

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JOSÉ EDUARDO FERREIRA

**TESTE DE TETRAZÓLIO NA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE
SEMENTES DE *Mimosa verrucosa* Benth.**

Rio Largo – AL

2025

JOSÉ EDUARDO FERREIRA

**TESTE DE TETRAZÓLIO NA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE
SEMENTES DE *Mimosa verrucosa* Benth.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior

Rio Largo – AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

F383t Ferreira, José Eduardo

Teste de tetrazólio na avaliação da viabilidade de sementes de *Mimosa verrucosa* Benth. / José Eduardo Ferreira. – 2025.

22 f.: il.

Orientador(a): João Luciano de Andrade Melo Junior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Caatinga. 2. Jurema-branca. 3. Vigor de sementes. I. Título.

CDU: 631.531:582

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSÉ EDUARDO FERREIRA

**“Teste de tetrazólio na avaliação da viabilidade de sementes de *Mimosa verrucosa*
Benth.”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. Aprovado em 6 de maio de 2025

Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior – UFAL (Orientador)

Banca examinadora:

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes – UFAL (Examinador interno)

Prof. Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo – UFAL (Examinador interno)

Rio Largo - AL

Maio-2025

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus e a todos da minha família que sempre me apoiaram a seguir meu sonho de me tornar um agrônomo e seguir carreira na profissão.

A minha mãe que sempre me manteve firme em todos os momentos de fraqueza, e que sempre esteve ao meu lado torcendo.

Também minha noiva que está comigo desde o início do curso, sempre me apoiando em todas as horas difíceis.

Aos meus amigos que sempre estiveram torcendo por mim, compartilhando momentos de felicidade.

E também não poderia deixar de agradecer a quem tornou tudo isso possível, que foi o meu professor orientador Joao Luciano de Andrade Melo Junior que sempre esteve comigo desde o início e teve um grande papel no final dessa minha trajetória, fica aqui minha admiração e respeito por ele e todos que me ajudaram a concluir meu curso.

RESUMO

Propôs-se aqui fomentar trabalhos com sementes de espécies florestais que ocorram naturalmente em regiões áridas e/ou semiáridas, adaptadas ao clima e as características intrínsecas da Caatinga nordestina. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar a melhor concentração e tempo de imersão na solução de tetrazólio, específicas para *Mimosa verrucosa*. Para a metodologia de preparo e coloração das sementes, foi usado o delineamento inteiramente casualizado, com experimento fatorial $2 \times 3 + 1$ (concentrações \times tempos de imersão no sal de tetrazólio + teste de germinação). As concentrações e tempos foram pré-determinadas considerando a especificidade da espécie *Mimosa verrucosa*. Os resultados da coloração pelo teste de tetrazólio foram expressos em porcentagem de sementes viáveis, e o resultado do controle foi expresso em porcentagem de germinação. As sementes de jurema-branca (*Mimosa verrucosa*), imersas no sal de tetrazólio, na concentração de 0,05% por 1,5, 2,5 e 3,5h, tiveram viabilidade de 34, 66 e 68%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados quando as sementes foram submetidas à concentração de 0,075% nos tempos de 1,5, 2,5 e 3,5 h, cujas porcentagens de sementes viáveis foram de 42, 62 e 66%, respectivamente. Esse projeto foi precursor no estudo de sementes da Caatinga, mais precisamente, quanto ao teste de tetrazólio, pois não foram encontrados trabalhos abordando metodologias específicas e ou que trouxessem nos seus achados, uma prancha de cores, para avaliação rápida do vigor de sementes de *M. verrucosa* ou de outras Fabaceae, na região semiárida.

Palavras-chave: Caatinga. Jurema-branca. Vigor de sementes.

ABSTRACT

This study aimed to promote research involving seeds of forest species that occur naturally in arid and/or semi-arid regions, adapted to the climate and intrinsic characteristics of the Northeastern Caatinga. In this context, the objective of this work was to evaluate the optimal concentration and immersion time in a tetrazolium solution, specific to *Mimosa verrucosa*. For the seed preparation and staining methodology, a completely randomized design was used, with a $2 \times 3 + 1$ factorial experiment (concentrations \times immersion times in tetrazolium salt + germination test). The concentrations and immersion times were predetermined based on the specific characteristics of *Mimosa verrucosa*. The results of the tetrazolium staining test were expressed as the percentage of viable seeds, while the control result was expressed as the germination percentage. Seeds of jurema-branca (*Mimosa verrucosa*) immersed in tetrazolium salt at a concentration of 0.05% for 1.5, 2.5, and 3.5 hours showed viabilities of 34%, 66%, and 68%, respectively. Similar results were observed when seeds were subjected to a 0.075% concentration for 1.5, 2.5, and 3.5 hours, with viable seed percentages of 42%, 62%, and 66%, respectively. This project was a pioneer in the study of Caatinga seeds, particularly regarding the tetrazolium test, as no prior studies were found addressing specific methodologies or presenting a color chart for rapid assessment of seed vigor in *M. verrucosa* or other Fabaceae species in the semi-arid region.

Key words: Caatinga. Jurema-branca. Seed vigor.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Viabilidade de sementes de <i>Mimosa verrucosa</i> submetidas a duas concentrações e três tempos de imersão no sal de tetrazólio.....	18
Tabela 2:	Viabilidade de sementes de <i>Mimosa verrucosa</i> pelo teste de tetrazólio comparada com o teste padrão de germinação.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Plantas de <i>Mimosa verrucosa</i> formadas a partir de sementes classificadas como sementes das Classes 1 e 2.....	20
-----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Teste de tetrazólio.....	16
3.2 Análise estatística	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÕES	22
6. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Dentre os testes utilizados para a avaliação do vigor em sementes, o teste de tetrazólio vem se destacando, por ser um teste que, quando se tem uma metodologia padrão pré-definida, fornece análise detalhada da viabilidade de sementes e, principalmente, pode ser realizado em um curto período de tempo (PARAÍSO et al., 2019), comparado com outros testes de vigor. De maneira geral, este teste permite identificar os danos nas estruturas das sementes, como eles foram ocasionados, e concomitantemente, o tamanho da área atingida (MARCOS-FILHO, 2015). Normalmente, as metodologias de preparo e coloração das sementes são desenvolvidas para que a avaliação de viabilidade possa ocorrer em menos de 24 horas.

No teste de tetrazólio, enzimas desidrogenases agem na respiração celular, formando um composto chamado de trifênilformazan, resultado da redução do 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, nas partes vivas das sementes (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2018). O trifênilformazan, que é uma substância estável não-difusível, tingem estas partes vivas de vermelho, enquanto, as partes mortas mantêm coloração original (MERCADO; CALEÑO; ROZO, 2020). Além disto, no teste de tetrazólio, deve-se, obrigatoriamente, conhecer estruturas internas essenciais das sementes cujo teste será usado, bem como empregar análise complementar da consistência dos tecidos, buscando sempre recomendações mais precisas sobre a viabilidade dos lotes de sementes.

Entretanto, para a aplicação do teste de tetrazólio, condições de preparo e coloração, deverão ser pré-determinadas, entre as quais se incluem, os tempos de embebição das sementes, as posições dos cortes, as concentrações e os períodos de imersão na solução de tetrazólio, as temperaturas de incubação, entre outras metodologias, considerando, para cada espécie, as especificidades das sementes (BELNIAKI et al., 2020; FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2019; SANTOS; VIEIRA; PANOBIANCO, 2019; CARVALHO et al., 2017; SOUSA et al., 2017). Ressalta-se que nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), e/ou nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para espécies de ocorrência no semiárido nordestino, não existe uma metodologia para avaliação de viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio.

A ideia é trabalhar com sementes de espécies que possuam comprovada importância no setor agrícola e/ou florestal, uma gama de usos medicinais, como

forrageira alternativa na alimentação animal, podendo ser usadas na indústria de cosméticos, apresentam potencial como planta apícola, para a produção de biocombustíveis, no tratamento de efluentes e condimentares. Por sua vez, para as sementes do semiárido nordestino, não foram encontrados muitos trabalhos sobre viabilidade pelo teste de tetrazólio e/ou uso de recursos computacionais, o que pode subsidiar a produção, e conseqüentemente, comercialização em larga escala.

Propõe-se aqui fomentar trabalhos com sementes de espécies florestais que ocorram naturalmente em regiões áridas e/ou semiáridas, adaptadas ao clima e as características intrínsecas da Caatinga nordestina. Uma vez que, foi constatada a necessidade de novos esforços voltados à reprodução por sementes, e também, aos mecanismos de sobrevivência das espécies em ambientes cuja a má distribuição das chuvas podem limitar o seu pleno desenvolvimento.

Diante disto, e considerando que não há metodologias para avaliação da viabilidade de sementes de espécies do semiárido pelo teste de tetrazólio, e/ou considerando o uso de recursos computacionais, propôs-se com esse trabalho avaliar a melhor concentração e tempo de imersão na solução de tetrazólio, específicas para *Mimosa verrucosa*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS), o objetivo do teste de tetrazólio é determinar rapidamente a viabilidade das sementes, particularmente, daquelas que apresentam dormência, e das que germinam lentamente em testes de rotina (BRASIL, 2009). No final do teste de germinação, quando da ocorrência de alta porcentagem de sementes não germinadas, o teste de tetrazólio também pode ser utilizado para determinar a sua viabilidade, em amostras ou individualmente.

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico que pode ser usado quando as sementes necessitam ser semeadas logo após a colheita; quando apresentam dormência ou para resolver problemas encontrados no teste de germinação, como por exemplo, presença de um grande número de plântulas anormais. Também pode ser usado para avaliar o vigor, determinar a viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, danos por secagem, por insetos e por umidade bem como, para detectar danos mecânicos de colheita e/ou beneficiamento (BRASIL, 2009).

O teste de tetrazólio estima a viabilidade das sementes com base na alteração da coloração dos tecidos vivos, o que representa a atividade enzimática, quando imersos em uma solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (MARCOS-FILHO, 2005). A formação de um vermelho carmim claro indica que o tecido é viável; já um vermelho carmim intenso representa o tecido deteriorado (ROVERSI; THEISEN, 2005). A metodologia do teste de tetrazólio deve ser padronizada para sementes de cada espécie, devido, principalmente, às diferenças na morfologia e na composição química das sementes.

O teste tem sido utilizado com sucesso na análise da qualidade de sementes de espécies florestais, como *Sebastiania commersoniana* (Baill.). Considerando que a maioria das espécies florestais exige longo período para germinar, até um ano com sementes de *Bertholletia excelsa* (castanha-do-pará), ou seis meses com sementes de *Joahnesia princeps* (boleira), o desenvolvimento de testes rápidos e eficientes para a avaliação da viabilidade de sementes se faz necessário (PIÑA-RODRIGUES; SANTOS, 1988).

Entre os testes indiretos considerados rápidos, o teste de tetrazólio destaca-se, pois além de avaliar a viabilidade e o vigor, permite em alguns casos a identificação dos fatores que influenciam a qualidade das sementes como danos mecânicos e os causados pela secagem, por insetos e deterioração por umidade (BHÉRING et al., 1996; FRANÇA-NETO, 1999).

O teste de tetrazólio fundamenta-se na alteração da coloração dos tecidos da semente, quando na presença da solução do sal, o qual é reduzido pelas enzimas desidrogenases dos tecidos vivos, resultando num composto denominado de formazam, de coloração vermelha-carmim. Tecidos mortos ou muito deteriorados apresentam-se descoloridos. O padrão de coloração dos tecidos pode ser utilizado para identificar sementes viáveis, não viáveis e, dentro da categoria viável, as de alto e baixo vigor (VIEIRA; VON-PINHO, 1999).

A coloração vermelha-brilhante ou rosa-brilhante se desenvolve quando o hidrogênio resultante do processo de respiração das células vivas combina-se com a solução de tetrazólio absorvida. Os tecidos do embrião viável absorvem a solução de tetrazólio lentamente e tendem a desenvolver uma coloração mais leve que os embriões deteriorados que adquirem uma cor vermelha-carmim forte. A presença de tecidos não coloridos, firmes e sadios sugere maior resistência à penetração da solução de tetrazólio do que a morte do tecido. O tecido morto geralmente é caracterizado por cor branca ou amarelada e textura flácida (BHÉRING et al., 1996; FRANÇA-NETO, 1999).

O teste de tetrazólio apresenta várias vantagens: não é afetado por diversas condições que podem alterar os resultados do teste padrão de germinação, como a presença de fungos; enfoca as condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente individualmente; permite rápida avaliação da viabilidade; permite em algumas espécies, como soja e feijão, a identificação de diferentes níveis de viabilidade; pode fornecer o diagnóstico da causa da perda da viabilidade das sementes e requer equipamento simples e barato (DELOUCHE et al., 1976; FRANÇA-NETO et al., 1998; FRANÇA-NETO, 1999).

Conforme Piña-Rodrigues e Santos (1988), o teste de tetrazólio não é muito difundido entre espécies perenes, como florestais e frutíferas, embora apresente excelentes condições para ser utilizado rotineiramente, uma vez que muitas dessas espécies necessitam de longo período para germinarem. Em vista dessa situação, pesquisas têm sido desenvolvidas procurando abreviar o prazo requerido para obtenção dos resultados do teste de tetrazólio, a partir da definição de metodologia adequada e padronizada para cada espécie (NASCIMENTO; CARVALHO, 1998).

Por ser rápido e simples, esse teste é uma alternativa viável para fornecer informações aos agricultores ou viveiristas. O teste de tetrazólio vem sendo empregado rotineiramente na avaliação rápida da viabilidade de sementes de várias espécies,

principalmente daquelas que necessitam de longos períodos para germinar, como é o caso das florestais (DAVIDE et al., 1997; FOGAÇA et al., 2006).

O teste de tetrazólio, desenvolvido por Lakon em 1939, e posteriormente, aperfeiçoado e divulgado por Moore, no ano de 1972 (PRETE et al., 1993), tem se destacado para algumas culturas, devido ao grande número de informações fornecidas pelo mesmo: além da viabilidade, o teste proporciona informações valiosas sobre o vigor e identifica os principais problemas que podem afetar a qualidade das sementes (FRANÇA-NETO, 1999). Além disso, entre os testes para obtenção de informações rápidas sobre a qualidade fisiológica das sementes, o teste de tetrazólio é o mais rápido e eficiente (MARCOS-FILHO, 2005). Os critérios adotados para a sua realização, como concentração da solução do sal de tetrazólio e o tempo de exposição para a coloração dependem da espécie avaliada, do método de preparo das sementes e da permeabilidade do tegumento (MARCOS-FILHO et al., 1987).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia, do CECA/UFAL, Rio Largo, AL. A parte de campo foi para a colheita de sementes nas safras 2024/2025 produtivas, de espécie florestal nativa e/ou de ocorrência no semiárido alagoano. Não sendo possível a obtenção de sementes em quantidades suficientes na área experimental, foram usados para a condução do ensaio, lotes de sementes colhidos em safras anteriores, acondicionados em embalagem a vácuo, e armazenados em câmara fria ± 20 °C e umidade relativa entre 50 e 55%.

3.1 Teste de tetrazólio

Para a metodologia de preparo e coloração das sementes, foi usado o delineamento inteiramente casualizado, com experimento fatorial $2 \times 3 + 1$ (concentrações \times tempos de imersão no sal de tetrazólio + teste de germinação). As concentrações e tempos foram pré-determinadas considerando a especificidade da espécie *Mimosa verrucosa*.

Inicialmente, as sementes foram umedecidas sobre papel toalha, sendo em seguida, colocadas na câmara do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), regulada a temperatura de 25 °C por 16h. Posteriormente, foram realizados cortes nas sementes, mas deixando-se o eixo embrionário intacto (RAMÍREZ et al., 2021; MASULLO et al., 2017).

Apenas as partes das sementes com o embrião foram colocadas em copos de plástico de 50 mL, e imersas em solução do sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (BRASIL, 2009), nas concentrações de 0,05 e 0,075%, e tempos de imersão de 1,5, 2,5 e 3,5h, e depois, colocadas na B.O.D., a temperatura de 30 °C e sob escuro (FRANÇANETO; KRZYZANOWSKI, 2018). Atingindo-se esses tempos de imersão na solução de tetrazólio, as partes das sementes foram lavadas em água corrente, ficando essas submersas em água até o momento da avaliação.

A melhor metodologia de preparo e coloração, específica para a espécie *M. verrucosa*, foi aplicada para a avaliação da viabilidade de sementes colhidas na área experimental em safras distintas de 2024/2025. Para avaliação da viabilidade das sementes, foi usado o delineamento experimental inteiramente casualizado, e os tratamentos corresponderam as épocas de coleta ou aos diferentes lotes de sementes obtidos considerando os períodos de frutificação da espécie na área.

3.2 Análise estatística

Para a metodologia de preparo e coloração, foram duas concentrações \times três períodos de imersão na solução de tetrazólio + teste de germinação, e com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, totalizando 28 parcelas experimentais. Os resultados da coloração pelo teste de tetrazólio foram expressos em porcentagem de sementes viáveis, e o resultado do controle foi expresso em porcentagem de germinação.

Esses resultados foram submetidos à análise da variância, e as médias de viabilidade foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Já para comparar as médias de sementes viáveis com a média de sementes germinadas no tratamento controle foi usado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de jurema-branca (*Mimosa verrucosa*), imersas no sal de tetrazólio, na concentração de 0,05% por 1,5, 2,5 e 3,5h, tiveram viabilidade de 34, 66 e 68%, respectivamente. Notou-se que sob essa concentração do sal, independentemente do período de imersão, o processo de coloração das sementes de *M. verrucosa* ficou comprometido. Resultados semelhantes foram encontrados quando as sementes foram submetidas à concentração de 0,075% nos tempos de 1,5, 2,5 e 3,5 h, cujas porcentagens de sementes viáveis foram de 42, 62 e 66%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Viabilidade de sementes de *Mimosa verrucosa* submetidas a duas concentrações e três tempos de imersão no sal de tetrazólio.

Concentração (C)	Tempos de imersão (T)		
	1,5h	2,5h	3,5h
0,05%	34 Bc	66 Ab	88 Aa
0,075%	42 Ab	62 Aa	66 Ba
F para CxT		17,23 **	
CV(%)		11,32	

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

** Significativo a 1% de probabilidade.

Como no final do teste padrão de germinação, 92% das sementes germinaram, provavelmente, as concentrações de 0,05 e 0,075% foram adequadas, porém o período de imersão deveria ser maior do que 3,5h, talvez, 4,5 ou 6,0h. Outro ajuste poderia ser usado no pré-condicionamento, propondo-se o preparo das sementes de *M. verrucosa* sobre o papel mata-borrão umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, nas gerboxs, por 20h a 30 °C. Ressalta-se que tanto para o teste de germinação como para o pré-condicionamento das sementes, foi feito, previamente, o desponte das sementes (Tabela 2).

Tabela 2. Viabilidade de sementes de *Mimosa verrucosa* pelo teste de tetrazólio comparada com o teste padrão de germinação.

CxT	Controle (Germinação 92%)
0,05% 1,5h	34 *
0,05% 2,5h	66 *
0,05% 3,5h	88 NS
0,075% 1,5h	42 *
0,075% 2,5h	62 *
0,075% 3,5h	66 *
F	74,56 **
CV(%)	12,02

NS CxT cuja porcentagem de sementes viáveis não diferiu do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

Esse projeto foi precursor no estudo de sementes da Caatinga, mais precisamente, quanto ao teste de tetrazólio, pois não foram encontrados trabalhos abordando metodologias específicas e ou que trouxessem nos seus achados, uma prancha de cores, para avaliação rápida do vigor de sementes de *M. verrucosa* ou de outras Fabaceae, na região semiárida.

Na prancha de cores, para a avaliação da viabilidade das sementes de jurema-branca (*Mimosa verrucosa*), foi possível a obtenção das seguintes classes: Classe 1; sementes com eixo hipocótilo-radícula, plúmula e cotilédones, de coloração rosa claro a avermelhada, uniforme, sendo classificadas como vigorosas. Classe 2; sementes com eixo hipocótilo-radícula e plúmula, de coloração vermelho intenso e, cotilédones com menos de 50% de área descolorida ou de coloração vermelho intenso ocupando todo o tecido. As sementes de *M. verrucosa*, com esse padrão de cor, foram classificadas como viáveis. Classe 3; sementes com eixo hipocótilo-radícula e plúmula, descoloridos e, cotilédones também descoloridos e ou com manchas vermelho intenso, mas não ocupando mais do que 10% desse tecido, e classificadas como não viáveis. Classe 4; sementes de *M. verrucosa* completamente descoloridas e, portanto, classificadas como sementes mortas.

As plântulas normais, oriundas de sementes classificadas como Classes 1 e 2 continham, no final do período do teste de germinação, raízes primária e secundária, hipocótilo, folhas cotiledonares, epicótilo e eófilos de primeira ordem, cujas colorações foram, respectivamente, brancas a creme, branco a verde, verde escuras, verde claro e

verdes, respectivamente. Observou-se, nessas plântulas, capacidade para prosseguir o seu desenvolvimento normal e formar plantas, a campo. Entretanto, nas Classes 3 e 4, notou-se plântulas anormais e ou que não conseguiram formar parte aérea (Figura 1).



Figura 1. Plantas de *Mimosa verrucosa* formadas a partir de sementes classificadas como sementes das Classes 1 e 2.

Para a fenotipagem de alta precisão, transformou-se as porcentagens de sementes viáveis em variáveis categóricas, onde toda semente de *M. verrucosa* classificada como Classe 1 ou 2, foi viável e, toda semente classificada como Classe 3 ou 4, foi não viável. E obtendo-se, por meio do processamento de imagens das sementes e plântulas, uma paleta de cores específica para a avaliação rápida da viabilidade de sementes de jurema-branca (*Mimosa verrucosa*), eliminando-se a subjetividade do teste de tetrazólio, pelo aprendizado de máquina.

Em espécies florestais o uso de baixas concentrações do sal de tetrazólio para o teste de viabilidade também foram objeto de estudo por diversos pesquisadores (RAMÍREZ *et al.*, 2021; PEREIRA *et al.*, 2020; MASULLO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Ramírez *et al.* (2021) adequaram a metodologia para a realização do teste de tetrazólio, verificando a viabilidade das sementes armazenadas de *Himatanthus sucuuba* Wood comparando os resultados dos testes de germinação e tetrazólio. O teste de tetrazólio na concentração de 0,075% a 40 °C durante 1,5 horas mostrou-se eficiente para avaliar a viabilidade e vigor das sementes de *H. sucuuba*, e para a avaliação as sementes foram distribuídas em seis classes.

Pereira *et al.* (2020) adequaram a metodologia do teste de tetrazólio para estimar a viabilidade e vigor em sementes de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke. O período

de 8 horas de pré-umbebição e 4 horas de coloração na solução de tetrazólio a 0,075%, sob 35 ou 40 °C, é adequado para estimar a viabilidade e vigor de sementes de *P. stipulacea*. As sementes foram divididas em quatro classes.

Masullo *et al.* (2017) buscaram otimizar a aplicação do teste de tetrazólio em sementes florestais de *Platymiscium floribundum* Vog., *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. e *Acacia polyphylla* DC., reduzindo a subjetividade da interpretação dos resultados e adequaram metodologias para avaliar a qualidade de sementes por meio do teste de tetrazólio. As concentrações e tempo de imersão ideais para cada espécie foram: *P. floribundum* – 0,5 e 1,0% por 1 hora; *L. muehlbergianus* – 0,1% por 6 horas e *A. polyphylla* – 0,5% por 4 horas. O protocolo e a metodologia apresentaram alta eficiência de acordo com os parâmetros estabelecidos, e cada semente foi classificada em três classes de vigor.

5. CONCLUSÕES

Recomenda-se a concentração de 0,05% e o tempo de imersão de 3,5h na solução de tetrazólio, para avaliação rápida da viabilidade de sementes de *Mimosa verrucosa*. E pela prancha de cores e comparação com as plântulas obtidas do teste padrão de germinação, é possível classificar as sementes em quatro classes de viabilidade. Porém, serão necessários novos trabalhos, pois acredita-se que com o aumento do tempo de imersão na solução, melhores resultados seriam obtidos.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária/Coordenação Geral de Apoio Laboratorial. Brasília, DF: MAPA/SDA/CGAL, 2013. 97 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BELNIAKI, A. C.; MICHELON, T. B.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Rapid results of peach palm seed viability: a methodological proposition for the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 42, e202042034, p. 1-9, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v42234727>

CARVALHO, S. M. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; NOGUEIRA, N. W.; SOUZA, A. A. T.; SOUZA NETA, M. L. D. Viability of *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) LP Queiroz var. *ferrea*) seeds by tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 1, p.7-12, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n1163784>

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 3, p. 359-366, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n3223104>

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Soja. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2018. 108 p. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 406).

GARCIA, E. B.; ÁVILA, M. R.; FONSECA JÚNIOR, N. S.; NAGASHIMA, G. T. Imagens digitalizadas na avaliação do teste de tetrazólio em sementes de trigo. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 6, p. 67-78, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n6.a408>

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>

MASULLO, L. S.; PIÑA-RODRIGUES, M. C. F.; FIGLIOLIA, M. B.; AMÉRICO, C. Optimization of tetrazolium tests to assess the quality of *Platymiscium floribundum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* and *Acacia polyphylla* DC. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 189-197, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n2167534>

MERCADO, S. A. S.; CALEÑO, J. D. Q.; ROZO, L. Y. M. Improvement of the methodology of the tetrazolium test using different pretreatments in seeds of the genus *Epidendrum* (Orchidaceae). **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 42, e202042013, p. 1-8, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v42231028>

OLIVEIRA, F. N.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O. Viability of *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto seeds by the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 7-13, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n1153565>

PARAÍSO, H. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; GOMES, L. S. P.; NASCIMENTO, W. M. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of chickpea seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 41, n. 1, p. 7-12, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n1187777>

PEREIRA, K. T. O.; PAIVA, E. P.; NETA, M. L. S.; BENEDITO, C. P.; TORRES, S. B. Physiological quality evaluation of *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke seeds by tetrazolium test. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 1, e20196712, p. 1-9, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200019>

RAMÍREZ, L. H. S.; MENDES, A. M. S.; IMAKAWA, A. M.; SAMPAIO, P. T. B.; MELO, M. G. G. Viabilidade de sementes armazenadas de *Himatanthus sucuba* Wood pelo teste de tetrazólio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 333-349, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509842809>

SANTOS, F. S.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Tetrazolium test for *Pinus taeda*: preparation, staining, and seed viability classes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 54, e01088, p. 1-5, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01088>

SOUSA, D. M. M.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; TORRES, S. B.; ANDRADE, A. P. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz pelo teste de tetrazólio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 381-388, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.2017004>