



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MARIA EDUARDA MACENA DOS SANTOS

**SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES DE *Combretum leprosum* Mart.
COM BASE NA QUALIDADE DE SEMENTES**

AREIA

2022

MARIA EDUARDA MACENA DOS SANTOS

**SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES DE *Combretum leprosum* Mart.
COM BASE NA QUALIDADE DE SEMENTES**

Trabalho de graduação apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Coorientador: MSc. Francisco Eudes da Silva

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S237s Santos, Maria Eduarda Macena dos.

Seleção de árvores matrizes de *Combretum leprosum*
Mart. com base na qualidade de sementes / Maria Eduarda
Macena Dos Santos. - Aréia:UPPB/CCA, 2022.
39 f. : il.

Orientação: Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

Coorientação: Francisco Eudes da Silva.

TCC (Graduação) - UPPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Mofumbo. 3. Germinação. 4. Vigor.
I. Bruno, Riselane de Lucena Alcântara. II. Silva,
Francisco Eudes da. III. Título.

UPPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

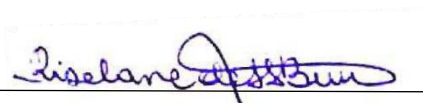
MARIA EDUARDA MACENA DOS SANTOS

**SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES DE *Combretum leprosum* Mart.
COM BASE NA QUALIDADE DE SEMENTES**

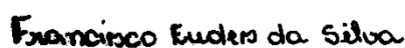
Trabalho de graduação apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 14/12/2022.

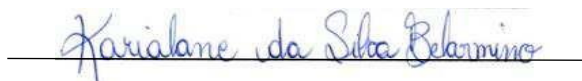
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno (Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



MSc. Francisco Eudes da Silva (Coorientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Dr^a. Karialane da Silva Belarmino (Examinadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



MSc. Luana da Silva Barbosa (Examinadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Á Deus pelas inúmeras segundas chances e por seu amor incondicional e ao meu pai João (em memória), que mesmo não estando aqui, continua vivo em minha memória sendo minha maior inspiração para realização do nosso sonho, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Á meu bondoso e misericordioso Deus, por me amar e me proporcionar viver esse sonho, me dando forças e me moldando diariamente para que me torne um ser melhor. A minha Nossa Senhora Aparecida, por sempre me acolher, ouvir minhas preces e aflições, permitindo que eu alcance meus objetivos durante este curso.

Á meu pai João (em memória), que me amou e até hoje sinto os resquícios do seu amor e orgulho na realização desse nosso sonho, sinto sua falta todos os dias, mas sei que onde estiver o senhor está olhando por mim. A minha mãe Luzinete, por todo amor, companheirismo e ter embarcado junto a mim nesta jornada.

Aos meus irmãos Daiane Macena, João Vinícius Macena e Victor Manuel Macena, por serem meus melhores amigos e minha dose de alegria, me fazendo ver a vida com mais leveza.

Aos meus amigos de longa data Bianca Araújo, Ana Carolina, Matheus Ferreira, Valéria Casseiro, Maria Mikaele, Vanessa Macena e João Victor que vibraram comigo quando ingressei na universidade e me apoiaram de todas as formas possíveis nestes quase 6 anos de curso.

Á turma 2016.2 mais unida do CCA, pelos laços de afeto, companheirismo e alegria que criamos nesta universidade, por se tornarem meus irmãos e por todo sentimento de acolhimento que senti vindo de cada um de vocês, desejo que vocês brilhem muito e sejam profissionais incríveis tanto quanto são como pessoas.

As belas amigadas que tive a honra de fazer durante esse período, Aysla Barreto (Aderson Miguel meu sobrinho do coração), Laura Toledo, Jéssica Nóbrega, Amanda Fernandes, Amanda Rafaela e em especial a Mércia Inara que me acolheu em sua residência e em seu coração.

Á UFPB por todo suporte e apoio. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) por proporcionar meios para que eu concluísse este trabalho da melhor forma possível. Aos técnicos, servidores e alunos que atuam no LAS por todo auxílio, paciência e todas as afirmações positivas durante estes dois anos de pesquisas realizadas.

Á minha orientadora, professora Riselane Bruno, por ter me guiado e acompanhado minha evolução nestes dois anos de orientação.

Ao meu coorientador Francisco Eudes por toda paciência, troca de conhecimento, empatia e entusiasmo.

Aos alunos da Pós-Graduação em Agronomia, em especial a Lucy Gleide da Silva, que me deu todo suporte acadêmico e emocional durante esse último ano. Á Luana Barbosa, Robevânia da Silva, Daniela Rosário, Jackson Nóbrega, Dayane Gomes e todos aqueles que contribuíram de todas as formas possíveis para a concretização deste trabalho. Aos meus colegas de Iniciação Científica Vinicius Costa e Joel que não mediram esforços e estavam sempre ali quando precisei.

Á minha banca examinadora, que são pessoas das quais tenho muitas boas histórias e ensinamentos guardados em meu coração. Obrigada por aceitarem o convite e serem primordiais neste momento ímpar da minha vida.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias, por todo conhecimento, experiências e aprendizados adquiridos durante o curso, que hoje levo para minha vida pessoal e profissional.

E por fim, a todos que vibraram, rezaram e acreditaram neste meu grande sonho e hoje com muita alegria realizo, minha eterna gratidão!

“Cada escolha por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos. Um dia, tudo o que agora silenciosamente plantamos, ou deixamos plantar em nós, será uma plantação que poderá ser vista de longe.”

Pe. Fábio de Melo

“Me recordo de cada flor que veio à tona só porque tive coragem de cuidar da semente. Só porque não me acovardei, mesmo que tantas vezes com todo medo do mundo.”

Ana Jácomo

RESUMO

O mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) é uma espécie arbórea endêmica do bioma Caatinga, vastamente utilizada como fonte de forragem, em projetos de recuperação de áreas degradadas e na farmacologia, a partir da extração de compostos químicos. Face à sua relevância, objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade física e fisiológica das sementes da referida espécie oriundas de diferentes matrizes localizadas em duas populações, a fim de selecionar indivíduos com alto padrão de qualidade. Foram escolhidas para coleta de sementes as matrizes localizadas nos municípios de Itajá - Rio Grande do Norte e São João do Cariri - Paraíba, foram selecionadas 8 árvores matrizes de mofumbo por população, após coletar as sementes, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. As análises realizadas foram: biometria digital de sementes (mm), teor de água (%), germinação (%), índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, massa seca total de plântulas (g), emergência (%), índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e massa seca total de plântulas (g). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% probabilidade. Com base nos resultados, a qualidade física e fisiológica das sementes de *Combretum leprosum*, apresenta variação entre as populações, bem como dentro da mesma localidade. Aspectos morfométricos computadorizados mostram alteração de padrão entre árvores matrizes, podendo ser utilizados para estudos de divergência genética dentro da dinâmica populacional em uma mesma localidade. As árvores matrizes 1, 3, 6, 8, 9, 12, 14, 15 e 16 se destacam na porcentagem de germinação, no entanto, em relação ao vigor, os indivíduos 1, 3 e 8, demonstraram maiores desempenhos dentro do conjunto de variáveis analisadas.

Palavras-chave: mofumbo; germinação; vigor; morfobiometria.

ABSTRACT

Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) is an endemic tree species of the Caatinga biome, widely used as a source of forage, in projects for the recovery of degraded areas and in pharmacology, from the extraction of chemical compounds. In view of its relevance, this study aimed to evaluate the physical and physiological quality of seeds between parent trees of *Combretum leprosum* in two populations, in order to select individuals with a high quality standard. In the municipalities of Itajá - Rio Grande do Norte and São João do Cariri - Paraíba, 8 mother trees of mofumbo per population were selected, after collecting the seeds, they were sent to the Seed Analysis Laboratory of the Center for Agricultural Sciences of the Federal University of Paraíba. The analyzes carried out were: digital biometry of seeds (mm), water content (%), germination (%), germination speed index, average time of germination, total dry mass of seedlings (g), emergence (%), emergence speed index, mean emergence time and total seedling dry mass (g). The experimental design used was completely randomized and means were compared using the Scott-Knott test at the 1% probability level. Based on the results, the physical and physiological quality of *Combretum leprosum* seeds varies between populations, as well as within the same locality. Computerized morphometric aspects show changes in the pattern between parent trees, which can be used for studies of genetic divergence within population dynamics in the same locality. Mother trees 1, 3, 6, 8, 9, 12, 14, 15 and 16 stand out in the percentage of germination, however, in relation to vigor, individuals 1, 3 and 8, demonstrated greater performances within the set of analyzed variables.

Keywords: mofumbo; germination; force; morphobiometrics

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Aspectos morfométricos analisados em software ImageJ® (área, perímetro, circularidade, comprimento, largura, razão de aspecto - AR, arredondamento e solidez) em sementes de <i>Combretum leprosum</i> coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.....	29
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização das populações de coleta de sementes de <i>Combretum leprosum</i> Mart.....	24
Figura 2. Etapas de processamento digital de imagens para obter dados biométricos em <i>Combretum leprosum</i> Mart. A: captura de imagens; B: conversão para formato de 8 bits; C: uso de máscara “limiar”; D: análise biométrica área(a), perímetro (b) e solidez (área/ área convexa); E: comprimento (c), largura (d) e razão de aspecto (c/d), F: circularidade (e) e arredondamento (f) da semente.....	25
Figura 3. Características morfológicas de sementes de <i>Combretum leprosum</i> coletadas nas localidades de Itajá - RN (A) e São João do Cariri - PB (B), Brasil.....	28
Figura 4. Qualidade fisiológica: (A) Germinação, (B) Índice de Velocidade de Germinação, (C) Tempo Médio de Germinação e (D) Massa Seca de Plântulas, em sementes de <i>Combretum leprosum</i> coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.....	31
Figura 5. Qualidade fisiológica: (A) Emergência, (B) Índice de Velocidade de Emergência, (C) Tempo Médio de Emergência e (D) Massa Seca de plântula de Emergência, em sementes de <i>Combretum leprosum</i> coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.....	33

LISTA DE ABREVIACÕES

AR. – Arredondamento

CIRC. – Circularidade

COMP. – Comprimento

CV – Coeficiente de variação

E% - Porcentagem de emergência

FTS – Florestas tropicais secas

G% - Porcentagem de germinação

IVG – Índice de velocidade germinação

IVE – Índice de velocidade de emergência

LARG. – Largura

M – Matriz

MSPG-Massa seca de plântulas da germinação

MSPE- Massa seca de plântulas da emergência

PERIM. – Perímetro

PB – Paraíba

RN – Rio Grande do Norte

TMG – Tempo médio de germinação

TME – Tempo médio de emergência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Características gerais e aplicabilidade da (<i>Cobretum leprosum</i> Mart.)	16
3.2 Produção de sementes de alta qualidade	17
3.3 Qualidade de sementes de espécies florestais provenientes de diferentes matrizes	18
3.4 Qualidade física	19
3.5 Qualidade fisiológica	20
3.6 Fatores bióticos e abióticos e sua influência na qualidade das sementes	21
4. METODOLOGIA	22
4.1 Localização do experimento e do material vegetal	22
4.2 Variáveis analisadas	23
4.2.1 Qualidade física	23
4.2.2 Qualidade fisiológica	24
4.3 Desenho experimental e análise estatística	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1 Qualidade Física	26
Biometria de sementes com processamento de digital de imagem	26
5.2 Qualidade fisiológica	28
6. CONCLUSÃO	33
7. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Florestas tropicais secas (FTS) representam mais de 40% das florestas tropicais no mundo, com abrangência na África, Austrália, América Central e do Sul, Índia e Sudeste Asiático (MURPHY e LUGO, 1986). No Brasil, o bioma Caatinga, identificado como exclusivamente brasileiro, cobre cerca de 912.529 km², com ocorrência nos estados do Nordeste e em parte de Minas Gerais, revestidas por vegetação arbustiva-arbórea decíduas, cujas folhas são perdidas ao longo da estação seca (SILVA et al., 2017).

Dentre as espécies com ocorrência neste bioma, *Combretum leprosum* Mart., pertencente à família das Combretaceas, conhecido popularmente como mofumbo, mufumbo, cipoaba, pente de macaco e carne de vaca, tem sido utilizado em sistemas silvipastoris, como fonte de forragem, em estudos no campo da medicina para extração de compostos utilizados em produtos farmacológicos, bem como em projetos de recuperação de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento e fácil adaptação a diferentes condições climáticas (MARIA-SILVA et al., 2012).

Sementes de espécies florestais nativas possuem, de modo geral, baixas porcentagens de germinação, devido à sua complexidade pela diversidade de formas, tamanhos e estruturas, além de fatores dormência, predação e maturação desuniforme (BORBEDO et al., 2018).

Os aspectos biológicos estão relacionados a um conjunto de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que indicam o potencial para armazenamento, plantio e formação de plântulas normais de maneira rápida, uniforme e sob amplas condições adversas de campo (MARCOS-FILHO, 2015). Com a finalidade de atingir o máximo aproveitamento das sementes, a preocupação com a qualidade é fundamental para selecionar lotes com alto potencial, atendendo os padrões exigidos pela legislação para a comercialização (FREIRE et al., 2017).

Para que as sementes possam ser utilizadas em programas de restauração de áreas degradadas, devem apresentar alto padrão de qualidade fisiológica e variabilidade genética, atendendo às normativas prescrita na Lei de Proteção da Vegetação Nativa Nº 12.651/12 referente ao Novo Código Florestal (BRASIL, 2012; RIBEIRO et al., 2016).

O processo produtivo de sementes nativas com alta qualidade envolve a seleção de áreas, marcação de matrizes e coleta das sementes, incluindo análises de qualidade fisiológica e manutenção da mesma ao longo do tempo (VELASQUES, 2016).

Sementes da mesma espécie provenientes de diferentes localidades podem manifestar algumas variações, por exemplo, em seu grau de dormência devido à exposição das mesmas às variações climáticas e ambientais, ocasionando respostas diferenciadas em seu comportamento fisiológico (MULLER et al., 2016).

Variações ocorrentes no processo germinativo podem ser decorrentes da variabilidade genética existente em populações de espécies florestais devido as influências ambientais durante o desenvolvimento das sementes, associadas ao sistema reprodutivo das mesmas, as quais, em sua maioria são alógamas (MONTEIRO et al., 2016).

O uso das análises laboratoriais pode fornecer importantes informações para a caracterização fisiológica entre indivíduos e populações, essenciais para a conservação e manutenção das espécies (INZA et al., 2018), assim como fonte na identificação de indivíduos com características de viabilidade e vigor desejáveis para serem utilizadas como matrizes produtoras de sementes (SOUZA et al., 2018).

Portanto, o mofumbo é uma espécie de grande importância dentro dos biomas por sua adaptação as diferentes condições edafoclimáticas existentes no Brasil, além disso é uma espécie que possui inúmeras utilidades, desde a produção de forragem, medicinal e para recompor áreas degradadas. Para a conservação de sementes dessa espécie é necessário selecionar indivíduos produtores de sementes com alta qualidade, e isto auxiliará nos programas de produção de mudas, recomposição de áreas degradadas e preservação da Caatinga.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade física e fisiológica das sementes de *Combretum leprosum* oriundas de duas populações, a fim de selecionar matrizes produtoras de sementes com elevada qualidade.

2.2 Objetivos Específicos

Estimar a biometria de sementes de *C. leprosum* por meio de processamento digital de imagens;

Avaliar o potencial fisiológico das sementes oriundas de dezesseis árvores matrizes de *C. leprosum*.

Selecionar árvores matrizes produtoras de sementes com alta qualidade fisiológica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Características gerais e aplicabilidade da (*Cobretum leprosum* Mart.)

Cobretum leprosum Mart. conhecida popularmente como mofumbo, mufumbo, cipoaba, pente de macaco e carne de vaca. O mofumbo é pertencente à família Combretaceae que abrange 20 gêneros e aproximadamente 475 espécies distribuídas principalmente nas regiões tropicais. Esta família possui características que as tornam relativamente avançadas, cujos os membros ocupam ambientes especiais, como mangues e regiões áridas (BARROSO, 2009).

Possui distribuição exclusiva na América do Sul, com registros na Bolívia, Paraguai e Brasil (LOIOLA, 2009). Em solo brasileiro é encontrado em todos os biomas, desde a Amazônia até a Caatinga, Cerrado e Pantanal, assim como em todas as regiões do país (MARQUETE; VALETE, 2010). No Brasil ocorrem cerca de seis gêneros e 60 espécies, com distribuição ocorrendo em diferentes ambientes, como interior de florestas, caatingas, manguezais, restingas e dunas litorâneas (SOUZA; LORENZI, 2008).

Características que distinguem esta família, são as folhas simples, inteiras, pecioladas, ovário ínfero, hipanto dividido em das regiões, tricomas longos, lisos, nitidamente pontas, unicelulares, com paredes grossas e com um compartimento interno cônico na base (LOIOLA et al., 2009).

A planta é um arbusto escandente, com tricomas escamosos, esbranquiçados. Suas folhas são opostas, pecioladas; subcoriácea, elíptica, largo-elíptica a arredondada, nervuras proeminentes abaxialmente. Inflorescências em panículas de racemos, densifloras terminais e axilares. Os frutos de *C. leprosum* são do tipo betulídio, secos, indeiscentes, alados e monospermicos. São típicos de alguns gêneros de Combretaceae, originam-se de um ovário ínfero, providos de alas derivadas de expansões do hipanto (BARROSO et al., 2009). As sementes são ovóides ou elipsóides de cor castanha, aspecto rugoso com estrias longitudinais saindo do ápice à base das sementes (PAULINO et al., 2013).

É uma planta extremamente importante como forrageira, medicinal, apícola e para recuperação de áreas degradadas (principalmente de matas ciliares) (PAULINO et al., 2013). Em ambientes antropizados, o mofumbo tem apresentado altos índices populacionais, revelando assim sua capacidade de regeneração e cobertura de áreas degradadas (PAULINO et al., 2011). Tem sido apontada pelo Projeto Plantas para o Futuro como espécie prioritária para pesquisa, pois tem importante uso na medicina popular e apicultura (PAREYN, 2010).

Por não ter uma madeira muito durável, a espécie é utilizada principalmente como fonte de combustível, na produção de lenha, e em atividades apícolas, como fonte de néctar para as abelhas (LIMA, 2011). Flores e folhas ainda apresentam compostos químicos usados como medicamentos fito-terapêuticos para tratamento de hemorragias, uso sedativo, calmante, expectorante e anticiceptivo (LIRA et al., 2002; AGRA et al., 2007), além disso, a casca e raízes do mofumbo são usadas em xaropes, para bronquite, gripe e tosse (PAULINO et al., 2011).

Considerada como sendo pioneira e de crescimento rápido, o mofumbo é recomendado para utilização na recomposição de áreas degradadas e arborização paisagística (MARIA-SILVA et al., 2012).

3.2 Produção de sementes de alta qualidade

A qualidade das sementes é o conjunto de atributos ou características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias que indicam seu potencial para o armazenamento com conservação do potencial fisiológico, plantio e formação de plântulas normais de maneira rápida, uniforme e sob amplas condições adversas de campo (MARCOS-FILHO, 2015).

A produção de sementes de alta qualidade é de suma importância para qualquer programa de melhoramento vegetal, sejam estes voltados para plantios comerciais, restauração de áreas degradadas e conservação dos recursos genéticos (NOGUEIRA et al., 2007). A seleção de árvores matrizes com variabilidade genética é essencial quando se deseja sementes de alta qualidade, seja objetivando a conservação, regeneração, melhoramento ou a produção comercial de espécies florestais (FELIX et al., 2021).

Nesse sentido, estudos de diversidade genética e a avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes de árvores em populações naturais são essenciais para selecionar matrizes e áreas de coleta de sementes que atendam à legislação e aos requisitos de qualidade exigidos pelos programas de conservação e produção florestal (FELIX, 2019).

Para se obter sementes florestais de qualidade e em quantidade suficiente para atender ao mercado, é necessário, como primeiro passo, fazer a seleção das árvores matrizes (GARCIA et al., 2011). Estas árvores, denominadas de árvores matrizes, são aquelas as quais, comparadas com as outras da mesma espécie, apresentam características superiores. Contudo, características como: boa condição fitossanitária, vigor e produção de sementes, devem ser consideradas no caso de coletas de sementes para fins de revegetação ambiental (NOGUEIRA, et al., 2007).

Um ponto importante a considerar é que existem espécies florestais com irregularidade na produção de frutos e sementes. Ou seja, nem todas as espécies produzem anualmente (PIÑA-RODRIGUES e PIRATELLI, 1993).

Portanto, a obtenção de sementes florestais de alta qualidade envolve processos como a produção, que consiste na seleção de áreas e material, a marcação de matrizes e a coleta das sementes, incluindo a análise e manutenção da sua qualidade fisiológica ao longo do tempo (VELASQUES, 2017).

3.3 Qualidade de sementes de espécies florestais provenientes de diferentes matrizes

O intenso processo de exploração dos seus recursos naturais (lenha, carvão, estacas, entre outros) vem contribuindo na redução da biodiversidade. Portanto, a recuperação destas áreas tem se intensificado nas últimas décadas, necessitando a obtenção de informações destas espécies nativas quanto ao processo germinativo, cultivo e as suas potencialidades para abranger a utilização dos seus recursos (SILVA, 2008).

A preocupação com a conservação dos ecossistemas tropicais visando à obtenção de sementes de espécies florestais para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas se intensificaram nas últimas décadas (ATAÍDE et al., 2015), e na Caatinga, existe elevada demanda de sementes e mudas para estes programas (SANTOS et al., 2010).

A produção de sementes com qualidade é fundamental para atender à crescente demanda do mercado; para isso, as sementes necessitam representar a variabilidade genética da população, assim, evita-se a perda de diversidade genética por meio da endogamia e conserva-se o potencial evolutivo da espécie a longo prazo (FELIX, 2019).

Sementes da mesma espécie provenientes de diferentes localidades podem apresentar algumas variações, por exemplo, em seu grau de dormência devido à exposição das mesmas às variações climáticas e ambientais, ocasionando respostas diferenciadas em seu comportamento fisiológico (MULLER et al., 2016).

Da mesma forma, uma mesma árvore matriz pode vir a apresentar lotes heterogêneos em termos de viabilidade e vigor, o que pode estar relacionado ao grau de maturidade das sementes, uma vez que as sementes só expressam o seu real potencial fisiológico quando completam todas as modificações morfofisiológicas e bioquímicas (CARVALHO et al., 2012).

O controle de qualidade das sementes florestais produzidas e comercializadas no Brasil é realizado de acordo com o estabelecido na Lei 10.711 de 2003 (BRASIL, 2003). De acordo

com a referida lei, para comercialização das sementes é preciso a realização de testes laboratoriais para determinar a qualidade fisiológica e física dos lotes de sementes (VELASQUES, 2016).

Este controle é realizado em laboratório, caracteriza-se pelas etapas posteriores de coleta e beneficiamento, em que se objetiva avaliar a qualidade das sementes para selecionar as árvores que serão consideradas árvores matrizes produtoras (LIMA et al., 2014).

3.4 Qualidade física

Os aspectos físicos se relacionam com as características das sementes, tais como tamanho e formato, coloração e conteúdo de água, das quais são obtidas informações de biometria, morfologia, grau de umidade e quantidade de sementes por quilograma. Enquanto os aspectos sanitários estão relacionados com a sanidade das sementes, associados à presença de patógenos (bactérias, fungos e insetos) que podem desencadear uma série de danos às sementes durante a polinização das flores, maturação dos frutos e dispersão das sementes (BEWLEY et al., 2013), com formação de unidades seminais chochas, mal formadas, atacadas por insetos, fungos e bactérias.

A biometria de sementes é uma variável bastante empregada na diferenciação da qualidade fisiológica de diferentes espécies vegetais, sendo que a biometria de frutos e sementes contribui significativamente na diferenciação de espécies de mesmo gênero. Estudos relatam que sementes que possuem maior tamanho apresentam crescimento de plântulas com taxas mais elevadas, o que gera uma maior probabilidade de sucesso no estabelecimento das plântulas, devido ao maior aproveitamento das reservas realizando um crescimento mais acelerado de raízes e parte aérea (LUCENA et al., 2017).

Outro ponto importante no estudo da qualidade física, assim como a contribuição de estudos para o melhoramento genético de diversas populações através da padronização de testes realizados em laboratórios, que venham auxiliar na identificação e diferenciação de espécies do mesmo gênero (GONÇALVES et al., 2013), de forma a fornecer importantes informações para a caracterização dos aspectos ecológicos como o tipo de dispersão, agentes dispersores e estabelecimento das plântulas (MATHEUS e LOPES, 2007).

A classificação das sementes por tamanho ou por peso é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência das plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (SILVA et al., 2010).

Informações a respeito das características biométricas das sementes, tais como espessura, largura e comprimento, podem auxiliar na tomada de decisões referentes ao processo de armazenamento, o que também influencia no crescimento inicial das mudas, uma vez que as dimensões estão diretamente relacionadas com o conteúdo de substâncias nutritivas (BARROSO et al., 2016).

As condições ambientais de fertilidade do solo, disponibilidade de água, temperatura, luminosidade e posição da semente no fruto e na planta, bem como a presença de patógenos afetam a formação e desenvolvimento das sementes durante a maturação e posterior dispersão e, portanto, o potencial fisiológico de vigor e germinação são afetados por fatores bióticos e abióticos do ambiente em que a planta se encontra (MARCOS-FILHO, 2015).

3.5 Qualidade fisiológica

A avaliação da qualidade fisiológica é um importante componente nos programas de controle de qualidade destinados a garantir um desempenho satisfatório das sementes e a estimativa desta qualidade é realizada rotineiramente aplicando-se o teste de germinação (MUNIZ et al., 2004). É possível também realizar a primeira contagem da germinação, que avalia a porcentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste, sendo eficiente para determinar o vigor das sementes (GUEDES et al., 2015).

Os aspectos fisiológicos refletem o potencial fisiológico de germinação e vigor das sementes em manifestar suas funções vitais sob diferentes condições ambientais, sejam elas favoráveis ou não (MARCOS-FILHO, 2015). Para a sua avaliação, utilizam-se testes de viabilidade e de vigor, e dentre os associados à germinação de sementes, destaca-se os de velocidade de germinação, mensuração do comprimento e da massa seca de plântulas, além da emergência de plântulas em campo.

O teste de germinação verifica o potencial máximo de viabilidade das sementes sob condições ideais de germinação (BRASIL, 2009), enquanto o teste de velocidade de germinação reflete a capacidade das sementes de germinar rapidamente sob condições favoráveis (KRZYZANOSWIKI et al., 1999). A mensuração do comprimento e massa seca de plântulas avalia a eficiência na mobilização e alocação de reservas dos cotilédones para o eixo embrionário em crescimento durante o processo germinativo (OLIVEIRA et al., 2012). Por fim,

o teste de emergência de plântulas em campo submete as sementes às adversidades ambientais, sendo considerado fundamental teste de vigor (MARCOS-FILHO, 2015).

3.6 Fatores bióticos e abióticos e sua influência na qualidade das sementes

As projeções de clima preveem cenários de secas e eventos extremos de chuva em grandes áreas do planeta (OLIVEIRA, 2019). A combinação das alterações do clima na forma de falta de chuva ou pouca chuva, acompanhada de altas temperaturas, altas taxas de evaporação e alta competição pelos recursos hídricos, pode levar a uma crise potencialmente catastrófica (MARENGO et al., 2011).

Como parte do semiárido nordestino, a Caatinga apresenta características peculiares, como fisionomia xerófila e florística variada, com elevado grau de endemismo devido à grande capacidade adaptativa das espécies ao clima predominante. É marcada por uma forte sazonalidade climática, com alternância entre estações chuvosa e seca (OLIVEIRA, 2019).

As plantas nativas da Caatinga estão sujeitas a, pelo menos, algum tipo de estresse abiótico ao longo do seu ciclo de desenvolvimento (DANTAS et al., 2014). E, dentre os processos de sobrevivência das plantas, a germinação é o mais afetado pelos estresses térmico, hídrico e salino (OLIVEIRA et al., 2019).

Os fatores ambientais têm participação essencial durante o processo germinativo de uma semente e o conhecimento das condições ideais para a germinação de determinada espécie é de fundamental importância, principalmente pelas respostas diferenciadas que ela pode apresentar em função de diversos fatores bióticos e abióticos, como viabilidade, dormência, água, luz e temperatura (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A germinação é um processo complexo em que a semente deve recuperar-se rapidamente da secagem sofrida, a habilidade de germinar sob a influência de diferentes fatores abióticos é de extrema importância para as sementes, pois, assim, elas garantem sua sobrevivência e a regeneração das florestas (MOURA et al., 2011).

Dentre os fatores que influenciam diretamente a germinação das sementes, destacam-se a temperatura e a disponibilidade hídrica, os dois principais fatores abióticos que serão alterados de acordo com as mudanças climáticas globais (OLIVEIRA, 2019).

A diminuição do potencial hídrico do meio também é um fator determinante para o sucesso do processo germinativo, pois é por meio da absorção de água que ocorre a reativação do metabolismo das sementes (BEWLEY et al., 2013), em consequência, a germinação pode ser inviabilizada caso essa demanda hídrica não seja suprida (MARCOS FILHO, 2015).

4. METODOLOGIA

4.1 Localização do experimento e do material vegetal

Os diásporos de *C. leprosum* foram coletados de 16 árvores matrizes com ocorrência natural, equidistantes entre si, em populações dos estados do Rio Grande do Norte - RN e da Paraíba – PB. As áreas de coleta encontram-se nas cidades de Itajá, entorno da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, e em São João do Cariri, na estação Experimental pertencente a Universidade Federal da Paraíba (Figura 1).

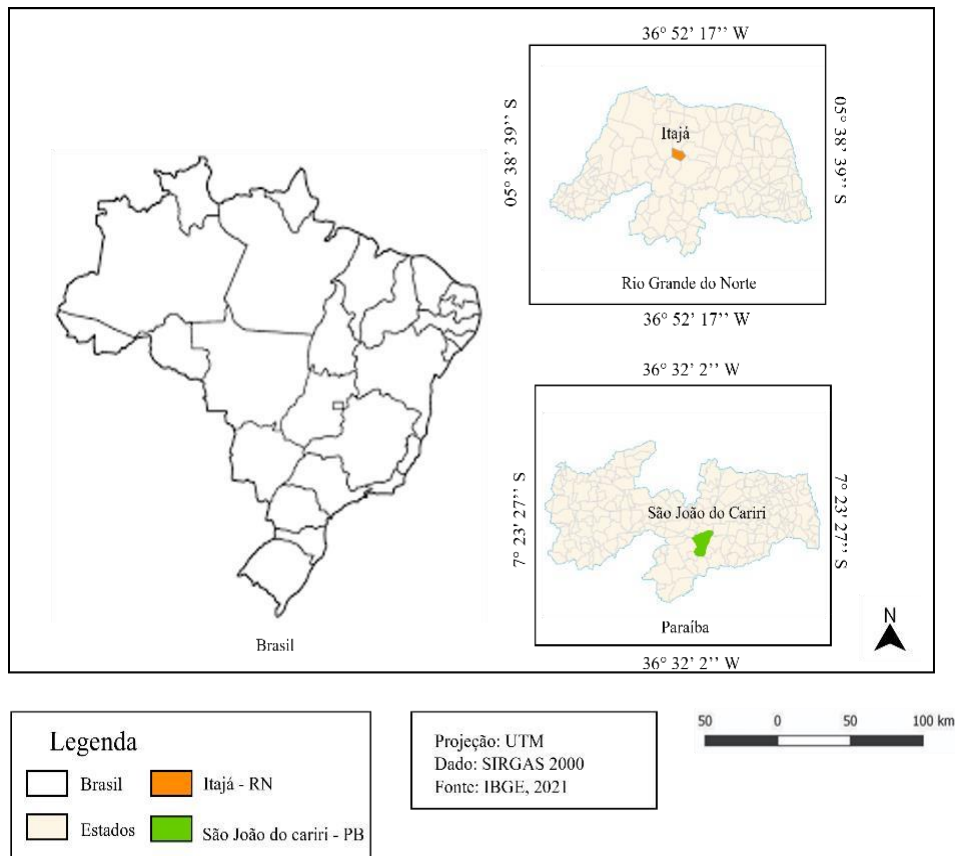


Figura 1. Mapa de localização da área de coleta de sementes de *Combretum leprosum* Mart.

Após a coleta, o material foi encaminhado ao Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (LAS/CCA/UFPB), onde as sementes foram beneficiadas e homogeneizadas manualmente, sendo identificadas de acordo com cada árvore matriz selecionada.

4.2 Variáveis analisadas

4.2.1 Qualidade física

Biometria de sementes com processamento digital de imagens:

Os dados referentes a biometria de sementes foram obtidos a partir do software livre ImageJ® versão 1.46 (FERREIRA e RASBAND, 2012). Para isso, 100 sementes de cada árvore adulta foram fotografadas com uma lente de 12 mp a uma distância de 20 cm, em ângulo de 90°, sobre um fundo de papel branco fosco marcado com uma régua milimetrada como métrica de referência. Foram analisados os seguintes parâmetros biométricos: área (mm^2), perímetro (mm), circularidade (0,0-1,0), comprimento (mm), largura (mm), razão de aspecto e solidez (0,0-1,0) da semente.

O processamento da imagem foi baseado na captura (Figura 2A) e conversão para o formato de 8 bits (256 tons) (Figura 2B), seguido de calibração da escala da imagem em milímetros, seleção de área a ser analisada e uso da máscara “limiar” para diferenciação de contraste entre os componentes da imagem (Figura 2C).

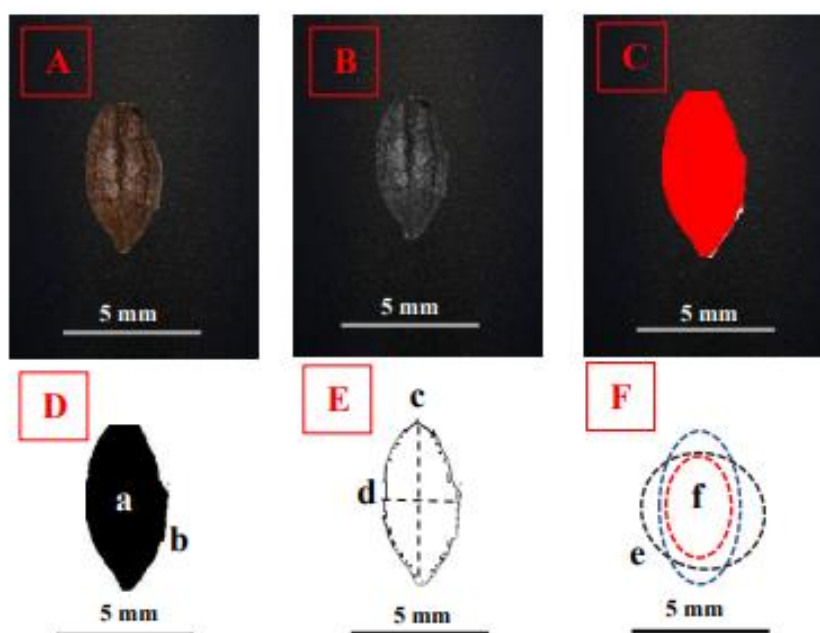


Figura 2. Etapas de processamento digital de imagens para obter dados biométricos em *Combretum leprosum* Mart. A: captura de imagens; B: conversão para formato de 8 bits; C: uso de máscara “limiar”; D: análise biométrica área (a), perímetro (b) e solidez (área/ área convexa); E: comprimento (c), largura (d) e razão de aspecto (c/d), F: circularidade (e) e arredondamento (f) da semente.

Por fim, as sementes foram analisadas biometricamente (Figuras 2D, 2E e 2F) e os resultados foram exportados em Excel® formato.

Grau de umidade: foi previamente determinado com duas amostras de cada matriz, com 4,5 g de sementes pelo método da estufa à temperatura de 105 ± 3 °C, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

4.2.2 Qualidade fisiológica

Previamente para a instalação do experimento de qualidade fisiológica, as sementes foram desinfestadas através da imersão em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e submetidas a embebição por 24 horas com trocas do conteúdo de água a cada 12 horas. Posteriormente, foram avaliadas com base nas seguintes variáveis:

Porcentagem de germinação: obtida a partir da contagem do número de sementes germinadas até quatorze dias após a semeadura, sendo as avaliações realizadas de acordo com Brasil (2013). O teste foi conduzido com 4 repetições de 25 sementes para cada lote, dispostas com hilo voltado para baixo em substrato rolo de papel umedecido e acondicionadas em germinador do tipo BOD (*Biological Oxygen Demand*), regulado à temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 8/16 horas.

Índice de velocidade de germinação: determinado por meio de contagens diárias das sementes germinadas até o vigésimo primeiro dia após a instalação do teste, e calculado pelo somatório de sementes germinadas, e dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, conforme equação proposta por Maguire (1962).

Tempo Médio de Germinação (TMG): avaliado diariamente a partir da emissão radicular, e calculado de acordo com a fórmula proposta por Labouriau (1983).

Massa seca de plântulas da germinação: Após mensuradas, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e postas para secar em estufa de circulação de ar forçada, regulada a 65 °C, até atingirem peso constante, em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo o resultado expresso em gramas (NAKAGAWA, 1999).

Emergência (E%): as sementes foram postas para germinar em condições de casa de vegetação, acondicionadas em bandejas de plástico, contendo como substrato, areia autoclavada, umedecida a 60% da capacidade de campo, com 4 repetições de 25 sementes para

cada matriz, sendo a avaliação final realizada aos 21 dias, contabilizando-se as plântulas emersas, sendo expressa em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE): Obtido por meio de contagens diárias das plântulas emersas no teste de emergência até o vigésimo primeiro dia, calculado conforme equação proposta por Maguire (1962).

Tempo Médio de Emergência (TME): avaliado diariamente a partir da emissão radicular, e calculado de acordo com a fórmula proposta por Labouriau (1983).

Massa seca de plântulas da emergência: as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e postas para secar em estufa de circulação de ar forçada, regulada a 65 °C, até atingirem peso constante, em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo o resultado expresso em gramas (NAKAGAWA, 1999).

4.3 Desenho experimental e análise estatística

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado.

Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes, os dados foram submetidos aos testes de normalidade residual de Lilliefors (nível de probabilidade de 1%), estatística descritiva e análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o software AgroEstat (BARBOSA e MALDONADO, 2010).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Qualidade Física

Em sementes de *Combretum leprosum*, foi possível observar variações de padrões morfológicos entre indivíduos de uma mesma população, como também variação em diferentes condições edafoclimáticas em que as matrizes estão inseridas, aspectos como cor, formato e pigmentação (Figura 3).

Aspectos morfométricos das sementes podem ser utilizadas para diferenciar a qualidade de lotes de sementes, e em alguns casos aferir a divergência genética entre populações e indivíduos em determinadas espécies florestais (FELIX et al., 2020).



Figura 3. Características morfológicas de sementes de *Combretum leprosum* coletadas nas localidades de Itajá – RN (A) e São João do Cariri – PB (B), Brasil.

O potencial fisiológico de uma espécie e a capacidade de se estabelecer no ambiente, estão relacionados com a integridade dos diásporos, logo o tamanho e formato, podem ser relacionados ao bom desempenho germinativo e índices de sobrevivência (COSTA et al., 2016).

Biometria de sementes com processamento de digital de imagem

Baseado nos dados da tabela 1, foi possível observar ampla variação, embora as matrizes 1, 10 e 15 apresentaram áreas maiores, estas não apresentam mesmo desempenho nos demais aspectos físicos analisados, como comprimento e perímetro, onde as sementes da matriz 10 obtiveram os melhores valores. Com relação a razão de aspecto e solidez, as matrizes 14 e 15 respectivamente se destacaram entre as demais. As informações morfométricas analisadas

com processamento automatizado forneceram características fenotípicas de tamanho e formato das sementes (Tabela 1).

Tabela 1. Aspectos morfométricos analisados em software ImageJ® (área, perímetro, circularidade, comprimento, largura, razão de aspecto – AR, arredondamento e solidez) em sementes de *Combretum leprosum* coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.

Matriz	Área (mm ²)	Perim. (mm)	Circ. (0.0-1.0)	Comp. (mm)	Larg. (mm)	AR	Redondeza (0.0-1.0)	Solidez
1	53,0 a	30,9 c	0,720 b	12,1 d	6,0 a	2,0 e	0,497 c	0,930 d
2	46,3 c	30,2 c	0,632 e	12,7 c	5,2 e	2,4 c	0,415 e	0,935 c
3	38,7 e	27,6 f	0,667 d	11,0 g	5,1 e	2,1 d	0,469 d	0,935 c
4	40,2 d	28,4 e	0,642 e	11,6 e	4,2 g	2,4 c	0,423 e	0,935 c
5	34,8 g	25,9 h	0,662 d	10,4 g	4,6 h	2,3 c	0,428 e	0,938 b
6	41,6 d	26,2 g	0,753 a	10,0 h	5,8 b	1,6 g	0,599 a	0,933 c
7	37,5 f	26,8 f	0,649 e	11,0 f	4,9 g	2,2 d	0,459 d	0,934 c
8	36,3 f	25,0 i	0,741 a	9,5 i	5,3 d	1,8 f	0,548 b	0,926 e
9	32,2 h	24,5 i	0,695 c	9,7 i	4,8 g	2,0 e	0,489 c	0,934 c
10	52,3 a	32,0 a	0,623 f	13,5 a	5,5 c	2,5 b	0,397 f	0,944 a
11	38,2 f	26,1 g	0,689 c	10,5 g	5,2 e	2,0 e	0,482 c	0,937 c
12	30,4 i	24,4 i	0,641 e	10,1 h	4,2 i	2,3 c	0,424 e	0,922 f
13	45,7 c	29,7 d	0,666 d	11,8 e	5,4 c	2,1 d	0,465 d	0,937 c
14	46,5 c	31,1 b	0,590 g	13,2 b	5,0 f	2,6 a	0,374 g	0,929 d
15	48,0 b	31,0 b	0,611 f	13,1 b	5,3 d	2,5 b	0,391 f	0,942 a
16	39,8 e	28,9 d	0,591 g	12,3 d	4,7 h	2,5 b	0,389 f	0,933 c
Média	41,3	28,0	0,661	11,4	5,1	2,5	0,389	0,933
CV (%)	15,4	8,8	7,8	10,0	10,8	11,0	11,9	1,1

Valores médios seguidas pela mesma letra na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade. CV: coeficiente de variação

Dessa forma, verifica-se que dentro da mesma população, indivíduos de *Combretum leprosum* produzem diásporos com características fenotípicas diferentes. Essa alteração de padrão pode pressupor indicações de variabilidade genética dentro da dinâmica populacional em uma mesma localidade (FELIX et al., 2020).

Os dados morfométricos ajustados a distribuição normal do resíduo (5% de probabilidade), demonstraram erros padrões baixos para as variáveis: 0,01 para os dados de área, perímetro e circularidade, 0,05 para comprimento, largura e razão do aspecto, e 0,005 para redondeza e solidez. Estes indicativos estatísticos encontrados nos dados da tabela 1 demonstram que o conjunto de dados está preciso, justificado pelo número elevado da amostragem e pela baixa variação do coeficiente (MENEGATTI et al., 2017).

Portanto, sementes de *Combretum leprosum* apresentam ampla variação dos aspectos morfométricos sob diferentes populações, não havendo correlação entre as variáveis de área, comprimento e largura, como o que foi encontrado em estudos com *pityrocarpa moniliformis* (FELIX et al., 2020).

Para a produção e comercialização de sementes, é preferível o uso de lotes com sementes maiores, devido a pressuposição que estas poderão apresentar melhores desempenhos germinativos (MARCOS-FILHO, 2015). No entanto, espécies florestais apresentam uma alta variabilidade do padrão morfológico, não podendo assim utilizar apenas estes aspectos como indicativo de qualidade fisiológica (PEÑALOZA & DURÁN, 2015).

Grau de umidade

As sementes de *Combretum leprosum* utilizadas para este estudo, expressaram grau de umidade entre 14,5% e 16,5%, com maiores percentuais entre as matrizes da população de São João do Cariri, PB.

O grau de umidade entre lotes de sementes deve estar o mais próximo possível para estudos de comparação de qualidade fisiológica (SILVA et al., 2023). No entanto, quando comparado a qualidade de sementes entre matrizes ou populações, este fator pode haver variações ligadas as condições edafoclimáticas aos quais os indivíduos estão inseridos (BEZERRA et al., 2022).

O conteúdo de água em sementes está relacionado aos processos metabólicos, envolvendo tanto a retomada do desenvolvimento embrionário, como atividade enzimática de desenvolvimento dos tecidos vegetais (SARMENTO, 2015; BEWLEY et al., 2013).

5.2 Qualidade fisiológica

Germinação

As sementes provenientes das duas áreas de coleta obtiveram altos valores de germinação. Com base nos dados obtidos, no teste de germinação, (Figura 4A), verifica-se que 9 matrizes (1, 3, 6, 8, 9, 12, 14, 15 e 16) expressaram melhores desempenhos, quando comparadas com as demais estudadas, apresentando percentual de 85 a 95%. Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), (Figura 4B) as matrizes 1, 3, 8 e 12 expressaram os melhores índices, obtendo sementes com maior velocidade de germinação.

Desta forma, das 16 matrizes de *C. leprosum* estudadas, destacam-se nove delas, sendo possível separar suas sementes, em diferentes níveis de vigor com base nos testes de IVG (1; 3; 8 e 12), TMG (1; 3; 6; 8 e 12), e MS (1 e 3).

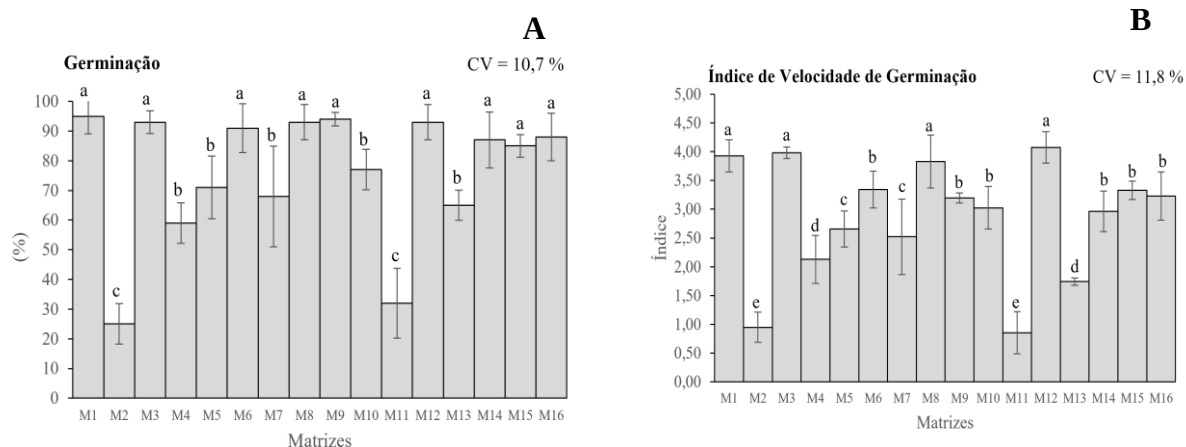


Figura 4. Análise de qualidade fisiológica, (A) Germinação e (B) Índice de Velocidade de Germinação em sementes de *Combretum leprosum* coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.

A germinação das sementes de *C. leprosum* na maioria das matrizes apresentaram valores igual ou superior a 60%, este fato que pode estar relacionado com o bom teor de água que as sementes apresentaram, pois, essa variável é uma constituinte de grande importância, podendo assim favorecer o desempenho das sementes quanto à germinação. Marcos Filho (2015), destaca que nas sementes mais úmidas dentro de certos limites, germinam mais rápido comparadas às de menor umidade.

O teste de germinação é utilizado para comparar a viabilidade entre lotes de sementes, sob condições ideais de execução, porém não garante que ocorra o mesmo desempenho em condições de campo, sob uma ampla variação de fatores edafoclimáticos (LIMA et al., 2014).

Para que se possa quantificar com maior precisão o desempenho entre matrizes ou lotes de sementes, testes de vigor, como o Índice de Velocidade de Germinação (Figura 4B), Tempo Médio de Germinação (Figura 4C) e Massa seca de plântulas (Figura 4D), podem contribuir para a diferenciação de características desejáveis.

Com relação ao Tempo Médio de Germinação (TMG) (Figura 4C), as matrizes 1; 3; 6 e 8 expressaram valores significativos quanto ao tempo médio de germinação, obtendo seu estabelecimento germinativo entre 6 e 8 dias após a semeadura. Em contra partida, as matrizes 11 e 13 expressaram os piores valores e alcançaram seu estabelecimento germinativo em 10 dias.

O tempo médio de germinação é um índice de grande importância, já que quanto menos tempo as sementes levarem para emitir suas radículas, maior será a velocidade e consequentemente mais rápido o estabelecimento da plântula (BARBOSA et al., 2011). Pesquisas sobre estratégias de germinação de espécies da Caatinga com germinação rápida foram realizadas por Silva (2005), e este concluiu que o tempo médio de germinação das espécies florestais utilizadas no estudo variou entre dois e seis dias.

Os valores de massa seca das plântulas oriundas das 16 árvores variaram de 0,050 a 0,380 g, sendo as matrizes 1 e 3 manifestando maiores quantidades para esta variável. O desempenho satisfatório da plântula está relacionado a uma série de fatores, dentre eles a um bom conteúdo de reservas. Iossi et al (2003), ressalva que fatores ligados ao substrato e a distribuição de conteúdo de água adequado durante cada estágio da germinação, pode afetar consideravelmente o desempenho da plântula, e, por conseguinte sua massa.

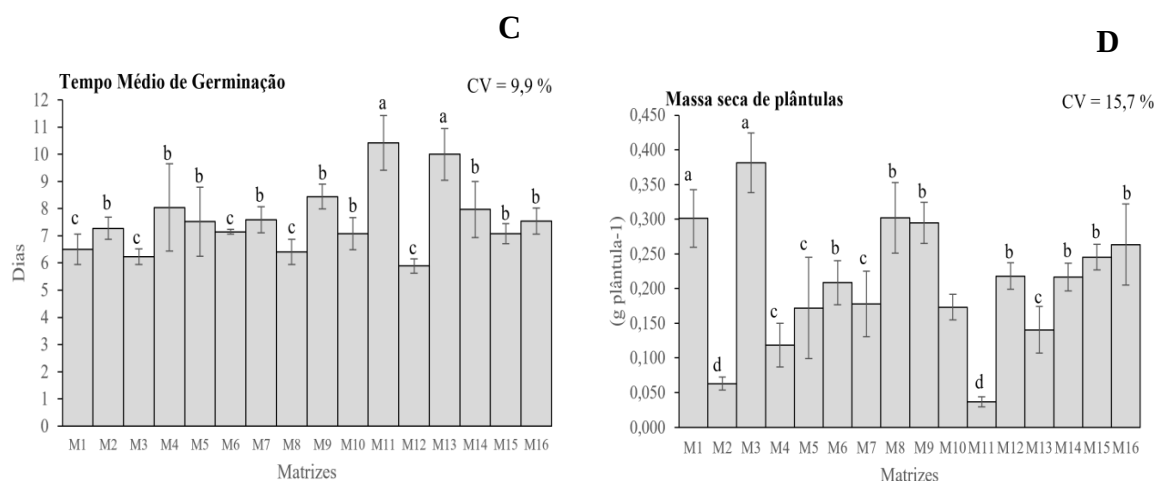


Figura 4. Qualidade fisiológica, Tempo Médio de Emergência (C) e Massa Seca de Plântulas da Germinação (D), em sementes de *Combretum leprosum* coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.

Em sementes de espécies florestais, a exemplo da *C. leprosum*, é possível observar uma grande heterogeneidade fisiológica, uma vez que vários fatores, incluindo habitat, período de coleta, condições de armazenamento e conteúdo de água, afetam diretamente o vigor (PACHECO et al., 2011).

Emergência

As árvores matrizes 1; 3; 4; 5; 6; 8 e 14, foram as que melhor expressaram os percentuais de emergência, de 60 a 80% (Figura 5A). No Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

(Figura 5B), observou-se que as matrizes 1, 3, 5, 6, 8, 10 e 14 expressaram maior velocidade e emergência das plântulas, confirmando o elevado potencial fisiológico destas árvores matrizes.

A avaliação de desempenho da emergência, demonstrou ainda mais a expressão do potencial fisiológico das sementes em condições de campo, se diferenciando do registrado em condições controláveis.

A emergência das plântulas ocorreu durante 11 dias (do 10º dia após a semeadura até o 21º), com maior pico de emergência no 12º dia, entretanto as plântulas atingiram acima de 50% de emergência no 16º dia após a semeadura. No final do processo germinativo as sementes apresentaram 78% de emergência e Índice de Velocidade de Emergência de 1,5. Estes dados concordam com os resultados obtidos por (GONÇALVES et al., 2007; LIMA et al., 2009) para *C. leprosum*.

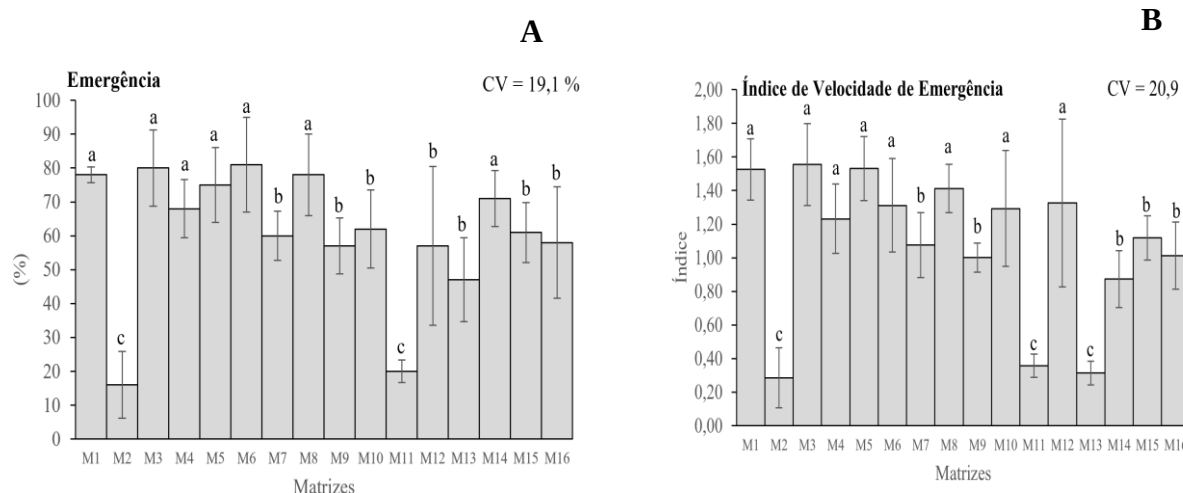


Figura 5. Qualidade fisiológica, (A) Emergência, (B) Índice de Velocidade de Emergência, em sementes de *Combretum leprosum* coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.

Na variável Tempo Médio de Germinação (Figura 5C), as matrizes 1, 3, 6, 8 e 12 obtiveram seu estabelecimento na emergência entre 11 e 15 dias após a semeadura. Em contra partida, as matrizes 4, 9, 11 e 13 expressaram os piores valores e alcançaram seu estabelecimento médio em 14 dias.

A temperatura e disponibilidade de água são fatores que afetam diretamente o desenvolvimento de frutos e formação das sementes, por atuarem diretamente sobre o metabolismo da planta (BEWLEY et al., 2013). Temperaturas elevadas reduzem drasticamente o potencial fisiológico das sementes e a deficiência de água prejudica a assimilação de

nutrientes, causando redução da fotossíntese e abortamento de sementes ou formação de sementes menores e chochas (MARCOS-FILHO, 2015).

A massa seca de plântulas (Figura 5D) oriundas das dezesseis matrizes variaram entre 0,020 a 0,360g, tendo as matrizes 1, 3, 8 expressado maior quantidade para esta característica, e as matrizes 2, 12 e 13 obtiveram os menores valores com relação a massa seca (0,020g). Essa variação pode estar relacionada com a variabilidade genética e/ou fatores ambientais não controlados, tais como a antropização, solo, clima, temperatura, pluviosidade e idade da planta (SANTOS et al., 2018).

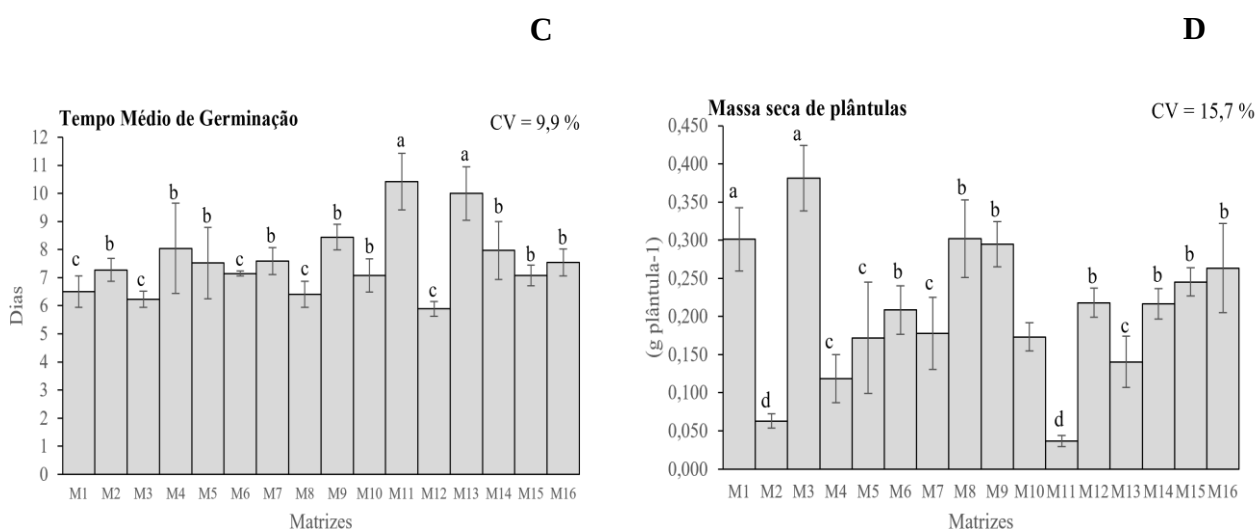


Figura 5. Análise de qualidade fisiológica, Tempo Médio de Emergência (C) e Massa Seca de Plântulas da Emergência (D), em sementes de *Combretum leprosum* coletadas nas localidades de Itajá – Rio Grande do Norte (1-8) e São João do Cariri (9-16), Paraíba, Brasil.

6. CONCLUSÃO

Sementes de *Combretum leprosum* possuem qualidade física e fisiológica variável entre as árvores matrizes.

Desse modo, as características morfométricas mostram alteração de padrão entre as sementes produzidas pelas árvores matrizes, podendo as sementes serem utilizadas para estudos de divergência genética dentro da dinâmica populacional em uma mesma localidade

As matrizes 1, 3, 6, 8, 9, 12, 14, 15 e 16 possuem maiores porcentagens de germinação, no entanto, quando observado o vigor entre as matrizes, os indivíduos 1, 3 e 8, demonstram maiores desempenhos dentro do conjunto de variáveis analisadas.

7 REFERÊNCIAS

- ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; FLORES, A. V.; CASTRO, R. V. O. Óxido nítrico na germinação de sementes de baixo vigor de *Dalbergia nigra*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 438-444, 2015. <https://doi.org/10.19084/rca.16949>.
- BARBEDO, C. J.; SANTOS-JUNIOR, N. A. Sementes do Brasil. Publicado em: **Instituto de Botânica - InB**. ISBN 978-85-7523, p. 06-8, 2018.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO J. R. W. AgroEstat: sistema para análise estatística de ensaios agrônômicos. Versão 1.0. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.
- BARROSO, R. F.; SILVA, F. A.; NÓBREGA, J. S.; SILVA, L. J. S.; NOVAIS, D. B.; FERREIRA, V. S. Biometria de frutos e sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke. **Revista Verde**. v. 11, n. 5, p. 155-160, 2016. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i5.4703>.
- BARROSO, I. C. E.; OLIVEIRA, F.; CIARELLI, D. M. Morfologia da unidade de dispersão e germinação de *Cordia sellowiana* Chan. e *Cordia myxa* L. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 241-249, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000100026>.
- BEZERRA, A. A. Análise sobre o estado de conservação das nascentes no município de Olho D'Água do Casado, Alagoas. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2022
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. Seeds - physiology of development, germination and dormancy. 3.ed. New York: Springer, p. 392, 2013.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Caatinga. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 11 out. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para a análise de sementes de espécies florestais. Brasília: **MAPA/ACS**, 2013. 98p
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003. **Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças**. Diário Oficial da União, Brasília, 06 de agosto de 2003.
- CARVALHO, N. M. E NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, Jaboticabal. 590 p. 2012.
- COSTA, M. F.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; ZUCCHI, M. I.; PINHEIRO, J. B.; VALENTE, S. E. S. Characterization and genetic divergence of *Casearia grandiflora* populations in the Cerrado of Piauí state, Brazil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.23, n.3, p.387-396, 2016.

DANTAS, B. F. et al. Taxa de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n. 3, p. 413-423, 2014.

FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A. D.; FERRARI, C. D. S.; VIEIRA, F. D. A.; PACHECO, M. V. Biometry of *Pityrocarpa moniliformis* seeds using digital imaging: implications for studies of genetic divergence. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.5039/agraria.v15i1a6128>.

FELIX, F.C.; MEDEIROS, J.A.D.; FERRARI, C.S.; CHAGAS, K.P.T.; CASTRO, M.LL.; SOUZA, W.M.A.T.; VIEIRA, F.A.; PACHECO, M.V. Selection of *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & RW Jobson mother trees for seeds production. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.16, n.2, p.1-10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i2a8429>.

FELIX, F.C.; CHAGAS, K.P.T.D.; FERRARI, C.S.; VIEIRA, F.A.; PACHECO, M.V. Applications of ISSR markers in studies of genetic diversity of *Pityrocarpa moniliformis*. *Revista Caatinga*, v.33, n.4, p.1017-1024, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n417rc>.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. ImageJ: user guide (IJ 1.46r), 2012. 198p.

GARCIA, L. C.; DE SOUSA, S. G. A.; LIMA, R. M. B. Seleção de matrizes, coleta e manejo de sementes florestais nativas da Amazônia. **Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. 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. <https://doi.org/10.19084/rca.16280>.

GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; FRANÇA, P. R. C.; OLIVEIRA, L. S. B.; SANTOS, S. R. N.; SILVA, E. O. Tratamentos Pré-germinativos em Sementes de Mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.). In: Congresso Brasileiro de Olericultura IV Simpósio Brasileiro de Curcubitáceas, p. 47, 2007.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; GALINDO, E. A. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. *Semina. Ciências Agrárias*, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373>.

IOSSI, E.; SADER, R.; PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J. C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 63-69, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000400009>.

INZA, M. V.; AGUIRRE, N. C.; TORALES, S. L.; PAHR, N. M.; FASSOLA, H.E.; FORNES, L. F.; ZELENER, N. Genetic variability of *Araucaria angustifolia* in the Argentinean Parana Forest and implications for management and conservation. **Trees**, v. 32, n. 4, p. 1135-1146, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1701-4>.

LIMA, M.D.J. Manual de procedimentos para análise de sementes florestais. Londrina: **ABRATES**, 2011.

LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; PACHECP, M. V.; ALVES, E. U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000200019>.

LIMA, B.G. de. Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas. Mossoró-RN: **EdUfersa**, 2011.

LIRA, S. R. S.; ALMEIDA, R. N.; ALMEIDA, F. R. C.; OLIVEIRA, F. S.; DUARTE, J. C. Preliminary Studies on the Analgesic Properties of the Ethanol Extract of *Combretum leprosum*. **Pharmaceutical Biology**, v. 40, n. 3, p. 213–215. 2002. <https://doi.org/10.1076/phbi.40.3.213.5837>.

LOIOLA, M. I. B.; ROCHA, E. A.; BARRACHO, G. S.; AGRA, M. F. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botânica**, v. 23, n. 2, p. 330-342, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000200005>.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 079-085, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300011>.

LUCENA, E. O.; NÓBREGA, A. M. F., BAKKE, I. A., PIMENTA, M. A. C., RAMOS, T. M. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus Joazeiro marth.*) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 13, n. 4, p. 275-280, 2017. <https://doi.org/10.30969/acsa.v13i4.897>.

KRZYZANOSWIKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. 218p.

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

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2015. 495p.

MARQUETE, N.; VALETE, M.C. Combretaceae. In: FORZZA, R.C. et al. (org) Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Instituto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

MARIA-SILVA, C.; SILVA, C. I. D.; HRNCIR, M.; QUEURÓZR. T. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga. 1. Ed. Editora **Fundação Brasil Cidadão**, p. 67,2012.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 8-17, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000300002>.

- MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de sementes florestais nativas. **Embrapa Circular Técnica** 127, ISSN 1517-5278, p. 13, 2006.
- MONTEIRO A; FIOREZE, S. L; NOVAES, M. A. G. Variabilidade genética de matrizes de *Erythrina speciosa* a partir de caracteres morfológicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 48-55, 2016. <https://doi.org/10.18188/sap.v15i1.10412>.
- MOURA, M. R.; LIMA, R. P.; FARIAS, S. G. G.; ALVES, A. R.; BEZERRA, R. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 6, p. 230-235, 2011. <http://revista.gvaa.com.br/>.
- MURPHY, P. G. LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual review of ecology and systematics**, v. 17. n. 2, p. 67-88, 1986. <https://www.jstor.org/stable/2096989>.
- MÜLLER, E. M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D. K.; BORTONI, M. F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia, Série Botânica**. v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016. <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/583>.
- MUNIZ, M. F. B.; GONÇALVES, N.; GARCIA, D. C.; KULCZYNSKI, S. M. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 144-149, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222004000200020>.
- NAKAGAWA J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanoski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Org.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.218.
- NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Coleta de sementes florestais nativas. Circular Técnica, **Embrapa Semente**, ISSN 1517-5278. Paraná. 2007.
- OLIVEIRA, G. M.; SILVA, F. F. S.; ARAUJO, M. N.; COSTA, D. C. C.; GOMES, S. E. V.; MATIAS, J. R.; ANGELOTTI, F.; CRUZ, C. R. P.; SEAL, C. E.; DANTAS, B. F. Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 1. p. 032-043, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n1191945>.
- OLIVEIRA, C.; SILVA, B. M. S.; SADER, R.; MÔRO, F. V. Armazenamento de sementes de carolina em diferentes temperaturas e embalagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.68-74, 2012.
- PACHECO, M. V.; SILVA, C. S.; SILVEIRA, T. M. T.; HÖLBIG, L. S.; HARTER, F. S.; VILLELA, F. A. Physiological quality evaluation of the *Radii Schinus terebinthifolius* seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.762-767, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400018>.
- PAULINO, R. C. Estudos sobre morfometria de frutos e sementes, emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), p. 86. 2011.

PAREYN, F. G. C. A importância da não-madeira na caatinga. P.131-144. In: GARIGLIO, M. A. et al (orgs). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p. 368.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção. **Ed Abrates**. ISBN 978- 58-64895-04-1, 2015.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Org.). Sementes florestais tropicais. **ABRATES**, c. 7, 1993.

PEÑALOZA, P.; DURÁN, J. M.; Association between biometric characteristics of tomato seeds and seedling growth and development. **Electronic Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v.18, n.4, p.267-272, 2015.

RIBEIRO, E. M.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; SANTOS, B. A.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of applied Ecology**, v. 52, n. 3, p. 611-620, 2015. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12420>.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, p. 499-514, 1973.

SANTOS, J. F. L.; SANTOS, D. B.; ROSSI, A. A. B.; PENA, G. F.; TIAGO, A. V. Caracterização biométrica de frutos e sementes de murici (*Byrsonima crassifolia* L.) na região Norte do Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 1-12, 2018.

SANTOS, F. S. E.; SIQUEIRA-FILHO, J. A.; MELO-JÚNIOR, J. C. F.; GERVÁSIO, E. S.; OLIVEIRA, A. M. B. Quanto vale as sementes da caatinga? uma proposta metodológica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.3, p.137-144, 2010.

SARMENTO, H. G.; DAVID, A. M. S. S.; BARBOSA, M. G.; NOBRE, D. A. C.; AMARO, H. T. R. Moisture determination of corn, beans, and physic nut seeds using alternative methods. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 250-256, 2015. <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n3p250-256>.

SILVA, F. E.; PEREIRA, M. D.; NICOLAU, J. P. B.; FELIX, F. C.; SANTOS, G. C. D. S; ARAÚJO, J. K. P. D.; BRUNO, R. D. L. A. Morpho-physiological characterization of germination in *Senna siamea*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 54, n. e20228425, p. 1-10, 2023. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20230007>.

SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F; LEAL, I. R.; TABELLI, M. The Caatinga: understanding the challenges. In: Caatinga. **Springer**, Cham, p. 3-19, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_1.

SILVA, M. A.V. et al. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. *Revista Árvore*, v.32, n.2, p.335-344, 2008. SILVA, L. C.; SILVA-JÚNIOR, C. A.; SOUZA, R. M.; MACEDO, J. A.; SILVA, M. V.; CORREIA, M. T. S. Comparative analysis of the antioxidant and DNA protection capacities

of *Anadenanthera colubrina*, *Libidibia ferrea* and *Pityrocarpa moniliformis* fruits. *Food Chem Toxicology*, Amsterdam, v.49, n.9, p.2222-2228. 2010.

SMART, R. E.; BINGHAM, G. E. Rapid estimates of relative water content. **Plant Physiology**, v. 53, n. 2, p. 258-260, 1974. <https://doi.org/10.1104/pp.53.2.258>.

SOUZA, L. C.; SILVA-JÚNIOR, A. L.; MIRANDA, F.D.; SOUZA, M. C.; HORN-KUNZ, S.; PEREIRA, A. G. Validação do marcador molecular ISSR para detecção de diversidade genética em *Plathymenia reticulata Benth.* *Ciências Florestais*, v. 13, n. 1, p. 1-6. 2018. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5491>.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fenerógramas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Instituto Plantarum, 2008.

VELASQUES, N. C. Seleção de árvores matrizes e indicação de áreas de coleta de sementes de *Schinus terebinthifolius Raddi*. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agro ecossistemas, p. 65, 2016.