a semeadura, quando estas sementes emergem (VTZ) (Kryzanowski; França Neto, 2001).

Além disso, o teste de envelhecimento acelerado é capaz de mostrar como a semente irá se comportar em ambiente que apresenta condições de estresse por umidade e por temperatura durante o processo de germinação. Em outras palavras, os testes de vigor simulam como as sementes irão expressar com relação à sua qualidade fisiológica em condições inóspitas ao seu desenvolvimento.

Na Figura 4, encontra-se o percentual de vigor dos lotes de sementes de soja, os quais foram submetidos aos testes de envelhecimento acelerado e de Tetrazólio. Ambos os testes são complementares, uma vez que o teste de envelhecimento acelerado se trata da avaliação da capacidade de armazenamento das sementes e sua resistência ao envelhecimento. Envolve submeter as sementes a condições de estresse, como altas temperaturas e umidade elevada, por

um período curto de tempo. Isso simula o processo natural de envelhecimento das sementes ao longo do tempo.

O teste de envelhecimento acelerado é útil para identificar sementes que podem ter problemas de armazenamento a longo prazo e que podem não germinar tão bem após o armazenamento, ou seja, ele prediz o potencial de armazenamento de um lote de sementes.

Já o teste de Tetrazólio é comumente usado para avaliar a viabilidade das sementes, ou seja, sua capacidade de germinar e produzir uma planta saudável. Ele envolve a coloração das sementes com uma solução de tetrazólio, que é então reduzida por enzimas respiratórias ativas nas sementes viáveis, resultando em coloração.

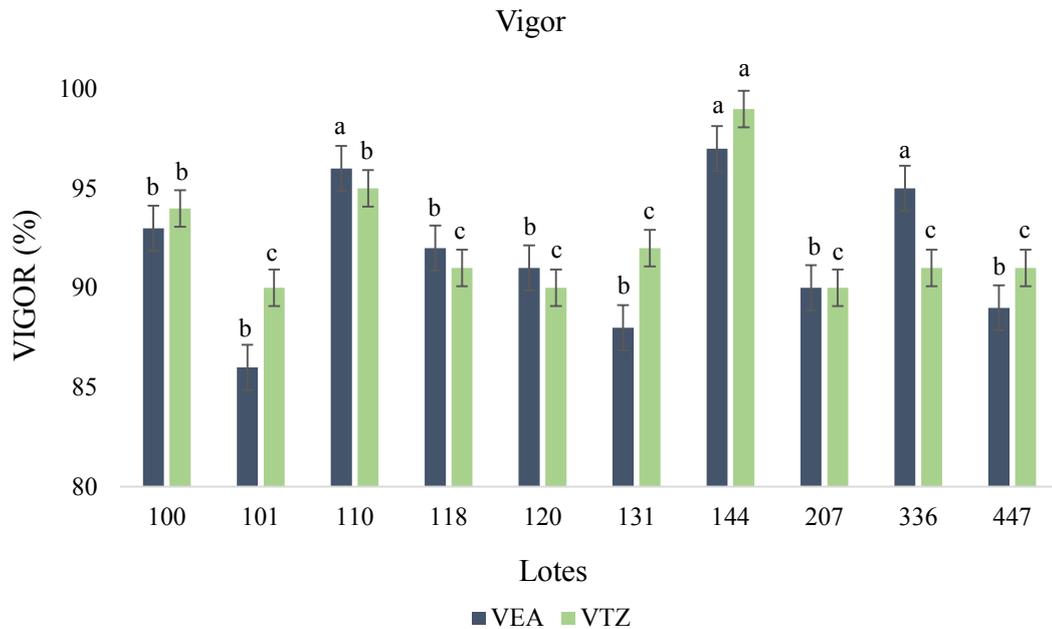
As sementes viáveis geralmente mostram uma coloração vermelha ou rosa, enquanto as sementes não viáveis permanecem incolores. O teste de Tetrazólio é útil para determinar a qualidade das sementes antes do plantio, fornecendo uma indicação mais direta da viabilidade das sementes.

Assim sendo, os testes de vigor se tornam métodos de seleção de genótipos de soja com alta qualidade de sementes de ótima expressão econômica (Teófilo *et al.*, 2007). Na figura 4, pode-se observar que os lotes avaliados demonstraram excelentes resultados nos testes de envelhecimento acelerado e tetrazólio, não havendo diferenças significativas nos seus resultados, tendo a exceção de apenas dois lotes, 101, 131, e 336, que apresentaram resultados destoantes quanto aos testes complementares, VEA e VTZ.

Com relação aos lotes que apresentaram os melhores resultados, encontram-se os lotes 144, 110, 100, 118 e 207, os quais obtiveram percentuais acima de 90%, evidenciando a ótima qualidade desses lotes. Além disso, com esses resultados, pode-se inferir que, em campo, esses lotes podem apresentar um excelente potencial produtivo no quesito vigor e viabilidade. Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que esses lotes têm grandes chances de desenvolver plântulas normais em campo, capazes de expressar um bom desenvolvimento e gerando plantas saudáveis e produtivas.

Nos testes de tetrazólio, foi possível identificar quais os danos que cada lote de sementes apresentou nos testes de envelhecimento acelerado, sejam estes danos causados por umidade, por percevejo ou por dano mecânico latente ou imediato, pois, ao realizar o teste de tetrazólio, é possível inferir quais danos um lote poderá expressar nos testes de envelhecimento acelerado a partir das amostras de cada lote. Isso evidencia a complementariedade desses dois testes quanto à qualidade de sementes e seu percentual de vigor e viabilidade, como se observa na Figura 4.

Figura 4 - Percentual de vigor de sementes de *Glycine max* submetidas aos testes de envelhecimento acelerado (VEA) e Tetrazólio (VTZ).



Os lotes avaliados apresentaram excelentes condições de qualidade fisiológica e alto percentual de vigor e viabilidade a partir dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio, significando que as sementes têm alta viabilidade, resistência ao armazenamento e capacidade de germinação. Isso é crucial para garantir o sucesso das culturas, pois sementes de alta qualidade são essenciais para o estabelecimento de plantas saudáveis e produtivas.

5 CONCLUSÕES

A germinação apresentou valores acima 90%, sendo os lotes 110, 120, 144 e 336 os que mais se destacaram.

Todos lotes foram classificados com alto vigor, obtendo valores acima de 85%.

O lote 120 apresentou a maior uniformidade de plântulas.

Os valores percentuais identificados do grau de umidade, peso de mil sementes, mancha púrpura, sementes esverdeadas, sementes duras e mortas estão dentro dos limites de tolerância estabelecidos por Brasil (2009) e pela Embrapa.

Ressalta-se a importância da avaliação criteriosa da qualidade das sementes para garantir o sucesso da produção agrícola.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. F. B. Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. (Sistemas de Produção, 6). Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/psementes.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2024.
- BEZERRA, A. R. G.; SEDIYUAMA, T.; BORÉM, A.; SOARES, M. M. Soja: do plantio à colheita. Org.: Filipe Silva *et al.*, 2. ed., São Paulo-SP: **Oficina de Textos**, 2022.
- Bewley, J.D. & Black, M. Seed physiology of development and germination. 2.ed. Plenum Press, London, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária - Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 399 p. 2009.
- CARVALHO, N. S. *et al.* Revisão: a importância da soja para o agronegócio brasileiro. **Editora Atena**: Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo, cap. 6, 2023. DOI: 10.22533/at.ed.6252331036
- COSTA, N. L. Et al. **Aspectos da importância do complexo soja no Brasil e no Rio Grande do Sul**: 1997 - 2017. Redes, v.3, Ed. Especial., p.1840 -1863, ISSN 1982-6745, 2020.
- DELOUCHE, J.C. An accelerated aging technique for predicting the relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstracts 1965**, p.40, 1965.
- DOS SANTOS, M. P.; VALE, L. S. R.; REGES, N. P. R.; CARVALHO, B. M. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) na microrregião de CeresGO. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 3, 2016.
- FARIAS, Aurelino Dutra de; DO SUL, EMATER Rio Grande. Soja: 1985 - Documento 1: Histórico, evolução, situação. 1985.
- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **DIACOM**: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja. 1992.
- FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO., 1984. p.5-24.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **A importância do Uso de Semente de Soja de Alta Qualidade**. 2010.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. de; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 111 p. (Embrapa Soja. Documentos, 449).

GOMES, Pimentel. **A soja**. 5ª ed., São Paulo, Nobel 149 p., 1990.

GOULART, Augusto César Pereira. Fungos em sementes de soja: detecção e importância. 1997.

HARTMANN FILHO, C. P. **Efeito imediato e latente da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e tecnológica de sementes de soja produzidas na segunda safra**. 96p., 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HENNING, Ademir Assis *et al.* Manual de identificação de doenças de soja. 2014. (Embrapa)

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja - Documentos (INFOTECA-E)**, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2024.

Importância socioeconômica da soja. **Embrapa**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica-da-soja>>. Acesso em: 30 dez. 2023.

KOTZ, Anelise. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja de diferentes partes da planta. 39 f. 2018. Monografia (Graduação em Agronomia - Universidade Federal Fronteira Sul).

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, Ademir Assis. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Londrina, PR, Embrapa, 2018.

MAGALHÃES, D. C. N. **Aspectos econômicos da cadeia produtiva da soja na mesorregião noroeste riograndense do estado do Rio Grande do Sul - Brasil**. 111p., 2022. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal de Santa Maria, Palmeira das Missões-RS.

MARCOS FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1999. **Anais...** p.220-226, 1999a.

MARCOS FILHO, Júlio; NOVENBRE, Ana Dionisia Coelho; CHAMMA, Helena Maria Carmignani Pescarin. Tamanho da semente e o teste de envelhecimento acelerado para soja. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 473-482, 2000.

MARÇALLO, Francisco Antonio. **Armazenamento de sementes de milho em atmosfera modificada com dióxido de carbono**. 2006, 92p. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em agronomia, Curitiba, 2006.

MATERA, T. C.; PEREIRA, L. C.; BRACCINI, A. L.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PIANA, S. C.; SUZUKAWA, A. K.; MARTELI, D. C. V.; FERRI, G. C.; DAMETTO, I. B.; MIRANDA, L. C. Teste de envelhecimento acelerado e a sua correlação com o potencial fisiológico de

sementes de soja. **Congresso Brasileiro de Soja**, 8., 2018, Goiânia. Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

MENEGHELLO, G. E. Qualidade de sementes: umidade e temperatura. **Seed News**, v. 18, n. 6, p. 28-33, 2014. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/258-qualidade-de-sementes-umidade-e-temperatura-edicao-novembro-2014>>. Acesso em: 10 maio 2024.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá: Maringá Management: **Revista de Ciências Empresariais**, 2006. 10 p.

NUNES, J. L. da S. Características da soja. **Agrolink**, 2020. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html>. Acesso em: 01 jan. 2024.

NUNES, Yara Cristina Rabelo. Experiência prática na cadeia produtiva da soja em Sambaíba/MA. 2019.

PEREIRA, TAMARA et al. QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA SALVAS E CERTIFICADAS. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. e25538-e25538, 2020.

Ranking dos 6 maiores produtores de soja do mundo. **Agroadvance**, 2023. Disponível em: <<https://agroadvance.com.br/blog-6-maiores-produtores-de-soja-do-mundo/>>. Acesso em: 30 dez. 2023.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. How a soybean plant develops. Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension, 1982. 20 p. (Special Report, n. 53).

ROBERTS, E. H. Storage environment and the control of viability. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. Cap 2, p.14- 58.

ROCHA, G. R.; RUBIO NETO, A.; JÚLIO SILVA CRUZ, S.; WILK BAIÃO CAMPOS, G.; CARLOS DE OLIVEIRA CASTRO, A.; ANDRÉ SIMON, G. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas - Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Científica - Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 50-65, 3 jul. 2017.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHÉDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

Soja: socioeconomia. **Embrapa Soja**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia>>. Acesso em: 30 dez. 2023.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing. In: van de VENTER, H. A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 53-72.

TEÓFILO, E. M.; DUTRA, A. S.; DIAS, F. T. C. Potencial fisiológico de sementes de soja produzidas no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, p. 401-406, 2007.

TREVISOLI, Thayse Renata. **Aplicação de espectroscopia de infravermelho próximo para classificação de amostras de farelo de soja**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado em Inovações Tecnológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2008.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; CARVALHO, Nelson Moreira de; BORBA, Maria Madalena Zocoller. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 1-11, 2008.

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

WENDT, Letícia; MALAVASI, M. de 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. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v12i2a5435>>. Acesso em: 01 maio 2024.

WILLENS, Alessandro. **Influência do armazenamento em baixo oxigênio sobre a qualidade física e fisiológica de sementes de milho crioulo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2016.