



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-MESTRADO

GISLIANE OSÓRIO PORCINO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E POTENCIAL FISIOLÓGICO DE LOTES DE
SEMENTES DE *Amburana cearensis* (ALLEMÃO) A.C. SMITH**

Rio Largo-AL
2019

GISLIANE OSÓRIO PORCINO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E POTENCIAL FISIOLÓGICO DE LOTES DE
SEMENTES DE *Amburana cearensis* (ALLEMÃO) A.C. SMITH**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
Coorientadora: Prof.^a Dra. Edna Ursulino Alves

Rio Largo-AL
2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

P834c Porcino, Gisliane Osório
Caracterização física e potencial fisiológico de lotes de sementes de *Amburana cearensis* (ALLEMÃO) A.C. Smith / Gisliane Osório Porcino – 2019.
59 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2019.
Orientação: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
Coorientação: Prof.^a Dra. Edna Ursulino Alves

Inclui bibliografia

1. Amburana – potencial fisiológico. 2. Testes de emergência.
3. Condutividade elétrica. I. Título

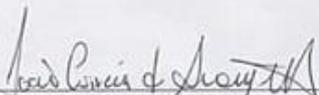
CDU: 581.5

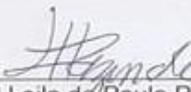
TERMO DE APROVAÇÃO

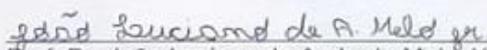
GISLIANE OSÓRIO PORCINO
(Matricula 17130228)

"CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E POTENCIAL FISIOLÓGICO DE LOTES DE
SEMENTES DE *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith"

Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em trinta e um de julho de 2019, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.


Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
Presidente


Prof.^a Dr.^a Leila de Paula Rezende
Membro


Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Júnior
Membro

Rio Largo - AL
Julho/2019

Dedico e ofereço

"Porque dele, e por ele, e para
ele, são todas as coisas; glória,
pois, a ele eternamente. Amém.

Romanos 11:36

Jesus!

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus e Senhor por me permitir chegar ao fim de uma caminhada que parecia sem fim, principalmente pelas intercorrências de toda ordem, o desafio foi enorme, momentos de angústia, dor e sofrimento; uso o refrão de uma música que resume tudo: “Aquilo que parecia impossível, aquilo que parecia não ter saída... Mas Jesus mudou minha Sorte” ..., e hoje estou aqui. Mas Deus me sustentou e não me deixou desistir. Louvado seja o nome do Senhor.

Aos meus familiares e amigos por todo apoio, conselhos e força quando eu mais precisei. A minha mãe Rita Osório Faustino, aos meus irmãos: Gislane Osório Porcino, Jaiane Osório Porcino Aguiar e Gilson Gerry Osório Porcino, por cada oração. E cada amigo que sei que também orou por mim. A Jandeilson da Silva Oliveira por sempre está ao meu lado, me ajudando, aconselhando, e também orando por mim.

As minhas amigas de apartamento Karen Oliveira de Menezes, Terezinha Ramalho Neta, Telliane Santos Salgueiro Silva, Vanessa Fernandes Soares e Daline Taynã Santos Barros, meu muito obrigada, vocês foram essenciais no momento mais difícil. Sei que posso contar com vocês.

Aos amigos que o mestrado deu: Priscila Cordeiro Souto, José Jailson Lima Bezerra e Jose Alex do Nascimento Silva, sempre juntos, obrigada.

À Prof.^a Dr.^a Vilma Marques Ferreira pelo apoio e ajuda.

Ao Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto pela orientação neste trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Edna Ursulino Alves pela coorientação, e por ter me aceitado junto a sua equipe no Laboratório de Análise de Sementes da UFPB.

À Universidade Federal da Paraíba por ter me acolhido para a realização deste trabalho.

Às meninas que me ajudaram na realização e montagem dos experimentos Maria das Graças Rodrigues do Nascimento e Rosimere dos Santos Silva, muito obrigada!

Aos proprietários das zonas rurais que cederam as sementes para realização desse trabalho e aos meus familiares que me ajudaram na colheita. Obrigada!

À Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade de me acolher durante o tempo de Mestrado, bem como ao Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL).

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante o curso de Mestrado.

Aos professores e funcionários que fazem parte do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Aos membros da banca examinadora, por terem aceitado o convite de participar da avaliação deste trabalho contribuindo com sugestões.

Aos amigos da graduação que embora distantes agora, continuam presentes, dando apoio, atenção e desejando sempre que dê tudo certo: “‘Só os fortes entendem” Aldeir Ronaldo Silva, André Raimundo da Silva, Anderson Rodrigo Luciano da Silva, Denisvaldo Artur de Meireles e Mayara Germana dos Santos Gomes.

A todos que contribuíram de alguma forma para execução deste trabalho: Meu muito obrigada!

“Até aqui nos (me) ajudou o Senhor”! I Samuel 7: 12b

RESUMO

Amburana cearensis (Allemão) A. C. Smith, pertencente à família Fabaceae, é uma espécie arbórea nativa da Caatinga, encontrada em praticamente toda a América do Sul, conhecida popularmente como: amburana, amburana-de-cheiro, dentre outros nomes populares, a qual tem potencial para uso na recuperação de áreas degradadas, projetos paisagísticos e indústria farmacêutica. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar fisicamente as sementes, e estudar as metodologias para uso em testes de emergência, tetrazólio e condutividade elétrica, para avaliação do potencial fisiológico de sementes de *A. cearensis*, provenientes de diferentes lotes. Para a caracterização física oito repetições de 100 sementes foram pesadas e avaliadas quanto ao comprimento, largura e espessura. No teste de germinação, as variáveis analisadas foram: porcentagem, primeira contagem, velocidade de germinação, comprimento e massa seca de raiz e parte aérea. Para o teste de emergência, a semeadura foi realizada em canteiros, a temperatura e umidade relativa do ar de 30 °C e 75%, respectivamente, foram analisadas: porcentagem (final e primeira contagem) e velocidade de emergência, comprimento e massa seca da raiz e parte aérea. O grau de umidade foi obtido com três repetições de 5 g a 105 °C por 24 horas em estufa. A condutividade elétrica foi conduzida com quatro repetições de 50 sementes para cada lote e o teste de tetrazólio foi realizado com sementes escarificadas manualmente, sendo imersas diretamente em água destilada por 24 horas, na temperatura de 35 °C, para posterior retirada total do tegumento. Em seguida, as mesmas foram imersas em solução 2,3,5 cloreto trifenil tetrazólio a 0,05% por três horas, a 40 °C, em condição de escuro. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 25 sementes (50 sementes para a condutividade elétrica) para cada teste e lote. Para o teste de emergência, foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso. Os resultados indicaram grande variação do comprimento, largura e espessura das sementes referentes aos diferentes lotes utilizados. No tocante ao peso de 1000 sementes, constatou-se uma variação significativa com destaque para as sementes representadas pelo lote L1 com os mais baixos valores comparado aos demais lotes estudados. Quanto ao potencial fisiológico, constatou-se superioridade das sementes representadas pelos lotes L1, L4 e L6 para as variáveis, germinação, primeira contagem, IVG, comprimento de plântulas, massa seca e emergência em campo. Dentre estes lotes, o L1 e L6 se destacaram como mais vigorosos pelo teste de condutividade elétrica. O teste de tetrazólio permitiu diferenciar lotes em níveis de vigor, bem como indicar o tipo de dano causado na semente.

Palavras-chave: Amburana, Condutividade elétrica, Emergência em campo, Tetrazólio

ABSTRACT

Amburana cearensis (Allemão) A. C. Smith, belonging to the *Fabaceae* family, it is a native species of caatinga biome, also known by “amburana” and others same popular names in Brazil according to region, which has potential in the recovery of degraded areas, landscape design and pharmaceutical industry. The present work was developed aimed of physically characterize the seeds, and to study the methodologies for use in tests of emergency, tetrazolium, and conductivity electrical to evaluation of the physiological potential of seeds of *A. cearensis* deriving from different lots. For the physical characterization, eight repetitions of 100 seeds were weighed and evaluated for length, width and thickness. In germination test the were analyzed the follow variables: percentage, first count, germination speed, length and dry mass of root and shoot. For the emergency test, sowing was carried out in beds, the temperature and relative humidity of 30 °C and 75%, respectively, were analyzed: percentage (first and final count) and emergence speed, length and dry mass of the root and shoot. Moisture was obtained with a triplicate of 5 g at 105 °C for 24 hours in drying oven. The electrical conductivity was conducted with four repetitions of 50 seeds for each lot and the tetrazolium test was accomplished with manually scarified seeds, being immersed directly in distilled water for 24 hours, at 35 °C, and after total removal of the integument. Then, were then immersed in 0.05 % solution of 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride salt for three hours at 40 °C under dark conditions. The experimental design was completely randomized with four replications of 25 seeds (50 seeds for electrical conductivity) for each test and lot. For the emergency test, a randomized block design was used. Results indicated great variation in seed length, width and thickness for the different lots used. According to weight of one thousand, it was found a significant variation with emphasis on the seeds represented by the L1 lot with the lowest values compared to the other lots studied. How much the physiological potential, it was found superiority of the seeds represented by lots L1, L4 and L6 for the variables, germination, first count, GSI, seedling length, dry mass and emergence in field. Among the L1 and L6 lots, stood out as more vigorous by the electrical conductivity test. Tetrazolium test showed the difference between each lot vigor levels as well as the type of damage that was done to the seed.

Keyword: *Amburana*, Electrical conductivity test, Emergence in field, Tetrazolium

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Condutividade elétrica de sementes de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes.....39
- Figura 2 Sementes de *A. cearensis* consideradas viáveis pelo teste de tetrazólio - coloração rosa claro brilhante, tecidos com aspecto normal e firme (A); e inviáveis - cotilédones com coloração vermelho intenso na região de ligação com o eixo embrionário (B).....44
- Figura 3 Padrões de danos encontrados em sementes de *A. cearensis* submetidas ao teste de tetrazólio.....45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Sementes de <i>A. cearensis</i> oriundas de diferentes lotes. Areia-PB, 2018.....	26
Tabela 2.	Teor de água e peso de mil sementes de <i>A. cearensis</i> oriundas de diferentes lotes.....	31
Tabela 3.	Estatística descritiva dos dados biométricos de sementes dos valores mínimo, máximo, média, mediana, desvio-padrão, amplitude, coeficiente de variação (CV), assimetria e curtose analisados para comprimento, largura e espessura de sementes de <i>A. cearensis</i> oriundas de diferentes lotes.....	33
Tabela 4.	Germinação (G%), primeira contagem (PCG %) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>A. cearensis</i> oriundas de diferentes lotes.....	34
Tabela 5.	Comprimento da raiz (CR), parte aérea (CPA), total (Ctotal), massa seca de raízes (MSR) e parte aérea (MSPA), total (Mstotal) de plântulas de <i>A. cearensis</i> oriundas de sementes de diferentes lotes.....	36
Tabela 6.	Emergência (E%), primeira contagem (PCE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de <i>A. cearensis</i> oriundas de sementes de diferentes lotes.....	37
Tabela 7.	Comprimento da raiz (CR), parte aérea (CPA), total (Ctotal), massa seca de raízes (MSR), parte aérea (MSPA), total (Mstotal) de plântulas de <i>A. cearensis</i> oriundas de sementes de diferentes lotes.....	38
Tabela 8.	Percentuais médios de sementes vigorosas, viáveis, danos por umidade, dano mecânico e dano por percevejo, determinados pelo teste tetrazólio em sementes de <i>A. cearensis</i> oriundas de diferentes lotes.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Descrição da espécie.....	14
2.2 Caracterização física.....	15
2.3 Testes de vigor.....	17
2.3.1 Teste de Condutividade elétrica.....	19
2.3.2 Teste de Tetrazólio.....	20
2.3.2.1 Danos detectados nas sementes pelo teste de tetrazólio	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Material vegetal	26
3.2 Teor de água.....	26
3.3 Caracterização física.....	27
3.4 Teste de germinação.....	27
3.5 Teste de emergência.....	28
3.6 Teste de condutividade elétrica.....	29
3.7 Teste de Tetrazólio.....	29
3.7.1 Pré-umedecimento das sementes	29
3.7.2 Coloração das sementes.....	30
3.8 Delineamento experimental e Análise estatística	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Caracterização física das sementes	30
4.1.2 Biometria das sementes.....	32
4.2 Potencial fisiológico das sementes.....	34
4.2.1 Teste de germinação	34
4.2.2 Teste de emergência.....	37
4.2.3 Teste de condutividade elétrica.....	39

4.2.4 Teste de tetrazólio	40
5 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Amburana cearensis (Allemão) A. C. Smith, pertencente à Família Fabaceae, é uma planta decídua, pioneira, heliófita, tolerante à sombra, seletiva xerófila, conhecida popularmente como amburana, amburana-de-cheiro, cumaru, cumaru-do-ceará, cumaru-das-caatingas, imburana, imburana-de-cheiro e umburana, entre outros (ALMEIDA et al., 2010). Considerada nativa do Brasil ocupa áreas desde a Mata Atlântica até a Caatinga, Cerrado e Pantanal, nos estados do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (FLORA DO BRASIL, 2020), tendo também ampla ocorrência no corredor xérico, na Bolívia, Paraguai, Argentina (OLIVEIRA-FILHO, 2010), ocasional nos Andes (Peru, Bolívia) e rara no sul da Argentina (IUCN, 2011).

A espécie é utilizada de modo significativo pela população do semiárido brasileiro, devido ao seu valor madeireiro, ornamental, forrageiro e medicinal (CAMPOS et al., 2013).

Por suas qualidades madeiras em algumas regiões do Nordeste a espécie tem sido explorada nos locais de ocorrência, motivo pelo qual a espécie encontra-se quase ameaçada de extinção. Uma vez que os povoamentos de grandes árvores estão sendo ou foram destruídos, portanto, faz-se necessário o monitoramento efetivo da espécie. (FLORA DO BRASIL, 2020).

Em função de suas múltiplas utilidades, a procura por mudas e sementes desta espécie florestal tem crescido nos últimos anos, no entanto, a maior parte das sementes comercializadas ainda é de baixa qualidade. Sendo assim, busca-se realizar pesquisas com o objetivo de alcançar a produção de mudas de qualidade que atendam aos segmentos do setor florestal. Por isso, é essencial o conhecimento da qualidade fisiológica das sementes florestais, a qual é determinada por meio de testes de viabilidade e vigor.

Rotineiramente tem sido utilizado nos laboratórios para a avaliação do potencial fisiológico das sementes o teste de germinação, porém, o mesmo é realizado em condições favoráveis de temperatura, umidade e substrato, permitindo que as sementes de um determinado lote expressem sua máxima germinação (SOUZA et al., 2016). Portanto, para a avaliação do potencial fisiológico de sementes busca-se cada vez mais por testes que proporcionem resultados rápidos e reproduzíveis (CUNHA et al., 2015).

Nesse contexto o uso dos testes de condutividade elétrica e tetrazólio são alternativas viáveis para a obtenção da avaliação desse potencial fisiológico, por serem testes que dão respostas rápidas, principalmente para essa espécie cujas sementes germinam lentamente.

Em se tratando das sementes de *A. cearensis*, é importante observar que não há informações sobre a espécie nas Regras para Análises de Sementes, indicando que ainda há

muito a ser feito em relação a pesquisas sobre a espécie para acrescentar tais informações. No entanto, nas Instruções para Análises de Sementes Florestais (BRASIL, 2013) há algumas recomendações relacionadas à primeira contagem de germinação, e para a contagem final que é de 30 dias, período considerado longo para a tomada de decisões quanto a utilização de lotes de sementes.

Diante do exposto, o objetivo nesse trabalho foi caracterizar fisicamente as sementes, e estudar as metodologias para uso em testes de emergência, tetrazólio e condutividade elétrica, para avaliação do potencial fisiológico de sementes de *A. cearensis*, provenientes de diferentes lotes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da espécie

Amburana cearensis A.C. Smith tem como sinonímia botânica *Torresea cearensis* Allemão e *Amburana claudii* Schwacke & Taub. (FLORA DO BRASIL, 2020), pertence à família Fabaceae, nativa do semiárido nordestino popularmente conhecida como: cumaru, amburana, baru, cumaru-do-ceará, cumaru-das-caatingas, imburana-de-cheiro, louro-ingá, umburana, angelim, cerejeira-rajada, cumaré, roble criollo, tumi e palo trébol (CANUTO, 2007) a qual é de porte arbóreo, de caule ereto, podendo atingir de 10 a 12 m de altura (SANTOS et al., 2009).

A parte externa do tronco se solta em placas finas, formando grandes manchas vermelho pardacentas e lisas (MATOS, 2002). No Nordeste, o período de floração ocorre no início da estação seca, entre maio e julho, e a frutificação dá-se em meados de agosto a outubro (CANUTO e SILVEIRA, 2006). As folhas são alternadas, com 11-15 folíolos ovados, flores brancacentas, miúdas e muito aromáticas (LIMA, 1989). Os frutos têm uma semente achatada, oleaginosa, de coloração marrom e branca, de cheiro forte cumarínico e agradável (LEAL, 1995).

A referida espécie é muito utilizada na medicina popular na região Nordeste, sendo as raízes, cascas e sementes empregadas na prevenção e combate de enfermidades, através da produção de fármacos caseiros principalmente, para o tratamento de doenças respiratórias e de anti-inflamatórios (CANUTO e SILVEIRA, 2006 e MAIA, 2006). A madeira é utilizada na fabricação de móveis finos e rústicos, além de ser matéria-prima para a produção de barris de madeira (CATÃO et al., 2011), utilizado no armazenamento e envelhecimento da cachaça artesanal, tornando-a mais suave e agradável (ALCARDE et al., 2010), conferindo aceitabilidade pelos consumidores quanto à cor, sabor e aroma (SOUZA et al., 2013).

As raízes, entrecasca e sementes produzem a cumarina, princípio ativo que, além de ser utilizada como fixador nas indústrias de perfume e alimentícias (doces e biscoitos), de cigarros e tabacos, é empregada na produção de medicamentos como anti-inflamatório e bronco dilatador, a exemplo do xarope de cumaru ou lambedores caseiros, de largo uso popular, e de eficácia comprovada cientificamente (CANUTO et al., 2008).

Além da cumarina, outras substâncias como isocampferídio, fisetina, alfalona e amburosídio A, são utilizadas na medicina (CANUTO, 2002).

A semente de formato que varia entre elíptica, oblonga e ovóide é levemente comprimida (GUNN, 1981), com o tegumento de coloração marmoreada, rugosa e opaca, a

qual tem cerca de 23% de um óleo fixo, que é constituinte principalmente dos glicerídeos dos ácidos palmítico (18,61%), linoleico (7,1%), oléico (53,1%) e esteárico (8,0%) (MATOS et al., 1992). Contém também uma proteína inibidora que é capaz de inativar a tripsina e o fator de coagulação XII (TANAKA et al., 1989), a qual é um constituinte útil para o estudo da fase de contato da coagulação sanguínea (SAMPAIO et al., 1992), sendo também encontradas a cumarina e 6-hidroxycumarina (LEAL, 1995).

Nas Regras para análise de sementes florestais (BRASIL, 2013), estão definidas as condições adequadas para a germinação das sementes de *A. cearensis*, sendo as temperaturas de 25 e 30 °C constante e a alternada de 20-30 °C indicadas para a condução do teste de germinação, com o período de 30 dias para completar o processo germinativo, utilizando os substratos papel, vermiculita ou areia. Para a produção de mudas em viveiro, sem controle da temperatura do ambiente, é possível utilizando dois substratos: 30% de areia somado a 70% de solo e 50% de solo e esterco somados a 50% de areia (QUEIROZ et al., 2012), com a posição de semeadura com as sementes de lado na profundidade de 3,5 cm (GUEDES et al., 2010a).

As pesquisas sobre a determinação da viabilidade através de classes, demonstrando os danos nas sementes pelo teste de tetrazólio são escassos, de forma que até o momento não localizou-se artigos publicados para a *A. cearensis*, apenas alguns trabalhos para a família Fabaceae que detectam as classificações de viabilidade das sementes por categorias, tais como: *Parkia multijuga* (corezeiro) (MENDES et al., 2009, COSTA et al., 2018), *Melanoxylon brauna* (braúna) (CORTE et al., 2010), *Copaifera langsdorffii* (copaíba) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) (FOGAÇA et al., 2011), *Araucaria angustifolia* (araucária) (SILVA et al., 2016). Em todos esses estudos os autores estabeleceram classes para a determinação do vigor e viabilidade diferenciando as sementes pelas cores detectadas no teste de tetrazólio.

2.2 Caracterização física

A caracterização biométrica pode fornecer subsídios importantes para trabalhos, uma vez que pode evidenciar a presença de variabilidade entre diferentes lotes de sementes (LEÃO et al., 2016), subsidiar informações para auxiliar na conservação florestal e indicar a presença de variabilidade entre indivíduos, bem como, a relação entre a diversidade fenotípica e o ambiente (FONTENELE et al., 2007). Além disso, pode fornecer informações para diferenciar espécies do mesmo gênero (ALVES et al., 2007) e para programas de melhoramento (GONÇALVES et al., 2013).

O tamanho e as características das sementes são fatores importantes para o estudo de uma espécie porque estão relacionados a dispersão e o estabelecimento de plântulas. Na fase de maturação, as sementes crescem e se desenvolvem até atingirem o valor característico das espécies, todavia, dentro da mesma espécie pode existir variações individuais que ocorrem de ano para ano (COSTA et al., 2006), o que pode ser justificado pelas influências ambientais durante o desenvolvimentos das sementes e a variabilidade genética, modificando o tamanho das mesmas (SANTOS et al., 2009).

A classificação das sementes por tamanho ou por peso pode ser utilizada como estratégia para uniformizar a emergência de plântulas e obtenção de mudas de tamanhos semelhantes ou de maior vigor (MACEDO et al., 2009).

No trabalho realizado por Leão et al., (2015) com sementes da espécie *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo), observou-se elevada variação para as características biométricas largura e espessura quando comparadas ao comprimento, o que pode caracterizar variabilidade, causada por condições genéticas e edafoclimáticas locais.

Ao avaliar a biometria de sementes de *Cedrela fissilis* (cedro-rosa), Pereira et al, (2017) verificaram diferenças para o comprimento e largura e inferiram que as mesmas podem estar associadas, principalmente, a efeitos genéticos e/ou microambientais das áreas onde foram coletadas. Em contrapartida, Moraes et al., (2018) obtiveram baixa heterogeneidade da amostra de sementes de *Agonandra brasiliensis* (pau-marfim) e relataram que pode ter sido um indicativo de que houve pouca influência dos fatores ambientais sobre as sementes, que se traduz no desenvolvimento das mesmas.

O peso de mil sementes, assim como as outras características biométricas, é um fator importante, por proporcionar conhecimento da qualidade do lote de sementes, do rendimento e consequentemente da quantidade a ser utilizada de sementes no momento da semeadura, sendo que esse dado pode gerar grande variabilidade nas respostas obtidas mesmo dentro de uma mesma espécie (FORTES et al., 2008).

Os resultados obtidos em grande parte das experiências obedeceram a uma regra, mais ou menos geral, de que, quanto maior o peso da semente, melhor será a germinação e o vigor (FRAZÃO et al., 1985; CARNEIRO, 1985).

Nos testes que avaliaram características das plântulas, as sementes menores, por necessitarem de menor quantidade de água, foram as primeiras a germinar (KRZYŻANOWSKI et al., 1999). Contudo, Frazão et al., (1981) constataram melhor porcentagem e velocidade de emergência de plântulas quando oriundas de sementes grandes e médias de *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (guaraná) do que aquelas de menor tamanho, enquanto Gonzalez (1993),

trabalhando com sementes de *Virola koschnyi* (fruta dorada), observou que a porcentagem de germinação não foi afetada pelo tamanho das sementes.

Assim como Oliveira et al., (2005) trabalhando com sementes de *Dimocarpus longan* (olho-de-dragão) observaram que não houve diferença nos resultados referentes ao IVE e porcentagem de emergência das sementes em função do tamanho. Resultados similares foram obtidos por Ferreira e Torres (2000) estudando a influência do tamanho das sementes de *Acacia senegal* (acácia-do-senegal) na germinação e no vigor, os quais verificaram que a porcentagem e o índice de velocidade de emergência não foram afetados pelo tamanho das sementes.

2.3 Testes de vigor

O conceito de vigor em sementes vem sendo bastante difundido pelo setor produtivo de diversas culturas, em que uma definição coerente desse conceito foi publicada pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) como sendo aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais, sob uma ampla faixa de condições ambientais.

De acordo com Marcos Filho (2015), o vigor das sementes é a combinação de características que determinam o alto potencial de desempenho após a semeadura, uma vez que, o vigor de sementes é uma interação de características que também podem ser consideradas como atributos dependentes do potencial fisiológico, como velocidade de germinação, crescimento de plântulas, capacidade de germinar acima ou abaixo das temperaturas ótimas e outros aspectos de tolerância e estresses.

Os testes de vigor vêm sendo usados rotineiramente para a determinação do potencial fisiológico de lotes de sementes (ABDO et al., 2005), porque fornecem informações adicionais as obtidas pelo teste de germinação, o que facilita na tomada de decisão sobre o destino dos lotes de sementes e seu potencial fisiológico (SILVA et al., 2017).

Dentre os objetivos básicos desses testes tem-se: a identificação de diferenças no potencial fisiológico de lotes de sementes com germinação semelhante; distinguindo com segurança os lotes em níveis de vigor, de maneira comparável à emergência das plântulas em campo (MARCOS FILHO, 2015).

Dessa forma, empresas produtoras de sementes vêm frequentemente utilizando os mesmos em associação aos testes de germinação dentro do controle interno de qualidade, com a finalidade de estimar o potencial de desempenho em campo, tanto em condições favoráveis como adversas (GRZYBOWSKI et al., 2015).

Os testes de germinação são menos sensíveis para a diferenciação entre lotes, bem como também há baixa correlação com a emergência das plântulas em campo, por isso, os estudos sobre testes de vigor vêm sendo intensificando, e com resultados satisfatórios quanto a possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes com poder germinativo semelhante, procurando destacar lotes com maior eficiência para o estabelecimento do estande sob ampla variação das condições do ambiente (SANTOS et al., 2003; MARCOS-FILHO et al., 2009).

Um teste de vigor ideal, além de ser rápido e fácil de realizar, não deve exigir equipamento complexo e também deve ser aplicável para determinar eficientemente o vigor das sementes, bem como detectar pequenas e grandes diferenças entre os lotes de sementes. Vários métodos foram estudados para a avaliação do vigor das sementes (JESUS et al., 2014).

Para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana*), Santos et al., (2009) indicaram os testes de índice de velocidade e primeira contagem de germinação, assim como massa seca de plântulas porque proporcionaram diferença entre os lotes avaliados, gerando informações adicionais para o teste de germinação. Da mesma forma, Lima et al., (2014) trabalhando com sementes de diferentes plantas matrizes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) constataram diferenças entre as mesmas, separando-as em nível de vigor pelos testes de emergência em campo, primeira contagem de germinação e de emergência e massa seca de plântulas.

Ao avaliar diferentes lotes de sementes de sabiá (*Mimosa ceasalpinifolia*), Avelino et al., (2018) observaram que não houve diferenças significativas na caracterização fisiológica inicial dos mesmos em relação a porcentagem, índice de velocidade e primeira contagem de germinação, evidenciando que esses testes fisiológicos não possuem precisão para detecção de diferenças entre os lotes de sementes, no entanto, os demais testes utilizados possibilitaram à classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor, a exemplo do teste de emergência de plântulas em campo, que foi o mais eficiente na diferenciação dos lotes, ordenando-os em alto e baixo vigor, enquanto os testes de comprimento e massa seca de plântulas separou os lotes em alto, intermediário e baixo vigor.

Vários testes têm sido desenvolvidos, aprimorados e utilizados com o propósito de estimar o vigor das sementes, dentre os quais podem ser citados, os testes de frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e tetrazólio (VAZQUEZ et al., 2011).

2.3.1 Teste de Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica visa avaliar indiretamente a qualidade das sementes, através da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes em determinado volume de água destilada, em temperatura controlada, durante um certo período pré-estabelecido (VIEIRA et al., 2002). O referido teste é classificado como bioquímico, em que os resultados são obtidos em função da quantidade de lixiviados na solução, fato relacionado à organização das membranas celulares, de forma que em sementes deterioradas há alto nível de degeneração dos sistemas de membranas celulares e, assim, baixo vigor (FERREIRA et al., 2016). Portanto, é um teste rápido e eficiente na determinação da qualidade fisiológica das sementes (TORRES et al., 2015), cujo aumento na quantidade de lixiviados na água de embebição (LIMA et al., 2015) é proporcional ao nível de deterioração das sementes (AZEREDO et al., 2016).

Os resultados do teste podem ser influenciados pelos volumes de água de imersão, tempo, temperatura de embebição, genótipo, teor de água, idade, peso e número de sementes (VIEIRA, 1994; RODRIGUES et al., 2006; PEREIRA et al., 2015), de forma que é preciso a sua padronização e adaptação para as sementes de cada espécie, de maneira que seja fácil de ser reproduzido e permita resultados confiáveis (AVELINO et al., 2018).

Nesse sentido, através do teste condutividade elétrica foi possível a diferenciação de diferentes lotes de sementes, sendo que para sementes de tingui (*Dictyoloma vandellianum*) a recomendação foi 25 sementes embebidas em 50 mL de água deionizada, por pelo menos 48 horas a 25 °C (FLÁVIO e PAULA, 2010). Ao avaliar sementes de amendoim bravo – *Pterogyne nitens* (ATAÍDE et al., 2012) e cubiu - *Solanum sessiliflorum* (PEREIRA e MARTINS-FILHO, 2012) pelo referido teste verificou-se diminuição nos valores de condutividade elétrica com o aumento da quantidade de água. Para realização do teste de condutividade elétrica em sementes de sucupira-parda (*Bowdichia virgilioides*) Dalanhol et al., (2014) recomendaram a utilização de 25, 50 ou 100 sementes embebidas em 50 mL de água por 24 horas, enquanto para caroba - *Jacaranda micranta* (SOUZA et al., 2016), a recomendação foi a quantidade de 50 sementes em 75 mL de água deionizada em embebição por 24 horas a 25 °C.

Portanto, o volume de água e a quantidade de sementes utilizadas em testes de condutividade elétrica dependem das características das sementes das espécies analisadas, justificando o estabelecimento de protocolo específico para as sementes de cada espécie (SOUZA et al., 2016).

O teste de condutividade elétrica foi sugerido para avaliação do potencial fisiológico de sementes de diversas espécies, tais como pinhão manso - *Jatropha curcas* (ARAUJO et al., 2011), amendoim bravo-*Pterogine nitens* (ATAÍDE et al., 2012), sucupira-preta – *Bowdichia virgilioides* (DALANHOL et al., 2014), Catanduva - *Piptadenia moniliformis* (PEREIRA et al., 2015), aroeira-mole - *Schinus molle* (DELAZERI et al., 2016), zínia comum – *Zinnia elegans* (FERREIRA et al., 2016), acácia-branca - *Moringa oleifera* (MEDEIROS et al., 2017), sabiá - *Mimosa caesalpinifolia* (AVELINO et al., 2018), dentre outras.

2.3.2 Teste de Tetrazólio

A busca pela utilização de testes rápidos para avaliação da qualidade de sementes tem sido importante para agilizar as tomadas de decisões quanto ao manejo de lotes, durante as etapas de pós-colheita das sementes (RODRIGUES et al., 2015). Nesse sentido, o teste de tetrazólio, que segundo definição da ISTA (2003) e de BRASIL (2009), é um método rápido que estima a viabilidade e vigor das sementes, baseando-se principalmente na distribuição dos tecidos vivos e mortos do embrião, na presença da solução de tetrazólio, possibilitando a determinação da viabilidade em um período inferior a 24 horas é um teste rápido.

O teste de tetrazólio fundamenta-se na atividade das enzimas desidrogenases, particularmente a desidrogenase do ácido málico que reduz o sal de tetrazólio nos tecidos vivos das sementes, cujos íons de H^+ são transferidos para o referido sal, de forma que ao serem imersas na solução incolor de cloreto de tetrazólio (2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio), ocorre a reação de redução nas células vivas das sementes resultando na formação de um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifenilformazan, indicando haver atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, que o tecido é viável (vivo), sendo que os tecidos mortos (não viáveis) não reagem com a solução, conservando a sua cor natural (FOGAÇA et al., 2011; LAZAROTTO et al., 2011).

A eficiência do teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade das sementes depende da adaptação do método para cada espécie, a exemplo da definição de condições apropriadas para pré-condicionamento, preparo, coloração e avaliação das sementes (PINTO et al., 2008). Em se tratando de sementes de espécies florestais, diversos tratamentos de pré-condicionamento e preparo vêm sendo utilizados, tais como cortes, escarificação e embebição em água (SOUZA et al., 2017).

Com relação ao pré-condicionamento, Souza et al., (2017) recomendaram para sementes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) a imersão direta em água destilada durante 24 horas,

uma vez que para algumas sementes com o tegumento mais duro e/ou impermeável há dificuldade de penetração da solução do tetrazólio, sendo necessária a retirada do tegumento, como observado por Fogaça et al., (2006) para sementes de sucará (*Gleditschia amorphoides*) e copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Corte et al., (2010) para sementes de braúna (*Melanoxylon brauna*), e Fogaça et al., (2011) para sementes de guapuruvu (*Shizolobium parahyba*).

Para sementes de muitas espécies é necessário expor os tecidos do embrião para permitir melhor absorção da solução de tetrazólio, como no caso de sementes de sucará – *Gleditschia amorphoides* (FOGAÇA et al., 2006) e cunhã (*Clitorea ternatea*) (DEMINICIUS et al., 2009), com a recomendação de escarificação na região oposta ao eixo embrionário, até pequena exposição dos cotilédones, com posterior imersão em água para facilitar a remoção do tegumento e exposição dos embriões.

Nas sementes de catingueira (*Poincianella pyramidallis*), Souza et al., (2017) observaram que o corte na região oposta ao hilo resultou na forma mais eficiente para facilitar a absorção de água.

No tocante as concentrações da solução de tetrazólio, tempo e temperatura de embebição, podem ser utilizados vários, dependendo da espécie avaliada, do método de preparo das sementes e da permeabilidade do tegumento. Assim, objetivando adaptar o teste de tetrazólio para sementes de cumaru de cheiro (*Amburana cearensis*), Guedes et al., (2008) testaram diversas temperaturas e períodos para o pré-condicionamento de sementes e recomendaram o pré-condicionamento com sementes escarificadas, embebidas em água por 24 horas a 35 °C, com posterior retirada do tegumento, seguida de exposição dos embriões por três horas em solução de tetrazólio de 0,05% a 40 °C.

Também nesse sentido, Fogaça et al., (2011) recomendaram para a obtenção da coloração satisfatória na diferenciação dos tecidos de sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) a escarificação e embebição por 24 horas, a 35 °C, com posterior retirada do tegumento, imersão na solução de tetrazólio a 0,20% por 4 horas, a 35 °C, no escuro, bem como para guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) que as sementes fossem escarificadas e embebidas por 48 horas, a 35 °C, com posterior retirada do tegumento, imersão na solução de tetrazólio a 0,10% por 4 horas, a 35 °C, no escuro.

Para a avaliação da viabilidade de sementes de angico (*Anaderanthera peregrina*), Pinho et al., (2011) recomendaram que a concentração de 0,1% a 30 °C, enquanto Oliveira et al., (2014) concluíram que o teste de tetrazólio foi eficiente para estimar de forma rápida a viabilidade das sementes de juçara (*Euterpe edulis*), quando realizado o preparo por meio de seccionamento longitudinal das sementes abrangendo a região do embrião, seguido da imersão

em 0,07% de solução de tetrazólio por 24 horas a 25 °C. Quanto as de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla*), Garlet et al., (2015) recomendaram a utilização de solução na concentração de 1,5% por 120 minutos, sendo estas pré-acondicionadas em água destilada por 24 horas, escarificadas e seccionadas longitudinalmente.

Para a realização do teste de tetrazólio com sementes de pau ferro (*Libidibia ferrea*), Carvalho et al., (2017) indicaram a pré-escarificação com lixa nº 80, seguida de pré-umedecimento entre toalhas de papel por 42 horas a 25 °C e remoção do tegumento, com posterior imersão na concentração de 0,05% de sal de tetrazólio a 35 ou 40 °C por três horas de imersão.

Uma avaliação cuidadosa, baseada nos padrões de coloração e sanidade dos tecidos torna possível separar diferentes categorias de sementes dentro desses grupos (FOGAÇA et al., 2006), uma vez que estas são classificadas em categorias de sementes viáveis e inviáveis que variam entre espécies e são estabelecidas diferentes classes durante a interpretação realizada por cada autor (GASPAR-OLIVEIRA et al., 2009).

A determinação da viabilidade e do vigor é realizada através da classificação de cada semente em uma das oito categorias, sendo Classe 1 (mais alto vigor), Classe 2 (alto vigor), Classe 3 (vigor médio), Classe 4 (vigor baixo), Classe 5 (vigor muito baixo), Classes 6 e 7 (não viáveis) e classe 8 (semente morta), sendo posteriormente determinada a porcentagem das sementes classificadas em cada nível de viabilidade (somatório dos valores classificados nos níveis 1 a 5) e o vigor (somatório dos níveis 1 a 3) (FRANÇA-NETO et al., 1988).

Ao observarem os padrões de coloração nos embriões de sementes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*), Souza et al., (2017) observaram variação de rosa claro, nas sementes viáveis até branco nas sementes mortas, cujos embriões vigorosos ficaram com coloração rosa claro uniforme ou vermelho brilhante em toda sua extensão, demonstrando que os tecidos estavam vivos, enquanto os embriões inviáveis, quando expostos a solução de tetrazólio, exibiram coloração vermelho-intensa (tecido em deterioração) ou branco leitosa (tecido morto) em toda sua extensão ou coloração vermelho-intensa apenas na extremidade da radícula.

A partir da análise dos resultados de viabilidade do teste de tetrazólio nas sementes de fava-arara (*Parkia multijuga*), Costa et al., (2018) conseguiram agrupá-las em oito classes com base na intensidade de coloração, sendo as sementes das classes 1 a 6 com coloração rosa e/ou vermelha uniforme e aspecto normal, saudável e firme, a coloração foi uniforme indicando tecidos vivos e vigorosos, enquanto, para as classes 7 e 8, as colorações dos cotilédones era de vermelho intenso e eixo embrionário vermelho intenso ou não colorido. Os autores

acrescentaram que a ocorrência de vermelho intenso é uma característica de tecidos em decomposição, permitindo uma maior difusão da solução de tetrazólio através de membranas celulares comprometidas.

Outros trabalhos como os de Mendes et al., (2009) com sementes de corezeiro (*Parkia velutina*), Oliveira et al., (2014) com sementes de juçara (*Euterpe edulis*) e Silva et al., (2016) com sementes de araucária (*Araucaria angustifolia*) estabeleceram classes de viabilidade seguindo o mesmo raciocínio dos demais, para a classificação dos resultados do teste de tetrazólio.

O teste de tetrazólio é caracterizado pela rapidez na determinação do potencial de germinação e vigor de um lote de sementes, além de permitir a avaliação de danos físicos, causados por umidade, durante a colheita ou beneficiamento, assim como danos causados por insetos, a exemplo de percevejos (MECHELN et al., 2015), observando-se detalhadamente se a ocorrência de determinado dano no eixo embrionário foi superficial, atingindo apenas o córtex, ou se afetou o cilindro central. Ainda, levando-se em consideração a localização dos danos nos cotilédones, ou seja, se ocorrem longe ou próximo ao eixo embrionário (FRANÇANETO et al., 1988). A relação entre essas três variáveis permite classificar a semente em uma escala de 1 a 8, sendo 1 a semente sem danos e 8 uma semente completamente danificada (morta) (MECHELN et al., 2015).

A metodologia para o teste de tetrazólio vem sendo estudada para diversas espécies florestais, como ipê-branco - *Tabebuia roseoalba* (ABBADÉ e TAKAKI, 2014), timbaúba - *Enterolobium contortisiliquum* (NOGUEIRA et al., 2014), espécies do gênero *Eugenia* (CRIPA et al., 2014; KAISER et al., 2014; LAMARCA e BARBEDO, 2014), pereiro-vermelho - *Simira gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2016), pau ferro - *Libidibia ferrea* (CARVALHO et al., 2017), jacarandá - *Platymiscium floribundum*, guaianã - *Lonchocarpus muehlbergianus* e monjoleiro - *Acacia polyphylla* (MASULO et al., 2017), entre outras.

O teste de tetrazólio também tem sido utilizado, com sucesso, na análise da qualidade fisiológica de sementes de espécies florestais, dentre as quais bate-caixa - *Palicourea rigida* (FAVA e ALBUQUERQUE, 2013), goiabeira serrana - *Acca sellowiana* (SARMENTO et al., 2013), pitangueira - *Eugenia uniflora* (KAISER et al., 2014), coração-de-negro - *Annona cherimola* (GIMENEZ et al., 2014), falso-barbatimão - *Cassia leptophylla* (GARLET et al., 2015), mulungu - *Erythrina velutina* (CUNHA e GOMES, 2015), pereiro-vermelho - *Simira gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2016).

2.3.2.1 Danos detectados nas sementes pelo teste de tetrazólio

A produção de sementes com alta qualidade fisiológica é o principal desafio de produtores e sementeiros, uma vez que é de extrema importância porque está relacionada ao sucesso ou fracasso de uma lavoura (BRANDELERO et al., 2019). Ainda segundo os autores, dentre os fatores considerados para que um lote de sementes seja de elevada qualidade fisiológica estão a ausência de danos mecânicos causados na hora da colheita e beneficiamento, danos por percevejos e umidade, sendo este último de extrema relevância, podendo ser além de porta de entrada para vários fungos presentes durante o processo de armazenamento, a mesma diminui o potencial de germinação e o vigor do lote.

A deterioração por umidade devido à exposição da semente a ciclos alternados de elevada e baixa umidade, devido à ocorrência de alterações diárias de alta e baixa umidade relativa do ar ou a ocorrência de chuvas frequentes, neblina e orvalho, principalmente quando associadas com temperaturas elevadas, resultando na formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, podendo resultar em maior índice de dano mecânico na colheita, tornando a semente vulnerável a impactos (FRANÇA-NETO e HENNING, 1984; FRANÇA-NETO et al., 2007).

O enrugamento é decorrente de sucessivos ciclos de hidratação (expansão do volume da semente) e desidratação (contração) de tegumento e cotilédones em proporções diferentes, ocorrendo na fase de maturação fisiológica (antes da semente ser colhida), sendo um dos fatores que afetam mais negativamente a semente (FRANÇA-NETO et al., 2016).

O dano por umidade também causa danos diretos, isto é, serve de porta de entrada para diversos fungos e microrganismos, os quais ao se alimentarem, causam a degeneração da semente diminuindo seu potencial e até mesmo levando a semente da morte (ALI et al., 2014). Devido às variações de umidade e temperatura ocorre a retirada da camada tegumentar das sementes, fazendo com que os danos se tornem mais visíveis, na forma de rugas, que se formam pela ausência da camada tegumentar, os quais têm uma maior magnitude, caso ocorram em ambientes quentes, típicos de regiões tropicais e subtropicais (FORTI et al., 2010).

O conceito de danos mecânicos está relacionado aos distúrbios causados pelas operações de colheita, armazenamento, transporte, beneficiamento, secagem e plantio, resultando em sementes com trincas, rachaduras, abrasões, quebraduras, amassamentos e internamente danificadas, que causam a redução na germinação e no vigor (FRANÇA-NETO et al., 1998; SOUZA et al., 2009). Tanto danos visíveis como trincas e rachaduras, como danos menores ou microdanos (mesmo invisíveis a olho nu), dependendo da sua localização, podem reduzir a

qualidade da semente, sendo que os danos internos e a ruptura de pequena proporção no tegumento são difíceis de serem detectados, o que torna as sementes susceptíveis a fungos e insetos, juntamente com sua propagação, diminui a sua qualidade fisiológica (FLOR et al., 2004).

Os danos causados por percevejos provocam uma infecção que forma lesões circulares características, muitas vezes enrugadas e profundas, uma vez que os tecidos lesionados morrem e se tornam flácidos, de coloração esbranquiçada, às vezes esverdeada, amarelada ou acinzentada; além disso ainda podem resultar em puncturas profundas causadas por fungos inoculados nos tecidos centrais das sementes, cujas lesões nem sempre podem ser observadas na superfície externa das sementes (FRANÇA-NETO, 1998).

Ao trabalhar com sementes de soja, Krzyzanowski et al., (2018) comentaram que os percevejos são os insetos que mais afetam a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que ao picarem injetam nos tecidos das sementes enzimas salivares e inoculam a levedura *Nematospora coryli*, podendo também estar associados a fungos saprófitas, como *Alternaria* spp. e *Fusarium* spp., cujo processo resulta em necroses dos tecidos na região afetada, características dos danos causados por percevejos.

A intensidade dos danos causados por percevejos depende da espécie e de seu estágio de desenvolvimento, da fenologia das plantas e, principalmente, do tempo de permanência e do nível populacional presente na cultura (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009).

Ao estudarem a viabilidade e o vigor de sementes de corezeiro (*Parkia velutina*) pelo teste de terazólio, Mendes et al., (2009) observaram que em 75% das sementes pertencentes as classes 6 e 7 (sementes inviáveis) houve caracterização de injúrias, ocasionadas pelo ataque de insetos e danos mecânicos ocasionados pela coleta e armazenamento das sementes. Ainda de acordo com os autores, foi possível detectar a predação por insetos, causando deterioração nos tecidos dos cotilédones e eixo embrionário, danos mecânicos também foram observados nestas classes pela coloração vermelha intensa (carmim) nas estruturas do embrião e a ausência de coloração com tecidos flácidos indicou a morte do embrião.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia-Brasil.

3.1 Material vegetal

As sementes de *A. cearensis* foram colhidas em diferentes localidades nos municípios de Itaporanga (L1, L2, L3, L4 e L5) e São José de Caiana (L6), Paraíba, ambos localizados na macrorregião do Sertão da Paraíba, de clima As-Tropical quente e úmido segundo classificação de Koopen (FRANCISCO et al., 2018).

A colheita das sementes foi realizada manualmente, após vibração dos ramos de diferentes árvores nas localidades observadas na Tabela 1. Cada localidade corresponde a um lote de sementes e, após colhidas as mesmas foram encaminhadas ao LAS para serem beneficiadas (remoção das alas).

Tabela 1. Lotes de sementes de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes, Areia-PB, 2018.

Lotes	Local de procedência	Coordenadas geográficas
L1	Sítio Catolezeiro	S 07° 20' 42,8" / W 38° 13' 17,2"
L2	Sítio Cardoso	S 7° 22' 22,45" / W 38° 12' 40,1"
L3	Sítio Lagoa Seca	S 7° 21' 31,46" / W 38° 15' 0,46"
L4	Sítio Jardim de Baixo	S 7° 16' 21,17" / W 38° 4' 29,23"
L5	Sítio jardim de Baixo	S 7° 16' 20,06 / W 38° 4' 29,86"
L6	Sítio riacho do Meio - São José de Caiana	S 07° 16' 30,4" / W 038° 19' 58"

(L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

Fonte: Elaboração da autora.

3.2 Teor de água

Para a determinação do teor de água das sementes, utilizou-se o método da estufa, com três repetições de 5 g a 105 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

3.3 Caracterização física

Nessa caracterização foram utilizadas 100 sementes (BRASIL, 2009) por lote e medidos o comprimento, a largura e a espessura, de cada semente, com auxílio de um paquímetro digital.

Para o peso de mil sementes utilizaram-se oito repetições de 100 sementes por lote, em que cada amostra foi pesada em balança analítica individualmente e os resultados expressos em grama. As médias obtidas das oito repetições/lote foram multiplicadas por 10, resultando nos valores da análise estatística (BRASIL, 2009). Em seguida os dados foram submetidos à análise estatística para determinação da média, mediana, moda, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose.

3.4 Teste de germinação

No teste de germinação, para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes previamente tratadas com fungicida Captan®, na proporção de 240 g para 100 kg de sementes (GUEDES et al., 2010b) e divididas em quatro repetições de 25 sementes cada. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com as soluções de NaCl supracitadas na quantidade equivalente a 3,5 vezes a massa do papel não hidratado, sem adição posterior da solução, além do tratamento com água destilada e deionizada, representando a testemunha, na mesma quantidade citada anteriormente. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, de 0,04 mm de espessura, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado para o regime de temperatura constante de 30 °C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W).

As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 21 dias, quando o experimento foi encerrado. As contagens foram realizadas considerando-se como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária e a parte aérea (plântulas normais). As variáveis analisadas foram: Germinação: $G = (\sum_{ki=1} ni/N) \times 100$, sendo, ni o número de sementes germinadas no tempo, i e N o número total de sementes colocadas para germinar (LABOURIAU, 1983; CARVALHO et al., 2005).

A primeira contagem de germinação foi conduzida conjuntamente com o teste de germinação, computando-se o número de sementes germinadas aos oito dias após a instalação dos experimentos, sendo os dados expressos em percentagem.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado juntamente com o teste de germinação, em que efetuou-se contagens diárias das plântulas normais, dos oito aos 21 dias,

à mesma hora e, o índice calculado empregando-se a fórmula ($IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$)

IVG = índice de velocidade de germinação, G₁, G₂ e G_n = número de sementes germinadas a cada dia; N₁, N₂ e N_n = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

O comprimento da raiz primária e parte aérea foram determinados ao final do teste de germinação, em que as plântulas normais de cada repetição foram medidas da extremidade da raiz primária (da base do colo à extremidade da raiz), ao ápice da plântula (do colo ao ápice da plântula), usando-se uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula.

Em relação a massa seca de raízes e parte aérea, após as medições as plântulas foram colocadas (sem os cotilédones) em sacos de papel *Kraft* e levados à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas) e, após esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo o peso obtido, por repetição, dividido pelo número total de plântulas normais, com os resultados expressos em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

3.5 Teste de emergência

Na emergência em campo foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes de cada lote, as quais foram postas em sulcos de 1,0 m de comprimento e distanciadas 20 cm entre si, a uma profundidade de 3,5 cm, conforme recomendação de Guedes et al., (2010a). Durante o período de condução do teste, a temperatura média do ambiente foi de 30 °C e umidade relativa do ar de 75%. O umedecimento dos canteiros foi diário e as contagens do número de plântulas emergidas efetuadas diariamente dos 17 até aos 24 dias após a semeadura, considerando-se como emergidas as plântulas que emitiram o epicótilo acima do substrato, sendo os resultados expressos em porcentagem.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado juntamente com o teste de emergência, em que efetuou-se contagens diárias das plântulas normais, dos 17 aos 24 dias, a

mesma hora e, o índice calculado empregando-se a fórmula ($IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$)

proposta por Maguire (1962), em que IVE = índice de velocidade de emergência, E₁, E₂ e E_n

= número de plântulas emergidas a cada dia; N_1 , N_2 e N_n = número de dias decorridos da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Para o comprimento da raiz e parte aérea, ao final do teste de emergência (24 dias) as plântulas normais de cada repetição foram medidas da raiz até a parte aérea, usando-se uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula (GUEDES et al., 2010a).

Quanto a massa seca de raízes e parte aérea foram utilizadas as mesmas plântulas da avaliação anterior, as quais foram colocadas (sem os cotilédones) em sacos de papel *Kraft* e levados à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas) e, após esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo o peso obtido, por repetição, dividido pelo número total de plântulas normais, com os resultados expressos em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

3.6 Teste de condutividade elétrica

Na realização deste teste foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes/lote, previamente selecionadas, sendo removidas aquelas com tegumento danificado e pesadas em balança de precisão de 0,001 g. As sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 100 mL de água deionizada e mantidas a temperatura de 35 °C por oito horas (GUEDES, 2012). Após esse período de embebição, a condutividade elétrica da solução de embebição foi determinada por meio de leitura em condutivímetro TECNAL, no modelo TEC-4MP, com os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente, conforme descrito por Vieira e Krzyzanowski (1999).

3.7 Teste de Tetrazólio

3.7.1 Pré-umedecimento das sementes

As sementes foram escarificadas manualmente com lixa d'água nº 80 na região oposta à micrópila, em seguida, as mesmas foram imersas diretamente em água destilada por 24 horas, na temperatura de 35 °C, para posterior retirada total do tegumento, a qual foi realizada manualmente (GUEDES et al., 2010).

3.7.2 Coloração das sementes

Para obtenção da coloração, os embriões foram imersos em solução de tetrazólio (2,3,5 cloreto trifeniltetrazólio) a 0,05% por 3 horas, a 40 °C, em condição de escuro (GUEDES et al., 2010). Após o desenvolvimento da coloração, os embriões foram lavados em água corrente e deixados submersos em água até o momento da avaliação, que constou da análise individual, verificando-se a percentagem de vigor (TZ 1-3), viabilidade (TZ 1-5), de sementes inviáveis (TZ 6-8), danos mecânicos e de deterioração por umidade, conforme metodologia sugerida por França-Neto et al., (1988). O somatório do percentual das classes 1 a 3 indicou o índice de vigor e a soma dos percentuais das classes de 1 a 5 a viabilidade do lote, conforme metodologia de França-Neto et al. (1998). A caracterização dos níveis de viabilidade, dentro de cada classe foi realizada observando-se a presença e a localização do dano nas estruturas embrionárias. A diferenciação de cores dos tecidos foi realizada de acordo com França-Neto et al., (1988) em vermelho brilhante ou rosa (tecido vivo e vigoroso), vermelho carmim forte (tecido em deterioração) e branco leitoso (tecido morto), sendo a viabilidade expressa em porcentagem de sementes presentes viáveis nas diferentes categorias.

3.8 Delineamento Experimental e Análise estatística

O delineamento experimental utilizado para os ensaios em ambiente controlado foi inteiramente ao acaso e para o teste de emergência em blocos ao acaso, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento para cada teste e lote (50 sementes para a condutividade elétrica). Os dados biométricos das sementes foram submetidos à análise estatística descritiva, enquanto dos demais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* estatístico Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização física das sementes

O teor de água das sementes referente aos seis lotes foi uniforme, cuja amplitude de variação foi de 1,69% (Tabela 2), sendo essa uniformização do teor de água das sementes essencial para as avaliações e obtenção de resultados mais consistentes (ALVES et al., 2012).

Marcos-Filho (2015) também reforçou que diferenças acentuadas de teores iniciais de água nas sementes podem vir a comprometer os resultados dos testes que avaliam o potencial fisiológico, uma vez que tais diferenças podem acentuar sua deterioração, cuja diferença pode ser ocasionada por vários fatores, dentre os quais, o local de colheita, idade e grau de maturação das sementes.

Para o peso de 1000 sementes constatou-se diferença estatística entre os lotes estudados (Tabela 2), com destaque para o lote 2, com maior massa comparado aos demais lotes, resultando numa diferença em torno de 1.179 kg/sementes comparado ao lote constituído pelas sementes mais leves. Esta variável, além de indicar informações sobre o tamanho da semente, pode ser importante para acompanhar o estado de maturação das mesmas ou mesmo sanitário, sendo portanto, uma ferramenta de suma importância na produção de sementes (BRASIL, 2009).

A importância do peso das sementes no processo de produção também foi reforçado por Silva et al., (2007), por influenciar à qualidade das sementes (visto que sementes mais pesadas mantêm-se mais nutridas diante seu desenvolvimento, sendo mais vigorosas em função de embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Tabela 2. Teor de água e peso de mil sementes de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes.

Lotes	Teor de água (%)	Peso de mil sementes (g)
L1	12,02	292,6 f
L2	12,19	446,9 a
L3	10,82	403,8 e
L4	10,33	432,7 c
L5	10,57	413,7 d
L6	11,15	443,0 b
CV (%)	13,14	

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

A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2- Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

O menor valor do peso de mil sementes do L1 (Tabela 2) pode estar relacionado ao menor tamanho das sementes desse lote quando comprado aos demais, no entanto, esse valor não interferiu na qualidade fisiológica das sementes, uma vez que para o mesmo verificou-se os melhores resultados para todos os testes. Este fato não é considerado algo corriqueiro em trabalhos realizados com sementes de tamanhos grandes, médios e pequenos, geralmente as sementes maiores têm melhor desenvolvimento do que as menores.

No entanto, há resultados de pesquisas que indicam que nem sempre esta afirmação é confirmada, conforme os obtidos por Aguiar et al., (1979) com sementes de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*, em que a capacidade de germinação não foi afetada pelo tamanho das sementes. Aguiar et al., (1996) observaram maior germinação de sementes grandes de pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*), comparativamente as médias e pequenas, apenas em condições de laboratório, mas não em casa de vegetação.

A germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) de diferentes procedências não foi influenciada pelas classes de tamanho, porém para o vigor houve relação direta com o tamanho, justificando a adoção de classes de tamanho para a formação de mudas (ALVES et al., 2005).

4.1.2 Biometria das sementes

O comprimento médio das sementes foi de 13,93 mm, com medida mínima de 9,83 e máxima de 15,66 mm; a largura média foi de 9,96 mm com mínimo de 6,89 e máximo de 10,68 mm, enquanto que a espessura possui média de 4,26 mm e mínimo de 2,96 e máximo de 4,73 mm (Tabela 3). Para a mesma espécie, Loureiro et al. (2013) trabalhando com sementes do Banco de Germoplasma da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agropecuário do Trópico Semiárido (EMBRAPA/CPTSA), obtiveram valores médios de 14,4 mm de comprimento, 10,4 mm de largura e 4,7 mm de espessura.

Valores diferentes foram verificados por Cunha e Ferreira (2003) ao avaliarem a biometria das sementes de *A. cearensis*, as quais foram colhidas nos municípios de Patos-PB e Malta-PB, cujo comprimento que variou de 12,55 a 17,55mm e a largura de 8,35 a 11,50 mm.

Tabela 3. Estatística descritiva dos dados biométricos de sementes dos valores mínimo, máximo, média, mediana, desvio-padrão, amplitude, coeficiente de variação (CV), assimetria e curtose analisados para comprimento, largura e espessura de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes.

Estatística	Comprimento	Largura	Espessura
	----- mm -----		
Mínimo	9,83	6,89	2,96
Máximo	15,66	10,68	4,73
Mediana	14,31	10,19	4,33
Média± erro	13,93± 0,30	9,96± 0,18	4,26± 0,07
Moda	14,64	10,19	3,92
Desvio padrão	1,50	0,90	0,36
Amplitude	5,83	3,97	1,73
Assimetria ⁽¹⁾	-1,28	-2,06	-2,04
Curtose +3 ⁽²⁾	1,23	4,87	6,47
CV (%)	10,81	9,13	8,52

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Assimetria, referência ao valor 0 ⁽²⁾ Curtose, referência ao valor 3. Significativo a 5%. A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

Das características avaliadas (Tabela 3), a espessura foi a de menor desvio padrão, enquanto o maior valor foi observado para o comprimento, indicando que, possivelmente, estas sejam características de menor e maior variabilidade, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al., (2017) em sementes de pau ferro (*Cesalpinia ferrea*).

O coeficiente de variação experimental foi mais baixo para largura e espessura das sementes (Tabela 3), podendo-se deduzir que para estes caracteres a influência ambiental é menor. Para o comprimento de sementes, o coeficiente de variação experimental foi maior, conforme classificação de Pimentel-Gomes (2000), significando que o ambiente e as condições genéticas e edafoclimáticas locais têm maior influência sobre o mesmo. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al., (2009), com ipê-amarelo-cascudo (*Tabebuia chrysotricha*) e os autores atribuíram esta variação a fatores genéticos e ambientais devido as espécies se localizarem em um ambiente com pouca variação.

Na distribuição estatística (Tabela 3), a assimetria determina a frequência da distribuição entre valores de 1 e -1, enquanto que a curtose mede a dispersão dos valores, caracterizando o grau de achatamento da distribuição de frequência (ACCHILE et al., 2017). A assimetria de todas as variáveis da biometria das sementes foi classificada em assimetria negativa, classificando-se como distribuição leptocúrtica, indicando que sementes de maiores

medidas predominaram na amostra. A curtose foi classificada como leptocúrtica ($Cur > 3$) para largura e espessura e platicúrtica ($Cur < 3$) para o comprimento.

Ao trabalhar com sementes de muirajibóia (*Swartzia recurva*), Santos et al., (2015) verificaram coeficientes de assimetria negativos para o comprimento e a largura, representando predominância de sementes com maiores medidas destas variáveis.

Com relação ao coeficiente de curtose, esses mesmos autores observaram valores menores que três ($K < 3$) para todas as características, com distribuição platicúrtica, demonstrando que a distribuição de frequência destas características é mais achatada que a curva normal, ou seja, tem maior amplitude de distribuição dos dados.

4.2 Potencial fisiológico das sementes

4.2.1 Teste de germinação

Os maiores percentuais de germinação foram observados nos lotes L1, L4 e L6 (Tabela 4), no entanto, elevados porcentuais de germinação, a exemplo dos que foram obtidos nesta pesquisa, não significa, necessariamente, que os lotes possuem maior vigor porque o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de temperatura, luz, substrato e umidade, permitindo ao lote expressar o potencial máximo para produzir plântulas vigorosas (MARCOS-FILHO, 1999; SOUZA et al., 2016). Assim, evidencia-se a necessidade da aplicação de testes de vigor, que sejam complementares para separar os lotes em níveis de vigor.

Tabela 4. Germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes.

Lotes	Germinação	Primeira contagem	IVG
	----- % -----		
L1	99 a	83 a	2,75 a
L2	71 d	23 b	0,77 b
L3	85 bc	21 b	1,24 b
L4	94 ab	71 a	2,56 a
L5	81 cd	16 b	0,73 b
L6	95 ab	92 a	2,90 a
CV (%)	5,98	22,26	18,25

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

A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

Os três lotes com os maiores valores de germinação, também se sobressaíram no tocante a primeira contagem e índice de velocidade de germinação (Tabela 4). Noronha et al., (2018) estudando sementes de acácia-branca (*Moringa oleifera*) obtiveram a separação dos lotes, utilizando o teste de primeira contagem de germinação classificando-os em maior qualidade fisiológica, qualidade intermediária e menor qualidade.

A primeira contagem de germinação muitas vezes expressa melhor as diferenças de velocidade de germinação entre lotes do que os índices de velocidade de germinação (IVG), tendo em vista que a primeira contagem refere-se a porcentagem de sementes que germinaram no referido teste, enquanto que o IVG relaciona-se a uma estimativa do número médio de plântulas normais por dia (NAKAGAWA, 1999). Sendo assim, a primeira contagem é um teste que, normalmente, não detecta pequenas diferenças de vigor (BHERING et al., 2003).

Analisando-se o comprimento de plântulas (raiz e parte aérea) observa-se que os lotes L1, L4 e L6 não diferiram entre si, sendo superiores aos demais lotes estudados (Tabela 5). Constata-se resultados superiores para estes três lotes no tocante a germinação final, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, reforçando a superioridade destes com relação aos demais lotes (Tabela 4).

O comprimento das plântulas oriundas de sementes submetidas ao teste de germinação separou os lotes em níveis de vigor, em que os lotes L1, L4 e L6 diferiram estatisticamente dos demais, originando plântulas de maiores comprimentos de raiz e parte aérea (Tabela 5), o que está de acordo como o teste de germinação, uma vez que para esses lotes constatou-se maiores porcentagem de germinação e níveis de vigor pelos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação, e conseqüentemente, maiores comprimentos de raiz e parte aérea, sendo, portanto, mais vigorosas que as demais plântulas dos diferentes lotes, produzindo então plântulas com maiores comprimentos.

Tabela 5. Comprimento de raiz (CR), parte aérea (CPA), total (Ctotal), massa seca de raízes (MSR), parte aérea (MSPA), total (Mstotal) de plântulas de *A. cearensis* de sementes oriundas de diferentes lotes submetidas ao teste de germinação.

Lotes	Comprimento (cm)			Massa seca (g)		
	Raiz	Parte aérea	Total	Raízes	Parte aérea	Total
L1	5,63 a	6,69 a	6,16 a	0,0015 ab	0,021 a	0,018 a
L2	2,91 b	4,04 c	3,47 b	0,0100 abc	0,016 b	0,013 b
L3	3,26 b	4,01 c	3,63 b	0,0080 bc	0,015 b	0,011 b
L4	4,88 a	6,19 ab	5,53 a	0,0160 a	0,019 a	0,017 a
L5	2,47 b	4,64 bc	3,55 b	0,0070 c	0,015 b	0,011 b
L6	5,33 a	5,61 ab	5,47 a	0,0170 a	0,020 a	0,018 a
CV (%)	17,49	17,28	0,27	28,80	32,33	9,45

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

A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

Comportamento semelhante ao do comprimento também foi observado para a massa seca de plântulas de *A. cearensis* (Tabela 5), para o qual constatou-se superioridade dos lotes L1, L4 e L6, que atingiram os maiores conteúdos de massa seca de raízes e parte aérea, diferindo estatisticamente dos demais lotes. Trabalhando com sementes de acácia-branca - *Moringa oleifera*, Medeiros et al., (2017) observaram que a redução do valor de massa seca diminuiu a qualidade das sementes e aumentou a quantidade de plântulas anormais, sendo que, quanto menor a massa seca acumulada pelas sementes pior a qualidade do lote.

As especificações da AOSA (2009) estabeleceram como plântulas vigorosas aquelas que são oriundas de sementes de alta qualidade, as quais, consequentemente terão maior comprimento da parte aérea e massa verde ou seca, critérios também utilizados para a avaliação do vigor. De acordo com Henning et al., (2010), as sementes vigorosas produzem plântulas com maiores quantidades de massa seca em relação aquelas de menor vigor. As plantas originadas de sementes de alto potencial fisiológico são mais eficientes na produção de biomassa seca, sendo as diferenças reduzidas com o desenvolvimento das plantas (MONDO et al., 2012).

4.2.2 Teste de emergência

Para as sementes dos Lotes L1, L4 e L6 também houve superioridade no tocante a emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (Tabela 6), possibilitando a classificação desses lotes como de maior qualidade fisiológica, enquanto os lotes L2, L3 e L5 foram classificados como de baixo potencial fisiológico.

Os lotes de sementes com germinação semelhante em condições controladas podem ter comportamentos distintos no campo e/ou armazenamento, uma vez que tais testes nem sempre expressam com precisão a qualidade fisiológica porque não identificam diferenças menos acentuadas entre lotes de alta qualidade (DELOUCHE e BASKIN, 1973), enquanto a emergência em campo, com a influência de condições ambientais expõe as sementes a condição de estresse, permitindo identificar diferenças menos perceptíveis por aqueles testes, estimando o desempenho dos lotes em condições variadas de ambiente (MENEZES et al., 2007). Assim, corroborando com esses autores observa-se que as maiores porcentagens de germinação ocorreram nos lotes L1, L4 e L6 (Tabela 4), no entanto o lote 4 em condições de campo expressou resultados menores que os lotes L1 e L6.

Tabela 6. Emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *A. cearensis* de sementes oriundas de diferentes lotes.

Lotes	Emergência	Primeira contagem	IVE
	----- % -----	----- % -----	
L1	87 a	60 a	1,09 a
L2	61 bc	17 c	0,34 b
L3	45 c	17 c	0,34 b
L4	73 ab	33 b	0,64 a
L5	58 bc	17 c	0,32 b
L6	94 a	68 a	1,09 a
CV (%)	15,01	39,31	34,19

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

A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

As sementes têm como destino final a semeadura e o principal objetivo do agricultor ou viveirista é o estabelecimento rápido e uniforme do estande, cuja emergência em campo está diretamente relacionada com as condições ambientais, as quais normalmente não são passíveis de controle (MARCOS-FILHO, 1999). Nesse sentido, à avaliação das características fisiológicas das sementes é de fundamental importância para a análise da qualidade do lote das

espécies florestais, podendo avaliar com eficácia o processo de emergência de plântulas, sobrevivência e desenvolvimento das mudas em campo (SANTOS et al., 2012). Assim, segundo Jesus et al., (2014) o teste de emergência em campo é considerado de maior sensibilidade que os testes utilizados em laboratórios por ser capaz de detectar pequenas diferenças de vigor.

Na avaliação das plântulas (Tabela 7) constatou-se superioridade, também, dos lotes L1, L4 e L6, cujas plântulas oriundas de suas sementes tinham maiores crescimentos de raiz, parte aérea e massa seca. Constatando que essas informações estão em conformidade com àquelas obtidas na maioria dos testes empregados, nos quais esses lotes foram considerados os mais vigorosos.

Tabela 7. Comprimento de raiz (CR), parte aérea (CPA), total (Ctotal), massa seca de raízes (MSR), parte aérea (MSPA), total (Mstotal) de plântulas de *A. cearensis* de sementes oriundas de diferentes lotes submetidas ao teste de emergência em campo.

Lotes	Comprimento (cm)			Massa seca (g)		
	Raiz	Parte aérea	Total	Raízes	Parte aérea	Total
L1	3,80 ab	9,09 a	6,44 a	0,015 a	0,057 a	0,036 a
L2	2,37 c	5,76 b	4,06 b	0,011 b	0,033 b	0,022 b
L3	1,73 d	4,19 c	2,96 c	0,009 b	0,031 b	0,020 b
L4	3,30 ab	7,92 ab	5,61 a	0,014 a	0,049 a	0,031 a
L5	1,95 d	5,41 b	3,68 b	0,010 b	0,019 b	0,014 c
L6	4,18 a	10,71 a	7,44 a	0,017 a	0,075 a	0,046a
CV (%)	37,59	29,65	0,26	28,80	32,33	6,25

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

A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

Nas plântulas selecionadas como as mais vigorosas pode-se observar o maior peso de massa seca, o que pode estar relacionado à sua capacidade de desenvolver um sistema radicular maior e mais vigoroso. Segundo Carvalho et al., (2014) um crescimento rápido, tanto da raiz primária quanto da parte aérea, assim como o maior peso das raízes, são mais eficientes na absorção de água e nutrientes, refletindo em aumento também da parte aérea.

Como o crescimento do sistema radicular é dependente dos fotoassimilados sintetizados na parte aérea da planta (GARDNER et al., 1985), pode-se supor que essas plantas também

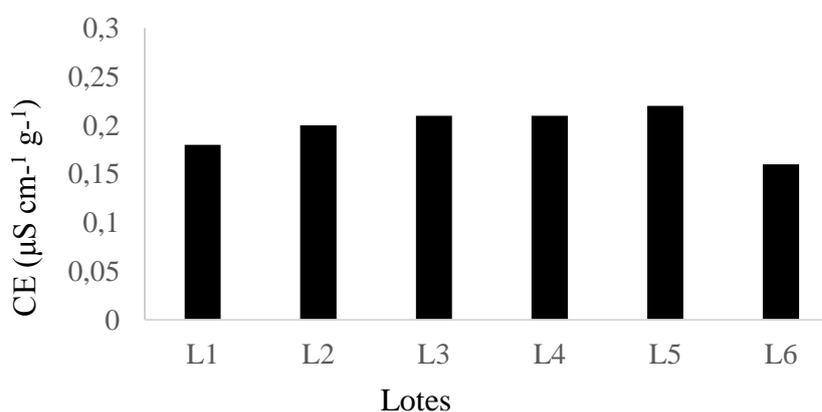
tenham uma maior eficiência fotossintética, o que contribuiria para as diferenças observadas no crescimento. Com a determinação da massa seca da plântula é possível avaliar o seu crescimento e, com certa precisão, determinar a transferência de massa seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999).

Um único teste de vigor não é satisfatório para determinação do potencial fisiológico dos lotes, uma vez que não há possibilidade de se caracterizar todas as interações existentes entre as sementes e as condições ambientais antes, durante e após a colheita, além das detectadas por ocasião da semeadura. Por isso recomenda-se a utilização de mais de um teste de vigor para o fornecimento de informações mais consistentes e precisas, com o objetivo de reduzir o máximo de erros associados à decisão de aceitar ou rejeitar um lote de sementes para fins de armazenamento e semeadura (MENDONÇA et al., 2008).

4.2.3. Teste de condutividade elétrica

Pelos resultados de condutividade elétrica, na água de embebição e lixiviação de potássio (Figura 1) foi possível observar, para os lotes de sementes L1 e L6 os menores valores nas leituras quando comparados aos demais lotes, sendo ordenados como de maior vigor.

Figura 1. Condutividade elétrica de sementes de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes.



A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio - (São José de Caiana-PB).

O valor da condutividade da solução de embebição da semente é função direta da quantidade de lixiviados no exsudato, isto é, quanto maior o valor da condutividade elétrica, menor é o vigor das sementes porque a condutividade elétrica tem como princípio o aumento da permeabilidade das membranas celulares à medida que a semente se deteriora, aumento este

ocasionado pela desestruturação das membranas celulares, células danificadas, membranas mal estruturadas, perda de constituintes celulares com menor capacidade de reparação aos danos causados à semente, além de uma lentidão na reestruturação das membranas durante a embebição (TUNES et al., 2008; BINOTTI et al., 2008).

Ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de angico do cerrado (*Anadenanthera falcata*), Stallbaun et al., (2015) relataram que o decréscimo nos valores da condutividade elétrica proporcionou aumento na viabilidade das sementes, indicando maior reorganização das membranas celulares e um alto potencial fisiológico, ou seja, maior vigor. No trabalho realizado por Santos e Paula (2009) visando analisar o vigor entre lotes de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana*) pelo teste de condutividade elétrica foi possível a separação dos lotes, mesmo com pequenas diferenças de qualidade.

O teste de condutividade elétrica também foi recomendado para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de velame do mato (*Zeyheria tuberculosa*), uma vez que o curto período de tempo e o baixo custo tornam vantajosa a sua utilização para determinar o vigor dos lotes de sementes (GONZALES e VALERI, 2011). Para a amendoim bravo (*Pterogyne nitens*), o teste de condutividade elétrica foi eficiente na avaliação da qualidade fisiológica, considerando um tempo de embebição de 24 horas (ATAÍDE et al., 2012). De forma semelhante, o teste de condutividade elétrica foi eficiente para a avaliação da qualidade e diferenciação de sublotes das sementes de sucupira-parda - *Bowdichia virgilioides* (DALANHOL et al., 2014).

4.2.4 Teste de Tetrazólio

A metodologia utilizada foi a proposta por Guedes et al., (2010) em relação ao tempo e concentração do sal de tetrazólio, sendo possível o ranqueamento dos lotes estudados quanto ao nível de vigor e viabilidade (Tabela 8 e Figuras 2 e 3).

Pelos resultados do teste observou-se superioridade para as sementes do Lote L6 (Tabela 8), sendo este, estatisticamente superior aos demais lotes estudados, quanto ao vigor e viabilidade. Para as sementes dos Lotes L1, L4 e L6, que também se destacaram quanto a germinação (Tabela 4) e emergência (Tabela 6) constatou-se valores acima de 90% quanto a porcentagem de sementes vigorosas e viáveis, sendo dessa forma ranqueada como sementes de muito alto vigor. Em relação aos lotes L3 e L5, os valores obtidos pelo teste de tetrazólio permitiram evidenciar sementes com alto vigor e apenas o lote L2 evidenciou sementes com médio vigor, conforme visto também nos valores apresentados nas tabelas anteriores.

Para as sementes de *A. cearensis*, os problemas de danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejos, evidenciados pelo teste de tetrazólio podem ser classificados numa escala assim designada: sem restrição - inferior a 13%, problema sério - entre 13 e 19% e problema muito sério - superior a 19%.

A viabilidade das sementes do lote L1 foi de 98%, sendo classificado como de vigor (96%) muito alto e sem restrições aos danos localizados nas sementes, enquanto as sementes do lote o L2 têm viabilidade de 69%, sendo o vigor (66%) classificado como médio, com problemas sérios de danos mecânicos (Tabela 8).

Tabela 8. Percentuais médios de sementes vigorosas, viáveis, danos por umidade, dano mecânico e dano por percevejo, determinados pelo teste de tetrazólio em sementes de *A. cearensis* oriundas de diferentes lotes.

Lotes	TZ Classes		% Danos (TZ 6-8)		
	Vigor (1-3)	Viabilidade (1-5)	Por Umidade	Mecânicos	Por Percevejos
L1	96 b	98 b	12,25 a	10,25 b	2,50 c
L2	66 f	69 e	10,50 ab	19,00 a	5,75 b
L3	75 e	80 d	5,00 ab	21,75 a	0,75 c
L4	94 c	98 b	9,75 a	3,75 c	5,50 b
L5	80 d	88 c	10,75 ab	9,75 b	9,25 a
L6	100 a	100 a	2,25 b	9,00 b	0,00 c
CV (%)	0,62	0,59	46,52	18,94	28,09

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

A - (L1 - Sítio Catolezeiro; L2 - Sítio Cardoso; L3 - Sítio Lagoa Seca; L4 - Sítio Jardim de Baixo; L5 - Sítio Jardim de Baixo - Itaporanga-PB); B - L6 - Sítio Riacho do Meio- (São José de Caiana-PB).

Na busca de padronizar o teste de tetrazólio para diagnosticar sementes com diferenças de vigor, França-Neto et al., (1998) trabalhando com sementes de soja indicaram os percentuais de 75 a 84%, como alto vigor; entre 60 a 74% como médio vigor; entre 50 a 59% como baixo vigor e quando igual ou inferior a 49% como vigor muito baixo. Os mesmos recomendaram que apenas os lotes de vigor alto ou muito alto devam ser disponibilizados para semeadura. Com base nesta proposta, as sementes dos lotes L6, L1 L4 e L5 estariam agrupadas dentro das de alto vigor (Tabela 8) e os lotes L2 e L3 estariam indicados como de vigor médio, uma vez que os mesmos também tinham os maiores porcentagens de danos mecânicos, comparados aos demais lotes.

O padrão obtido para sementes viáveis foi indicado pela coloração rosa claro, mas em algumas áreas do embrião das sementes observou-se coloração um pouco mais escura e por

estarem localizadas em regiões distantes do eixo embrionário não comprometeram a sua qualidade fisiológica (Figura 2A), de forma que sementes de *A. cearensis* que venham ter este padrão no teste de tetrazólio podem ser consideradas vigorosas.

As sementes com áreas de coloração vermelho intenso caracterizaram alta taxa de deterioração, amareladas, além de tecidos flácidos, indicando uma taxa de deterioração mais avançada ou sementes mortas (Figura 2B), além disso foram observadas áreas necrosadas, sendo portanto, classificadas nas classes 6, 7 e 8.

O teste de tetrazólio apesar de ser simples e fácil é um método qualitativo visual e subjetivo, por isso deve ser realizado por uma pessoa treinada para que não seja gerado um falso negativo, sendo assim é necessário que o técnico ou viveirista seja treinado, para que a interpretação dos resultados da viabilidade das sementes não seja equivocada.

Para obtenção dos resultados pelo teste de tetrazólio necessitou-se de um tempo de três horas, para a conclusão dos padrões, revelando o quanto este teste é rápido, quando comparado aos testes de germinação e emergência, que necessitaram de 21 e 24 dias, respectivamente, para uma possível tomada de decisão. Tais resultados são corroborados por Amaral e Alcalay (1997) quando mencionaram a rapidez do referido teste para avaliação do potencial fisiológico de sementes de espécies florestais.

O teste de tetrazólio foi eficiente na determinação da viabilidade de sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), quando comparados com o teste de germinação (FOGAÇA et al., 2011). Com relação a Figura 3, observa-se determinados danos nas sementes localizados na parte abaxial e adaxial do cotilédone, sendo os de origem mecânica (Figura 3A) provavelmente ocasionadas durante a colheita ou manuseio dos lotes. O dano por umidade (Figura 3B) caracterizou-se pelo enrugamento na parte adaxial do cotilédone e o dano provocado por percevejos (Figura 3C) resultou em manchas com formatos irregulares, de coloração esbranquiçada, causando aspecto pulverulento no local do ataque do inseto.

Os danos mecânicos (Figura 3A) observados nas sementes foram decorrentes de fissuras nos cotilédones, não atingindo assim o eixo embrionário. Ao trabalhar com percentuais de danos mecânicos em soja, Costa et al., (2005) observaram que até 5%, não afetou o comportamento fisiológico das sementes, contudo, a partir de 6% houve declínio acentuado do vigor. Assim, usando esse mesmo critério para sementes de *A. cearensis* constatou-se que o dano em torno de 13% não afetou o potencial fisiológico das mesmas.

Além da extensão, a localização do dano é essencial na tomada de decisão quanto ao descarte de lotes de sementes, uma vez que dependendo do dano, o resultado nem sempre pode ser evidenciado pela germinação, no entanto, podem vir aparecer como anormalidades nas

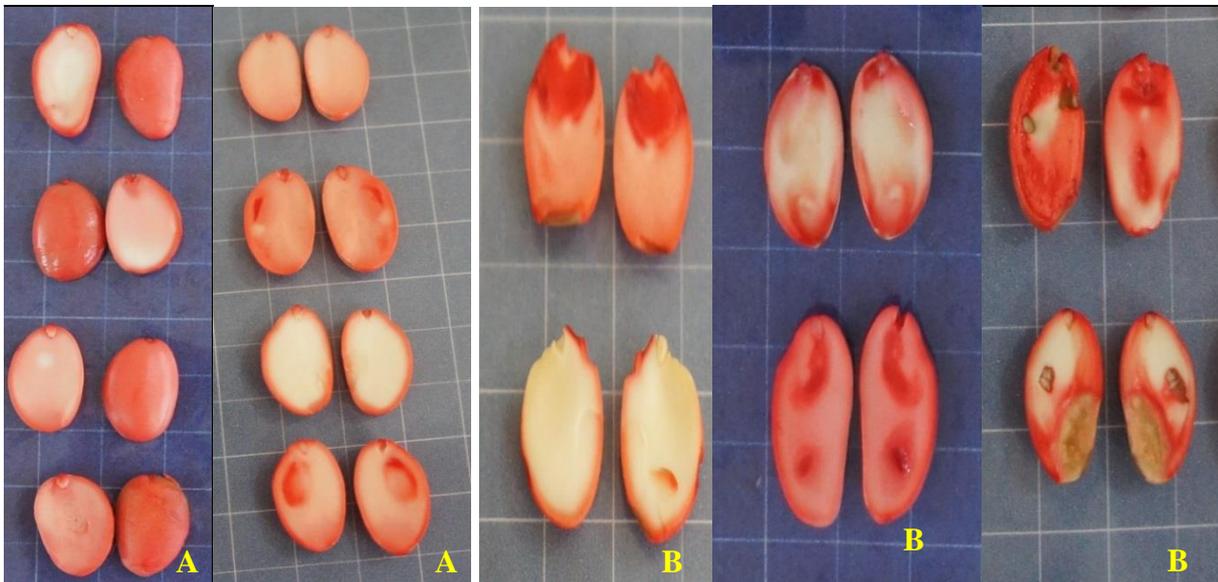
plântulas (raiz bifurcada, encurtada ou engrossada, caule ou raiz com fenda e cotilédones quebrados) (SOUZA et al., 2009). Essa informação poderia explicar as diferenças observadas nas sementes de soja e *A. cearensis* quanto ao percentual do dano.

Em relação aos danos causados por percevejos, as menores porcentagens foram observadas para o lote L6, seguido dos lotes L1 e L3, devendo-se assim ressaltar que a intensidade de danos nas sementes dos seis lotes não foi suficiente para interferir no vigor e viabilidade das sementes. De forma semelhante, para sementes de soja os danos ocasionados por percevejos na faixa de 5% não promoveram redução no vigor, porém, a partir de 6% iniciou-se o declínio da qualidade das sementes (COSTA et al., 2003). Tal fato confirma o que determinaram os autores França-Neto et al., (1998) que danos por percevejos em porcentagens inferiores a 6% são consideradas sem restrição à utilização da semente, no entanto faixas entre 7 a 10% ocasionam danos sérios, enquanto faixas acima de 10% podem inviabilizar a comercialização e ser uma das causas que levam a morte da semente.

O local e extensão da área lesionada pelos percevejos, como o eixo embrionário, por exemplo, pode tornar a semente incapaz de germinar, uma vez que essa região é vital aos processos metabólicos, porque aí estão inseridas as principais estruturas de crescimento, como, plúmula e sistema radicular que darão origem a futura plântula (FRANÇA-NETO et al., 1998).

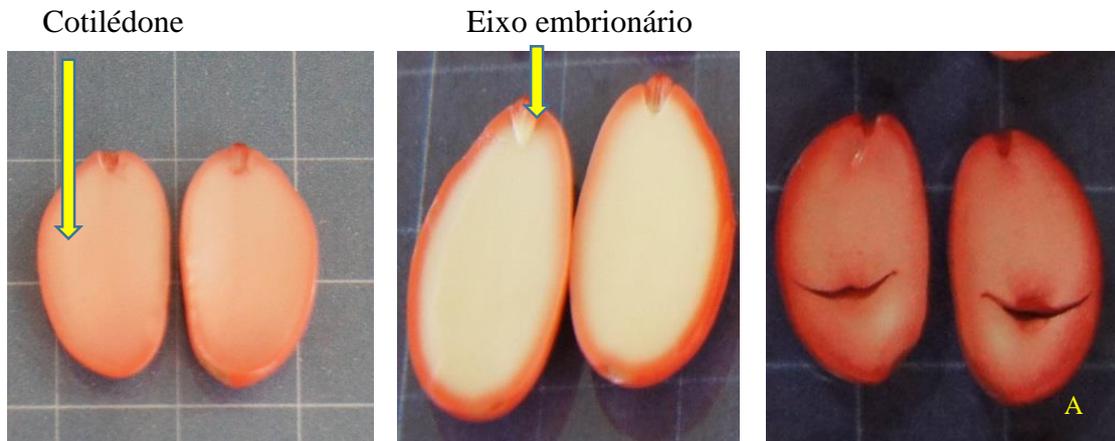
Na Figura 2 encontra-se o padrão de coloração das sementes de *A. cearensis*, demonstrando sementes viáveis, vigorosas e inviáveis (tanto mortas como apresentando danos), enquanto na Figura 3 encontram-se os padrões de danos nas sementes.

Figura 2. Sementes de *A. cearensis* consideradas viáveis pelo teste de tetrazólio - coloração rosa claro brilhante, tecidos com aspecto normal e firme (A) e inviáveis - cotilédones com coloração vermelho intenso na região de ligação com o eixo embrionário (B).

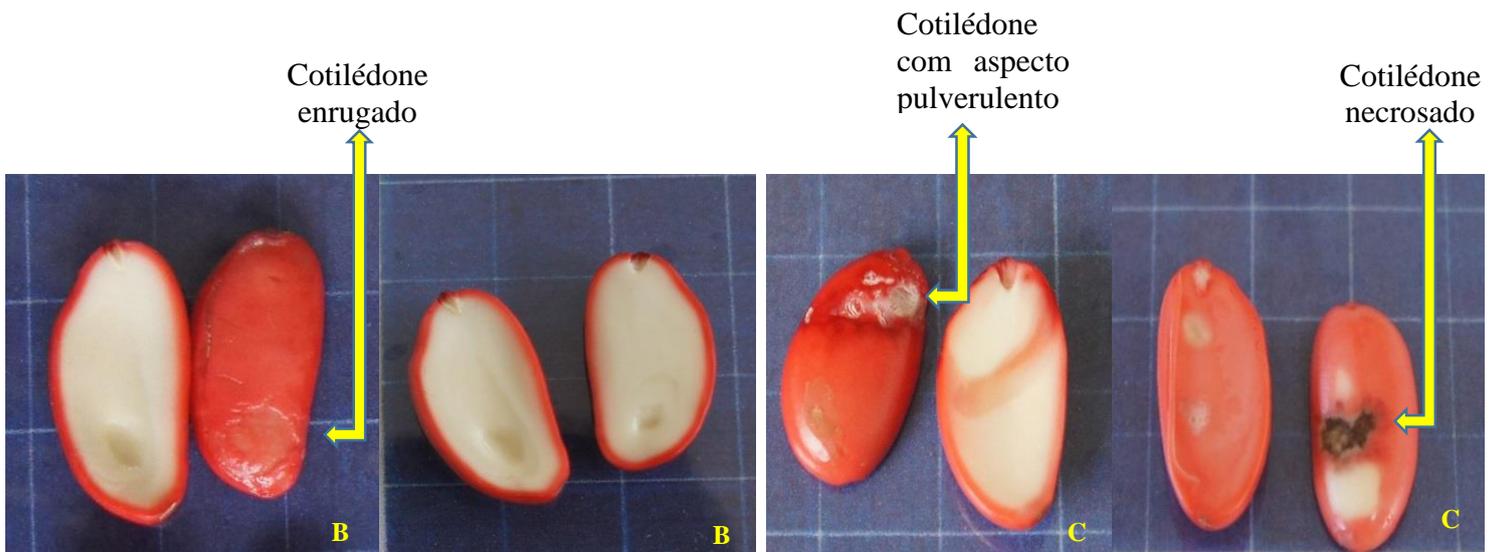


Fonte: autora, 2019

Figura 3. Padrões de danos em sementes de *A. cearensis* submetidas ao teste de tetrazólio.



A) Dano mecânico



Fonte: autora, 2019

B) Deterioração por umidade

C) Danos por percevejos

5 CONCLUSÕES

- Com relação à biometria, há grande variação do comprimento, largura e espessura das sementes referentes aos diferentes lotes estudados;
- Os testes de índice de velocidade de germinação, emergência em campo, comprimento de plântulas e condutividade elétrica são adequados para ranquear lotes e avaliar o vigor das sementes;
- O teste de tetrazólio é eficiente para avaliar a viabilidade e o vigor das sementes de *Amburana cearensis*.

REFERÊNCIAS

- ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith - Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 233-240, 2014.
- ABDO, M. T. V. et al. Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 195-198, 2005.
- ACCHILE, S. et al. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de absorção de água de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v. 10, n. 5, p. 26-34, 2017.
- AGUIAR, I. B. et al. Influência do tamanho sobre a germinação e vigor de sementes de eucalipto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1979.
- AGUIAR, F. F. A. et al. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-Brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 283-285, 1996.
- ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 226-232, 2010.
- ALI, M. R.; RAHMAN, M. M.; AHAMMAD, K. U. Effect of relative humidity, initial seed moisture content and storage container on soybean (*Glycine max* L. Meril.) seed quality. Bangladesh. **Journal of Agricultural Research**, Jessore, v. 39, n. 3, p. 461-469, 2014.
- ALMEIDA; J. R. G. S. et al. *Amburana cearensis* - uma revisão química e farmacológica. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 6, n. 11, p. 1-8, 2010.
- ALVES, E. U. et al. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 877-885, 2005.
- ALVES, E. U. et al. Germinação e biometria de frutos e sementes de *Bauhinia divaricata* L. (Leguminosae). **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 7, n. 3, p. 193-198, 2007.
- ALVES, C. Z. et al. Qualidade fisiológica de sementes de jiló pelo teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 58-63, 2012.
- AMARAL, D. M. I.; ALCALAY, N. Emprego do teste de tetrazólio em cinco espécies florestais do Rio Grande do Sul. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 221, 1997.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93 p. (Contribution, 32).
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing: AOSA, 2009. 334 p. (Contribution, 32).

ARAUJO, R. F. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA**, Chile, v. 29, n. 2, p. 79-86, 2011.

ATAÍDE, G. M. et al. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 4, p. 635-640, 2012.

AVELINO, M. C. S. et al. Testes bioquímicos de integridade de membranas na avaliação do vigor de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 100-108, 2018.

AZEREDO, G. A.; PAULA, R. C. P.; VALERI, S. V. Electrical conductivity in *Piptadenia moniliformis* Benth. seed lots classified by size and color. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 855-866, 2016.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I.; DIAS, L. A. S.; TOKUHISA, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 1-6, 2003.

BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BRANDELERO, W. et al. Vigor e viabilidade de sementes de soja em resposta a umidade durante o processo de armazenagem. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 342-350, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

CAMPOS, V. C. A. et al. Micropropagação de umburana de cheiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 639-644, 2013.

CANUTO, K. M. **Contribuição ao conhecimento químico de plantas do Nordeste: *Herisantia tiubae* (K. Schumann) Briz e *Amburana cearensis* (Fr. Allem.) A. C. Sm.** 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Química) -Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. Constituintes químicos da casca do caule de *Amburana cearensis* A.C. Smith. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1241-1243, 2006.

CANUTO, K. M. **Aspectos químicos do estudo interdisciplinar (química-agronomia-farmacologia) de *Amburana cearensis* A.C. Smith.** 2007. 321 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica), - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

- CANUTO, K. M. et al.; **Uso de plantas jovens de *Amburana cearensis* A. C. Smith:** alternativa para preservação e exploração econômica da espécie. Petrolina, 2008. 24 p. (EMBRAPA Semiárido-PE. Documentos, 208).
- CARNEIRO, J. G. A. **Armazenamento de sementes florestais.** Curitiba: DSM/UFPR, 1985. 40 p.
- CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St. - Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 627-633, 2005.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CARVALHO, L. S. M. J. et al. Desempenho fisiológico de sementes de feijão tratadas com produto bioativador. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1163-1172, 2014.
- CARVALHO, S. M. C. et al. Viability of *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) seeds by tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 1, p. 7-12, 2017.
- CATÃO, C. G. et al. Qualidade da madeira de cinco espécies florestais para o envelhecimento da cachaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 741-47, 2011.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; MINAMI, C. A. **Percevejo e a qualidade da semente de soja - série sementes.** Circular Técnica n. 67, EMBRAPA Soja: Londrina, 2009. 15 p.
- CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; PEREIRA, B. L. C. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Melanoxylon brauna* Schot. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 415-421, 2010.
- COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.
- COSTA, N. P. et al. Validação do zoneamento ecológico do estado do Paraná para produção de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 37-44, 2005.
- COSTA, R. S. et al. Aspectos morfológicos e influência do tamanho da semente na germinação do jambo-vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 117-120, 2006.
- COSTA, M. A. et al. Seed quality evaluation by tetrazolium staining of *Parkia multijuga* Benth. **Agricultural Sciences**, v. 9, p. 577-586, 2018.
- CRIPA, F. B.; FREITAS, L. C. N.; GRINGS, A. C.; BORTOLINI, M. F. Tetrazolium test for viability estimation of *Eugenia involucrata* DC. and *Eugenia pyriformis* Cambess. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 305-311, 2014.

- CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A. C. Smith -cumaru-Leguminosae Papilonoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.
- CUNHA, M. C. L.; GOMES, I. H. R. A. Viabilidade de sementes de *Erythrina velutina* Willd pelo teste de tetrazólio. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 3, p. 196-200, 2015.
- DALANHOL, S. J. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 69-77, 2014.
- DELAZERI, P.; GARLET, J.; SOUZA, G. F. Teste de condutividade elétrica em lotes de sementes de *Schinus molle* L. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 413-417, 2016.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitoria ternatea* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.54-62, 2009.
- FAVA, C. L. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Viabilidade e emergência de plântulas de *Palicourea rigida* Kunth em função de diferentes métodos para superação de dormência. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2620-2629, 2013.
- FERREIRA, M. G. R.; TORRES, S. B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 271-275, 2000.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FERREIRA, L. B. S.et al. Teste de condutividade elétrica e caracterização fisiológica de sementes de capitão (*Zinnia elegans*). **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2016.
- FLÁVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 38, p. 391-399, 2010.
- FLOR, E. P. O. et al. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.
- FOGAÇA, C. A. et al. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 101-107, 2006.
- FOGAÇA, C A.et al. Teste de tetrazólio em sementes de *Copifera langsdorffii* e *Schizolobium parahyba*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 895-904, 2011.

FONTENELE, A. C. F.; ARAGÃO, W. M.; RANGEL, J. H. A. Biometria de frutos e sementes de *Desmanthus virgatus* (L) Willd nativas de Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, suplemento 1, p. 252-254, 2007.

FORTES, F. O. et al. Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1615-1623, 2008.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por ‘umidade’ e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. Evapopluviogramas do Estado da Paraíba. Campina Grande: **EDUFCG**, 136 p, 1 ed. 2018.

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica da semente**. Circular Técnica n. 9. EMBRAPA/CNPSO: Londrina, 1984. p. 5-24.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja**. Londrina, 1988. 60 p. (EMBRAPA-CNPSO-PR. Documentos, 32).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: **EMBRAPA-CNPSO**, 1998. 72 p. (EMBRAPA-CNPo. Documentos, 116).

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade**. Série Sementes. Circular Técnica n. 40, EMBRAPA Soja: Londrina, 2007. 12 p.

FRANÇA NETO, J. de B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: **Embrapa Soja**, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

FRAZÃO, D. A. C. et al. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 81-91, 1981.

FRAZÃO, D.A.C. et al. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Revista de Agricultura**, v.60, n.1, p.2-16, 1985.

GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHEL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State Univ., 1985. 327 p.

GARLET, J.; SOUZA, G. F.; DELAZERI, P. Teste de tetrazólio em sementes de *Cassia leptophylla*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1800-1808, 2015.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Concentração da solução de tetrazólio e período de coloração do teste para sementes de mamoneira. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 38-47, 2009.

GIMENEZ, J. I.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C. Tetrazolium test for assessment of seed viability of atemoya (*Annona cherimola* Mill. X *A. squamosal* L.), **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 357-361, 2014.

GONÇALVES, L. G. V. et al. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 31- 40, 2013.

GONZALEZ, E. J. Effect of seed size on germination and seedling vigor of *Virola koschnyi* Warb. **Forest Ecology and Management**, Amsterdã, v.57, n.1-4, p. 275-281, 1993.

GONZALES, J. L. S.; VALERI, S. V. Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas em *Zeyheria tuberculosa*. **Bosque**, Valdivia, v. 32, n. 2, p. 197-202, 2011.

GRZYBOWSKI, C. R. S.; VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 590-596, 2015.

GUEDES, R. S. et al. Preparo e coloração de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. para o teste de tetrazólio. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 4595-4599, 2008.

GUEDES, R. S. et al. Metodologia para teste de tetrazólio em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 120-126, 2010.

GUEDES, R. S. et al. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 57- 64, 2010a.

GUEDES, R. S. et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (All.) A.C. Smith. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 116-122, 2010b.

GUEDES, R. S. **Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith.** 2012. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

GUNN, C. R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 9, n. 3, p. 737-757, 1981.

HENNING, F. A. et al. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. In: **ISTA working sheets on tetrazolium testing**. Bassersdorf: ISTA, v.1, 2003. 171 p.

IUCN, **IUCN Red List of Threatened Species**. (version 2011.2). Disponível em: <www.iucnredlist.org.2011>. Acesso em: 10 out. 2019.

JESUS, V. A. M. et al. Immersion time in toxic solution for vigor evaluation of bean seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 108-113, 2014.

KAISER, D. K. et al. Adjustment of the methodology of the tetrazolium test for estimating viability of *Eugenia uniflora* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 344-351, 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, 1999. 1.1-8.2-26 p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Circular Técnica n. 136. EMBRAPA Soja: Londrina, 2018. 24 p.

LAMARCA, E. V.; BARBEDO, C. J. Methodology of the tetrazolium test for assessing the viability of seeds of *Eugenia brasiliensis* Lam., *Eugenia uniflora* L. and *Eugenia pyriformis* Cambess. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 427-434, 2014.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington, DC: OEA - Prog. Reg. Desenv. Cient. Tecnol., 1983. 174 p.

LAZAROTTO, M.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, 2011.

LEAL, L. K. A. M. **Estudos farmacológicos do estrato hidroalcoólico e constituintes químicos de *Torresea cearensis* Fr. All. (cumuaru)**. 1995. 128 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

LEÃO, N. V. M.; SOUSA FELIPE, S. H.; SHIMIZU, E. S. C.; SANTOS FILHO, B. G.; KATO, O. R.; BENCHIMOL, R. L. Biometria e diversidade de temperaturas e substratos para a viabilidade de sementes de ipê amarelo. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 50-54, 2015.

LEÃO, N. V. M.; ARAÚJO, E. A. A.; SHIMIZU, E. S. C.; FELIPE, S. H. S. Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythis pisonis* Cambess. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 24, p. 167-175, 2016.

LIMA, D. A. **Plantas da caatinga**. Academia Brasileira de Ciências: Rio de Janeiro, 1989. p. 106-107.

LIMA, C. R. et al. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

LIMA, J. J. P. et al. Accelerated aging and electrical conductivity tests in crambe seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 1, p. 7-14, 2015.

Lista de espécies da Flora do Brasil. *Amburana* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22781>>. Acesso em 04 set. 2019.

LOUREIRO, M. B. et al. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de sementes e plântulas de *Amburana cearensis* (FR. ALL.) A.C. Smith (Leguminosae - Papilionoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 679-689, 2013.

MACEDO, M. C. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

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

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D e Z computação, 2006. p. 104-114.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, 1999. cap. 1, p. 1-21.

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.102-112, 2009.

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.

MASULO, L. S. et al. Optimization of tetrazolium tests to assess the quality of *Platymiscium florinundum*, *Lonchocarpus merhlbergianus* and *Acacia polyphylla* DC. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 189-197, 2017.

MATOS, F. J. A. et al. Ácidos graxos de algumas oleaginosas tropicais em ocorrência no Nordeste do Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 181-185, 1992.

MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projeto para pequenas comunidades**. 4.ed. Fortaleza: EUFC, 2002. 267 p.

MECHELN, L. H. M. V. et al. **Identificação de danos em sementes de soja no teste de tetrazólio usando macro imagens**. In: Congresso Brasileiro de Soja, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

MEDEIROS, M. L. S.; PÁDUA, G. V. G.; PEREIRA, M. D. Adaptação do teste de condutividade elétrica para sementes de *Moringa oleifera*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 269-275, 2017.

- MENDES, A. M. S.; BASTOS, A. A.; MELO, M. G. G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae - Mimosoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 823-828, 2009.
- MENDONÇA, E. A. F. de. et al. Testes de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 1-9, 2008.
- MENEZES, N. L. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 138-142, 2007.
- MONDO, V. H. V. et al. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p.143-155, 2012.
- MORAES, K. N. O. et al. Avaliação biométrica de sementes de *Agonandra brasiliensis* Miersex Benth. & Hook. F. (Opiliaceae). **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 5, n. 1, p. 170-176, 2018.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.
- NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O. Teste de tetrazólio em sementes de timbaúba. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 2967-2976, 2014.
- NORONHA, B. G.; MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 393-402, 2018.
- OLIVEIRA, I. V. M. et al. G. Influência do tamanho da semente na emergência das plântulas de longan (*Dimocarpus longan* Lour). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 171-172, 2005.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. Tree Atlan 2.0, Flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. 2010. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/treetatlan/>>. Acesso em: 04 de set. 2019.
- OLIVEIRA, L. M. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 403-411, 2014.
- OLIVEIRA, F. N. et al. O. Viability of *Simira gardneriana* M.R. Barbosa e Peixoto seeds by the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 7-13, 2016.
- PEREIRA, M. D.; MARTINS-FILHO, S. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 16, p. 93-98, 2012.
- PEREIRA, K. T. O. et al. Electrical conductivity test in *Piptadenia moniliformis* Benth. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 199-205, 2015.

PEREIRA, M. O. et al. Qualidade de sementes e mudas de *Cedrela fissilis* Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 4, p. 376-385, 2017.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**, 14.ed, Piracicaba, 2000. 477 p.

PINHO, D. S. et al. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de angico. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 269-272, 2011.

PINTO, T. L. F. et al. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. - Fabaceae - Faboideae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 208-214, 2008.

QUEIROZ, J. E. et al. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento inicial do cumaru (*Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 45-49, 2012.

RODRIGUES, M. B. C. et al. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 168-181, 2006.

RODRIGUES, A. P. M. S. et al. Tetrazolium test for evaluation of the physiological quality of seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 638-644, 2015.

SAMPAIO, C. A. M. et al. Action of plant proteinase inhibitors on enzymes of the kallikrein kinin system. **Agents and Actions Supplements**, Basel, v. 36, n. 1, p. 191-199, 1992.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.28-35, 2003.

SANTOS, F. S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 7-16, 2009.

SANTOS, A. P. B.; NASCIMENTO, M. F. S.; SANTOS, F. S. E. **Guia de campo de árvores**. Petrolina, v.1, 2009. 64 p.

SANTOS, P. L. et al. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa, n. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SANTOS, M. A. et al. C. Aspectos morfológicos e fisiológicos da germinação e morfometria de frutos e sementes de *Swartzia recurva* Poep. (Fabaceae). **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 34-54, 2015.

SARMENTO, M. B. et al. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 270-276, 2013.

SILVA, G. M.; MAIA, M.S.; MORAES, C. O. C. Influência do peso da semente sobre a germinação e o vigor de cevadilha vacariana (*Bromus auleticus* Trinius). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 123-126, 2007.

SILVA, B. et al. Critérios para condução do teste de tetrazólio em sementes de araucária. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 1, p. 61-68, 2016.

SILVA, C. B.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Accelerated aging as vigor test for sunn hemp seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 1, p. 2015-1527, 2017.

SILVA, R. M. et al. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 3, p. 85-91, 2017.

SOUZA, C. R., OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. Avaliação da viabilidade de sementes de aveia preta pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 57-62, 2009.

SOUZA, L. B. et al. Uso de extrato da madeira amburana (*Amburana cearensis*) na produção de aguardente - análise sensorial. **Revista Thema**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 138-149, 2013.

SOUZA, G. F.; GARLET, J.; DELAZERI, P. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Jacaranda micranta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 85, p. 79-83, 2016.

SOUZA, D. M. M. et al. 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.

STALLBAUN, P. H. et al. Testes rápidos de vigor para avaliação da viabilidade de sementes de *Anadenanthera falcata*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1834-1846, 2015.

TANAKA, A. S. et al. Purification and preliminary characterization of *Torresea cearensis* trypsin inhibition. **Brazilian Journal Medical and Biological Research**, Bethesda, v. 22, n. 9, p. 1069-1071, 1989.

TORRES, S. B. et al. Teste de condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 622-629, 2015.

TUNES, L. M. et al. Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 321-326, 2008.

VAZQUEZ, G. H.; BERTOLIN, D. C.; SPEGIORIN, C. N. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 18-24, 2011.

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

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, 1999. p.4.1- 4.26.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.