

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETÍCIA SIQUEIRA WALTER

TECNOLOGIA DE SEMENTES E RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE *Jatropha*
mollissima (POHL) BAILL.

CURITIBA

2024



LETÍCIA SIQUEIRA WALTER

TECNOLOGIA DE SEMENTES E RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE *Jatropha*
mollissima (POHL) BAILL.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal.

Orientadora:

Profª Drª Dagma Kratz

Coorientadores:

Profª Drª Marcelle Almeida da Silva

Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira

Prof. Dr. Daniel Salgado Pifano

CURITIBA

2024

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Walter, Letícia Siqueira

Tecnologia de sementes e relações dendrométricas de *Jatropha mollissima*
(POHL) BAILL / Letícia Siqueira Walter. - Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Dagma Kratz

Coorientadores: Prof^a. Dr^a. Marcelle Almeida da Silva

Prof. Dr. Antonio Carlos Nogueira

Prof. Dr. Daniel Salgado Pifano

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 21/02/2024.
Área de concentração: Silvicultura.

1. Sementes - Qualidade. 2. Sementes – Testes. 3. Germinação. 4. Árvores -
medição. 5. Pinhão - bravo. 6. Teses. I. Kratz, Dagma. II. Silva, Marcelle Almeida da.
III. Nogueira, Antonio Carlos. IV. Pifano, Daniel Salgado. V. Universidade Federal do
Paraná, Setor de Ciências Agrárias. VI. Título.

CDD – 631.521

CDU – 634.0.232.31

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **LETÍCIA SIQUEIRA WALTER** intitulada: **TECNOLOGIA DE SEMENTES E RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL.**, sob orientação da Profa. Dra. DAGMA KRATZ, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 21 de Fevereiro de 2024.

Assinatura Eletrônica

23/02/2024 13:57:41.0

DAGMA KRATZ

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

25/02/2024 12:51:37.0

SALVADOR BARROS TORRES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO)

Assinatura Eletrônica

23/02/2024 14:27:39.0

MANOELA MENDES DUARTE

Avaliador Externo (AUTONOMA)

Assinatura Eletrônica

26/02/2024 09:05:00.0

MÁRKILLA ZUNETE BECKMANN CAVALCANTE

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO)

Assinatura Eletrônica

23/02/2024 19:04:55.0

NELSON LUIZ COSMO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Paraná - UFPR, pela estrutura, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão bolsa de pesquisa durante o período do doutorado e ao Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental – NEMA, pelo suporte à minha pesquisa nas coletas de dados e sementes.

À minha família: Cleide Siqueira, Luciano Walter, Luciana Walter, Débora Siqueira e Céu Baunilha (que chegou no meio do caminho para aumentar a família), por todo o apoio durante minha formação acadêmica. Obrigada por acreditarem em mim e apoiar meus sonhos e decisões. Amo vocês.

À minha orientadora, Prof^a Dagma Kratz! Não podia ter escolhido uma orientadora melhor nessa jornada. A senhora sempre acreditou em mim, no meu potencial e sempre me incentivou a crescer mais e mais. Ganhei mais uma mãe, na carreira acadêmica, e uma amiga incrível para toda a vida. Sempre serei grata por tudo que você fez por mim nesses seis anos de convivência. Obrigada pelas conversas, companhia e incentivos. Muito obrigada, dona prof!

A todos os integrantes (os que tiveram alguma passagem pelo LASF e os atuais) do Laboratório de Sementes Florestais (LASF) pela companhia durante esses anos, por me receber tão bem e pela companhia nos cafês e fofocas. Mesmo com tanto trabalho e estresse sempre foi muito divertido e gratificante poder trabalhar e compartilhar experiências com vocês. À técnica Simone Pereira, por se disponibilizar sempre em ajudar quando era preciso, pelas longas conversas e apoio durante esses anos.

Aos meus coorientadores Prof. Antonio Carlos Nogueira, Prof. Daniel Pifano e Prof^a Marcelle Almeida por todas as contribuições ao longo do doutorado. À Prof^a. Marcelle Almeida por representar tantas pessoas importantes na minha vida acadêmica, o LFV segue presente. Ao professor Allan Pelissari por toda a ajuda estatística e contribuições nos capítulos, sua ajuda foi essencial na minha pesquisa.

Aos amigos que ganhei em Curitiba (e foram muitos ao longo de seis anos), que participaram de alguma forma desta minha caminhada na UFPR (sem nomes para não ter briga). Obrigada por todas as conversas, festinhas, troca de informações e, principalmente, pelo apoio. Vocês fizeram esta caminhada ficar mais leve e divertida. À Marks Moura pelos ensinamentos estatísticos, conversas e companhia nos últimos anos.

Aos amigos de longa data (lê-se: viados, agregados e amigos da UFRPE) obrigada por todo o apoio à distância, por continuarem ao meu lado nas minhas decisões e não desistirem de mim, quando precisei passar uns tempos sumida. Amo todos.

RESUMO

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. é uma espécie nativa da Caatinga arbustiva-arbórea com potencial para diversas utilizações não madeireiras na região, desta forma, é importante agregar o máximo de informações a esta espécie visando melhorias estratégias de manejo e uso. Com isso, o presente trabalho foi dividido em três capítulos. No **primeiro**, objetivou-se avaliar a evolução das pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais, entender a dinâmica das pesquisas e identificar lacunas existentes nas metodologias propostas. Para isso, analisou-se publicações indexadas nas bases *Scopus* e *Web of Science* nos últimos 30 anos referentes a vigor e/ou viabilidade. Como resultados, foram analisadas 208 publicações, tendo o Brasil com o maior número de publicações (59), seguido da Índia (20) e da China (18). O teste de germinação foi aplicado em 93,7% dos documentos, ao passo que o teste de tetrazólio 23% das pesquisas; apenas 6,7% das metodologias aplicadas foram não destrutivas para avaliação de sementes. Conclui-se que o maior número de publicações foi de autores brasileiros, no entanto, o país não teve número de citações correspondente ao número de publicações e as revistas com o maior número de publicações foram a *Journal of Seed Science* e *Seed Science and Technology*. O **segundo capítulo** objetivou adequar a metodologia do teste de tetrazólio (TZ) para determinar a viabilidade de sementes de *J. mollissima* e propor um protocolo para avaliação de vigor pelo teste de condutividade elétrica (CE). Para o TZ, foram testados dois tipos de corte, duas temperaturas e dois tempos de coloração, enquanto para o teste de CE, testou-se duas quantidades de sementes, dois volumes de água, duas temperaturas e cinco períodos de avaliação. O TZ teve resultados satisfatórios. A combinação do corte longitudinal na semente e da coloração a 40 °C por 16 h reduziu o tempo de preparação das sementes para o TZ, podendo ser uma alternativa à metodologia previamente proposta. Com o teste de CE, não foi possível identificar de forma consistente as diferenças de vigor entre os lotes de sementes avaliados, dessa forma, o teste não é efetivo nas condições testadas. Por fim, o **terceiro capítulo** teve como objetivo desenvolver relações dendrométricas e qualificar modelos de regressão para indivíduos nativos de *J. mollissima*. Para isso, mensurou-se as variáveis altura (h), diâmetro a 1,30 m do solo (d) e diâmetro da copa (dcp) de 125 indivíduos. De maneira geral, os modelos para estimar dcp não foram adequados, entretanto, os da altura apresentaram as melhores estatísticas, com erros baixos, alto coeficiente de determinação e correlação estimar altura das plantas de *J. mollissima*, com as covariáveis d^2 para o modelo de altura (h) e d^2 e $\ln(d)$ para o modelo para estimar $\ln(h)$. A pesquisa demonstrou a importância de conhecer mais a fundo espécies nativas, desde o acompanhamento em campo até análises de sementes da espécie em estudo. A revisão bibliométrica indica que ainda há muito a ser estudado na área de vigor e viabilidade de sementes florestais.

Palavras-chave: Análises de sementes; bibliometria; Caatinga; Euphorbiaceae; espécie florestal; modelagem dendrométrica.

ABSTRACT

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. has potential for several uses in the Caatinga, so it is important to aggregate as much information about the species as possible in order to have better utilisation strategies. This work was divided into three chapters. The aim of the **first chapter** was to evaluate the evolution of research into the vigour and viability of forest seeds, to understand the evolution of research and to identify gaps in the methodologies proposed. To do so, publications indexed in the Scopus and Web of Science databases from the last 30 years on vigour and/or viability in seeds of forest species were assessed. As a result, 208 publications were analysed, and Brazil had the highest number of publications (59), followed by India (20) and China (18). The germination test was applied in 93.7% of the documents and the tetrazolium test in around 23% of the studies; only 6.7% of the methodologies applied were non-destructive for evaluating seeds. It can be concluded that the largest number of publications were by Brazilian authors, but the country did not have a corresponding number of citations, and the journals with the largest number of publications were the Journal of Seed Science and Seed Science and Technology. The **second chapter** aimed to adapt the methodology of the tetrazolium test (TZ) for the viability of *J. mollissima* seeds and to propose a protocol for assessing vigour using the electrical conductivity test (EC). For the TZ, two types of cut, two temperatures and two colouring times were tested, and for the EC test, two quantities of seeds, two volumes of water and two temperatures were tested; the samples were evaluated over five periods. The TZ had satisfactory results for application. The combination of longitudinal cutting and colouring at 40 °C for 16 hours reduces the time it takes to prepare and evaluate the seeds and could be an alternative to the methodology previously proposed. With the EC test it was not possible to correctly identify the differences in vigour between the batches of seeds evaluated, this test is not effective under the conditions tested. Finally, the **third chapter** aimed to develop dendrometric relationships and qualify regression models for native individuals of *J. mollissima*. The variables height (h), diameter at 1.30 metres from the ground (d) and crown diameter (dcp) of 125 individuals were measured. The models for estimating dcp were not suitable; however, the models for height showed the best statistics, with low errors, a high coefficient of determination and correlation for estimating the height of *J. mollissima* plants, with the covariates d^2 for the height (h) model and d^2 and $\ln(d)$ for the model for estimating $\ln(h)$.

Keywords: Seeds analyses; bibliometry; Caatinga; Euphorbiaceae; forest species; dendrometric modelling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos adotados na revisão bibliométrica.	20
Figura 2 – Número de artigos publicados sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	21
Figura 3 – Nuvem de palavras-chaves escolhidas pelos autores nas publicações sobre vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	22
Figura 4 – Número de publicações por país sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	23
Figura 5 – Filiação do primeiro autor por número de publicações em pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	24
Figura 6 – Número de parcerias entre instituições em pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	24
Figura 7 – Periódicos mais relevantes por número de publicações sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	25
Figura 8 – Número de trabalhos de acordo com a quantidade de (A) espécies, (B) gêneros e (C) famílias identificadas nas pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	31
Figura 9 – Testes aplicados para determinação de vigor e/ou viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	32
Figura 10 – (A) ambiente e (B) critério de germinação dos testes de vigor e/ou viabilidade aplicados em sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.	33
Figura 11 – Procedência das sementes utilizadas nos artigos publicados entre os anos de 1992 e 2022 com vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais.	34
Figura 12 – Mapa de localização dos locais de coleta dos lotes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	61
Figura 13 – Sequência da (A) semente completa, (B) semente sem carúncula, com indicação em vermelho do corte longitudinal, (C) sementes com a retirada completa do tegumento e (D) corte longitudinal perpendicular a face ventral das sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	63
Figura 14 – Classificação de sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. pelo teste de tetrazólio: (A,B) viáveis, (C - H) inviáveis.	64
Figura 15 – Porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B) e tempo médio de germinação (C) de lotes de sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. nas temperaturas 25 °C e 30 °C.	67

Figura 16 – Interação entre (A) temperatura e tempos de coloração e (B) tipo de corte e tempos de coloração das sementes viáveis de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. pelo teste de tetrazólio.	69
Figura 17 - Viabilidade de lotes de sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. pelo teste de tetrazólio em diferentes tipos de corte e tempos de coloração.	70
Figura 18 – Sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. submetidas a coloração pelo teste de tetrazólio na temperatura de 30 °C por 4 horas com (A) retirada completa de tegumento e (B) não coloridas com corte longitudinal; coloração por 16 horas com (C) retirada completa de tegumento e (D) não coloridas com corte longitudinal.	71
Figura 19 – Sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. submetidas a coloração pelo teste de tetrazólio na temperatura de 40 °C por 4 horas com (A) retirada completa de tegumento e (B) não coloridas com corte longitudinal; coloração por 16 horas com (C) retirada completa de tegumento e (D) com corte longitudinal.	73
Figura 20 – Interação entre (A) temperaturas e quantidade de sementes e (B) volume de água e quantidade de sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. para o teste de condutividade elétrica.	75
Figura 21 – Teste de condutividade elétrica para os lotes de sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. em diferentes combinações de volume de água, quantidade de sementes e temperaturas.	76
Figura 22 – Fluxograma da metodologia utilizada para seleção dos modelos dendrométricos para <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	86
Figura 23 – Histograma de frequência, distribuição dos dados e correlações lineares de Pearson para altura (h), diâmetro (d) e diâmetro de copa (dcp) de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	92
Figura 24 – Gráfico de resíduos estudentizados dos modelos testados para estimação da altura (modelos 1 e 2) e diâmetro da copa (modelos 3 e 4) de árvores de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios para a busca de documentos sobre vigor e viabilidade em sementes florestais nas bases de dados.	19
Tabela 2 – Número de publicações (PB) por periódico e por país (PP) e fator de impacto (JCR) de acordo com a nacionalidade do primeiro autor (NPA).	26
Tabela 3 – Características físicas dos lotes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. utilizados no estudo.	62
Tabela 4 – Análise de variância para a germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação de sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	66
Tabela 5 – Análise de variância das sementes viáveis de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. determinadas pelo teste de tetrazólio.	68
Tabela 6 – Análise de variância para o teste de condutividade elétrica considerando modelo com dependência temporal para sementes de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	75
Tabela 7 – Estatística descritiva para altura (h), diâmetro à 1,30 m do solo (d) e diâmetro de copa (dcp) das árvores de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	90
Tabela 8 – Coeficientes de regressão dos modelos ajustado pelo método Stepwise para estimação da altura e diâmetro da copa (dcp) de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	93
Tabela 9 – Estatísticas dos modelos selecionados pelo método Stepwise para estimação da altura e diâmetro da copa (dcp) de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	94
Tabela 10 – Testes de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk e homocedasticidade de Breusch-Pagan para os modelos de altura e diâmetro da copa e fator de correção de Meyer para os modelos com transformação logarítmica.	95
Tabela 11 – Parâmetros estatísticos de validação pelo método de validação cruzada leave-one-out dos modelos testados para altura (h) e diâmetro da copa (dcp) de árvores de <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	97

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	Geral	15
1.1.2	Específicos.....	15
	CAPÍTULO 1 – EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS DE VIGOR E VIABILIDADE EM SEMENTES ARBÓREAS ENTRE OS ANOS DE 1992 E 2022.	16
1	INTRODUÇÃO	17
2	MATERIAL E MÉTODOS	19
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37
	CAPÍTULO – 2 - TESTES BIOQUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL.....	58
1	INTRODUÇÃO	59
2	MATERIAL E MÉTODOS	61
2.1	TESTE DE GERMINAÇÃO	62
2.2	TESTE DE TETRAZÓLIO (TZ)	62
2.3	TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)	64
2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	64
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
3.1	TESTE DE GERMINAÇÃO	66
3.2	TESTE DE TETRAZÓLIO (TZ)	68
3.3	TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)	74
4	CONCLUSÃO.....	78
	REFERÊNCIAS.....	79
	CAPÍTULO 3 - RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE UMA POPULAÇÃO DE <i>Jatropha mollissima</i> (POHL) BAILL. NA CAATINGA.....	83
1	INTRODUÇÃO	84
2	MATERIAL E MÉTODOS	86
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
4	CONCLUSÃO.....	98
	REFERÊNCIAS.....	99

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
APÊNDICE I – LISTA DE ESPÉCIES CONTABILIZADAS NA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DO CAPÍTULO 1.....	118

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Caatinga ocupa cerca de 862.818 km², aproximadamente 10% do território brasileiro, sendo um bioma com elevada biodiversidade, vegetação do tipo Savana-Estépica dominante (IBGE, 2019), com baixos índices pluviométricos e alta intensidade luminosa (Alves *et al.*, 2017), que segundo a classificação de Köppen o clima da região é tropical As (zona seca com verões secos), com alguns trechos da região Aw (zona seca com invernos secos) e semiárido tipo BSh (baixa latitude e altitude) (Alvares *et al.*, 2014). Apesar do crescente enfoque em pesquisas com espécies nativas na região Nordeste do Brasil, especialmente devido à alta diversidade florística, ocasionada pela variação de condições fito-ecológicas, porém o uso inadequado do solo e a exploração desordenada fez com que remanesce cerca de 50% da cobertura original, com algumas áreas susceptíveis a desertificação (Albuquerque *et al.*, 2009; Ferraz *et al.*, 2014b; Antongiovanni; Venticinque; Fonseca, 2018; Aquino *et al.*, 2018; Moura *et al.*, 2022).

Dentre as espécies deste bioma com potencial de uso, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae), popularmente conhecida como pinhão-bravo, apresenta ocorrência em todos os estados do Nordeste, Tocantis, Minas Gerais, Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul (Bigio; Seco; Moreira, 2020). Devido às suas características de espécie pioneira e de colonizar áreas abandonadas, é utilizada em projetos de restauração ambiental. Adicionalmente, é valorizada pela comunidade devido as suas propriedades medicinais, especialmente pela presença de compostos químicos de interesse, além de uso ornamental (Leal; Agra, 2005; Neves; Machado; Viana, 2011; Cavalcante *et al.*, 2017; Queiroz Neto *et al.*, 2019; Patrício; Trovão, 2020; Bigio; Secco; Moreira, 2020).

J. mollissima é uma planta de rápido crescimento, caracterizada como arbustiva-arbórea, podendo atingir até 6 m de altura (Bigio; Seco; Moreira, 2020), com ocorrência na Caatinga arbustiva-arbórea. O sistema reprodutivo da espécie é monoico, com inflorescência terminar, cimosas, com as flores femininas na região central e as masculinas nas extremidades. Os frutos são simples e globosos, secos com deiscência longitudinal explosiva, sincárpicos, tripérmicos e tricocos com dispersão autocórica (Leal; Agra, 2005; Vasconcelos *et al.*, 2014).

Na literatura, são descritos diversos compostos secundários sintetizados nas folhas e sementes de *J. mollissima* com potencial de uso medicinal, como: bactericida (Rocha; Dantas, 2009; Braquehais *et al.*, 2016; Queiroz Neto *et al.*, 2019), antioxidante (Melo *et al.*, 2010), hipertensor e estimulante dos músculos lisos do intestino e do útero (Leal; Agra, 2005),

antitumoral (Costa, 2018), além de propriedades antiofídicas (Antunes *et al.*, 2016; Félix-Silva *et al.*, 2018). Dentre os compostos identificados na espécie destacam-se catequinas, cumarina, esteroides livres, flavonas, flavonóis e xantanas, flavanonas, saponinas, glicosídeos, taninos condensados e terpenos (Queiroz Neto *et al.*, 2019; Araújo *et al.*, 2021), como. Além desses, o óleo contido nas sementes, tem potencial para produção de biodiesel, a partir da extração do óleo das sementes, com valores variando entre 22% e 37% (Silva *et al.*, 2014; Guil-Layne; Guil-Guerrero; Guil-Layne, 2019).

Em relação às produções científicas sobre *J. mollissima*, há muito a ser pesquisado, uma vez que poucos estudos são encontradas em relação à tecnologia de sementes e relações dendrométricas da espécie. Os estudos são voltados para os compostos secundários produzidos pela espécie, com algumas pesquisas na área de morfologia de frutos e análise de sementes (Vasconcelos *et al.*, 2014; Souza; Cavalcante, 2019; Walter, 2020), crescimento, fenologia e biologia reprodutiva (Neves; Funch; Viana, 2010a; Neves; Machado; Viana, 2011; Queiroz *et al.*, 2013).

Estudos com enfoque na qualidade de sementes, visando selecionar lotes de sementes que gerem mudas com maior vigor e qualidade adequadas para se estabelecerem em campo (Marcos Filho, 2015; Medeiros *et al.*, 2020), são importantes para o entendimento do comportamento da espécie. Para determinação da qualidade de um lote de sementes, os testes de vigor avaliam aspectos físicos, bioquímicos, diferenças fisiológicas e identificação de tolerância a estresses (Marcos-Filho, 2015). Os testes de viabilidade avaliam o quanto um lote tem de sementes viáveis, ou seja, o potencial de gerar maior número de sementes germinadas ou plântulas, sendo um parâmetro importante para tomada de decisão nas etapas de produção, armazenamento e comercialização das sementes (Guollo *et al.*, 2017).

Outro ponto importante para agregar conhecimento sobre o comportamento das espécies, é avaliar o crescimento em campo, a mensuração de variáveis como da altura das árvores, o diâmetro a 1,30 do solo e diâmetro de copa. Com a obtenção desses dados são retiradas diversas informações sobre a floresta ou plantio e com o ajuste de modelos dendrométricos é possível acompanhar o estágio de desenvolvimento das espécies, (Silva *et al.*, 2007; Soares *et al.*, 2011; Sena *et al.*, 2015; Martins *et al.*, 2020; Fernandes *et al.*, 2021).

Com isto, nota-se a importância em extrair o máximo de informações sobre uma espécie, desde as suas sementes até o acompanhamento do crescimento em campo. Dessa forma, os resultados auxiliarão na avaliação de plantios de *Jatropha mollissima*, seja para restauração, extração de produtos e subprodutos ou seleção de matrizes, contribuindo para o potencial de uso da espécie e geração de renda para as populações inseridas na região de

ocorrência natural. Assim, os resultados contribuirão para o banco de informações sobre as espécies da Caatinga e possibilitar a implementação de melhores métodos para conservação do bioma (Patrício; Trovão, 2020).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Realizar o estado da arte sobre análises de qualidade de sementes, em espécies florestais, e, sobretudo, ampliar o conhecimento científico sobre *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., visando subsidiar o uso potencial da espécie.

1.1.2 Específicos

- Avaliar a produção científica sobre análises de vigor e viabilidade em sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022;
- Realizar a avaliação de vigor e viabilidade de sementes de *J. mollissima* pelos testes de tetrazólio e condutividade elétrica; e
- Ajustar modelos dendrométricos para acompanhamento de crescimento de *J. mollissima* em ambiente natural.

CAPÍTULO 1 – EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS DE VIGOR E VIABILIDADE EM SEMENTES ARBÓREAS ENTRE OS ANOS DE 1992 E 2022.

RESUMO

Teste de vigor e viabilidade de sementes são comumente aplicados para determinação da qualidade de lotes de sementes. Porém, aplicações em espécies florestais são pouco exploradas em relação à quantidade de espécies catalogadas. Diante disso, este levantamento bibliométrico visa entender a evolução das pesquisas e identificar lacunas para a melhoria das metodologias propostas e expansão para outras espécies florestais de interesse. Utilizou-se as bases de dados *Web of Science* e *Scopus* e aplicada a metodologia PRISMA para selecionar as publicações dos últimos 30 anos referentes a vigor e viabilidade em sementes florestais. Com isso, encontrou-se 208 publicações, tendo sido incrementadas entre os anos de 2016 e 2017, com posteriores decréscimos no número de trabalhos. O Brasil foi o país com maior número de publicações nas últimas três décadas, totalizando 59, seguido da China (18) e EUA (10). A Universidade Federal do Paraná e o *Royal Botanic Gardens* foram as instituições mais citadas como filiação do primeiro autor, sendo registradas 132 parcerias entre instituições de diferentes países. Os periódicos com maior número de publicações no período avaliado foram *Seed Science and Technology*, *Annals of Botany* e *Journal of Seed Science*. O teste de germinação foi utilizado em 93,7% dos documentos avaliados e o de tetrazólio foi o segundo mais aplicado, sendo observado em 23,6% das metodologias; além disso, foi possível identificar que 6,7% das metodologias eram não destrutivas para avaliação de vigor e/ou viabilidade de sementes. Diante disso, conclui-se que a maior quantidade de trabalho publicados com o tema aconteceu no Brasil, no entanto, as publicações brasileiras tiveram menor número de citações. Adicionalmente, as metodologias destrutivas são as mais utilizadas para determinação de vigor e/ou viabilidade de sementes em relação às não destrutivas. Na presente pesquisa, foi encontrado apenas um artigo científico sobre o tema com *Jatropha mollissima*, publicado na revista *Bosque* no ano de 2020.

Palavras-chaves: Análise de sementes; artigos científicos; bibliometria; PRISMA; silvicultura; qualidade de sementes.

1 INTRODUÇÃO

Testes laboratoriais de vigor e viabilidade de sementes começaram a ser aplicados como forma de melhorar a qualidade e sobrevivência de mudas em campo através da seleção de lotes com alta qualidade, levando à redução nos custos de produção, uma vez que lotes mais vigorosos geram menos perdas na germinação e emergência (Feng *et al.*, 2019; Flores *et al.*, 2020). Para tanto, os testes devem ter resultados confiáveis e replicáveis em qualquer lugar do mundo para que, desta forma, os lotes de sementes possam ser comercializados (Milošević; Vujaković; Karagić, 2010; Marcos-Filho, 2015).

A utilização de lotes de sementes vigorosos é indicada devido ao potencial para ter desempenho satisfatório em condições ambientais adversas, diferentes da condição ótima para a espécie (Milošević; Vujaković; Karagić, 2010; Marcos-Filho, 2015). Sendo assim, considera-se que o vigor de sementes é um conjunto de características que resultará no melhor desempenho em campo, como fatores bioquímicos, genéticos, biológicos intrínsecos de cada espécie (Xia *et al.*, 2019; Flores *et al.*, 2020), bem como podem gerar maior número de plântulas normais, mesmo em condições ambientais não ótimas.

A avaliação do vigor de sementes é realizada por diversos testes, como, por exemplo, os testes bioquímicos de tetrazólio e de condutividade elétrica, ou testes fisiológicos, como o índice de velocidade de germinação, formação de plântula normal, envelhecimento acelerado e teste a frio (Xia *et al.*, 2019; Milošević; Vujaković; Karagić, 2010). Para avaliar a viabilidade de um lote de sementes, comumente utiliza-se testes de germinação, que a partir da porcentagem há uma indicação da quantidade de sementes com emissão radicular; e o teste de tetrazólio, que mostra as sementes vivas a partir da reação da solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio com os tecidos com atividade respiratória, essa reação vai gerar uma coloração vermelha, que de acordo com a tonalidade poderá diferenciar o vigor dos lotes de sementes (Marcos-Filho, 2015; França-Neto; Krzyzanowski, 2019). Entretanto, todos os métodos mencionados são manuais, destrutivos e não permitem a avaliação em larga escala, devido à mão de obra necessária para manipulação e espaço nos laboratórios para instalação dos ensaios (Farhadi; Tigabu; Odén, 2015; Xia *et al.*, 2019).

Com isso, métodos não destrutivos vêm sendo desenvolvidos para avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes através de análises de imagem, inteligência artificial e raios X, por exemplo (Feng *et al.*, 2019; Medeiros *et al.*, 2022). Por meio desses testes é possível identificar sementes vazias, com má formação ou ataque por patógenos (Farhadi; Tigabu; Odén, 2015; Feng *et al.*, 2019; Pang *et al.*, 2022).

Para identificar o andamento das investigações sobre vigor e viabilidade de sementes, a utilização da revisão bibliométrica é uma alternativa viável, pois permite acompanhar o desenvolvimento de novas metodologias e entender o avanço de pesquisas relacionadas a determinados temas. Em relação às análises de sementes, essas revisões são restritas a algumas espécies como *Araucaria angustifolia* (Castrillon; Helm; Mathias, 2023), *Moringa oleifera* (George *et al.*, 2021), a atributos de sementes (Liu *et al.*, 2022b) dispersão (Liu *et al.*, 2022a), banco de sementes do solo (Shi; Zhang; Wei, 2020), utilização de análise de imagem e aprendizagem de máquinas para identificação de espécies (Felix *et al.*, 2023) e análise de sobrevivência em testes de germinação (Roesler; Rodrigues; Forti, 2023).

Diante do exposto, a presente revisão bibliométrica teve como objetivo apresentar o estado da arte acerca das pesquisas com os testes de vigor e/ou viabilidade em sementes de espécies florestais em nível mundial. Desta forma, pretende-se compreender a evolução dessas pesquisas e identificar as lacunas existentes nas metodologias propostas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A análise bibliométrica foi realizada por meio da metodologia PRISMA (Moher *et al.*, 2009) para seleção dos documentos nas bases de dados. Para isso, utilizou-se as bases de dados *Web of Science* e *Scopus* para obtenção dos metadados, por meio do Portal do Periódico Capes – [Acesso CAFe](#), de acesso livre permitido pela Universidade Federal do Paraná. Os dados foram baixados no formato *bibtex* (.bib) e agrupados com o pacote *bibliometrix* (Aria; Cuccurullo, 2017), no software R v. 4.2.1 (R Core Team, 2022). Os artigos foram analisados a partir dos critérios descritos na Tabela 1.

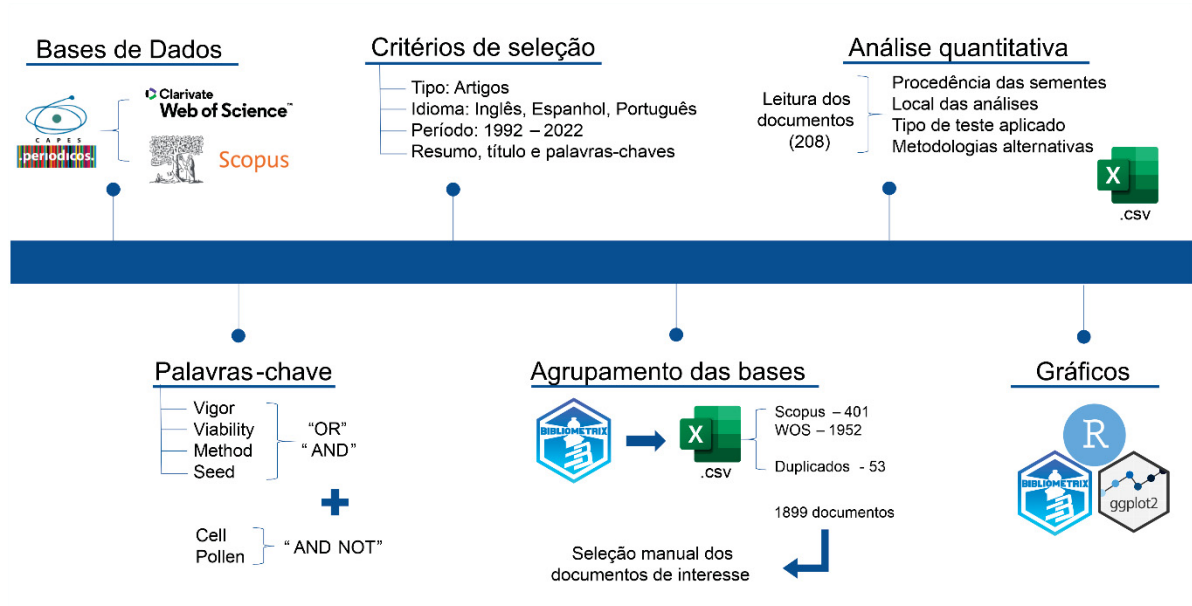
Tabela 1 – Critérios para a busca de documentos sobre vigor e viabilidade em sementes florestais nas bases de dados.

Fonte dos dados	
Bases de dados	<i>Web of Science e Scopus</i>
Operador booleanos	OR e AND
Palavras-chave	“vigor”, “viability”, “seed”, “method” AND NOT (“cell”, “pollen”)
Local da pesquisa	Título, resumo e palavras-chave
Tipo de documento	Artigos científicos
Idioma	Inglês, português
Período avaliado	1992 – 2022

FONTE: A autora (2023).

Na base *Scopus* foram encontrados 1.551 registros e 401 na *Web of Science*, totalizando 1.951 documentos. Após o agrupamento das bases de dados, foram excluídos 53 arquivos duplicados, restando 1.899 documentos para a avaliação. Em seguida, foram selecionados manualmente e excluídos os seguintes artigos: (a) de outras áreas – medicina e genética humana e animal; (b) artigos de revisão; (c) espécies agrícolas como soja, arroz, trigo, milho, feijão, aveia, amendoim, tomate e cevada; (d) espécies com porte herbáceo e (e) espécies da flora marinha, deixando apenas artigos com as espécies de interesse: espécies arbustivas, arbustiva-arbórea ou arbórea, nativas ou exóticas, plantadas de interesse ecológico ou econômico. Ao final da seleção, restaram 208 documentos na base de dados referentes ao tema, que foram utilizados nesta revisão. Na Figura 1 está representado o fluxograma da metodologia utilizada para realização da revisão bibliométrica.

Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos adotados na revisão bibliométrica.



FONTE: A autora (2023).

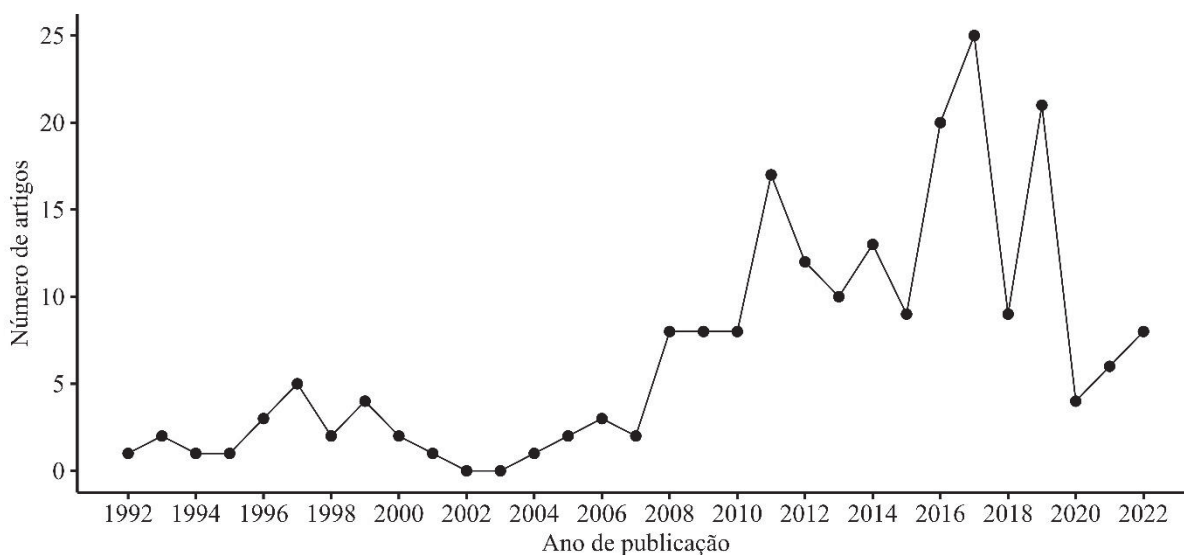
As metodologias dos artigos foram lidas e uma planilha foi preenchida para responder quantitativamente: (a) número de publicações anual; (b) quais palavras-chave são mais utilizadas pelos autores; (c) número de produção por país; (d) filiação do primeiro autor; (e) parcerias entre instituições; (f) periódicos que publicam sobre o tema; (g) espécies, gênero e famílias botânicas estudadas nos artigos; (h) testes aplicados para avaliação do vigor e/ou viabilidade; (i) qual critério de germinação foi aplicado; (j) qual ambiente foram feitas as análises; (k) qual o critério de germinação utilizado; e (l) qual a procedência das sementes utilizadas no estudo.

Para a tabulação e o processamento dos dados quantitativos foi utilizado o *software* Microsoft Excel 365 (.xlsx). Posteriormente, a partir dos dados obtidos após a leitura dos documentos foram confeccionados os gráficos com auxílio do pacote *ggplot2* (Wickham, 2016), no software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da avaliação das publicações realizadas desde o ano de 1992 em revistas indexadas nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, observou-se que não houve constância no número de publicações relacionadas ao vigor e à viabilidade de sementes de espécies florestais (Figura 2). O aumento mais expressivo é contatado a partir de 2008, com o número de publicações anuais atingindo 25 documentos em 2017. Nos anos de 2002 e 2003, não foram registrados artigos publicados sobre o tema.

Figura 2 – Número de artigos publicados sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.



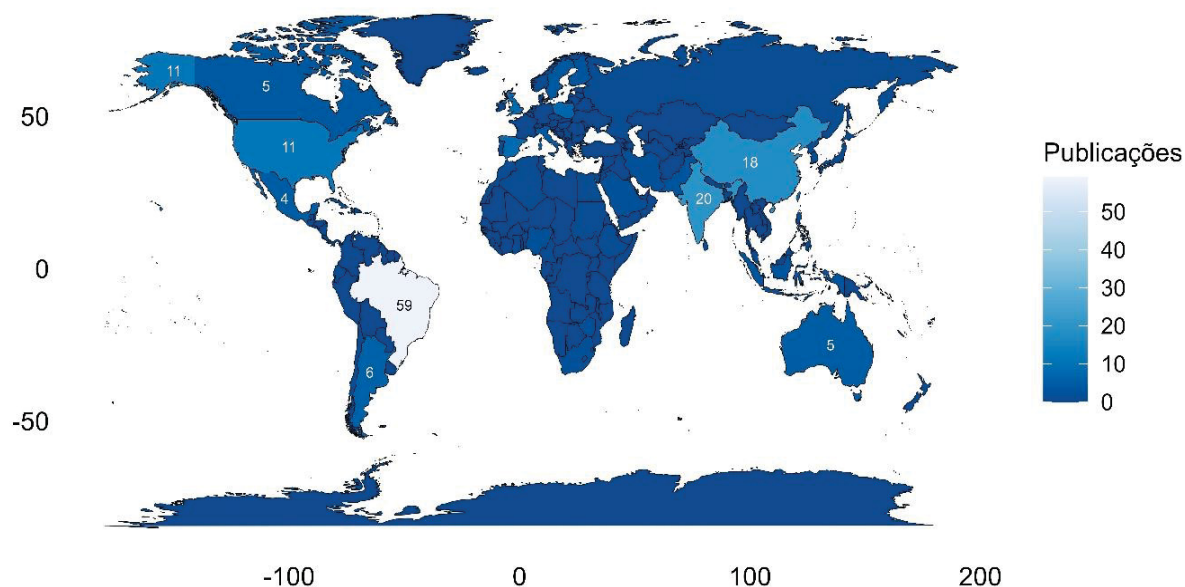
FONTE: A autora (2023).

Os números de publicações sobre viabilidade e vigor em sementes florestais aconteceram em 2018 (8 publicações) e 2020 (4 publicações). Ressalta-se que no ano de 2020 teve o início do *lockdown* mundial devido a pandemia de COVID-19, que afetou significativamente as produções de pesquisa científica – e publicação dos artigos – em todo o mundo. Além da paralisação ocasionada pela pandemia, os artigos submetidos no período de isolamento social, foram publicados nos anos seguintes, com isso vê-se um baixo número de publicações no ano de 2021.

Ressalta-se que a implementação da política de acesso aberto é recente em muitos periódicos, e fez com que as publicações tivessem maior alcance. Segundo dados da *Clarivate* (2024), no ano de 2019, o Acesso Aberto foi implementado para a base *Web of Science*, que desde então conta com 54% dos artigos nesse formato. Na *WOS* há cerca de 7,5 mil periódicos que disponibilizam publicação de artigos nesse formato. Para a *Scopus*, a Elsevier garante que

superaram uma publicação com o tema vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais, nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* nos 30 anos.

Figura 4 – Número de publicações por país sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.

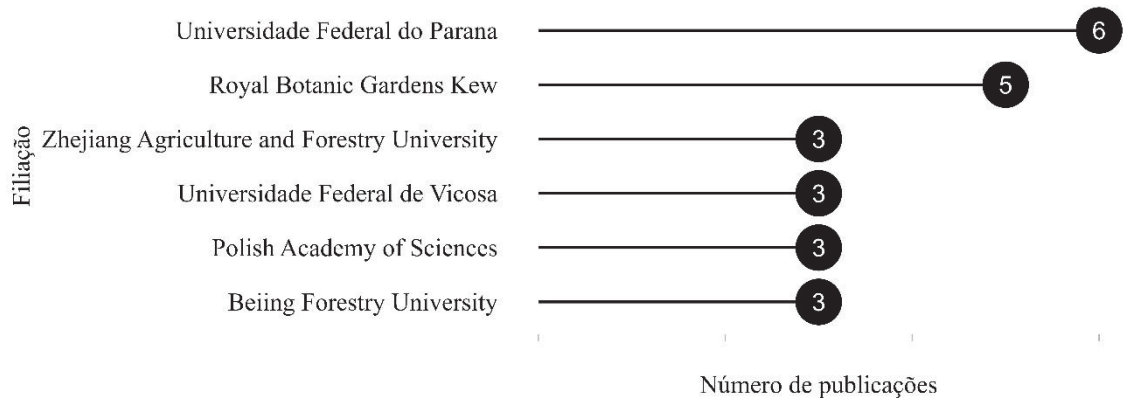


FONTE: A autora (2023).

A maior parte das publicações foram com espécies florestais de clima temperado, compreendendo todos os trabalhos de grupos de pesquisa da Índia (20 publicações), China (18 publicações), Estados Unidos (10 publicações), Canadá (4 publicações) e alguns países da Europa. Nas regiões onde predomina o clima tropical, o único país com quantidade expressiva de publicações é o Brasil (59 publicações), apesar de haver uma quantidade muito superior de espécies arbóreas em regiões tropicais, quando comparadas às de clima temperado. Dos 52 países identificados, de acordo com a filiação do primeiro autor, 11 registraram duas publicações e 24 tiveram apenas uma publicação registrada no período de 1992 a 2022.

Em relação às Instituições de pesquisa com maior número de publicação, destacaram-se a Universidade Federal do Paraná, do Brasil, com 6 publicações, seguida do *Royal Botanic Garden Kew* (5), com sede no Reino Unido, e *Beijing Forestry University* (4), com sede na China (Figura 5). Três instituições foram identificadas com três publicações cada: *Polish Academy of Science*, Universidade Federal de Viçosa e *Zhejiang Agriculture and Forestry University*. Do total de 29 instituições identificadas nas publicações, 23 publicaram apenas dois trabalhos durante o período avaliado (1992-2022).

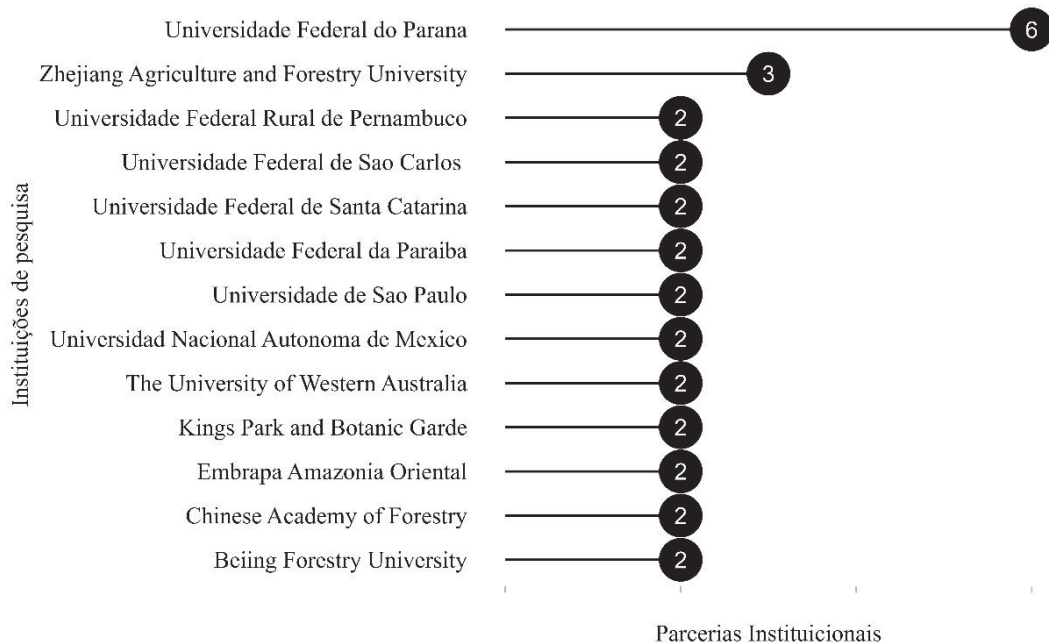
Figura 5 – Filiação do primeiro autor por número de publicações em pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.



FONTE: A autora (2023).

As instituições de acordo com o número de parcerias estão apresentadas na Figura 6. Das 208 publicações, houve parceria para 63,7% dos artigos científicos. Esses resultados indicam a importância de realizar as parcerias entre instituições de pesquisas públicas e privadas, e com isso evidenciar a importância da pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias e melhorias em diversos setores.

Figura 6 – Número de parcerias entre instituições em pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.

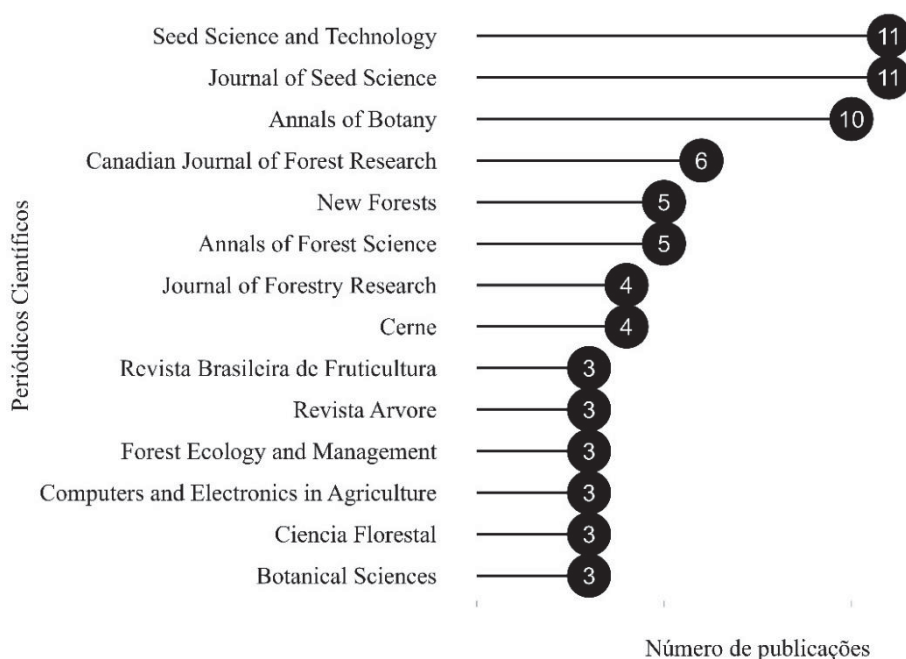


FONTE: A autora (2023).

Dentre os periódicos com maior relevância, destacaram-se a *Seed Science and Technology* e *Journal of Seed Science* com 11 publicações, seguido de *Annals of Botany* com

10 (Figura 7). As revistas *Journal of Seed Science* e *Seed Science and Technology* têm em seu escopo o enfoque em pesquisas relacionadas à tecnologia de sementes, consequentemente atraindo maior número de trabalhos voltados para vigor e viabilidade. Em seguida, os periódicos mais generalistas na área florestal como a *Canadian Journal of Forest Science* (6), *New Forests* e *Annals of Forest Science* (5), *Cerne* e *Journal of Forestry Research* (4) e para os demais foram contabilizadas 3 publicações no período de 30 anos (1992-2022).

Figura 7 – Periódicos mais relevantes por número de publicações sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.



FONTE: A autora (2023).

Os trabalhos contabilizados foram distribuídos em 125 periódicos, sendo 21 brasileiros. Vale ressaltar que grande parte dos periódicos brasileiros que publicam artigos sobre vigor e viabilidade de sementes não estão indexadas nas bases de dados escolhidas para o estudo e, dessa forma, não foram avaliados. Assim, ressalta-se a importância da escolha dos periódicos para publicação, bem como incentivá-los a buscarem indexação em diversas bases de dados de maior alcance. Ressalta-se ainda que pode haver publicações sobre o tema em outros formatos, como no formato de livro ou capítulo de livro e manuais.

Ao analisar o país de origem do primeiro autor, é possível constatar que os pesquisadores brasileiros estão publicando não só em revistas nacionais, como também em periódicos internacionais de relevância e alto fator de impacto (Tabela 2). Ademais, nas publicações em periódicos do Brasil foram registrados apenas autores brasileiros.

Tabela 2 – Número de publicações (PB) por periódico e por país (PP) e fator de impacto (JCR) de acordo com a nacionalidade do primeiro autor (NPA).

						(Continua)
	Periódicos	JCR*	PB	NPA	PP	Referência
1	Seed Science and Technology	0,79	11	Brasil	4	Freitas <i>et al.</i> (2011); Ribeiro <i>et al.</i> (2012); José <i>et al.</i> , (2011); Virgens; Conceição; Barbosa (2019).
				Índia	2	Soni <i>et al.</i> (2021); Vari <i>et al.</i> (2007).
				Reino Unido	2	Davies <i>et al.</i> (2016); Daws <i>et al.</i> (2006).
				Israel	1	Zaidman; Ghanim; Vaknin (2010).
				Itália	1	Pasquini <i>et al.</i> (2011).
				China	1	Xiang; Zhang; Wu (2019).
2	Journal of Seed Science	1,43	11	Brasil	11	Masullo <i>et al.</i> (2017); Araujo <i>et al.</i> (2019); Kaiser <i>et al.</i> (2014); Lamarca; Barbedo (2014); Lucchese <i>et al.</i> (2018); Gonçalves <i>et al.</i> (2015); Silva <i>et al.</i> (2021); Oliveira <i>et al.</i> (2014); Pacheco <i>et al.</i> (2011); Borba Filho; Perez (2009); Cripa <i>et al.</i> (2014).
3	Annals of Botany	5,04	10	Australia	3	Crawford <i>et al.</i> (2011); Cook <i>et al.</i> (2008); Turner <i>et al.</i> (2006).
				Itália	3	Doná <i>et al.</i> (2013); Mondoni <i>et al.</i> (2011); Bernareggi <i>et al.</i> (2016).
				Argentina	1	Roqueiro <i>et al.</i> (2010).
				Brasil	1	Daibes <i>et al.</i> (2019).
				Japão	1	Tobe; Zhang; Omasa (2005).
				Reino Unido	1	Probert, Daws; Hay (2009).
4	Canadian Journal of Forest Reasearch	2,31	6	Canadá	2	Kemball; Westwood; Wang (2010); Popova <i>et al.</i> (2016).
				Estados Unidos	2	Lombardo; McCarthy (2009); Shelton; Cain (2001).
				Finlândia	1	Nygren; Himanen; Ruhanen (2016).
				Marrocos	1	Ferradous <i>et al.</i> (2017).
5	New Forests	2,69	5	Brasil	1	Ramos <i>et al.</i> (2019).
				Canadá	1	Thomson; Yousry; El-Kassaby (1993).
				China	1	Zhang <i>et al.</i> (2019).
				Índia	1	Bangarwa; Singh; Puri (1996).
				Estados Unidos	1	Snieszko; Kegley; Savin (2017)
6	Annals of Forest Science	3,77	5	China	1	Wen; Cai (2014).
				Polônia	2	Chmielarz <i>et al.</i> (2022); Pawlowski <i>et al.</i> (2019).
				Espanha	2	Alejano <i>et al.</i> (2019); Arán <i>et al.</i> (2017).
7	Cerne	1,01	4	Brasil	4	Fonseca; Matuda (2012); Silveira <i>et al.</i> (2013); Velazco <i>et al.</i> (2018); Silva <i>et al.</i> (2019).
8	Journal of Forestry Research	3,00	4	China	3	Cai <i>et al.</i> (2016); Pang <i>et al.</i> (2021); Zhao; Zhong (2012).
				Suécia	1	Daneshvar <i>et al.</i> (2017).
9	Botanical Science	0,94	3	México	2	Jacobo-Pereira <i>et al.</i> (2022); Suzán-Azpíri <i>et al.</i> (2017).
				Espanha	1	Vargas-Simón <i>et al.</i> (2017).
10	Ciência Florestal	0,63	3	Brasil	3	Ataíde <i>et al.</i> (2016); Oliveira <i>et al.</i> (2012); Rebouças <i>et al.</i> (2012).
11	Revista Árvore	0,79	3	Brasil	3	Shimizu <i>et al.</i> (2011); Rosseto <i>et al.</i> (2009); Reis <i>et al.</i> (2012).

Tabela 2 – Número de publicações (PB) por periódico e por país (PP) e fator de impacto (JCR) de acordo com a nacionalidade do primeiro autor (NPA).

(Continuação)						
	Periódicos	JCR*	PB	NPA	PP	Referência
12	Computers and Electronics in Agriculture	6,75	3	China Finlândia Polônia	1 1 1	Pang <i>et al.</i> (2021). Dumont <i>et al.</i> (2015). Pryzybylo; Jablonski (2019).
13	Forest Ecology and Management	4,38	3	Argentina México Suécia	1 1 1	Renison; Hesen; Cingilani (2004) Sánchez-Coronado <i>et al.</i> (2007). Teketay (1996).
14	Revista Brasileira de Fruticultura	1,13	3	Brasil	3	Grzybowski <i>et al.</i> (2017); Santos-Moura <i>et al.</i> (20140; Silva <i>et al.</i> (2017).
15	African Journal of Ecology	0,92	2	Zimbabwe Países Baixos	1 1	Chikono; Choinski (1992). Wassie <i>et al.</i> (2009).
16	American Journal of Botany	3,32	2	Egito Estados Unidos	1 1	Gomaa; Picó (2011). Chau <i>et al.</i> (2019)
17	Australian Journal of Crop Science	-	2	Brasil	2	Zuffo <i>et al.</i> (2017); Bichoff <i>et al.</i> (2018).
18	Botany	1,36	2	Portugal Noruega	1 1	Clemente <i>et al.</i> (2017). Muller; Cooper; Alsos (2011)
19	Brazilian Journal of Botany	1,36	2	Brasil Índia	1 1	Sousa <i>et al.</i> (2016). Sivasubramaniam; Selvarani (2012).
20	Bioscience Journal	0,46	2	Brasil	2	Guedes <i>et al.</i> (2013); Neves <i>et al.</i> (2014)
21	Ciência Rural	0,91	2	Brasil	2	Poletto <i>et al.</i> (2016); Alves <i>et al.</i> (2017).
22	Cuban Journal of Agricultural Science	-	2	Cuba	2	Navarro; Febles; Torres (2016a); Navarro; Febles; Torres (2016b).
23	CryoLetters	0,89	2	Coréia Estados Unidos	1 1	Popova <i>et al.</i> (2012). Ballesteros; Pence (2017)
24	European Journal of Forest Research	3,10	2	Grécia México	1 1	Konstantinidou; Takos; Merou (2008). Castro-Colina <i>et al.</i> (2012)
25	Forestry	3,18	2	Polônia Escócia	1 1	Suszka <i>et al.</i> (2022). Worrell <i>et al.</i> (1999).
26	Infrared Physics and Technology	2,99	2	China Coreia	1 1	Pang <i>et al.</i> (2022) Mukasa <i>et al.</i> (2019)
27	Journal of Near Infrared Spectroscopy	1,57	2	Coreia China	1 1	Mukasa <i>et al.</i> (2020) Liu <i>et al.</i> (2021)
28	Fruits	0,58	2	Brasil Camarões	1 1	Cavalcante; Segeren; Martins (2008) Kanmege <i>et al.</i> (2016)
29	PeerJ	3,06	2	Korea China	1 1	Mukasa <i>et al.</i> (2020) Yang <i>et al.</i> (2017)
30	Physiology and Molecular Biology of Plants	3,02	2	Estados Unidos Índia	1 2	Statwick (2016) Purohit <i>et al.</i> (2009); Gupta <i>et al.</i> (2011)
31	Revista de Biologia Tropical	0,80	2	Brasil	1	Oliveira <i>et al.</i> (2016)
32	Pakistan Journal of Botany	1,10	2	Argentina Paquistão	1 2	Varela; Albornoz (2013) Rizwan; Aftab (2018); Akram; Aftab (2016)
33	Scientia Agricola	2,79	2	Brasil	2	Brancalion <i>et al.</i> (2010); Cruz; Cicero (2008)
34	Seed Science Research	1,58	2	Reino Unido	2	Dickie; Smith (1995); Pritchard; Tompsett; Manger (1996)
35	South African Journal of Botany	3,11	2	África do Sul	2	Behenna; Vetter; Fourie (2008); Fotouo-M <i>et al.</i> (2020)

Tabela 2 – Número de publicações (PB) por periódico e por país (PP) e fator de impacto (JCR) de acordo com a nacionalidade do primeiro autor (NPA).

(Continuação)						
	Periódicos	JCR*	PB	NPA	PP	Referência
36	Silvae Genetica	1,28	2	Espanha Coreia	1 1	Pita; Sanz; Escudero (1998) Kim <i>et al.</i> (2009)
37	Acta Botanica Brasilia	1,39	1	Coreia	1	Kim <i>et al.</i> (2009)
38	Acta Botanica Mexicana	1,00	1	Argentina	1	Luna (2019)
39	African Journal of Biotechnology	-	1	China	1	Tong; Han (2009)
40	Biodiversitas		1	Sudão	1	Abdulwehab <i>et al.</i> (2015)
41	African Journal of Range & Forage Science	1,96	1	Libia	1	Saaed <i>et al.</i> (2018)
42	Agrociência	0,43	1	Brasil	1	Trindade-Lessa <i>et al.</i> (2015)
43	Agroforestry Systems	2,41	1	Zimbabue	1	Nyamayevu; Mashigaidze (2018)
44	American Journal of Environment Science	-	1	Arabia Saudita	1	Ahmed (2008)
45	Anais da Academia Brasileira de Ciências	1,81	1	Brasil	1	Dresch <i>et al.</i> (2015)
46	Australian Journal of Botany	1,50	1	Australia	1	Roche; Dixon; Pate (1997)
47	Biotropia	-	1	Indonésia	1	Purnobasuky; Utami (2016)
48	Biotropica	2,85	1	Índia	1	Murali (1997)
49	Bosque	0,38	1	Brasil	1	Walter <i>et al.</i> (2020)
50	Cells	7,66	1	Polônia	1	Michalak <i>et al.</i> (2022)
51	Ciencia e Investigación Agraria	1,00	1	Chile	1	Gálvez-Cendegui <i>et al.</i> (2017)
52	Currency Science	-	1	Índia	1	Prajith; Anilkumar (2017)
53	Environmental Monitoring and Assessment	3,30	1	Brasil	1	Ferreira <i>et al.</i> (2022)
54	European Journal of Forest Pathology	1,8	1	Rússia	1	Fedorkov (1999)
55	European Journal of Horticultural Science	1,07	1	China	1	Ma <i>et al.</i> (2016)
56	Evolution	4,17	1	Filândia	1	Karkkainen <i>et al.</i> (1999)
57	Experimental Agriculture	2,23	1	Etiopia	1	Wang; Hanson (2008)
58	Floresta e Ambiente	-	1	Brasil	1	Mazarotto <i>et al.</i> (2019)
59	Forest Science	1,74	1	China	1	Guangwu; Xuwen (2014)
60	Forest Systems	1,41	1	Espanha	1	Herrero <i>et al.</i> (2019)
61	Forests	3,28	1	Estados Unidos	1	Wickert <i>et al.</i> (2017)
62	Functional Plant Biology	2,81	1	Polônia	1	Kalemba; Suszka; Ratajczak (2015)
63	Forests, Trees and Livelihoods	1,0	1	Índia	1	Prasad; Bahuguna; Lavania (2012)
64	Glasnik za Sumske Pokuse	-	1	Croácia	1	Drvodelic <i>et al.</i> (2011)
65	Idesia	-	1	Brasil	1	Araujo <i>et al.</i> (2011)
66	Iforest	1,58	1	Portugal	1	Fabião <i>et al.</i> (2014)
67	International Research Journal of Plant Science	-	1	Nigéria	1	Ajiboye; Agboola (2011)
68	Indian Journal of Natural Products and Research	-	1	Índia	1	Mathew, Skaria; Joseph (2011)
69	Indonesian Journal of Forestry Research	-	1	Indonésia	1	Yuniarti; Kurniaty; Syamsuwida (2019)
70	Industrial Crops and Products	6,44	1	Brasil	1	Oliveira <i>et al.</i> (2016)
71	International Journal of Botany	-	1	Índia	1	Sukesh; Chandrashekar (2013)

Tabela 2 – Número de publicações (PB) por periódico e por país (PP) e fator de impacto (JCR) de acordo com a nacionalidade do primeiro autor (NPA).

(Continuação)						
	Periódicos	JCR*	PB	NPA	PP	Referência
72	International Journal of Fruit Science	1,53	1	Argentina	1	Flores <i>et al.</i> (2020)
73	International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research	-	1	India	1	Aslam; Reshi. Siddiqi (2010)
74	Journal of Agronomy	-	1	Indonesia	1	Charloq; Yazid; Gustianiansyah (2017)
75	Journal of Agronomy & Crop Science	4,15	1	Sri Lanka	1	Sangakkara (1993)
76	Journal of Arid Environments	2,75	1	Namibia	1	Gunster (1994)
77	Journal of Biogeography	4,81	1	Australia	1	Green (1999)
78	Journal of Experimental Botany	7,29	1	Singapura	1	Liang; Sun (2000)
79	Journal of Forest Science	1,1	1	Irã	1	Ahmadloo <i>et al.</i> (2017)
80	Journal of Integrative Plant Biology	9,10	1	China	1	Liu <i>et al.</i> (2005)
81	Journal of Plant Growth Regulation	4,64	1	India	1	Chaitanya; Naithani (1998)
82	Journal of Pure and Applied Microbiology	0,8	1	India	1	Chaudhari <i>et al.</i> (2017)
83	Journal of Range Management	-	1	Estados Unidos	1	Olson <i>et al.</i> (1997)
84	Journal of Tropical Ecology	1,80	1	Australia	1	Teketay; Granstrom (1997)
85	Journal of Tropical Forest Science	0,95	1	India	1	Umarani; Bharathi; Karivaratharaju (1997)
86	Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Science	-	1	Equador	1	Quintana <i>et al.</i> (2019)
87	National Academy Science Letters	0,64	1	India	1	Phondani <i>et al.</i> (2010)
88	New Zealand Journal of Botany	1,01	1	Nova Zelândia	1	Pegman; Perry; Clout (2017)
89	New Zealand Journal of Forestry Science	0,96	1	India	1	Iralu; Upadhaya (2018)
90	Pesquisa Agropecuária Brasileira	-	1	Brasil	1	Santos, Vieira, Panobianco, (2018)
91	Plant Biosystems	1,78	1	Bélgica	1	Godofroid <i>et al.</i> (2017)
92	Plant Ecology	1,99	1	Estados Unidos	1	Rugemalila <i>et al.</i> (2017)
93	Pesquisa Agropecuária Tropical	-	1	Brasil	1	Picolotto <i>et al.</i> (2013)
94	Philippine Journal of Crop Science	0,19	1	Filipinas	1	Guzman <i>et al.</i> (2011)
95	Plant and Soil	4,99	1	Espanha	1	Mancilla-Leytón <i>et al.</i> (2013)
96	Plant Ecology & Diversity	1,50	1	Singapura	1	Chong <i>et al.</i> (2016)
97	Plant Ecology and Evolution	1,10	1	Brasil	1	Silveira <i>et al.</i> (2013)
98	Plant OMICS	-	1	Irã	1	Kaviani (2010)
99	Plant Physiology and Biochemistry	5,43	1	Argentina	1	Santagapita <i>et al.</i> (2014)
100	Plants	4,65	1	Brasil	1	Medeiros <i>et al.</i> (2022)
101	PloS ONE	3,75	1	Canadá	1	Mackenzie; Naeth (2019)
102	Research Journal of Seed Science	-	1	India	1	Sukesh; Chandrashekar (2011)
103	Research on Crop	-	1	India	1	Johsi <i>et al.</i> (2022)

Tabela 2 – Número de publicações (PB) por periódico e por país (PP) e fator de impacto (JCR) de acordo com a nacionalidade do primeiro autor (NPA).

						(Conclusão)
	Periódicos	JCR*	PB	NPA	PP	Referência
104	Revista Brasileira de Ciências Agrárias	0,60	1	Brasil	1	Ferreira <i>et al.</i> (2013)
105	Revista Brasileira de Plantas Medicinais	-	1	Brasil	1	Salomão <i>et al.</i> (2016)
106	Revista Caatinga	0,88	1	Brasil	1	Costa <i>et al.</i> (2016)
107	Revista Ceres	0,29	1	Brasil	1	Martini Neto; Lamarca; Barbedo (2014)
108	Revista Ciência Agronômica	0,76	1	Brasil	1	Benedito <i>et al.</i> (2019)
109	Revue d'Ecologie	-	1	Argélia	1	Benamirouche; Chouial; Messaoudene (2018)
110	Romanian Biotechnology Letters	-	1	Servia	1	Mihajlovic <i>et al.</i> (2014)
111	Saudi Journal of Biological Science	4,05	1	Arabia Saudita	1	Al-Hammad; Al-Ammari (2017)
112	Scientia Forestalis	0,31	1	Brasil	1	Araujo Neto; Aguiar (2000)
113	Scientia Horticulturae	4,34	1	China	1	Liu <i>et al.</i> (2021)
114	Scientific African		1	Gana	1	Boadu; Siaw (2019)
115	Scientific Reports	4,99	1	China	1	Shikang; Fuqin; Yuehua (2015)
116	Scientific Research and Essay	-	1	Nigéria	1	Ehiagbonare; Onyebi (2009)
117	Sensors	3,84	1	Polônia	1	Jablonski <i>et al.</i> (2016)
118	Silva Fennica	1,62	1	Suécia	1	Farhadi; Tigabu; Odén (2015)
119	Taiwan Journal of Forest Science	-	1	China	1	Yang; Kuo (2018)
120	Taxon	2,58	1	Bélgica	1	Godefroid <i>et al.</i> (2011)
121	Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering	2,10	1	China	1	Fei; Hengnian; Guangwu (2012)
122	Turkish Journal of Agriculture and Forestry	2,66	1	Paquistão	1	Nouman <i>et al.</i> (2012)
123	Western Journal of Applied Forestry	-	1	Estados Unidos	1	Fry; Stephens (2012)
124	Wildlife Society Bulletin	1,73	1	Estados Unidos	1	Morina <i>et al.</i> (2017)
125	Zootecnia Tropical	-	1	México	1	González <i>et al.</i> (2008)

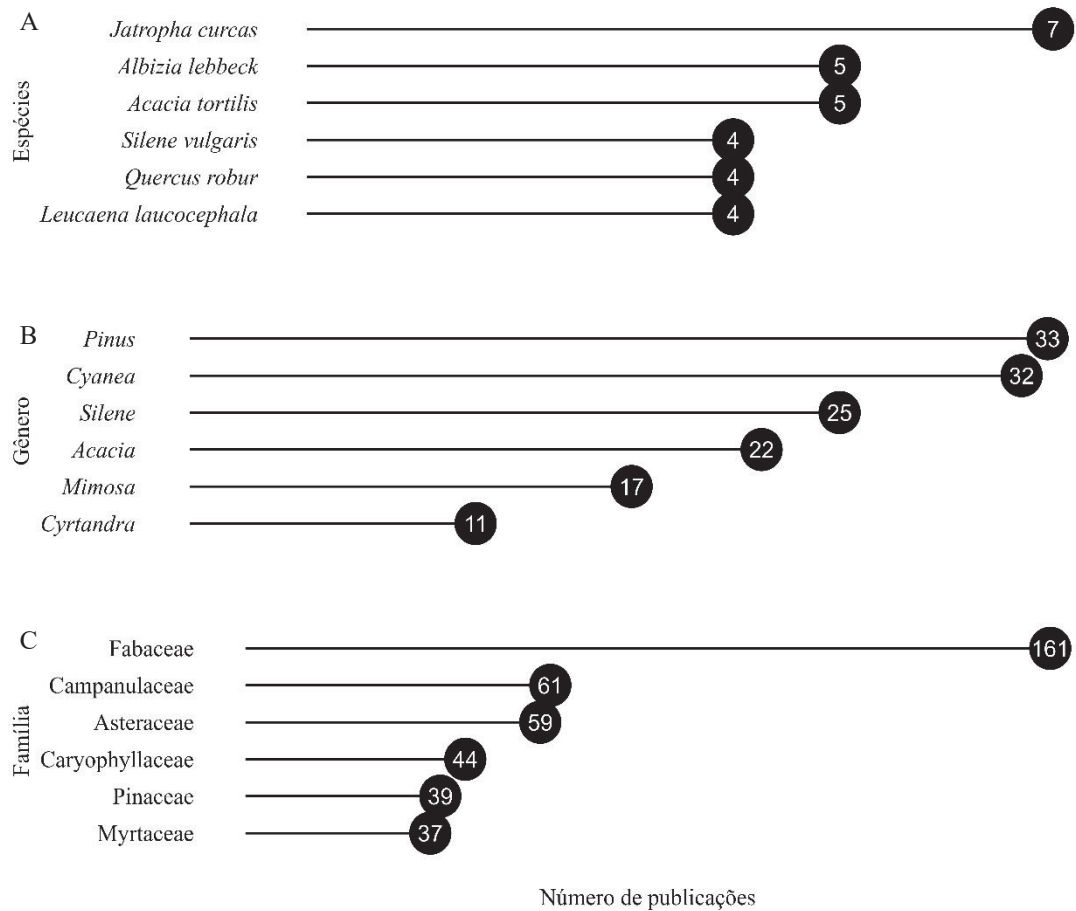
FONTE: A autora (2023).

*JCR referente ao ano de 2022.

Nos 208 artigos analisados foram contabilizadas 1.225 espécies de plantas, distribuídas em 153 famílias botânicas e 643 gêneros (Apêndice 1). Algumas espécies foram analisadas em relação ao vigor e/ou viabilidade de sementes em mais de um artigo, como *Jatropha curcas*, com sete (7) citações, *Acacia tortilis* e *Albizia lebbeck* com cinco (5) análises cada, *Leucena laucocephala*, *Quercus robur* e *Silene vulgaris* em quatro (4) publicações (Figura 8A).

Jatropha mollissima foi citada apenas uma vez, em um artigo científico na Revista Bosque (Tabela 2), em que foi proposto um protocolo para o teste de tetrazólio da espécie. Dentre os seis gêneros mais representativos nas publicações, o *Pinus* com 33 citações, seguido dos gêneros *Cyanea* (32), *Silene* (25), *Acacia* (22), *Mimosa* (17) e *Cyrtandra* (11) (Figura 8B).

Figura 8 – Número de trabalhos de acordo com a quantidade de (A) espécies, (B) gêneros e (C) famílias identificadas nas pesquisas sobre vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.

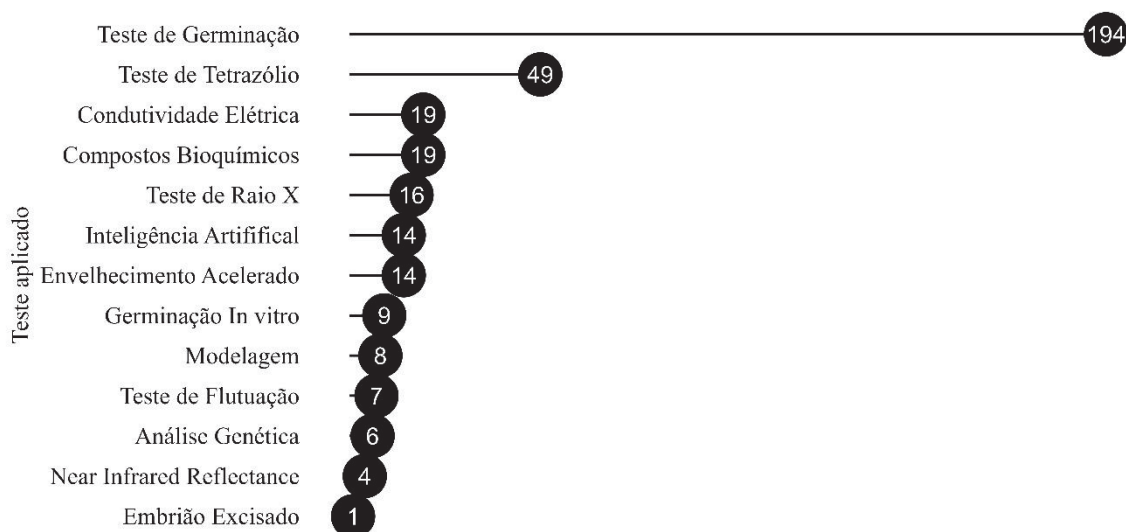


FONTE: A autora (2023).

Em relação às famílias com o maior número de espécies analisadas nas pesquisas, a Fabaceae obteve um total de 161 espécies, seguida pela família Campanulaceae com 61 espécies identificadas (Figura 8C). Vale ressaltar que algumas publicações avaliavam diversas espécies, bancos de sementes no solo ou banco genético de sementes. Assim, espécies que não são consideradas florestais, como as Poaceae, foram analisadas.

A partir da análise dos artigos, foram identificados os tipos de testes e avaliações aplicadas para determinar o vigor e/ou viabilidade de sementes de espécies florestais. Dos 208 artigos analisados, 93,7% indicaram na metodologia a utilização do teste de germinação, seja com uso exclusivo para avaliação de vigor e viabilidade ou para comparação ou validação de outros métodos (Figura 9). O teste de tetrazólio foi o segundo mais citado, sendo utilizado em 23,6% dos trabalhos, seguido pelo de condutividade elétrica (9,6%).

Figura 9 – Testes aplicados para determinação de vigor e/ou viabilidade de sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.



FONTE: A autora (2023).

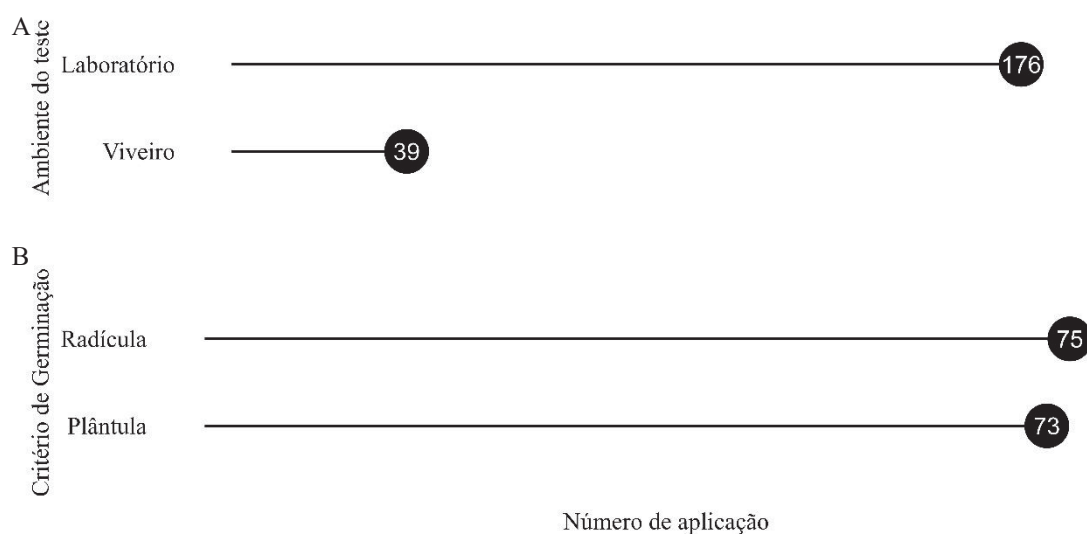
É importante ressaltar as publicações com metodologias não-destrutivas para avaliação de vigor e viabilidade de sementes. Este tipo de metodologia tem por objetivo não destruir as sementes no processo avaliativo, como a utilização de imagens (fotografias, raio x, por exemplo). O teste de raios X citado em 7,7% dos trabalhos, inteligência artificial e aprendizado de máquina (6,7%) – responsáveis por identificar padrões através da aprendizagem por repetições, nestes casos podem ser utilizadas imagens para identificar os padrões. Modelagens matemáticas (3,3%), tem por padrão identificar relações entre características e estimar valores através das informações obtidas. O *Near Infrared Reflectance* – NIR (1,4%), mede a reflectância das sementes, que de acordo com as ligações químicas com os compostos presentes irá resultar em bandas espectrais. Esses testes foram aplicados como alternativas às metodologias destrutivas tradicionalmente utilizadas, como o teste de germinação, análises genéticas e bioquímicas.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, pesquisadores buscaram automatizar a identificação de sementes viáveis e vigorosas a partir de técnicas de Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning* (ML). Estes artifícios auxiliam em análises não-destrutivas e obtêm resultados mais rápidos em relação às metodologias tradicionais, porém, em espécies arbóreas, as pesquisas ainda são incipientes, em que apenas 14 trabalhos foram publicados desde 2008. Nos últimos anos, as publicações relacionadas ao vigor e viabilidade de sementes de espécies florestais estão aplicando mais de um teste para verificação da qualidade dos lotes. Tal

constatação pode ser explicada pelas novas tecnologias que precisam de testes de validação para conferir credibilidade e pela maior exigência para publicação científica com pesquisas mais robustas e aprofundadas.

Em relação ao local em que foram feitas as análises de vigor e viabilidade em sementes de espécies arbóreas, foi verificado que na grande maioria dos trabalhos (85,9%), foram feitos testes em laboratório (Figura 10A). Para análises em viveiro, foram registrados em 19,3% dos documentos. Nesses casos, foram avaliadas emergência, formação de plântula e acompanhamento do crescimento inicial. Ressalta-se que em alguns documentos foram aplicados testes nos dois ambientes. Em relação ao critério de germinação aplicado, houve variações de acordo com a finalidade do teste (Figura 10B), com registro de 75 trabalhos adotando a emissão de radícula como critério e 72 avaliaram a formação de plântula, em ambos os ambientes de trabalho.

Figura 10 – (A) ambiente e (B) critério de germinação dos testes de vigor e/ou viabilidade aplicados em sementes de espécies florestais entre os anos de 1992 e 2022.

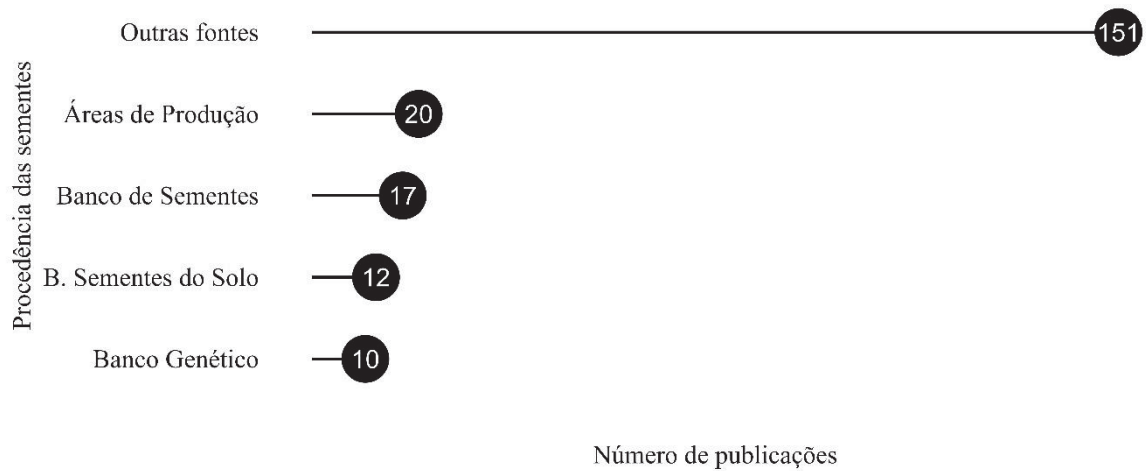


Número de aplicação

FONTE: A autora (2023).

A procedência das sementes também foi avaliada (Figura 11), separadas em: banco de sementes no solo (12), banco genético (10), banco de sementes (17), áreas de produção (20) e outras fontes (151). Nessa última, foram incluídos trabalhos em que a coleta de sementes não foi especificada ou foi realizada em locais onde as matrizes são de populações naturais, arborização urbana ou nos campi das instituições de pesquisa.

Figura 11 – Procedência das sementes utilizadas nos artigos publicados entre os anos de 1992 e 2022 com vigor e viabilidade de sementes em espécies florestais.



FONTE: A autora (2023).

Uma possível explicação para o elevado número de trabalhos sem referência da procedência das sementes utilizadas nos experimentos é a dificuldade na obtenção deste insumo. Isso ocorre devido à dificuldade de acesso às áreas de coleta com número suficiente de matrizes, à qualidade das plantas-mãe – coleta na arborização urbana, onde, em grande parte, as populações não apresentam variabilidade genética – e a dificuldade de acesso às redes de sementes.

As pesquisas com vigor e viabilidade em sementes florestais, surgiram com base em metodologias inicialmente desenvolvidas para espécies agrícolas, as quais foram posteriormente adaptadas para atender as especificidades das sementes florestais. No entanto, ainda é preciso fortalecer o setor florestal com incentivo em pesquisas com espécies nativas, com interesse econômico ou ecológico, que têm grande potencial para utilização no mercado, seja com produção de madeira ou produtos não-madeireiros.

A partir dos resultados obtidos na revisão bibliométrica foi possível verificar que, quando comparada a diversidade de espécies florestais nativas, a quantidade de publicações é incipiente. Ainda, é importante valorizar a pesquisas com estas espécies para aumentar o conhecimento com vistas a produção de novas culturas. As palavras-chaves utilizadas não resultaram em grande número de artigos publicados sobre vigor e viabilidade em sementes de espécies florestais ou arbóreas. A espécie *Jatropha mollissima* foi estudada em apenas um artigo científico, publicado no ano de 2020, mostrando a importância de realizar outros estudos com a espécies.

É importante ressaltar que foram identificadas apenas 21 revistas brasileiras, dentre as 125 identificadas na revisão bibliométrica. Esses resultados podem identificar o indicativo de

que as revistas brasileiras não estão indexadas nas bases de dados pesquisadas, podendo as demais revistas do país estarem indexadas em outras bases de dados, como na *SCIELO* que abriga no Brasil 318 periódicos distribuídos em diversas áreas de pesquisa.

4 CONCLUSÃO

Nos últimos 30 anos foram encontrados 208 trabalhos sobre vigor e viabilidade de sementes florestais, sendo a maior quantidade de publicações do Brasil, com 59 documentos, no entanto, estas aparecem com menor número de citações.

Journal of Seed Science e *Seed Science and Technology* foram as revistas que se destacaram com 11 publicações em cada sobre o tema viabilidade e vigor em sementes florestais. Foram identificadas 125 periódicos na revisão, sendo 21 de revistas brasileiras. Pesquisas com metodologias destrutivas, ainda são as mais utilizadas para determinação de vigor e viabilidade de sementes florestais, em relação a não destrutivas.

As palavras-chaves atribuídas pelos autores não expressam o conteúdo abordado no artigo, com baixo número de usos de palavras como vigor e viabilidade, bem como o tipo de teste aplicado na pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABDULWEHAB, S. A.; EL-NAGERABI, S. A. F.; ELSHAFIE, A. E. Leguminicolous fungi associated with some seeds of Sudanese legumes. **Biodiversitas**, v. 16, n. 2, p. 987–998, 28 set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d160223>.
- AHMADLOO, F.; KOUCHAKSARAEI, M. T.; GOODARZI, G. R.; SALEHI, A. Effects of gibberellic acid and storage temperature on the germination of hawthorn seeds. **Journal of Forest Science**, v. 63, n. 9, p. 417–424, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17221/24/2017-JFS>
- AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A.; ATAYESE, M. O.; KADIRI, M. Some aspect of dormancy studies and vitamin D content of four tree seed species. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 9, p. 1–5, 2011.
- AKRAM, M.; AFTAB, F. Fruit size and sampling sites affect on dormancy, viability and germination of teak (*Tectona grandis* L.) seeds. **Pakistan Journal of Botany**, v. 48, n. 2, p. 511–518, 2016.
- AL JABR AHMED, M. Effect of bruchid beetles (*Burchidius Arabicus* Decelle) infestation on the germination of *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne seeds. **American Journal of Environmental Sciences**, v. 4, n. 4, p. 285–288, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajessp.2008.285.288>
- ALEJANO, R.; DOMÍNGUEZ-DELMÁS, M.; GARCÍA-GONZÁLEZ, I.; WAZNY, T.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, M. The age of black pine (*Pinus nigra* Arn. Ssp. *Salzmannii* (Dunal) Franco) mother trees has no effect on seed germination and on offspring seedling performance. **Annals of Forest Science**, v. 76, n. 1, p. 1–10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0801-7>
- AL-HAMMAD, B. A.; AL-AMMARI, B. S. Seed viability of five wild Saudi Arabian species by germination and X-ray tests. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 24, n. 6, p. 1424–1429, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.04.004>.
- ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. da S.; MOURA, M. F. de; SILVA, R. dos S.; GALINDO, E. A. Drying on the germination and vigor of *Crataeva tapia* L. seeds. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150338>
- ARÁN, D.; GARCÍA-DURO, J.; CRUZ, O.; CASAL, M.; REYES, O. Understanding biological characteristics of *Acacia melanoxylon* in relation to fire to implement control measurements. **Annals of Forest Science**, v. 74, n. 3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0661-y>
- ARAÚJO NETO, J. C. de; AGUIAR, I. B. de. Germinative pretreatments to dormancy break in *Guazuma ulmifolia* Lam. Seeds. **Scientia Florestalis**, v. 58, p. 15–24, 2000.
- ARAÚJO, J. de O.; PINHEIRO, D. T.; DIAS, D. C. F. D. S.; HILST, P. C.; DE MEDEIROS, A. D. Adequacy of the tetrazolium test to evaluate the viability of *Jatropha curcas* L. seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 470–477, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n4223299>

ARAUJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; DONZELES, S. M. L.; COSTA, G. M. Electrical conductivity test for physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Idesia**, v. 29, n. 2, p. 79–86, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-34292011000200010>

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 1 nov. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007>

ASLAM, M.; RESHI, Z. A.; SIDDIQI, T. O. Standardization of seed viability protocol for *Pinus wallichiana* A.B. Jackson in Kashmir, India. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 4, n. 3, p. 93–98, 2010.

ATAÍDE, G. da M.; BORGES, E. E. de L. e; GONÇALVES, J. F. de C.; GUIMARÃES, V. M.; FLORES, A. V. Physiological changes during hydration of *Dalbergia nigra* ((VELL.) Fr. All. Ex Benth.). **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 615–625, 20 jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822761>

BALLESTEROS, D.; PENCE, V. C. Survival and death of seeds during liquid nitrogen storage: A case study on seeds with short lifespans. **Cryo-Letters**, v. 38, n. 4, p. 278–289, 2017.

BANGARWA, K. S.; SINGH, V. P.; PURI, S. Viability retention of seeds of shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.) on the trees after maturity. **New Forests**, v. 11, n. 1, p. 85–91, 1996.

BEHENNA, M.; VETTER, S.; FOURIE, S. Viability of alien and native seed banks after slash and burn: Effects of soil moisture, depth of burial and fuel load. **South African Journal of Botany**, v. 74, n. 3, p. 454–462, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.01.179>.

BENAMIROUCHE, S.; CHOUIAL, M.; MESSAOUDENE, M. Storage of cork oak (*Quercus suber* L., 1753) acorns and effect of storage duration on seedlings vigour: Artificial regeneration implications. **Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)**, v. 73, n. 1, p. 80–95, 2018. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03532662>.

BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C.; PAIVA, E. P.; MEDEIROS, H. L. de S. Dormancy overcoming and germination test in *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke seeds. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 50, n. 2, p. 338–344, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190040>.

BERNAREGGI, G.; CARBOGNANI, M.; MONDONI, A.; PETRAGLIA, A. Seed dormancy and germination changes of snowbed species under climate warming: the role of pre- and post-dispersal temperatures. **Annals of Botany**, v. 118, n. 3, p. 529–539, set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcw125>.

BICHOFF, R. S.; ALBUQUERQUE, A. N. de; MARIANO, D. de C.; OKUMURA, R. S.; OLIVEIRA, R. S.; NETO, C. F. de O.; VIÉGAS, I. de J. M.; PEDROSO, A. J. S.; ALVES, J. D. N.; SODRÉ, D. C.; VALENTE, G. F. Overcoming seed dormancy and evaluation of viability in *Leucaena leucocephala*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 168–172, 20 jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.01.pne908>

- BOADU, K. B.; SIAW, D. E. K. A. The effect of storage period on the viability of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. Seeds. **Scientific African**, v. 5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00127>
- BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Journal of Seed Science**, v. 31, n. 1, p. 259–269, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100029>
- BRANCALION, P. H. S.; TAY, D.; NOVENBRE, A. D. da L. C.; RODRIGUES, R. R.; FILHO, J. M. Priming of pioneer tree *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) seeds evaluated by an automated computer image analysis. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 3, p. 274–279, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-90162010000300004>
- CAI, N.; XU, Y.; CHEN, S.; HE, B.; LI, G.; LI, Y.; DUAN, A. Variation in seed and seedling traits and their relations to geo-climatic factors among populations in Yunnan Pine (*Pinus yunnanensis*). **Journal of Forestry Research**, v. 27, n. 5, p. 1009–1017, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0228-z>
- CASTRILLON, R. G.; HELM, C. V.; MATHIAS, A. L. Araucaria angustifolia and the pinhão seed: Starch, bioactive compounds and functional activity – a bibliometric review. **Ciencia Rural**, v. 53, n. 9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220048>
- CASTRO-COLINA, L.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P.; MENDOZA, A.; OROZCO-SEGOVIA, A. Effect of hydropriming and acclimation treatments on *Quercus rugosa* acorns and seedlings. **European Journal of Forest Research**, v. 131, n. 3, p. 747–756, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-011-0548-7>
- CAVALCANTE, Í. H. L.; SEGEREN, A.; MARTINS, A. B. G. Emergence and initial growth of rambutan seedlings as a function of seed storage conditions. **Fruits**, v. 63, n. 6, p. 349–355, 29 nov. 2008. DOI: <https://doi.org/1051/fruits:2008031>.
- CHAITANYA, K. S. K.; NAITHANI, S. Kinetin-Mediated prolongation of viability in recalcitrant sal (*Shorea robusta* Gaertn. F.) seeds at low temperature: Role of kinetin in delaying membrane deterioration during desiccation-induced injury. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 17, p. 63–69, 1998.
- CHARLOQ; YAZID, A.; GUSTIANSYAH, P. P. Viability of shelled rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) seed treated with peg 6000 at different drying times in storage period. **Journal of Agronomy**, v. 16, n. 2, p. 83–86, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3923/ja.2017.83.86>
- CHAU, M. M.; CHAMBERS, T.; WEISENBERGER, L.; KEIR, M.; KROESSIG, T. I.; WOLKIS, D.; KAM, R.; YOSHINAGA, A. Y. Seed freeze sensitivity and ex situ longevity of 295 species in the native Hawaiian flora. **American Journal of Botany**, v. 106, n. 9, p. 1248–1270, 1 set. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31502257/>.
- CHAUDHARI, A.; SHARMA, H.; JEHANI, M.; SHARMA, J. Seed Mycoflora Associated with Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], their Significance and the Management.

Journal of Pure and Applied Microbiology, v. 11, n. 1, p. 567–575, 31 mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22207/JPAM.11.1.74>

CHIKONO, C.; CHOINSKI, J. S. Thermotolerance characteristics of seeds from geographically isolated populations of the African tree *Combretum apiculatum* Sonder. **African Journal of Ecology**, v. 30, n. 1, p. 65–73, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1992.tb00479.x>

CHMIELARZ, P.; SUSZKA, J.; WAWRZYNIAK, M. K. Desiccation does not increase frost resistance of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seeds. **Annals of Forest Science**, v. 79, n. 1, p. 1–12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01121-3>

CHONG, K. Y.; CHONG, R.; TAN, L. W. A.; YEE, A. T. K.; CHUA, M. A. H.; WONG, K. M.; TAN, H. T. W. Seed production and survival of four dipterocarp species in degraded forests in Singapore. **Plant Ecology & Diversity**, v. 9, n. 5–6, p. 483–490, 1 nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/17550874.2016.1266404>

CLARIVATE. **Open research and open access**. 2024. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/open-access/>

CLEMENTE, A. S.; MÜLLER, J. V.; ALMEIDA, E.; COSTA, C. A.; DIAS, S. L.; BREHM, Jo. M.; REBELO, R.; MARTINS-LOUÇÃO, M. A. What can routine germination tests in seed banks tell us about the germination ecology of endemic and protected species? **Botany**, v. 95, n. 7, p. 673–684, jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjb-2017-0003>

COOK, A.; TURNER, S. R.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; STEADMAN, K. J.; DIXON, K. W. Occurrence of physical dormancy in seeds of Australian Sapindaceae: A survey of 14 species in nine genera. **Annals of Botany**, v. 101, n. 9, p. 1349–1362, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcn043>

COSTA, J. D. S.; SILVA, J. A. B.; COELHO, D. S.; SANTOS, Í. E. A.; SEABRA, T. X. Methods for overcoming seed dormancy and the initial growth of *Ziziphus joazeiro* Mart. in different soils. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 441–449, jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n221rc>

CRAWFORD, A. D.; PLUMMER, J. A.; PROBERT, R. J.; STEADMAN, K. J. The influence of cone age on the relative longevity of Banksia seeds. **Annals of Botany**, v. 107, n. 2, p. 303–309, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcq236>

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**, v. 36, n. 3, p. 305–311, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n3991>

CRUZ, E. D.; CICERO, S. M. Sensitivity of seed to desiccation in cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K. Schum. - Sterculiaceae. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 5, p. 557–560, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000500017>

DAIBES, L. F.; PAUSAS, J. G.; BONANI, N.; NUNES, J.; SILVEIRA, F. A. O.; FIDELIS, A. Fire and legume germination in a tropical savanna: ecological and historical factors. **Annals of Botany**, v. 123, n. 7, p. 1219–1229, 8 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcz028>

DANESHVAR, A.; TIGABU, M.; KARIMIDOOST, A.; ODÉN, P. C. Flotation techniques to improve viability of *Juniperus polycarpus* seed lots. **Journal of Forestry Research**, v. 28, n. 2, p. 231–239, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0306-2>

DAVIES, R. M.; NEWTON, R. J.; HAY, F. R.; PROBERT, R. J. 150-seed comparative longevity protocol – a reduced seed number screening method for identifying short-lived seed conservation collections. **Seed Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 569–584, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2016.44.3.13>

DAWS, M. I.; COUSINS, C.; HALL, J.; WOOD, C. B. Pressure - Time dependency of vacuum degassing as a rapid method for viability assessment using tetrazolium chloride: A comparative study of 17 *Pinus* species. **Seed Science and Technology**, v. 34, n. 2, p. 475–483, 2006. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.2.22>

DENG, F.; QI, H.; ZHAO, G. Seed vigor assessment for *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* using image processing. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 28, n. SUPPL. 2, p. 274–279, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2012.z2.048>

DICKIE, J. B.; SMITH, R. D. Observations on the survival of seeds of *agathis* spp. Stored at low moisture contents and temperatures. **Seed Science Research**, v. 5, n. 1, p. 5–14, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258500002531>

DONÀ, M.; BALESTRAZZI, A.; MONDONI, A.; ROSSI, G.; VENTURA, L.; BUTTAFAVA, A.; MACOVEI, A.; SABATINI, M. E.; VALASSI, A.; CARBONERA, D. DNA profiling, telomere analysis and antioxidant properties as tools for monitoring ex situ seed longevity. **Annals of Botany**, v. 111, n. 5, p. 987–998, maio 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mct058>

DRESCH, D. M.; MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q. *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seed desiccation: Influence on vigor and nucleic acids. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v. 87, n. 4, p. 2217–2228, 2015. DOI: doi.org/10.1590/0001-3765201520140539.

DRVODELIC, D.; ORŠANIC, M.; PAULIC, V.; ROŽMAN, M. Morphological-biological properties of fruit and seed of beech (*Fagus sylvatica* L.) growing at different altitudes. **Glasnik za Sumske Pokuse**, v. 44, p. 1–18, 2011.

DUMONT, J.; HIRVONEN, T.; HEIKKINEN, V.; MISTRETTA, M.; GRANLUND, L.; HIMANEN, K.; FAUCH, L.; PORALI, I.; HILTUNEN, J.; KESKI-SAARI, S.; NYGREN, M.; OKSANEN, E.; HAUTA-KASARI, M.; KEINÄNEN, M. Thermal and hyperspectral imaging for Norway spruce (*Picea abies*) seeds screening. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 116, p. 118–124, ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.06.010>.

ELSEVIER. **Acesso aberto.** 2024. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/open-access>.

EHAGBONARE, J. E.; ONYEBI, H. I. Seed storage evaluation, imbibition capacity assessment and seed pre-sowing treatment studies on *Newbouldia laevis* (P. Beauv) ex bureau. **Scientific Research and Essays**, v. 4, n. 5, p. 453–456, 2009.

FABIÃO, A.; FARIA, C.; ALMEIDA, M. H.; FABIÃO, A. Influence of mother plant and scarification agents on seed germination rate and vigor in *Retama sphaerocarpa* L. (Boissier). **Iforest**, v. 7, n. 5, p. 306–312, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3832/ifor1155-007>

FARHADI, M.; TIGABU, M.; ODÉN, P. Near Infrared Spectroscopy as non-destructive method for sorting viable, petrified and empty seeds of *Larix sibirica*. **Silva Fennica**, v. 49, n. 5, p. 987–998, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.1340>

FELIX, F. C.; KRATZ, D. ; RIBEIRO, R. ; NOGUEIRA, A. C. Análise de imagens e aprendizado de máquina aplicados em sementes: Uma revisão bibliométrica. In.: **Tópicos de desenvolvimento científico e tecnológico em ciências agrárias**. Editora e-Publicar, v. 2, p. 61-79. 2023. DOI: <https://doi.org/10.47402/ed.ep.c23112145485>.

FENG, L.; ZHU, S.; LIU, F.; HE, Y.; BAO, Y.; ZHANG, C. Hyperspectral imaging for seed quality and safety inspection: A review. **Plant Methods**, v. 15, n. 1, p. 1–25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0476-y>.

FEDORKOV, A. Influence of air pollution on seed quality of *Picea obovata*. **European Journal of Forest Pathology**, v. 29, n. 5, p. 371–375, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.1999.00166.x>

FERRADOUS, A.; LAMHAMED, M. S.; OUHAMMOU, A.; ALIFRIQUI, M. Mise en application opérationnelle du test de viabilité au tétrazolium chez les semences d'arganier (*Argania spinosa*) stockées pendant plusieurs années. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 47, n. 9, p. 1286–1292, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0048>

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SILVA, R. B.; SANTOS, H. H. D.; SENA, L. H. M. Thermal scarification to overcome *Piptadenia moniliformis* seeds dormancy. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 79–83, 27 mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i1a2488>

FERREIRA, R. B.; PARREIRA, M. R.; ARRUDA, F. V.; FALCÃO, M. J. A.; MANSANO, V. F.; NABOUT, J. C. Combining ecological niche models with experimental seed germination to estimate the effect of climate change on the distribution of endangered plant species in the Brazilian Cerrado. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 194, n. 4, 1 abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09897-7>

FLORES, P.; POGGI, D.; GARIGLIO, N.; CATRARO, M. Accelerated aging test to assess vigor of *Juglans nigra* seeds. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. 2, p. 221–232, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1628685>.

FONSECA, A. G.; JHONES MATUDA, J.; OLIVEIRA ALMEIDA, J.; NUNES, U. R.; LUIZ, E.; MACHADO, M. Physiological quality of *Pinus elliotti* Engelm. Seeds subjected to different storage methods. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 457–463, 2012.

FOTOUO-M, H.; VORSTER, J.; DU TOIT, E. S.; ROBBERTSE, P. J. The effect of natural long-term packaging methods on antioxidant components and malondialdehyde content and seed viability *Moringa oleifera* oilseed. **South African Journal of Botany**, v. 129, p. 17–24, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.10.017>.

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

FREITAS, R. M. O.; SOUZA PINTO, J. R.; PRAXEDES, S. C.; NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C. Gibberellic acid stimulus on seed and seedling performance is dependent on pod position in *Mimosa caesalpinifolia*. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 3, p. 660–665, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2011.39.3.13>

FRY, D.; STEPHENS, S. Seed viability and female cone characteristics of mature knobcone pine trees. **Western Journal of Applied Forestry**, v. 28, n. 1, p. 46–48, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5849/wjaf.11-046>

GÁLVEZ-CENDEGUI, L.; PEÑALOZA, P.; OYANEDEL, E.; CASTRO, M. Almacenamiento, tamaño y vigor de semilla nodriza de palto (*Persea americana* mill.) cv. ‘esther’. **Ciencia e Investigacion Agraria**, v. 44, n. 1, p. 94–99, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7764/rcia.v44i1.1641>

GEORGE, T. T.; OBILANA, A. O.; OYENIHI, A. B.; RAUTENBACH, F. G. *Moringa oleifera* through the years: a bibliometric analysis of scientific research (2000–2020). **South African Journal of Botany**, v. 141, p. 12–24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.025>.

GODEFROID, S.; VAN DE VYVER, A.; STOFFELEN, P.; ROBBRECHT, E.; VANDERBORGHT, T. Testing the viability of seeds from old herbarium specimens for conservation purposes. **Taxon**, v. 60, n. 2, p. 565–569, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.602022>

GODEFROID, S.; VAN DE VYVER, A.; STOFFELEN, P.; VANDERBORGHT, T. Effectiveness of dry heat as a seed sterilisation technique: Implications for ex situ conservation. **Plant Biosystems**, v. 151, n. 6, p. 1054–1061, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2016.1231140>

GOMAA, N. H.; PICÓ, F. X. Seed germination, seedling traits, and seed bank of the tree *Moringa peregrina* (Moringaceae) in a hyper-arid environment. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 6, p. 1024–1030, jun. 2011. DOI: <https://doi.org/wiley.com/10.3732/ajb.1000051>.

GONÇALVES, L. H. do; SANTOS, H. O. dos; PINHO, É. V. de R. Von; ANDRADE, T. de; PINHO, I. V. Von; PEREIRA, R. W. Physiological quality and expression of genes in seeds

of *Handroanthus serratifolius* subjected to drying. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 102–110, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n2144303>

GONZÁLEZ, Y. H.; ORTEGA, J. A.; RODRÍGUEZ, R. A.; AGUIRRE, C. O.; GURROLA, A. G.; MACÍAS, R. M. Métodos inductivos para maximizar la germinación de semilla de germoplasma nativo en vivero para sistemas silvopastoriles en Nayarit, México. **Zootecnia Tropical**, v. 26, n. 3, p. 355–358, 2008.

GOUDEL, F.; SHIBATA, M.; COELHO, C. M. M.; MILLER, P. R. M. Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 147–154, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000100015>

GREEN, P. T. Greta's Garbo: Stranded seeds and fruits from Greta Beach, Christmas Island, Indian Ocean. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 5, p. 937–946, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00351.x>

GRZYBOWSKI, C. R. D. S.; NASCIMENTO, W. M. O. Do; SILVA, R. C. Da; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Physiological potential and conservation of muruci (*Byrsonima crassifolia*) seeds. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, p. 1–12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017475>

GUANGWU, Z.; XUWEN, J. Roles of gibberellin and auxin in promoting seed germination and seedling vigor in *Pinus massoniana*. **Forest Science**, v. 60, n. 2, p. 367–373, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5849/forsci.12-143>

GÜNSTER, A. Seed bank dynamics - longevity, viability and predation of seeds of serotinous plants in the central Namib desert. **Journal of Arid Environments**, v. 28, n. 3, p. 195–205, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(05\)80057-6](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(05)80057-6)

GUPTA, S. M.; PANDEY, P.; GROVER, A.; AHMED, Z. Breaking seed dormancy in *Hippophae salicifolia*, a high value medicinal plant. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 17, n. 4, p. 403–406, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12298-011-0082-6>

HERRERO, C.; KASSA, A.; PANDO, V.; BRAVO, F.; ALÍA, R. Effect of heat shock on the germination of seeds of the species *Acacia senegal* L. and *Acacia seyal* Del. From sub-Saharan Africa (Ethiopia). **Forest Systems**, v. 28, n. 2, p. e006, 8 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5424/fs/2019282-14227>.

IRALU, V.; UPADHAYA, K. Seed dormancy, germination and seedling characteristics of *Elaeocarpus prunifolius* Wall. Ex Müll. Berol.: a threatened tree species of north-eastern India. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 48, n. 1, p. 16, 28 dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40490-018-0121-y>

JABŁOŃSKI, M.; TYLEK, P.; WALCZYK, J.; TADEUSIEWICZ, R.; PIŁAT, A. Colour-based binary discrimination of scarified *Quercus robur* acorns under varying illumination. **Sensors (Switzerland)**, v. 16, n. 8, p. 1319, 18 ago. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16081319>.

- JACOBO-PEREIRA, C.; MUÑIZ-CASTRO, M. Á.; VÁZQUEZ-GARCÍA, J. A.; FLORES, J.; MUÑOZ-URIAS, A.; HUERTA-MARTÍNEZ, F. M. Seed integrity, effect of temperature and storage time on germination of *Populus luziarum* and *P. Primaveralepisensis*, endangered subtropical species from Mexico. **Botanical Sciences**, v. 100, n. 1, p. 192–203, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.2810>
- JOSÉ, A. C.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C.; MELO, A. J. S.; TOOROP, P. E. Effects of drying rate and storage time on *Magnolia ovata* Spreng. Seed viability. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 2, p. 425–434, 1 jul. 2011. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2011.39.2.14>
- JOSHI, K.; KOTADIYA, P.; SINGH, A.; SHRIMALI, G.; RAMI, E. Effect of different pre-treatments on seed germination and seedling growth of *Adenanthera pavonina*. **Research on Crops**, v. 23, n. 1, p. 229–234, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2022.032>
- JUAN, R.; PASTOR, J.; FERNÁNDEZ, I.; DIOSDADO, J. C. Seedling emergence in the endangered *Juniperus oxycedrus* subsp. *Macrocarpa* (Sm.) ball in Southwest Spain. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 48, n. 2, p. 49–58, 2006.
- KAISER, D. K.; FREITAS, L. C. N. de; BIRON, R. P.; SIMONATO, S. C.; BORTOLINI, M. F. Adjustment of the methodology of the tetrazolium test for estimating viability of *Eugenia uniflora* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 3, p. 344–351, set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n31022>.
- KALEMBA, E. M.; SUSZKA, J.; RATAJCZAK, E. The role of oxidative stress in determining the level of viability of black poplar (*Populus nigra*) seeds stored at different temperatures. **Functional Plant Biology**, v. 42, n. 7, p. 630–642, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1071/FP14336>
- KAVIANI, B. Cryopreservation by encapsulation-dehydration for long-term storage of some important germplasm: Seed of lily [*Lilium ledebourii* (Baker) Bioss.], embryonic axe of persian lilac (*Melia azedarach* L.), and tea (*Camellia sinensis* L.). **Plant OMICS**, v. 3, n. 6, p. 177–182, 2010.
- KANMEGE, G.; ANOUMA'A, M.; FOTSO; MBOUOBDA, H. D.; OMOKOLO, D. N. Germination and sensitivity to desiccation of *Cola anomala* (K. Schum.) seeds. **Fruits**, v. 71, n. 2, p. 87–92, 7 mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits/2015051>.
- KÄRKKÄINEN, K.; KUITTINEN, H.; VAN TREUREN, R.; VOGL, C.; OIKARINEN, S.; SAVOLAINEN, O. Genetic basis of inbreeding depression in *Arabis petraea*. **Evolution**, v. 53, n. 5, p. 1354–1365, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1999.tb05400.x>
- KEMBALL, K. J.; WESTWOOD, A. R.; WANG, G. G. Laboratory assessment of the effect of forest floor ash on conifer germination. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 40, n. 4, p. 822–826, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1139/X10-027>
- KIM, D. H.; HAN, S. H.; KU, J. J.; LEE, K. Y. Effects of cryoprotectants and post-storage priming on seed germination of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don). **Silvae Genetica**, v. 58, n. 4, p. 162–168, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2009-0021>

KONSTANTINIDOU, E.; TAKOS, I.; MEROU, T. Desiccation and storage behavior of bay laurel (*Laurus nobilis* L.) seeds. **European Journal of Forest Research**, v. 127, n. 2, p. 125–131, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10342-007-0189-z>

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**, v. 36, n. 4, p. 427–434, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n41029>

LIANG, Y.; SUN, W. Q. Desiccation tolerance of recalcitrant *Theobroma cacao* embryonic axes: The optimal drying rate and its physiological basis. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 352, p. 1911–1919, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.352.1911>

LIU, B.; XUE, W. wen; GUO, Z. li; LIU, S. yu; ZHU, Q. nan; PANG, X. qun; ZHANG, Z. qi; FANG, F. Water loss and pericarp browning of litchi (*Litchi chinensis*) and longan (*Dimocarpus longan*) fruit maintain seed vigor. **Scientia Horticulturae**, v. 290, n. August, p. 110519, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110519>.

LIU, W.; LIU, J.; JIANG, J.; LI, Y. Comparison of partial least squares-discriminant analysis, support vector machines and deep neural networks for spectrometric classification of seed vigour in a broad range of tree species. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 29, n. 1, p. 33–41, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1177/0967033520963759>

LIU, Y.; QIU, Y.-P.; ZHANG, L.; CHEN, J. Dormancy breaking and storage behavior of *Garcinia cowa* Roxb. (Guttiferae) seeds: implications for ecological function and germplasm conservation. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 47, n. 1, p. 38–49, 21 jan. 2005. DOI: <https://doi/10.1111/j.1744-7909.2005.00010.x>.

LIU, Y.; LI, C.; LIU, W.; DONG, Q. Trends in Global Research on Seed Dispersal: A Bibliometric Analysis. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 24, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142416577>

LIU, Z.; ZHAO, M.; LU, Z.; ZHANG, H. Seed Traits Research Is on the Rise: A Bibliometric Analysis from 1991–2020. **Plants**, v. 11, n. 15, p. 1–14, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11152006>

LOMBARDO, J. A.; MCCARTHY, B. C. Seed germination and seedling vigor of weevildamaged acorns of red oak. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 39, n. 8, p. 1600–1605, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1139/X09-079>

LUCCHESI, J. R.; LAZAROTTO, M.; FIOR, C. S.; DE SÁ, L. C.; BROSE, C. B. Analysis of seed vigor and germination of *Toona ciliata* m. Roem. Var. Australis. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 4, p. 388–395, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n4193172>

LUNA, C. V. Establecimiento de un método eficiente de estandarización de la germinación in vitro de *Moringa oleifera* (Moringaceae). **Acta Botanica Mexicana**, v. 111, n. 126, p. 987–998, 10 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1496>

MA, Q. Y.; CHEN, L.; HOU, J.; LIU, H. L.; LI, S. X. Seed viability tests for *Acer pictum* and *A. rubrum*. **European Journal of Horticultural Science**, v. 81, n. 1, p. 44–48, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17660/eJHS.2016/81.1.6>.

MACKENZIE, D. D.; ANNE NAETH, M. Native seed, soil and atmosphere respond to boreal forest topsoil (LFH) storage. **PLoS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0220367, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220367>

MANCILLA-LEYTÓN, J. M.; CAMBROLLÉ, J.; FIGUEROA, M. E.; MARTÍN VICENTE, Á. Growth and survival of cork oak (*Quercus suber*) seedlings after simulated partial cotyledon consumption under different soil nutrient contents. **Plant and Soil**, v. 370, n. 1–2, p. 381–392, 21 set. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-013-1646-8>.

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

MARTINI NETO, N.; LAMARCA, E. V.; BARBEDO, C. J. Kinetics of solute leachate from imbibing *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazilwood) seeds. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 90–97, 2014.

MASULLO, L. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; AMÉRICO, C. Otimização do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Platymiscium floribundum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* e *Acacia polyphylla* DC. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 2, p. 189–197, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n2167534>

MATHEW, G.; SKARIA, B. P.; JOSEPH, A. Standardization of conventional propagation techniques for four medicinal species of genus *Ficus* Linn. **Indian Journal of Natural Products and Resources**, v. 2, n. 1, p. 88–96, 2011.

MAZAROTTO, E. J.; PIMENTEL, I. C.; ABREU, D. C. A. de; SANTOS, A. F. dos. Association of fusarium and phomopsis with peroba rosa seeds. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, p. 1–7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.051517>

MEDEIROS, R. V.; SALES, J. F.; NASCIMENTO, K. J. T.; RÚBIO NETO, A.; ZUCHI, J.; RESENDE, O.; RODRIGUES, D. A.; RODRIGUES, A. A. Associations between integument color and physical and physiological quality in *Pterodon pubescens* Seeds. **Plants**, v. 11, n. 10, p. 1302, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11101302>

MICHALAK, M.; PATRYCJA PLITTA-MICHALAK, B.; NASKRĘT-BARCISZEWSKA, M. Z.; BARCISZEWSKI, J.; CHMIELARZ, P. DNA Methylation as an early indicator of aging in stored seeds of “exceptional” species *Populus nigra* L. **Cells**, v. 11, p. 2080, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/CELLS11132080>

MIHAJLOVIĆ, E. R.; ZIVANOVIC, S. V.; KOVAČEVIĆ, B.; ZIGAR, D. Influence of high environmental temperature ability of seeds from the genus of oaks (*Quercus*). **Romanian Biotechnological Letters**, v. 19, n. 2, p. 9248–9256, 2014.

MILOŠEVIĆ, M.; VUJAKOVIĆ, M.; KARAGIĆ, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetica**, v. 42, n. 1, p. 103–118, 2010. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR1001103M>

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000097, 21 jul. 2009. DOI: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.

MONDONI, A.; PROBERT, R. J.; ROSSI, G.; VEGINI, E.; HAY, F. R. Seeds of alpine plants are short lived: Implications for long-term conservation. **Annals of Botany**, v. 107, n. 1, p. 171–179, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcq222>

MORINA, D. L.; LASHLEY, M. A.; CHITWOOD, M. C.; MOORMAN, C. E.; DEPERNO, C. S. Should we use the float test to quantify acorn viability? **Wildlife Society Bulletin**, v. 41, n. 4, p. 776–779, 1 dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/wsb.826>

MUKASA, P.; WAKHOLI, C.; MO, C.; OH, M.; JOO, H. J.; SUH, H. K.; CHO, B. K. Determination of viability of *Retinispora (Hinoki cypress)* seeds using FT-NIR spectroscopy. **Infrared Physics and Technology**, v. 98, p. 62–68, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2019.02.008>

MUKASA, P.; WAKHOLI, C.; MOHAMMAD, A. F.; PARK, E.; LEE, J.; SUH, H. K.; MO, C.; LEE, H.; BAEK, I.; KIM, M. S.; CHO, B. K. Determination of the viability of *retinispora (Hinoki cypress)* seeds using shortwave infrared hyperspectral imaging spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 28, n. 2, p. 70–80, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1177/0967033519898890>

MÜLLER, E.; COOPER, E. J.; ALSOS, I. G. Germinability of arctic plants is high in perceived optimal conditions but low in the field. **Botany**, v. 89, n. 5, p. 337–348, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1139/b11-022>

MURALI, K. S. Patterns of seed size, germination and seed viability of tropical tree species in Southern India. **Biotropica**, v. 29, n. 3, p. 271–279, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00428.x>

NAVARRO, M.; FEBLES, G.; TORRES, V. Efectos de la escarificación y el almacenamiento en la expresión del vigor de las semillas de *Albizia lebbek* (L.) Benth. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 50, n. 3, p. 465–478, 2016b.

NAVARRO, M.; FEBLES, G.; TORRES, V. Utilization of the index of efficiency for estimating the influence of seed vigor on growth and seedling development. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 50, n. 4, p. 593–605, 2016a.

NEVES, G.; SERIGATTO, E. M.; DALCHIAVON, F. C.; SILVA, C. A. Viabilidade e longevidade de sementes de *Tabebuia aurea* Benth. & Hook. submetidas a diferentes métodos de armazenamento. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 737–742, 2014.

NOUMAN, W.; SIDDIQUI, M. T.; BASRA, S. M. A.; AFZAL, I.; UR REHMAN, H. Enhancement of emergence potential and stand establishment of *Moringa oleifera* Lam. by

seed priming. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 36, n. 2, p. 227–235, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3906/tar-1103-39>

NYAMAYEVU, T.; MASHINGAIDZE, A. B. Influence of duration of storage at room temperature, pre-sowing seed treatment and fruit colour harvest index on germination and seedling growth of *Jatropha curcas* L. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 5, p. 1221–1235, 3 out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0062-5>

NYGREN, M.; HIMANEN, K.; RUHANEN, H. Viability and germination of Scots pine seeds after freezing of harvested cones in vitro. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 46, n. 8, p. 1035–1041, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0107>

OLIVEIRA, A. K. M. de; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; RONDON, E. V.; BECKER, T. J. A.; BARBOSA, L. A. Dormancy overcoming of *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae - Mimosidae) seeds. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 533–540, 2012.

OLIVEIRA, D. L. De; SMIDERLE, O. J.; PAULINO, P. P. S.; SOUZA, A. das G. Water absorption and method improvement concerning electrical conductivity testing of *Acacia mangium* (Fabaceae) seeds. **Revista de Biologia Tropical**, v. 64, n. 4, p. 1651–1660, 2016.

OLIVEIRA, G. L.; DIAS, D. C. F. S.; HILST, P. C.; SILVA, L. J.; DIAS, L. A. S. Standard germination test in physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 3, p. 336–343, set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n31015>.

OLIVEIRA, R. A. D.; NEVES, S. C.; RIBEIRO, L. M.; LOPES, P. S. N.; SILVÉRIO, F. O. Storage, oil quality and cryopreservation of babassu palm seeds. **Industrial Crops & Products**, v. 91, p. 332–339, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.07.039>

OLSON, B. E.; WALLANDER, R. T.; KOTT, R. W. Recovery of leafy spurge seed from sheep. **Journal of Range Management**, v. 50, n. 1, p. 10–15, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2307/4002698>

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. **Journal of Seed Science**, v. 33, n. 4, p. 762–767, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400018>

PANG, L.; WANG, L.; YUAN, P.; YAN, L.; XIAO, J. Rapid seed viability prediction of *Sophora japonica* by improved successive projection algorithm and hyperspectral imaging. **Infrared Physics and Technology**, v. 123, p. 104143, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2022.104143>

PANG, L.; WANG, L.; YUAN, P.; YAN, L.; YANG, Q.; XIAO, J. Feasibility study on identifying seed viability of *Sophora japonica* with optimized deep neural network and hyperspectral imaging. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 190, n. September, p. 106426, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106426>.

- PANG, L.; XIAO, J.; MA, J.; YAN, L. Hyperspectral imaging technology to detect the vigor of thermal-damaged *Quercus variabilis* seeds. **Journal of Forestry Research**, v. 32, n. 2, p. 461–469, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01144-4>.
- PARREÑO-DE GUZMAN, L. E.; ZAMORA, O. B.; BORROMEO, T. H.; STA CRUZ, P. C.; MENDOZA, T. C. Seed viability and vigor testing of *Jatropha curcas* L. **Philippine Journal of Crop Science**, v. 36, n. 3, p. 10–18, 2011.
- PASQUINI, S.; BRAIDOT, E.; PETRUSSA, E.; VIANELLO, A. Effect of different storage conditions in recalcitrant seeds of holm oak (*Quercus ilex* L.) during germination. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 165–177, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2011.39.1.14>
- PAWŁOWSKI, T. A.; KLUPCZYŃSKA, E. A.; STASZAK, A. M.; SUSZKA, J. Proteomic analysis of black poplar (*Populus nigra* L.) seed storability. **Annals of Forest Science**, v. 76, n. 4, p. 1–13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0887-y>
- PEGMAN, A. P. M. K.; PERRY, G. L. W.; CLOUT, M. N. Size-based fruit selection by a keystone avian frugivore and effects on seed viability. **New Zealand Journal of Botany**, v. 55, n. 2, p. 118–133, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/0028825X.2016.1247882>.
- PEREIRA, V.; FURNIVAL, A.C. Revistas científicas em acesso aberto brasileiras no DOAJ: Modelos de negócio e sua sustentabilidade. **Brazilian Journal of Information Science: Research trends**. V. 14, n.1, p. 88-111, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36311/1981-1640.2020.v14n1.05.p88>.
- PHONDANI, P. C.; MAIKHURI, R. K.; NEGI, V. S.; RAWAT, L. S.; BAHUGUNA, A.; CHAMOLI, K. P. Effect of provenance variation and temperature on seed germination of Himalayan Silver Birch (*Betula utilis* D. Don) in Central Himalaya. **National Academy Science Letters**, v. 33, n. 7–8, p. 221–226, 2010.
- PICOLOTTO, D. R. N.; THEODORO, J. V. C.; DIAS, A. R.; THEODORO, G. de F.; ALVES, C. Z. Germinação de sementes de urucum em função métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 232–238, 2013.
- PITA, J. M.; SANZ, V.; ESCUDERO, A. Seed cryopreservation of seven Spanish native pine species. **Silvae Genetica**, v. 47, n. 4, p. 220–223, 1998.
- POLETO, T.; MUNIZ, M. F. B.; POLETO, I.; STEFENON, V. M.; MACIEL, C. G.; RABUSQUE, J. E. Dormancy overcome and seedling quality of pecan in a nursery. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 11, p. 1980–1985, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150835>
- POPOVA, E. V.; KIM, D. H.; HAN, S. H.; PRITCHARD, H. W.; LEE, J. C. Narrowing of the critical hydration window for cryopreservation of *Salix caprea* seeds following ageing and a reduction in vigour. **Cryo-Letters**, v. 33, n. 3, p. 220–231, 2012.
- POPOVA, E.; MOLTCHANOVA, E.; HAN, S. H.; SAXENA, P.; KIM, D. H. Cryopreservation of *Prunus padus* seeds: emphasising the significance of Bayesian methods for data analysis. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 46, n. 6, p. 766–774, jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2016-0020>.

PRAJITH, T. M.; ANILKUMAR, C. Seed Desiccation Responses in *Saraca asoca* (Roxb.) W.J.de Wilde. **Current Science**, v. 112, n. 12, p. 2462, 25 jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.18520/cs/v112/i12/2462-2466>

PRASAD, B.; BAHUGUNA, A.; LAVANIA, S. K. Seed germination and seedling vigour as influenced by pregermination seed treatment in himalayan dogwood (*Benthamidia capitata* Wall ex. Roxb.). **Forests Trees and Livelihoods**, v. 21, n. 2, p. 138–144, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/14728028.2012.715473>

PRITCHARD, H. W.; TOMPSETT, P. B.; MANGER, K. R. Development of a thermal time model for the quantification of dormancy loss in *Aesculus hippocastanum* seeds. **Seed Science Research**, v. 6, n. 3, p. 127–135, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0960258500003147>

PROBERT, R. J.; DAWS, M. I.; HAY, F. R. Ecological correlates of ex situ seed longevity: A comparative study on 195 species. **Annals of Botany**, v. 104, n. 1, p. 57–69, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcp082>

PRZYBYŁO, J.; JABŁOŃSKI, M. Using Deep Convolutional Neural Network for oak acorn viability recognition based on color images of their sections. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 156, p. 490–499, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2018.12.001>

PURNOBASUKI, H.; UTAMI, E. S. W. Seed germination of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. by pericarp removal treatment. **BIOTROPIA**, v. 23, n. 2, p. 74–83, 2016. DOI: <https://doi.org/10.11598/btb.2016.23.2.349>

PUROHIT, V. K.; PALNI, L.; NANDI, D. K. Effect of pre-germination treatments on seed physiology and germination of central Himalayan oaks? **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 15, n. 4, p. 319–326, 2009.

QUINTANA, Y.; ABREU-NARANJO, R.; CRESPO, Y.; MORÁN, H. Optimisation of tetrazolium concentration and immersion time in the viability test of *swietenia macrophylla* seeds by using response surface methodology. **Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences**, v. 11, n. 2, p. 257–263, 2019.

RAMOS, S. J.; CALDEIRA, C. F.; GASTAUER, M.; COSTA, D. L. P.; FURTINI NETO, A. E.; SOUZA, F. B. M. de; SOUZA-FILHO, P. W. M.; SIQUEIRA, J. O. Native leguminous plants for mineland revegetation in the eastern Amazon: seed characteristics and germination. **New Forests**, v. 50, n. 5, p. 859–872, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09704-1>

REBOUÇAS, A. C. M. N.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; SENA, L. H. de M.; SALES, A. G. de F. A.; FERREIRA, E. G. B. de S. Methods for overcoming dormancy of quixabeira seeds (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem.&Schult.) T.D.Penn). **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 183–192, 2012.

- REIS, R. C. R.; PELACANI, C. R.; ANTUNES, C. G. C.; DANTAS, B. F.; CASTRO, R. D. de. Physiological quality of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Leguminosae - Papilionoideae) seeds subjected to different storage conditions. **Revista Árvore**, v. 36, n. 2, p. 229–235, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-67622012000200004>
- RENISON, D.; HENSEN, I.; CINGOLANI, A. M. Anthropogenic soil degradation affects seed viability in *Polylepis australis* mountain forests of central Argentina. **Forest Ecology and Management**, v. 196, n. 2–3, p. 327–333, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.03.025>
- RIBEIRO, L. M.; OLIVEIRA, T. G. S.; CARVALHO, V. S.; SILVA, P. O.; NEVES, S. C.; GARCIA, Q. S. The behaviour of macaw palm (*Acrocomia aculeata*) seeds during storage. **Seed Science and Technology**, v. 40, n. 3, p. 344–353, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2012.40.3.06>
- RIZWAN, S.; AFTAB, F. Effect of different pretreatments on breaking seed dormancy and In vitro germination in *Jatropha curcas* L. **Pakistan Journal of Botany**, v. 50, n. 2, p. 605–608, 2018.
- ROQUEIRO, G.; FACORRO, G. B.; HUARTE, M. G.; RUBÍN DE CELIS, E.; GARCÍA, F.; MALDONADO, S.; MARODER, H. Effects of photooxidation on membrane integrity in *Salix nigra* seeds. **Annals of Botany**, v. 105, n. 6, p. 1027–1034, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcq067>
- ROSSETO, J.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; RONDON NETO, R. M.; SILVA, I. C. O. Germinação de sementes *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (FABACEAE) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 47–55, 2009.
- RUGEMALILA, D. M.; MORRISON, T.; ANDERSON, T. M.; HOLDO, R. M. Seed production, infestation, and viability in *Acacia tortilis* (synonym: *Vachellia tortilis*) and *Acacia robusta* (synonym: *Vachellia robusta*) across the Serengeti rainfall gradient. **Plant Ecology**, v. 218, n. 8, p. 909–922, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-017-0739-5>
- ROCHE, S.; DIXON, K. W.; PATE, J. S. Seed ageing and smoke: Partner cues in the amelioration of seed dormancy in selected Australian native species. **Australian Journal of Botany**, v. 45, n. 5, p. 783–815, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1071/BT96099>
- ROESLER, G. D.; RODRIGUES, J.; FORTI, V. A. Bibliometric revision regarding the use of survival analysis in seed germination studies. **Ciencia Rural**, v. 53, n. 11, p. 1–12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220223>
- SAAED, M. W. B.; JACOBS, S. M.; MASUBELELE, M. L.; SAMUELS, I.; KHOMO, L.; EL-BARASI, Y. M. The composition of the soil seedbank and its role in ecosystem dynamics and rehabilitation potential in the arid Tankwa Karoo Region, South Africa. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 35, n. 3–4, p. 351–361, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2989/10220119.2018.1526824>
- SALOMÃO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; JOSÉ, S. C. B. R.; SILVA, J. P. D.; LAVIOLA, B. G. Methods to assess the viability of cryopreserved *Jatropha curcas* L. seed germoplasm.

Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 18, n. 2, p. 391–398, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_175

SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; COATES, R.; CASTRO-COLINA, L.; DE BUEN, A. G.; PAEZ-VALENCIA, J.; BARRADAS, V. L.; HUANTE, P.; OROZCO-SEGOVIA, A. Improving seed germination and seedling growth of *Omphalea oleifera* (Euphorbiaceae) for restoration projects in tropical rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 243, n. 1, p. 144–155, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.001>

SANGAKKARA, U. R. Effect of time of harvest and storage conditions on germination of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 170, n. 2, p. 97–102, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1993.tb01062.x>

SANTAGAPITA, P. R.; OTT SCHNEIDER, H.; AGUDELO-LAVERDE, L. M.; BUERA, M. P. Impact of protective agents and drying methods on desiccation tolerance of *Salix nigra* L. seeds. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 82, p. 262–269, 1 set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.06.014>

SANTOS, F. S.; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Tetrazolium test for *Pinus taeda*: preparation, staining, and seed viability classes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.01088>

SANTOS-MOURA, S. S.; ALVES, E. U.; GALINDO, E. A.; MOURA, M. F.; MELO, P. A. F. R. Physiological quality of *Crataeva tapia* L. seeds under different mucilage extraction methods. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 686–692, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-133/13>

SHELTON, M. G.; CAIN, M. D. Dispersal and viability of seeds from cones in tops of harvested loblolly pines. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, n. 2, p. 357–362, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-31-2-357>

SHI, Z.; ZHANG, J.; WEI, H. Research progress on Soil Seed Bank: A bibliometrics analysis. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 12, p. 4888, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU12124888>

SHIKANG, S.; FUQIN, W.; YUEHUA, W. Does the passage of seeds through frugivore gut affect their storage: A case study on the endangered plant *Euryodendron excelsum*. **Scientific Reports**, v. 5, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep11615>

SHIMIZU, E. S. C.; PINHEIRO, H. A.; COSTA, M. A.; SANTOS FILHO, B. G. Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 791–800, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-67622011000500004>

SILVA, A. L.; FORTE, M. J.; JACOMINO, A. P.; FORTI, V. A.; SILVA, S. R. Biometric characterization and tetrazolium test in *Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum seeds. **Journal of Seed Science**, v. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v43240073>

SILVA, D.; STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; HELM, C.; ANGELO, A. C. Influence of seed storage conditions on quality of *Torresea acreana* seedlings. **Cerne**, v. 25, n. 1, p. 60–67, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/01047760201925012611>

SILVA, J. G.; LOPES, K. P.; CAVALCANTE, J. A.; PEREIRA, N. A. E.; BARBOSA, R. C. A. Pre-germinative treatments in pomegranate seeds (*Punica granatum* L.): Effect on physiological quality. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017732>

SILVEIRA, F. A. O.; RIBEIRO, R. C.; SOARES, S.; ROCHA, D.; OLIVEIRA, C. Physiological dormancy and seed germination inhibitors in *Miconia* (Melastomataceae). **Plant Ecology and Evolution**, v. 146, n. 3, p. 290–294, 5 nov. 2013a. DOI: <https://doi.org/10.5091/plecevo.2013.817>

SILVEIRA, N. M.; ALVES, J. D.; DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. De. Technology seed *Sebastiania membranifolia* Mull Arg (Euphorbiaceae). **Cerne**, v. 19, n. 4, p. 669–675, 2013b.

SIVASUBRAMANIAM, K.; SELVARANI, K. Viability and vigor of jamun (*Syzygium cumini*) seeds. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 4, p. 397–400, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042012000400012>

SNIEZKO, R. A.; KEGLEY, A.; SAVIN, D. P. Ex situ genetic conservation potential of seeds of two high elevation white pines. **New Forests**, v. 48, n. 2, p. 245–261, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-017-9579-3>

SONI, N.; RAJ, K.; MOR, V. S.; CHUGH, R. K. Mycoflora impact on germination and vigour of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) seeds and its management through different plant protectants. **Seed Science and Technology**, v. 49, n. 3, p. 207–217, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2021.49.3.03>

SOUSA, K. R.; ARAGÃO, V. P. M.; REIS, R. S.; MACEDO, A. F.; VIEIRA, H. D.; DE SOUZA, C. L. M.; FLOH, E. I. S.; SILVEIRA, V.; SANTA-CATARINA, C. Polyamine, amino acid, and carbohydrate profiles during seed storage of threatened woody species of the Brazilian Atlantic Forest may be associated with seed viability maintenance. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 4, p. 985–995, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-016-0293-8>

STATWICK, J. M. Germination pretreatments to break hard-seed dormancy in *Astragalus cicer* L. (Fabaceae). **PeerJ**, v. 4, n. 5, p. e2621, 3 nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.2621>

SUKESH; CHANDRASHEKAR, K. Biochemical Changes During the Storage of Seeds of *Hopea ponga* (Dennst.) Mabblerly: An Endemic Species of Western Ghats. **Research Journal of Seed Science**, v. 4, n. 2, p. 106–116, 1 fev. 2011. DOI: <https://doi.org/10.3923/rjss.2011.106.116>

SUKESH; CHANDRASHEKAR, K. Effect of temperature on viability and biochemical changes during storage of recalcitrant seeds of *Vatica chinensis* L. **International Journal of Botany**, v. 9, n. 2, p. 73–79, 15 abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijb.2013.73.79>

SUSZKA, J.; BUJARSKA-BORKOWSKA, B.; TYLKOWSKI, T.; WAWRZYNIAK, M. K. Effects of temperature, moisture content and storage on dormancy release and germination of European hornbeam (*Carpinus betulus* L.) seeds. **Forestry**, v. 95, n. 3, p. 428–436, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab053>

SUZÁN-AZPIRI, H.; PONCE-GONZÁLEZ, O. O.; MALDA-BARRERA, G. X.; CAMBRÓN-SANDOVAL, V. H.; CARRILLO-ANGELES, I. G. Edge effect on the population structure and the reproductive success of two *Bursera* species. **Botanical Sciences**, v. 95, n. 1, p. 9, 18 mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.775>

TEKETAY, D. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1–3, p. 209–223, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03616-4](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03616-4)

TEKETAY, D.; GRANSTRÖM, A. Seed viability of afro-montane tree species in forest soils. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 1, p. 81–95, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467400010270>

THOMSON, A. J.; EL-KASSABY, Y. A. Interpretation of seed-germination parameters. **New Forests**, v. 7, n. 2, p. 123–132, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00034195>

TOBE, K.; ZHANG, L.; OMASA, K. Seed germination and seedling emergence of three annuals growing on desert sand dunes in China. **Annals of Botany**, v. 95, n. 4, p. 649–659, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mci060>

TONG, L. R.; HAN, J. G. Effect of ultradrying on germination and physiological and biochemical characteristics of *Haloxylon persicum*. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 4, p. 626–629, 2009.

TRINDADE-LESSA, B. F.; NOBRE-DE ALMEIDA, J. P.; LOBO-PINHEIRO, C.; MELO-GOMES, F.; MEDEIROS-FILHO, S. Germinación y crecimiento de plántulas de *Enterolobium Contortisiliquum* en función del peso de la semilla y las condiciones de temperatura y luz. **Agrociencia**, v. 49, n. 3, p. 315–327, 2015.

TURNER, S. R.; MERRITT, D. J.; RIDLEY, E. C.; COMMANDER, L. E.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; DIXON, K. W. Ecophysiology of seed dormancy in the Australian endemic species *Acanthocarpus preissii* (Dasypogonaceae). **Annals of Botany**, v. 98, n. 6, p. 1137–1144, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcl203>

UMARANI, R.; BHARATHI, A.; KARIVARATHARAJU, T. V. Effect of seed size and depth of sowing on germination and seedling growth of *Casuarina equisetifolia*. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 10, n. 2, p. 275–276, 1997.

VARELA, R. O.; ALBORNOZ, P. L. Morpho-anatomy, imbibition, viability and germination of the seed of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Fabaceae). **Revista de Biología Tropical**, v. 61, n. 3, p. 1109–18, 2013. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24027911>

- VARGAS-SIMÓN, G.; MARTÍNEZ-ZURIMENDI, P.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, M.; PIRE, R. Seed germination in *Ormosia macrocaly* an endangered tropical forest tree. **Botanical Sciences**, v. 95, n. 2, p. 329, 9 jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.823>
- VARI, A. K.; JETHANI, I.; SHARMA, S. P.; KHANNA, M.; BARNWAL, S. Seed coat imposed dormancy in *Sesbania* spp. and treatments to improve germination. **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 2, p. 318–325, 2007. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2007.35.2.07>
- VELAZCO, S. J. E.; BLUM, C. T.; HOFFMANN, P. M. Germination and seedlings development of the threatened species *Quillaja Brasiliensis*. **Cerne**, v. 24, n. 2, p. 90–97, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/01047760201824022530>
- VIRGENS, P. B. S.; CONCEIÇÃO, T. A.; BARBOSA, R. M. Tetrazolium test to evaluate viability and vigour in *Genipa americana* seeds. **Seed Science and Technology**, v. 47, n. 3, p. 307–318, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2019.47.3.06>
- WALTER, L. S.; GABIRA, M. M.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, A. C.; KRATZ, D. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae). **Bosque**, v. 41, n. 1, p. 77–82, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000100077>
- WANG, Y. R.; HANSON, J. An improved method for breaking dormancy in seeds of *Sesbania sesban*. **Experimental Agriculture**, v. 44, n. 2, p. 185–195, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479708006327>
- WASSIE, A.; BEKELE, T.; STERCK, F.; TEKETAY, D.; BONGERS, F. Postdispersal seed predation and seed viability in forest soils: Implications for the regeneration of tree species in *Ethiopian church* forests. **African Journal of Ecology**, v. 48, n. 2, p. 461–471, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2009.01134.x>
- WEN, B.; CAI, Y. Seed viability as a function of moisture and temperature in the recalcitrant rainforest species *Baccaurea ramiflora* (Euphorbiaceae). **Annals of Forest Science**, v. 71, n. 8, p. 853–861, 11 dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0388-y>
- WICKERT, K. L.; O'NEAL, E. S.; DAVIS, D. D.; KASSON, M. T. Seed production, viability, and reproductive limits of the invasive *Ailanthus altissima* (tree-of-heaven) within invaded environments. **Forests**, v. 8, n. 7, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/f8070226>
- WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York, 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- WORRELL, R.; GORDON, A. G.; LEE, R. S.; MCINROY, A. Flowering and seed production of aspen in Scotland during a heavy seed year. **Forestry**, v. 72, n. 1, p. 27–34, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/72.1.27>
- XIA, Y.; XU, Y.; LI, J.; ZHANG, C.; FAN, S. Recent advances in emerging techniques for non-destructive detection of seed viability: A review. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 1, p. 35–47, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.001>.

XIANG, X.; ZHANG, Z.; WU, G. Effects of seed storage conditions on seed water uptake, germination and vigour in *Pinus dabeshanensis*, an endangered pine endemic to China. **Seed Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 229–235, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2019.47.2.09>

YANG, G.; YANG, L.; WANG, Y.; SHEN, S. Physiological epicotyl dormancy and its alleviation in seeds of *Yunnanopilia longistaminea*: the first report of physiological epicotyl dormancy in China. **PeerJ**, v. 5, n. 5, p. e3435, 19 jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.3435>

YANG, J.-C.; KUO, S.-R. Seed germination and Storage of *Pasania glabra* (Thunb. ex Murray) Oerst. **Taiwan Journal of Forest Science**, v. 33, n. 4, p. 277–290, 2018.

YUNIARTI, N.; KURNIATY, R.; SYAMSUWIDA, D. Study on priming methods to enhance the viability and vigor of trema (*Trema orientalis* LINN. BLUME) seeds. **Indonesian Journal of Forestry Research**, v. 6, n. 1, p. 69–83, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20886/ijfr.2019.6.1.69-83>

ZAIDMAN, B. Z.; GHANIM, M.; VAKNIN, Y. Effect of seed weight on seed vigour and early seedling growth of *Jatropha curcas*, a biodiesel plant. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 3, p. 757–766, 2010. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.3.22>

CAPÍTULO – 2 - TESTES BIOQUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

RESUMO

Através dos testes bioquímicos de condutividade elétrica e tetrazólio é possível avaliar a qualidade de lotes de sementes em poucos dias ou horas. São escassas na literatura pesquisas relacionadas à testes rápidos de vigor e viabilidade para sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. Desta forma, objetivou-se otimizar a metodologia do teste de tetrazólio aplicada para avaliação das sementes, a fim de facilitar a análise e/ou reduzir o tempo nos procedimentos da análise, além de propor uma metodologia do teste de condutividade elétrica para a espécie. Para o teste de tetrazólio foram testados dois cortes (sem tegumento e corte longitudinal), duas temperaturas (30 °C e 40 °C) e dois tempos de coloração (4 h e 16 h). Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições de 15 sementes. A condutividade elétrica foi avaliada com duas quantidades de sementes (15 e 25), dois volumes de água (75 e 100 mL) e duas temperaturas (25 °C e 30 °C), em cinco períodos de avaliação (3, 6, 9, 12 e 24 h). A adequação metodológica para o teste de tetrazólio foi eficiente, no entanto, o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para identificar corretamente lotes com maior e menor vigor. A combinação do corte longitudinal, com coloração a 40 °C por 16 h reduz o tempo de preparo e perdas de sementes. Dessa forma, pode ser utilizada como alternativa à metodologia proposta anteriormente, com retirada completa do tegumento. A metodologia para a condutividade elétrica testada, não é indicado para análise de vigor em sementes de *Jatropha mollissima*, sendo necessária adequação metodológica.

Palavras-chave: Análises de sementes; condutividade elétrica; Euphorbiaceae; vigor; viabilidade; sementes florestais; tetrazólio.

1 INTRODUÇÃO

As sementes iniciam o processo de deterioração após a maturidade, momento em que o fruto perde a ligação com a planta mãe e a semente adquire o máximo acúmulo de massa seca (Marcos-Filho 2015; Bareke 2018). A partir deste ponto, inicia-se a perda inevitável e irreversível de viabilidade e vigor da semente. Dessa forma, testes que envolvem determinação das características das sementes são necessários para avaliação da qualidade dos lotes de sementes florestais.

O uso do teste de germinação para algumas espécies florestais é pouco prático, pois os resultados delongam dias ou semanas para serem obtidos. Além disso, apenas o potencial germinativo é obtido sem a identificação de possíveis causas para diferenças nos valores de viabilidade (França-Neto; Krzyzanowski, 2019). Porém, a sua utilização não deve ser descartada, uma vez que a definição de qualidade de um lote de sementes é definida por um conjunto de atributos (Marcos-Filho, 2015). Os testes bioquímicos de condutividade elétrica e de tetrazólio (Prado *et al.*, 2019) identificam a qualidade do lote de sementes em poucas horas, quando são adequadamente padronizados.

O teste de condutividade elétrica baseia-se no grau de deterioração das membranas celulares, a partir da quantidade de solutos lixiviados. Dessa forma, quanto maior a condutividade elétrica, maior a permeabilidade das membranas, gerando maior lixiviação de solutos, o que indica um lote menos vigoroso (Marcos-Filho, 2015; Prado *et al.*, 2019). Por outro lado, o teste de tetrazólio baseia-se na formação do composto formazan nos tecidos vivos (com atividade respiratória), por meio da redução do sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, gerando coloração vermelha nos tecidos (França-Neto; Krzyzanowski, 2019) que de acordo com a intensidade das atividades respiratória irá refletir na tonalidade produzida. Além de identificar a viabilidade e o vigor das sementes, o teste de tetrazólio também pode indicar os tipos de deterioração, má formação das estruturas do embrião ou ataque por patógenos.

Jatropha mollissima (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) é uma espécie nativa da Caatinga - inserida na região semiárida do Brasil - amplamente utilizada pela população local devido às suas propriedades medicinais e ornamentais (Neves; Machado; Viana, 2011; Queiroz *et al.*, 2013; Braquehais *et al.*, 2016; Cavalcante *et al.*, 2017; Queiroz Neto *et al.*, 2019). Além do uso medicinal, devido aos compostos secundários que podem ser extraídos das folhas e das sementes, *J. mollissima* também tem potencial para produção de biodiesel – a partir do óleo das sementes (Guil-Layne; Guil-Guerrero; Guil-Layne, 2019). E, devido às características de

espécie pioneira, de colonizar áreas abandonadas, a sua utilização para recuperação ambiental é indicada (Ferraz *et al.*, 2014a; Patrício; Trovão, 2020).

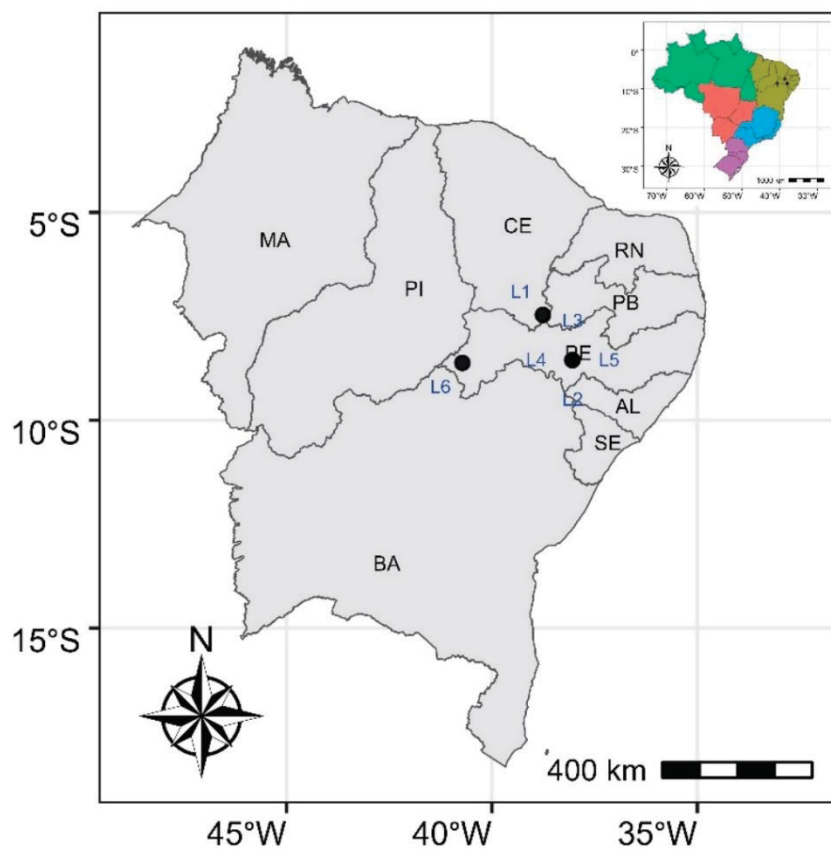
Diante de suas características, há estudos com a espécie sobre os metabólitos secundários produzidos para utilização na medicina humana ou animal (Leal; Agra, 2005; Ribeiro *et al.*, 2014; Félix-Silva *et al.*, 2018), caracterizações morfológicas (Añez *et al.*, 2005; Loureiro *et al.*, 2013; Vasconcelos *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2015; Walter, 2020) e fenológicos (Neves; Viana, 2008; Sátiro; Roque, 2008; Neves; Funch; Viana, 2010b). No entanto, ainda há lacunas a serem preenchidas no âmbito das análises de sementes. A metodologia previamente proposta para o teste de tetrazólio indica a retirada completa do tegumento (Walter *et al.*, 2020), porém, este procedimento é demasiadamente demorado, deixando a análise mais cansativa e demandando de analistas bem-preparados para reduzir a perda de sementes no processo analítico.

A partir das informações apresentadas, a presente pesquisa visa testar as hipóteses de que: a) o corte longitudinal é viável como alternativa para a retirada completa do tegumento para o teste de tetrazólio; e b) o teste de condutividade elétrica é eficiente para determinação de vigor para diferenciação de lotes de sementes da espécie. Diante da importância da espécie e visando o aprimoramento e definição dos testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, a pesquisa teve como objetivo propor uma adequação à metodologia do teste de tetrazólio pré-existente para sementes de *J. mollissima*, como forma de facilitar a análise e/ou reduzir o tempo nos procedimentos, bem como propor uma metodologia para o teste de condutividade elétrica da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *J. mollissima* foram coletadas pela Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco - PISF, do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental – NEMA, em áreas naturais – localização na Figura 12 – e cada lote foi composto por 10 matrizes. Os lotes de sementes foram enviados em fevereiro de 2021 para o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal do Paraná – LASF/UFPR, para realização das análises de viabilidade e vigor.

Figura 12 – Mapa de localização dos locais de coleta dos lotes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.



Fonte: A autora (2023).

As sementes permaneceram armazenadas em embalagens plásticas e mantidas em câmara fria até o momento do envio. Após o recebimento dos lotes de sementes no LASF, no ano de 2021, foi feito o grau de umidade e peso de mil sementes (Tabela 3) de acordo com as metodologias descritas nas Regras para Análises de Sementes – RAS (Brasil, 2009).

Tabela 3 – Características físicas dos lotes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. utilizados no estudo.

Lotes	Peso de mil sementes (g) *	Umidade (%) *	Local de coleta	Ano de coleta
L1	344.60	10.56	Mauriti/CE	2017
L2	343.60	9.53	Floresta/PE	2018
L3	337.69	9.12	Floresta/PE	2018
L4	328.94	11.12	Floresta/PE	2018
L5	317.19	10.09	Floresta/PE	2018
L6	380.96	8.04	Dormentes/PE	2019

FONTE: NEMA, adaptados pela autora (2022).

* Dados do ano de 2021.

2.1 TESTE DE GERMINAÇÃO

Para aferir a confiabilidade dos testes de tetrazólio (TZ) e de condutividade elétrica (CE), foi realizado o teste de germinação. O teste de germinação foi feito em caixas plásticas transparentes, com substrato vermiculita de granulometria média. As caixas foram acondicionadas em germinadores do tipo Mangelsdorf com temperatura de 25 °C e 30 °C e iluminação constante (Walter, 2020). Para umedecimento do substrato, foi previamente determinada a capacidade de retenção de água (CRA), obtendo o volume de 60 mL de água destilada, referente à 60% da CRA, para cada 30 g de vermiculita (Brasil, 2009).

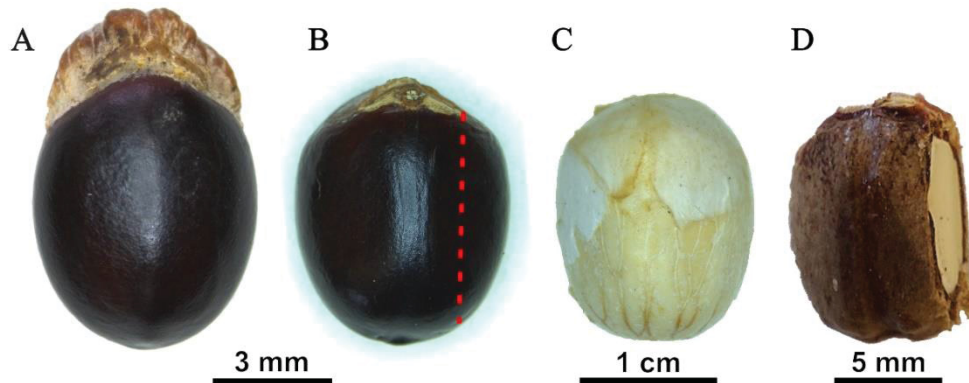
O teste de germinação foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados, onde os blocos foram representados pelos seis lotes de sementes e os tratamentos caracterizados por duas temperaturas (25 °C e 30 °C) com cinco repetições de 30 sementes. Foram consideradas germinadas as sementes com emissão da raiz primária ≥ 2 mm. Após 3 dias consecutivos sem ocorrência de germinação, foi considerado o final do experimento, que teve duração total de 16 dias. Como variáveis respostas, foram calculadas a porcentagem de germinação (%G), tempo médio de germinação (TMG), de acordo com Labouriau (1983), e índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962).

2.2 TESTE DE TETRAZÓLIO (TZ)

Para a adequação do teste de tetrazólio, foi utilizada como base a metodologia descrita por Walter *et al.* (2020). Para tanto, o ensaio do presente trabalho foi conduzido sob um delineamento em blocos casualizados, caracterizados pelos seis lotes de sementes, em esquema fatorial com três fatores: duas temperaturas (30 °C e 40 °C), dois tipos de corte (retirada completa do tegumento e corte longitudinal) e dois tempos de coloração (4 h e 16 h). Cada tratamento contou com cinco repetições de 15 sementes.

Para o pré-umedecimento, as sementes permaneceram entre folhas de papel toalha tipo Germitest[®] saturadas com água destilada, por 16 horas a 25 °C, alocadas em germinador tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) com iluminação constante, seguida da retirada da carúncula (Walter *et al.*, 2020). A retirada completa do tegumento foi realizada tendo cuidado para não danificar as estruturas internas das sementes (Figura 13A), em que, para o tratamento com corte longitudinal perpendicular à face ventral, realizamos o corte com auxílio de bisturi de acordo com a Figura 13B.

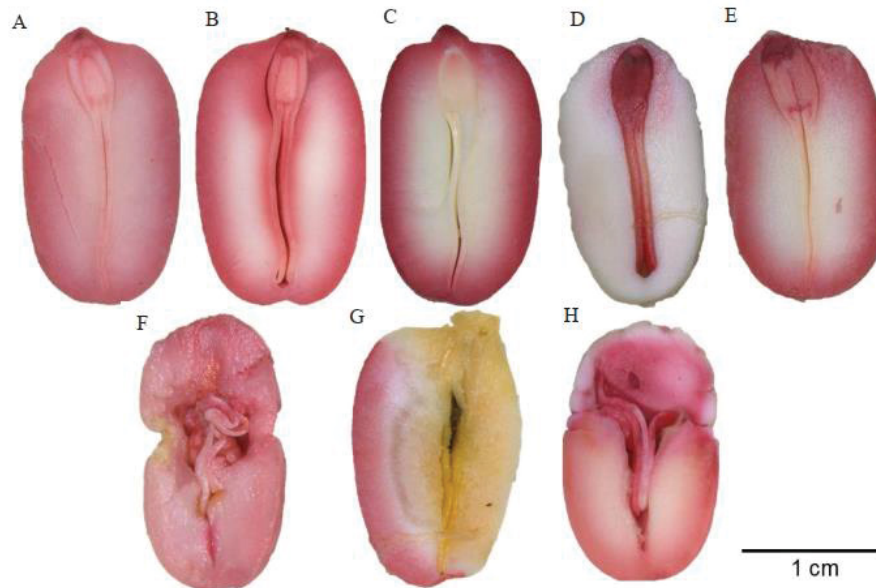
Figura 13 – Sequência da (A) semente completa, (B) semente sem carúncula, com tracejado vermelho indicando o corte longitudinal, (C) sementes com a retirada completa do tegumento e (D) corte longitudinal perpendicular a face ventral das sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.



FONTE: A autora (2022).

Após o corte, as sementes foram acondicionadas em recipientes de vidro envoltos em papel alumínio, para evitar a foto oxidação do sal de tetrazólio, e permaneceram nos tempos e temperatura dos tratamentos para coloração em solução de 0,5% de concentração de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio (Walter *et al.*, 2020). Após os respectivos períodos de coloração, as sementes foram lavadas com água destilada e avaliadas em lupa estéreo microscópica (Olympus SZ-ST), através do corte longitudinal perpendicular a face ventral, com auxílio de bisturi, para a análise do interior das sementes. A classificação de sementes viáveis e inviáveis foi feita de acordo com a Figura 14, realizada por Walter *et al.* (2020).

Figura 14 – Classificação de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. pelo teste de tetrazólio: (A,B) viáveis, (C - H) inviáveis.



FONTE: Walter *et al.* (2020).

2.3 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

A condução do experimento foi em delineamento em blocos casualizados, representados pelos seis lotes de sementes, em esquema fatorial com três fatores e repetição no tempo: duas quantidades de sementes (15 e 25), dois volumes de água destilada (75 mL e 100 mL) e duas temperaturas (25 °C e 30 °C). Cada tratamento contou com quatro repetições que foram avaliadas em cinco tempos (3, 6, 9, 12 e 24 horas).

Foram retiradas as carúnculas das sementes, para não interferir nos resultados de condutividade elétrica, devido a desintegração dessas estruturas quando hidratadas. As sementes permaneceram imersas em água destilada, nos respectivos tratamentos, e acondicionadas em germinadores tipo BOD nas temperaturas pré-definidas. A condutividade elétrica foi mensurada com auxílio de condutivímetro portátil (Digimed M3), e os resultados obtidos a 25 °C, através da fórmula 1, expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

$$CE = \frac{\text{Condutividade elétrica medida } (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1})}{\text{Peso Inicial (g)}} \quad (1)$$

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as análises estatísticas e confecção dos gráficos foi utilizado o software R v.3.6.3 (R Core Team, 2022). Para tanto, os lotes foram considerados como blocos em todas as análises, devido às variações não controladas intrínsecas aos lotes. As variáveis foram analisadas separadamente devido às diferentes características dos experimentos descritos a seguir.

Os dados do TZ e %G foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste F, ao nível de 5% de significância. O modelo experimental foi expresso por meio de um modelo linear generalizado (GLM - *Generalized Linear Model*), com distribuição binomial para os erros e função de ligação do tipo *logit*. Essa configuração deve-se à natureza dos dados (contagem ou proporção) para correção dos erros padrões dos efeitos estimados. Os dados de TMG e IVG foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância. Na presença de normalidade, os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado. Confirmada a presença de significância ao nível de 5% pelo teste F, os dados foram submetidos ao teste de médias de Tukey para atestar diferenças significativas ao nível de 5% entre os tratamentos.

Para CE, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos resíduos, a 5% de significância, sendo necessária a transformação logarítmica para garantir o pressuposto. Posteriormente, foi verificada a ocorrência de autocorrelação residual, devido a medição da CE na mesma amostra em diferentes tempos. Para isso, foi aplicada a função de autocorrelação - ACF (*Autocorrelation Function*) que confirmou a dependência temporal dos dados. Desta forma, o ajuste foi efetuado por modelagem de efeito misto, considerando a interação bloco e fatores como efeito aleatório. O modelo foi submetido à ANOVA com teste F, ao nível de 5% de significância, para verificação de ocorrência de diferenças significativas entre os tratamentos impostos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TESTE DE GERMINAÇÃO

O tempo médio de germinação (TMG) apresentou diferença significativa para os lotes e temperaturas (Tabela 4). Para a %G e IVG, os fatores analisados isoladamente foram significativos a 5% de probabilidade. Essa diferença identificada entre os lotes pode ser explicada pelas diferenças de localidade (L1: Mauriti/CE; L2 – L5: Floresta/PE; L5: Dormente/PE) e viabilidade das sementes, que não podem ser controladas. A diferença identificada no TMG e IVG para a temperatura mostra a variação na velocidade da germinação em ambiente controlado, uma vez que esse fator influencia o aumento das atividades metabólicas, bem como as diferenças fisiológicas intrínsecas aos lotes.

Tabela 4 – Análise de variância para a germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

		Germinação (%)			
Fonte de Variação	GL	F			p-value
Lote	5	2.06			0.002 **
Temperatura	1	0.73			0.008 **
		Índice de Velocidade de Germinação			
Fonte de Variação	GL	SQ	MSQ	F	p-value
Lote	5	13.24	2.64	8.04	1.06 ⁻⁰⁵ **
Temperatura	1	4.78	4.78	14.52	0.0003 **
Resíduos	53	17.44	0.32		
Coefficiente de variação (%)	36.86				
		Tempo Médio de Germinação (dias)			
Lote	5	25.93	5.18	14.62	5.31 ⁻⁰⁹ **
Temperatura	1	8.09	8.09	22.81	1.45 ⁻⁰⁶ **
Resíduos	53	18.79	0.35		
Coefficiente de variação (%)	10.72				

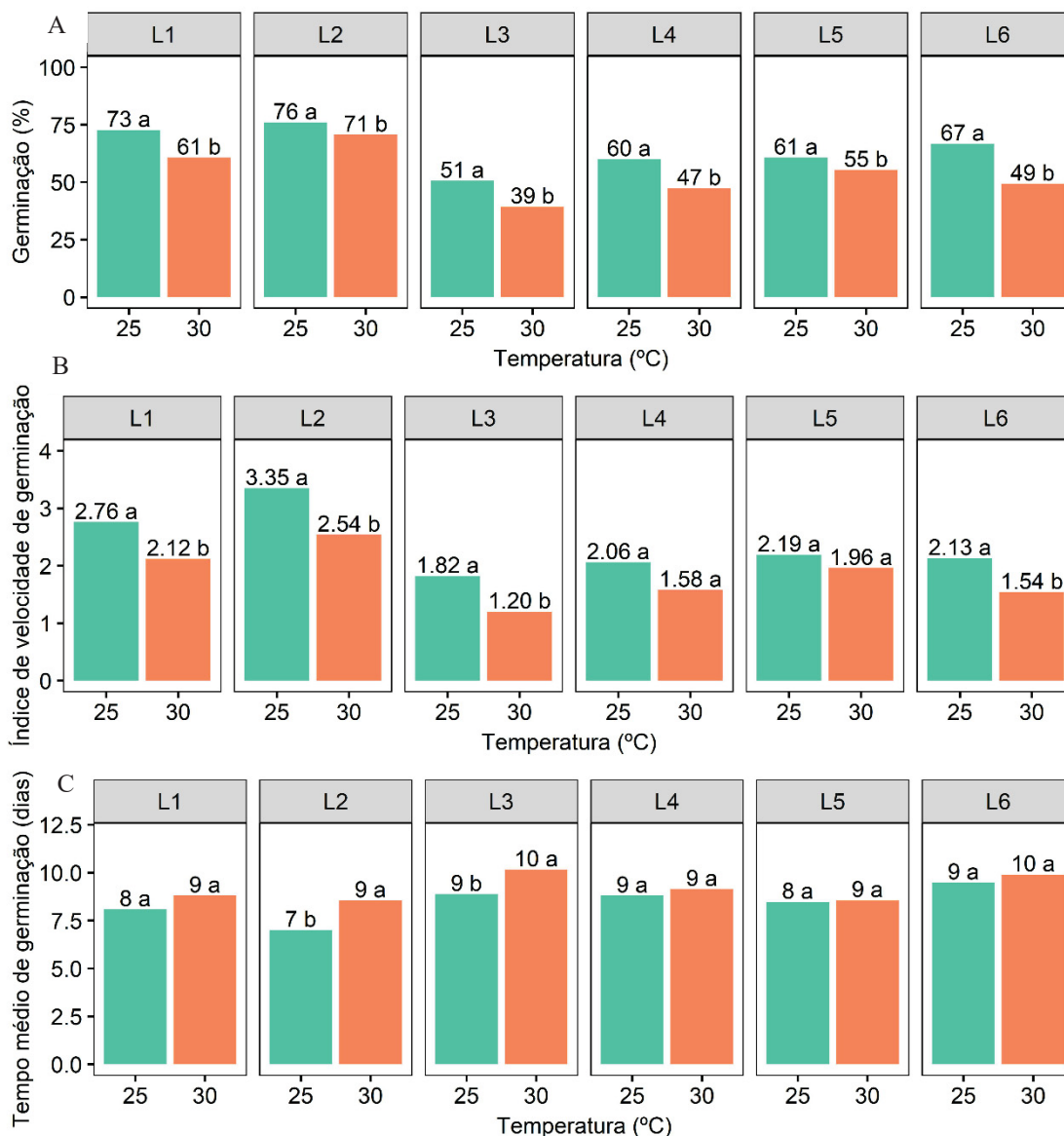
FONTE: A autora (2022).

** Significativo a 5% de significância; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; MQM: Soma dos quadrados médios.

Os lotes L1 e L2 apresentaram maior porcentagem de germinação nas duas temperaturas (Figura 15A), com médias superiores a 70% para o L2, e 73% a 25 °C e 61% a 30 °C para o L1. O lote L3 apresentou a menor %G, considerando as duas temperaturas avaliadas em todos os lotes, com valores médios de 51% para 25 °C e 39% para 30 °C. Os resultados de germinação mostraram que os lotes à 25 °C apresentaram médias superiores na porcentagem de germinação em relação aos lotes na temperatura 30 °C (Tabela 4; Figura 15A). Em relação ao IVG, observou-se que o lote L3 (51% e 39% de germinação) levou mais tempo para estabilizar a germinação em relação aos demais lotes (Figura 15B). Os lotes com maiores valores de IVG

foram aqueles nas temperaturas 25 °C, os quais apresentaram maior porcentagem de germinação, como o L2 com IVG de 3,35 e 76% de germinação.

Figura 15 – Porcentagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B) e tempo médio de germinação (C) de lotes de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. nas temperaturas 25 °C e 30 °C.



FONTE: A autora (2022).

Letras iguais não diferem entre as temperaturas testadas.

O tempo médio de germinação (TMG) variou entre 7 e 10 dias, com o lote L2 apresentando o menor tempo médio para completar a germinação (7 dias) a 25 °C, ao passo que o lote L3 teve o maior TMG, com 10 dias em média, na temperatura 30 °C (Figura 15C). Na maior temperatura (30 °C), todos os lotes em estudo apresentaram valores maiores de TMG, variando entre 9 e 10 dias (L3), enquanto para a temperatura 25 °C, a variação do período de

germinação ficou entre 7 (L2) e 9 dias (L3, L4 e L6). Os lotes L1 e L2, que apresentaram maior porcentagem de germinação, se destacaram com menores TMG a 25 °C.

Diante dos resultados, foi verificada a mesma tendência de desempenho dos lotes nas duas temperaturas testadas. Na temperatura de 25 °C, os lotes com maior viabilidade foram os lotes L1 e L2, com 73% e 76% respectivamente, em seguida os lotes L4, L5 e L6 com viabilidade entre 60% e 67%; a 30 °C o lote L2 teve maior viabilidade (71%), o lote L1 com 61% e os demais abaixo de 55% de germinação. Em relação ao vigor, o lote L2 a 25 °C apresentou 7 dias de TMG e 3,35 de IVG, acarretando um menor tempo para realizar o processo germinativo.

3.2 TESTE DE TETRAZÓLIO (TZ)

A análise estatística para o teste de tetrazólio revelou que houve diferença de viabilidade de sementes entre os lotes avaliados, ao nível de 5% de significância. Os fatores mostraram diferença significativa de maneira isolada e interação entre temperatura x tempo de coloração, e tipo de corte x tempos de coloração (Tabela 5).

Tabela 5 – Análise de variância das sementes viáveis de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. determinadas pelo teste

Fonte de Variação	F	p-value
Lote	3.31	0.020 **
Temperatura	19.39	2.47 ⁻⁰⁶ **
Corte	44.91	4.66 ⁻¹² **
Coloração	179.42	2.2 ⁻¹⁶ **
Temperatura x corte	1.40	0.236
Temperatura x coloração	8.93	0.001 **
Corte x coloração	91.43	2.2 ⁻¹⁶ **
Temperatura x corte x coloração	3.80	0.052

de tetrazólio.

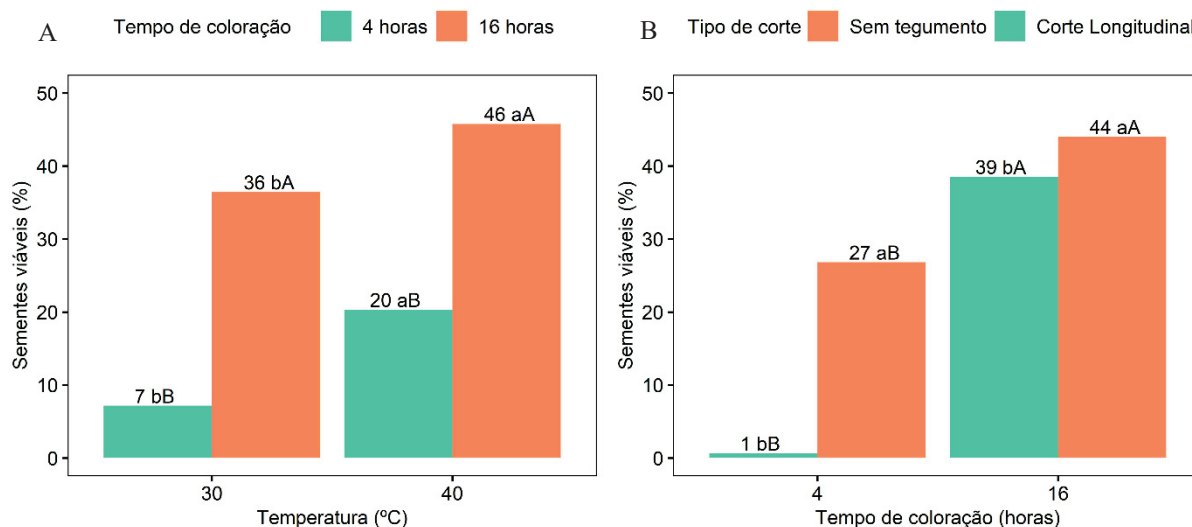
FONTE: A autora (2022).

** significativo a 5% de significância.

A Figura 16A mostra que o maior tempo de exposição das sementes na solução de tetrazólio, nas duas temperaturas, teve resultados superiores, em relação ao maior tempo de exposição (16 h). Porém, na temperatura de 40 °C, as sementes podem apresentar coloração demasiadamente vermelha, o que dificulta na identificação correta do estado da semente, podendo mascarar os resultados obtidos. O tipo de corte influencia na absorção da solução de tetrazólio, devido à maior (retirada completa do tegumento) ou menor (corte longitudinal) superfície de contato com a solução (Figura 16B). O mesmo comportamento pode explicar a

diferença no tempo de coloração, visto que, com o aumento do tempo de exposição à solução, torna a coloração da semente mais intensa. Em relação à temperatura, houve intensificação nas reações metabólicas das sementes, que influencia na absorção de água e intensificação na coloração devido à reação com o sal de tetrazólio.

Figura 16 – Interação entre (A) temperatura e tempos de coloração e (B) tipo de corte e tempos de coloração das sementes viáveis de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. pelo teste de tetrazólio.



FONTE: A autora (2022).

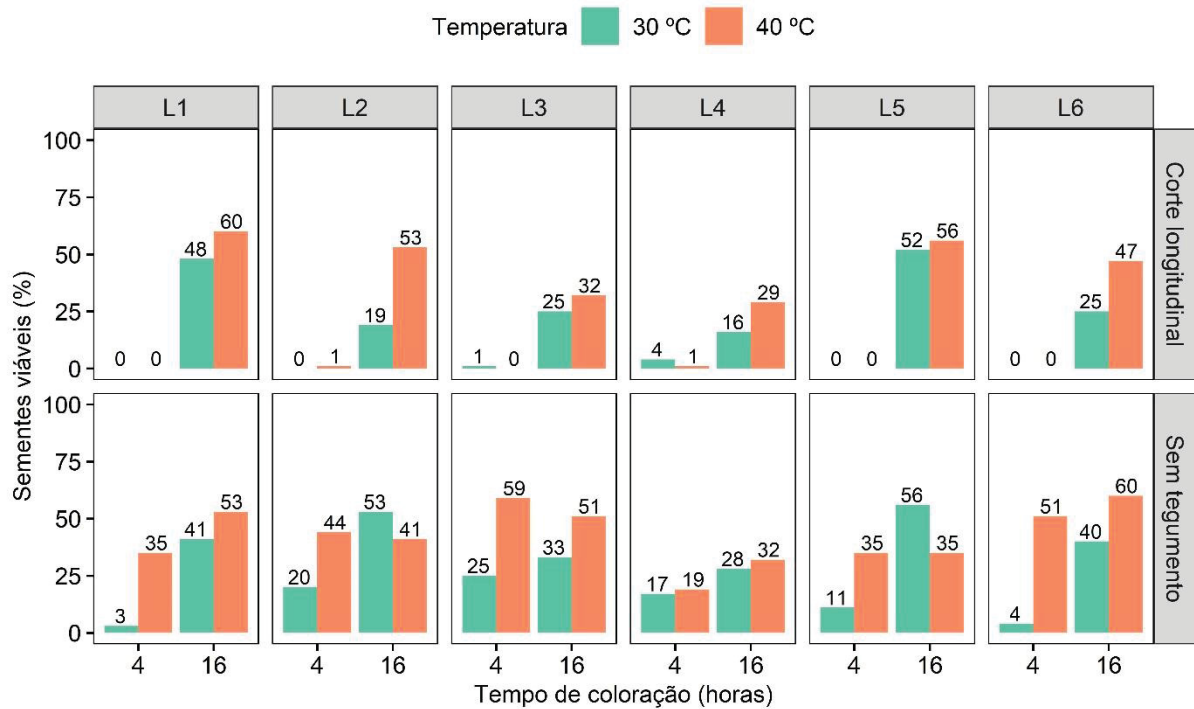
Letras minúsculas referem-se ao tempo de coloração e tipo de corte. Letras maiúsculas correspondem à temperatura e tempo de coloração.

Wood *et al.* (2005), avaliando a viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio de diferentes espécies, com variadas concentrações de óleo, mostraram viabilidades inferiores comparado às encontradas nos testes de germinação. Esta variação está de acordo com a concentração de óleo presente nas sementes, que - segundo os autores - é um indicativo de que óleos contidos nas sementes pode dificultar a difusão da solução de tetrazólio no seu interior. *Jatropha mollissima* apresenta entre 22% e 38% de óleo nas sementes (Silva *et al.*, 2014), verificou-se ainda que com a retirada do tegumento, a absorção da solução é mais rápida quando comparada com o corte longitudinal.

O corte longitudinal da semente para coloração por 4 h nas duas temperaturas apresentou valores próximos ou iguais a zero (Figura 16B; Figura 17), mostrando que estas combinações não são eficientes para *J. mollissima*. Para a retirada completa do tegumento, os resultados foram superiores em comparação ao corte longitudinal nas duas temperaturas e tempos de coloração avaliados (Figura 16), indicando efetividade nos procedimentos aplicados para avaliação. Quando analisados os lotes de sementes submetidos a 16 h de coloração, nos dois

cortes, é possível observar resultados superiores para a viabilidade, similares aos obtidos no teste de germinação (Figura 15).

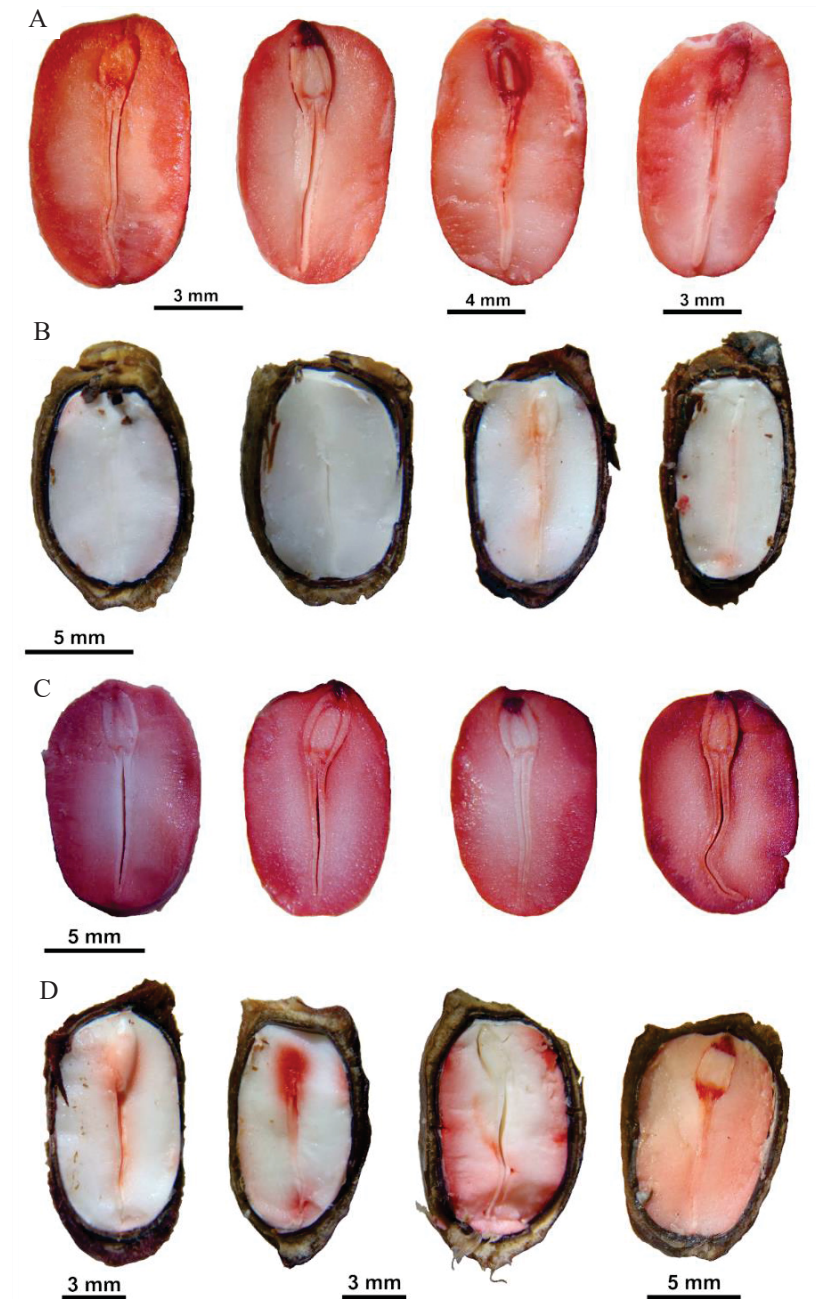
Figura 17 - Viabilidade de lotes de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. pelo teste de tetrazólio em diferentes tipos de corte e tempos de coloração.



FONTE: A autora (2022).

A retirada completa do tegumento demanda menor tempo de exposição (4 horas) dos tecidos da semente na solução de tetrazólio. Por isso foi verificada coloração satisfatória para analisar a viabilidade das sementes (Figura 17A; Figura 18A). As sementes que permaneceram por 16 h de coloração na solução de tetrazólio na temperatura 30 °C (Figura 17C) mostraram maior intensidade de cor em relação á observada com apenas 4 horas de exposição à solução de tetrazólio. O corte longitudinal não apresentou coloração suficiente para identificar a viabilidade das sementes na condição a 30 °C por 4 h (Figuras 17B e 17D), necessitando de mais tempo para colorir os tecidos internos das sementes. É importante mencionar que com o corte longitudinal, os avaliadores levaram menos tempo para realizar o procedimento quando comparados com a retirada completa do tegumento. Esta redução de tempo faz com que se ganhe tempo para as etapas seguintes de avaliação.

Figura 18 – Sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. submetidas a coloração pelo teste de tetrazólio na temperatura de 30 °C por 4 horas com (A) retirada completa de tegumento e (B) não coloridas com corte longitudinal; coloração por 16 horas com (C) retirada completa de tegumento e (D) não coloridas com corte longitudinal.



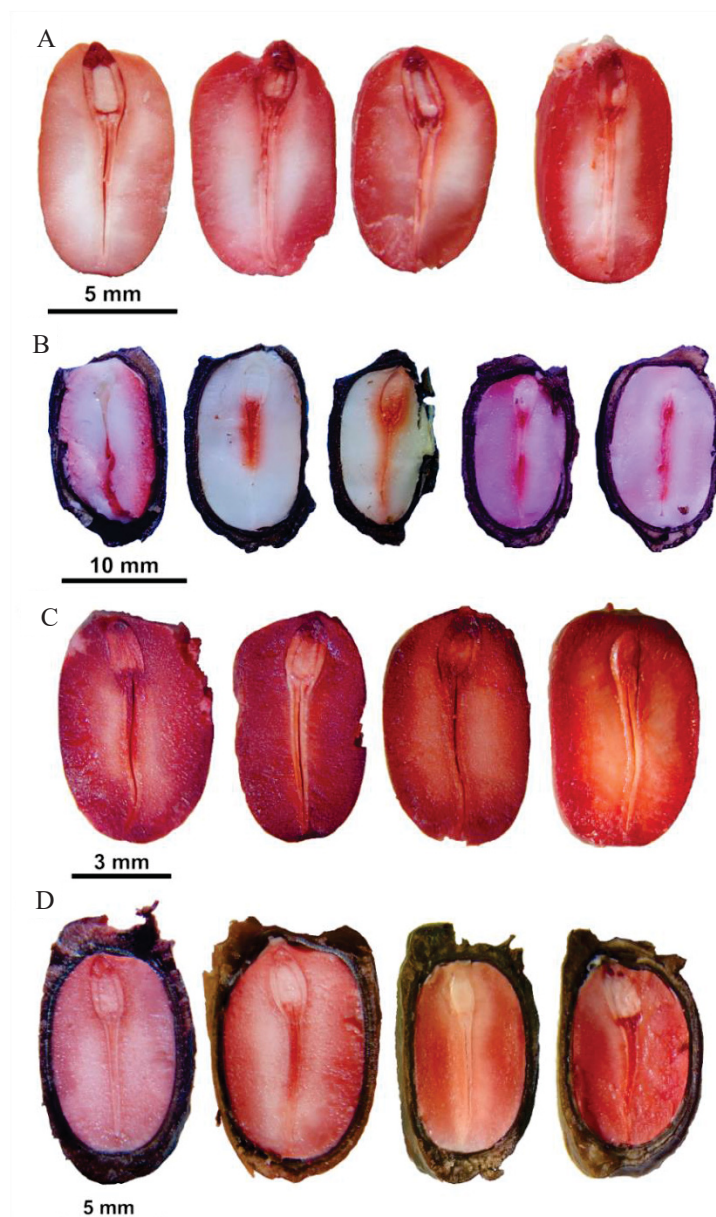
FONTE: A autora (2022).

Entretanto, as sementes submetidas ao corte longitudinal necessitam de mais tempo de exposição à solução de tetrazólio para colorir o interior das sementes. Isto pode ser explicado pela menor superfície de contato com a solução, em comparação com a retirada completa do tegumento. Milošević et al. (2010) e França-Neto e Krzyzanowski (2019) indicam que para sementes de algumas espécies, o tegumento também é um impeditivo para a difusão da solução

de tetrazólio e coloração dos tecidos internos, sendo necessária a retirada ou corte do tegumento para coloração. As sementes com retirada completa do tegumento tiveram a extremidade do eixo hipocótilo-radícula com coloração vermelho intensa (Figuras 18A e 18C) quando submetidas ao maior tempo de exposição à solução. Este comportamento pode ser explicado por esta região ser um ponto de entrada da solução, o que pode camuflar a real coloração desta estrutura e influenciar no resultado da análise, pois muitas vezes sementes com alta atividade respiratória indicam que está próximo à morte/deterioração.

As sementes sem tegumento, com 4 h de coloração à 40 °C na solução de tetrazólio, apesar da extremidade do eixo hipocótilo-radícula apresentar vermelho mais intenso, no geral, apresentaram coloração uniforme (Figura 18A), assim como observada na temperatura de 30 °C (Figura 17A). Em contrapartida, os tratamentos com corte longitudinal mostraram resultados satisfatórios para a análise (Figura 18D), com coloração uniforme na temperatura mais elevada. Como observado, a temperatura de 40 °C proporcionou resultados superiores nos dois tipos de corte (Figura 18B), uma vez que a temperatura influencia na velocidade das atividades metabólicas e enzimáticas (Añez et al., 2007; Marcos-Filho, 2015; Taiz *et al.*, 2017; Araújo et al., 2019). Porém, foi observado também que com o corte longitudinal não tiveram sementes coloridas com 4 horas de exposição na temperatura de 40 °C.

Figura 19 – Sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. submetidas a coloração pelo teste de tetrazólio na temperatura de 40 °C por 4 horas com (A) retirada completa de tegumento e (B) não coloridas com corte longitudinal; coloração por 16 horas com (C) retirada completa de tegumento e (D) com corte longitudinal.



FONTE: A autora (2022).

Na pesquisa realizada por Dantas *et al.* (2015), em espécie da Caatinga, os tempos de pré-umedecimento estão entre 12 e 48 horas e temperaturas variando entre 25 e 35 °C. Já para a coloração, as autoras indicaram que a concentração das soluções de tetrazólio variam de 0,05% a 1,0% e temperaturas entre 25 e 41 °C, com tempo inferior a 5 horas para término desta última etapa. Ainda segundo as autoras, em grande parte dos estudos, a temperatura para coloração ficou entre 25 °C e 30 °C. Este padrão de tempo e concentração são encontrados também em espécies florestais de ocorrência em outros biomas, bem como em espécies agrícolas (Tavecchio *et al.*, 2018; França-Neto; Krzyzanowski, 2019; Mireski *et al.*, 2019).

Sendo esta padronização, da concentração da solução de tetrazólio combinada com o tempo de imersão, importante para obtenção de resultados satisfatórios para avaliação das sementes (Araújo *et al.*, 2019).

O corte longitudinal é eficiente para avaliação das sementes de *J. mollissima*, porém, leva mais tempo para coloração em relação à retirada do tegumento. Este último método demanda menor tempo para a coloração, no entanto, é uma análise mais trabalhosa devido ao tempo gasto para retirar o tegumento sem danificar as estruturas das sementes. Desta forma, os dois cortes podem ser utilizados para avaliação de viabilidade pelo teste de tetrazólio, ressaltadas as especificidades de cada.

Diante do exposto, é possível observar a importância de conhecer a semente em estudo, para que se possa definir os protocolos para a espécie com maior confiabilidade. É indicada também a avaliação dos compostos presentes nas sementes para que seja possível determinar uma melhor forma de avaliar as sementes de *J. mollissima* pelo teste de tetrazólio, bem como a avaliação por analistas experientes para reduzir variações nos resultados devido a inconsistências nas tonalidades de cores. Ainda, é importante que seja levado em consideração a redução no tempo de preparo e menor perda de sementes com o corte longitudinal, embora demande maior período de exposição à solução de tetrazólio.

3.3 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

Em relação ao teste de condutividade elétrica, os fatores quando analisados isoladamente, os tratamentos de quantidade de sementes não apresentaram diferença significativa (Tabela 6). A temperatura, o volume de água e o tempo de imersão foram significativos a 5% pelo teste F, observando-se um aumento dos valores da condutividade elétrica com o passar do período das sementes em imersão. Por outro lado, houve interação significativa da quantidade de semente x temperatura e quantidade de semente x volume de água.

Tabela 6 – Análise de variância para o teste de condutividade elétrica considerando modelo com dependência temporal para sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

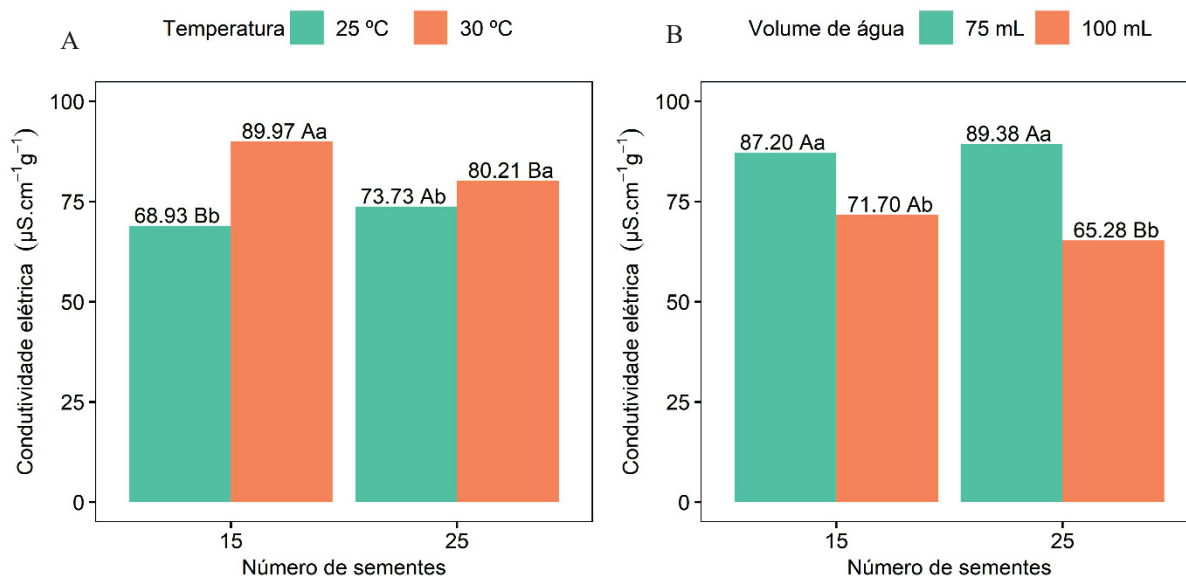
Fonte de Variação	F	p-valor
	197340.00	< 0.0001 **
Lote	102.47	0.0001 **
Quantidade de Semente	2.18	0.1995
Temperatura	127.08	<0.0001 **
Volume de Água	313.33	<0.0001 **
Tempo de imersão	1197.82	<0.0001 **
Quantidade de Semente x Temperatura	35.48	0.0001 **
Quantidade de Semente x Volume de Água	15.06	0.0009 **
Temperatura x Volume de Água	0.05	0.8338

FONTE: A autora (2022).

** Significativo a 5% de significância. Dados com transformação logarítmica.

A interação entre quantidade de sementes x temperatura (Figura 20A) mostra que as condutividades elétricas foram superiores para a temperatura 30 °C, com a combinação com 15 sementes se mostrando estatisticamente superior às demais. Para a quantidade de sementes e volume de água, observou-se que as maiores condutividades foram observadas nos tratamentos com 75 mL de água, nas duas quantidades de sementes testadas (Figura 20B).

Figura 20 – Interação entre (A) temperaturas e quantidade de sementes e (B) volume de água e quantidade de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. para o teste de condutividade elétrica.



FONTE: A autora (2022).

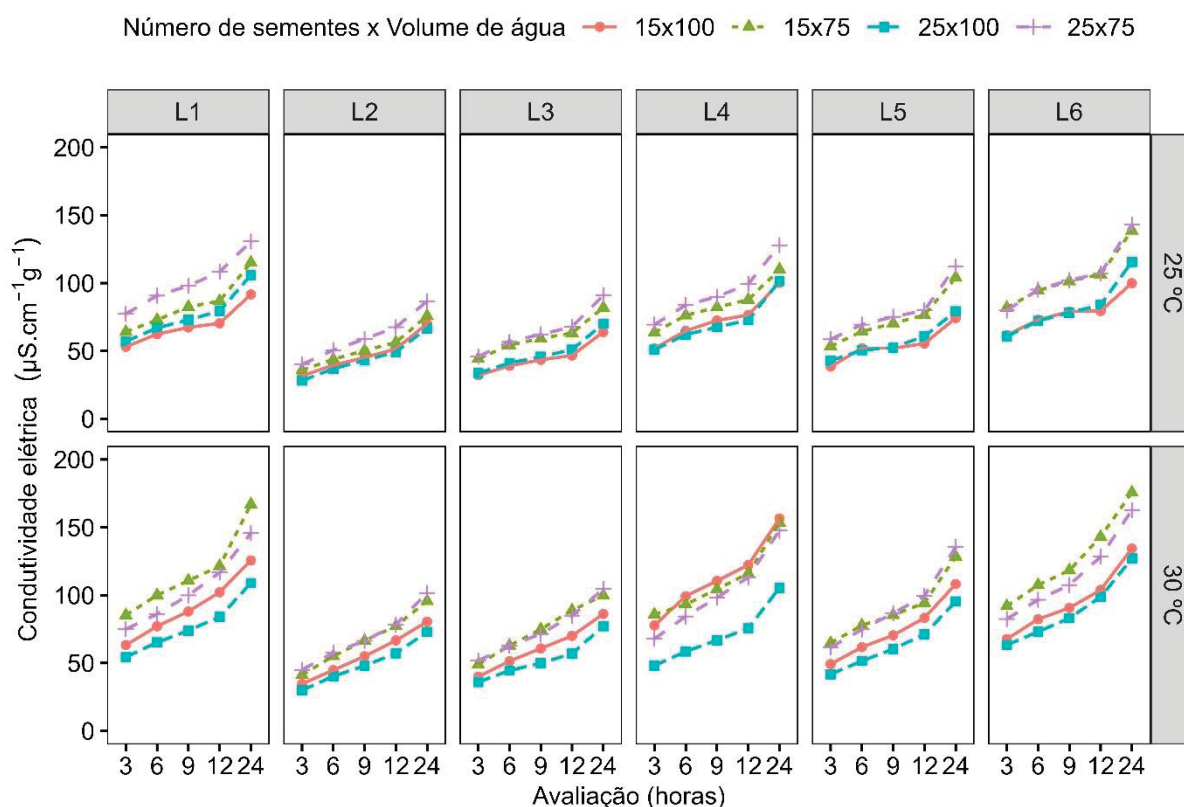
Letras maiúsculas correspondem à (A, B) quantidade de sementes. Letras minúsculas referem-se à (A) temperatura e (B) quantidade de água.

A temperatura é um fator limitante para a germinação de sementes, pois o aumento provoca aceleração nas atividades metabólicas fazendo com que o processo de respiração, uso

de energia e consequentemente degradação das reservas seja intensificado (Vieira; Marcos-Filho, 2020). Estes processos levam as sementes a liberarem mais eletrólitos na solução, da mesma forma que o maior volume de água (100 mL) terá os íons mais dissolvidos em comparação com o volume menor de água (75 mL). Resultados semelhantes foram encontrados por Dalanhol *et al.* (2014) e Araujo *et al.* (2011) ao estudarem a padronização dos testes nas espécies *Bowdichia virgilioides* Kunth e *J. curcas*, respectivamente.

Foi observada uma estabilização nos valores de condutividade elétrica, na temperatura 25 °C, entre os tempos 9 e 12 h (Figura 21), com diferenças inferiores a 10 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, e aumento dos valores no tempo 24 h. O lote L3 apresentou CE próximas às vistas no lote L2, chegando a igualar a CE na combinação 25 sementes x 25 °C x 75 mL de água (67 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$).

Figura 21 – Teste de condutividade elétrica para os lotes de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. em diferentes combinações de volume de água, quantidade de sementes e temperaturas.



FONTE: A autora (2022).

A condutividade elétrica mostrou uma tendência crescente nos resultados, quando observada no decorrer das avaliações (Figura 21). Na temperatura 30 °C, a CE foi superior em relação à temperatura de 25 °C. Para a quantidade de água, os tratamentos com maiores valores de CE foram vistos nas combinações com 75 mL de água, devido à maior concentração de íons

no meio aquoso. Não foi possível observar uma estabilização nos valores da CE com o passar das avaliações, assim como observado por Dalanhol *et al.* (2014). As sementes de *J. mollissima* começam a desintegrar partes do tegumento com o passar das avaliações, levando a CE apresentar valores superiores.

De acordo com Aguilar *et al.* (2018) a utilização de 75 mL de água por 24 horas a 25 °C para avaliação das sementes de *Amburana cearenses* A. C. Smith, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Myracrodruon urundeuva* Allemão é eficiente, enquanto para sementes de *J. curcas*, indica-se utilizar 15 sementes em 75 mL de água após 6 horas de embebição a 25 °C (Araujo *et al.*, 2011), e para sementes de *B. virgilioides*, Dalanhol *et al.* (2014) indicam a utilização de 25, 50 ou 100 sementes embebidas em 50 mL de água por 24 horas.

Em todas as pesquisas citadas, o teste de condutividade elétrica se mostrou eficiente, diferentemente dos resultados encontrados no presente trabalho, uma vez que não foi possível relacionar os valores obtidos da condutividade elétrica (Figura 21) com os testes de tetrazólio (Figura 17) e de germinação (Figura 15). O lote L2, identificado como de maior vigor e viabilidade pelos testes de tetrazólio (53%) e germinação (76%, 3,35 de IVG) obtiveram valores na condutividade elétrica, após 12 horas de avaliação, semelhantes aos lotes de qualidade inferior (Lote L3 - 39% de %G; 1,82 de IVG e 32% de TZ).

O lote L6, que foi mantido em armazenamento menos tempo que o lote L1, coletado em 2017, tiveram resultados semelhantes para a CE. Este comportamento pode ser explicado devido à idade das sementes, em que as estruturas das membranas do lote L1 já não tem mais capacidade de recuperação rápida como lotes mais recentes. No entanto, o L6 sendo o mais recente, não apresentou capacidade de reestruturação das membranas, com valores médios superiores em todas as condições, em relação aos demais lotes avaliados.

Diante disto, não é indicada a utilização do teste de condutividade elétrica no modelo experimental aplicado para avaliar o vigor de lotes de sementes de *J. mollissima*. Assim, indica-se que sejam feitas outras análises para confirmação ou adaptação da metodologia proposta, como a utilização de intervalos menores de avaliação, temperaturas ou quantidade de água.

4 CONCLUSÃO

O corte longitudinal da semente com coloração a 40 °C por 16 horas proporciona maior praticidade na realização do teste de tetrazólio, reduzindo o tempo de preparo e perdas de sementes. A metodologia aplicada para o teste de condutividade elétrica testada não é indicada para análise de vigor para sementes de *J. mollissima*, sendo necessária adequação metodológica.

REFERÊNCIAS

- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563–568, set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-84042005000300012>
- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MENDONÇA, E. A. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Padronização da metodologia do teste de tetrazólio para sementes de *Jatropha elliptica* M. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 3, p. 82–88, 2007.
- ARAÚJO, J. O.; PINHEIRO, D. T.; DIAS, D. C. F. D. S.; HILST, P. C.; MEDEIROS, A. D. de. Adequacy of the tetrazolium test to evaluate the viability of *Jatropha curcas* L. seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 470–477, out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n4223299>
- ARAUJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; DONZELES, S. M. L.; COSTA, G. M. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA (Chile)**, v. 29, n. 2, p. 79–86, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-34292011000200010>
- BRAQUEHAIS, I. D.; VASCONCELOS, F. R.; RIBEIRO, A. R. C.; SILVA, A. R.; FRANCA, M. G. A.; LIMA, D. R.; PAIVA, C. F.; GUEDES, M. I. F.; MAGALHÃES, F. E. A. Estudo preliminar toxicológico, antibacteriano e fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo, Euphorbiaceae), coletada no Município de Tauá, Ceará, Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 2 suppl 1, p. 582–587, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084x/15_164
- CAVALCANTE, M. B.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; COTTING, J. C.; SILVA, S. D. P.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 43–58, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/CS.v8i1.2649>
- DALANHOL, S. J.; REZENDE, E. H.; ABREU, D. C. A.; NOGUEIRA, A. C. Teste de Condutividade Elétrica em Sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 69–77, 2014. DOI: <http://floram.org/doi/10.4322/floram.2014.013>. DOI: <https://doi.org/10.4322/floram.2014.013>
- DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C. Teste de tetrazólio para avaliar viabilidade e vigor de sementes de espécies florestais da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 25, n. 1, p. 60–64, 2015.
- FÉLIX-SILVA, J.; GOMES, J. A. S.; FERNANDES, J. M.; MOURA, A. K. C.; MENEZES, Y. A. S.; SANTOS, E. C. G.; TAMBOURGI, D. V.; SILVA-JUNIOR, A. A.; ZUCOLOTTI, S. M.; FERNANDES-PEDROSA, M. F. Comparison of two *Jatropha* species (Euphorbiaceae) used popularly to treat snakebites in Northeastern Brazil: Chemical profile, inhibitory activity against *Bothrops erythromelas* venom and antibacterial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 213, p. 12–20, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.11.002>

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

LABOURIAU, L. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LEAL, C. K. A.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 5–13, 2005.

LIMA, J. O.; RIOS, J. B.; TREVISAN, M. T. S.; GALLÃO, M. I.; GALLAO, M. Morphological characterization of fruits and seeds of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Magnoliopsida: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 4, p. 263–269, 2015.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; ARAÚJO, B. R. N.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093–1101, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600011>

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

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

MILOŠEVIĆ, M.; VUJAKOVIĆ, M.; KARAGIĆ, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v. 42, n. 1, p. 103–118, 2010. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR1001103M>

MIRESKI, M. C.; GUEDES, R. S.; WENDLING, I.; PEÑA, M. L. P.; MEDEIROS, A. C. S. Secagem na viabilidade e desenvolvimento embrionário de sementes de *Ilex paraguariensis*. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1354–1362, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509824451>.

NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-84042010000100014>

NEVES, E. L.; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-84042011000400009>

NEVES, E. L.; VIANA, B. F. Dispersão e predação de sementes de três espécies de *Jatropha* L., (Euphorbiaceae) da caatinga, semi-árido do Brasil. **Cambotá - Revista Virtual**, v. 4, n. 2, p. 146–157, 2008.

PRADO, J. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Physiological potential of soybean seeds and its relationship electrical conductivity. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 407–415, 5 dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545V41N4214988>

QUEIROZ, M. F.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; ARRIEL, N. H. C.; MARINHO, F. J. L.; LEITE, S. F. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400008>

QUEIROZ NETO, R. F.; ARAÚJO, H. N.; FREITAS, C. I. A.; COSTA, K. M. D. F. M.; ABRANTES, M. R.; ALMEIDA, J. G. L.; TORRES, T. M.; MOURA, G. H. F.; BATISTA, J. S. The *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill: chemical and pharmacological activities of the latex and its extracts. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2613–2624, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6p2613>

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.

RIBEIRO, A. R. C.; ANDRADE, F. D.; MEDEIROS, M. C.; CAMBOIM, A. S.; PEREIRA JÚNIOR, F. A.; ATHAYDE, A. C. R.; RODRIGUES, O. G.; SILVA, W. W. Estudo da atividade anti-helmíntica do extrato etanólico de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) sob *Haemonchus contortus* em ovinos no semiárido paraibano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1051–1055, nov. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001100002>

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 99–118, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000100013>

SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Seed oils of Euphorbiaceae from the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Biomass and Bioenergy**, v. 69, p. 124–134, out. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.07.010>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. v. 6 ed. 858 p.

TAVECCHIO, N. E. M.; VIGLIOCCO, A. E.; TERENCE, O. A.; WASSNER, D.; REINOSO, H. E.; PEDRANZANI, H. E. *Jatropha curcas* L. and *J. macrocarpa* Griseb: Seed morphology, viability, dormancy, germination and growth of seedlings. **American Journal of Plant Sciences**, v. 09, n. 09, p. 1835–1854, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.99134>

VASCONCELOS, G. C. L.; FERNANDES, F. S.; AMADOR, A. M.; AMADOR, K. A. M.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263–268, 2014.

VIEIRA, R.; MARCOS-FILHO, J. Teste de Condutividade Elétrica. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES - Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 2020. p. 601.

WALTER, L. S. Caracterização morfológica e potencial germinativo de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. submetidas à estresses abióticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, 2020. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/67872>

WALTER, L. S.; GABIRA, M. M.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, A. C.; KRATZ, D. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae). **Bosque**, v. 41, n. 1, p. 77–82, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000100077>

WOOD, C. B.; MILES, S.; RIX, C.; TERRY, J.; DAWS, M. I. The effect of seed oil content on viability assesement using tetrazolium - a case study using 171 species. **PGR News Letter**, v. 143, p. 17–23, 2005.

CAPÍTULO 3 - RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS DE UMA POPULAÇÃO DE *Jatropha mollissima* (POHL) BAILL. NA CAATINGA

RESUMO

A aplicação de modelagens dendrométricas é utilizada como artifício para viabilizar o entendimento de padrões de crescimento, desenvolvimento ou reprodução da espécie, reduzindo os custos de mensuração em campo. Com isso, a presente pesquisa objetivou desenvolver relações dendrométricas e qualificar modelos de regressão, para uma população de indivíduos nativos de *J. mollissima* no bioma Caatinga. Para tanto, foram mensuradas as variáveis altura (h), diâmetro a 1,30 m do solo (d) e diâmetro da copa (dcp) de 125 indivíduos. A avaliação da qualidade dos dados foi feita a partir do cálculo das estatísticas descritivas das variáveis, histogramas de frequência, bem como gráficos de dispersão e correlações lineares de Pearson. O processo *Stepwise* foi utilizado para o desenvolvimento de modelos de regressão e seleção de covariáveis para estimativas de relações dendrométricas para altura e diâmetro de copa. Em seguida, foram calculadas as estatísticas de ajuste e de validação para definição dos melhores modelos. Foi verificada amplitude de 16.73 cm para diâmetro a 1.30 m do solo; 2.60 m para altura e 2.52 m para diâmetro da copa e coeficientes de variação superiores a 20%. A correlação de Pearson mostrou associação forte e linear entre as variáveis h e d e fraca para interações com o dcp. O método *stepwise* selecionou, a covariável d^2 para estimação da altura e o d^2 e $\ln(d)$ para $\ln(h)$. Para os modelos de dcp, com e sem transformação logarítmica, foram selecionadas as covariáveis d, $\ln(d)$ e $1/d$. Os modelos para dcp não foram adequados para estimar a variável, entretanto, os modelos para altura apresentaram as melhores estatísticas para *J. mollissima*, se mostrando eficiente para aplicação na população em estudo.

Palavras-chave: Crescimento; espécie florestal nativa; Euphorbiaceae; modelos de regressão; pinhão-bravo; silvicultura.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma savana estépica que ocupa cerca de 10% do território nacional (862.818 km²) e abrange os estados do nordeste brasileiro e o norte de Minas Gerais (IBGE, 2019b, 2012). As espécies desse bioma são utilizadas pela população local, principalmente para fins ornamentais, forrageiros, alimentícios e medicinais, além do consumo próprio como lenha, mourões, construções rurais e domésticas, e artesanato (Leal; Agra, 2005; Agra *et al.*, 2008; Ferraz *et al.*, 2014a; Cavalcante *et al.*, 2017). Porém, a Caatinga vem sendo descaracterizada devido às ações antrópicas, com exploração intensa para lenha e construções, pecuária extensiva e cultivos agrícolas na região (Alves *et al.*, 2013).

Dentre as espécies nativas da Caatinga com diversas potencialidades para uso, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) tem porte arbustivo-arbórea (BFG, 2015; Bigio; Secco; Moreira, 2020), com potencial para uso em áreas degradadas, por ser encontrada naturalmente em áreas antropizadas de regeneração natural, também devido à sua característica de espécie pioneira (Ferraz *et al.*, 2014a; Sabino; Cunha; Santana, 2016; Patrício; Trovão, 2020). Além disso, apresenta potencial para utilização na medicina – humana e veterinária – devido à composição química das suas folhas e sementes, bem como a produção de látex (Araújo *et al.*, 2021). Entretanto, os estudos com a espécie são restritos aos compostos secundários, à fitossociologia e a análises de sementes (Félix-Silva *et al.*, 2018; Lima; Coelho, 2018; Souza; Cavalcante, 2019; Walter *et al.*, 2020), com déficit na avaliação e acompanhamento do crescimento da espécie em ambientes naturais.

Estudos que abordam a avaliação do crescimento e desenvolvimento de espécies em ambientes naturais são importantes para compreender o seu comportamento (Ribeiro *et al.*, 2020), bem como identificar características quantitativas das árvores a partir de variáveis dendrométricas (Sampaio; Silva, 2005; Silva; Ferreira, 2021). Nesse sentido, modelos matemáticos podem ser desenvolvidos a fim de avaliar os padrões alométricos entre variáveis mensuradas em árvores e florestas.

As aplicações de equações, no âmbito florestal, podem ser com relações dendrométricas ou alométricas, como a relação hipsométrica (Sanquetta *et al.*, 2013; Sena *et al.*, 2015; Fernandes *et al.*, 2021; Silva; Ferreira, 2021), estimação da área foliar (Ribeiro *et al.*, 2020), relação entre massa de componentes funcionais das sementes (Chen; Giladi, 2018), estimação de biomassa (Sampaio; Silva, 2005; Sampaio *et al.*, 2010), volumetria (Almeida *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2021), classificação diamétrica (Holanda *et al.*, 2015; Marangon *et al.*, 2016; Medeiros *et al.*, 2019), entre outros usos. A partir dessas abordagens é possível

acompanhar o crescimento, a produtividade dos indivíduos ou populações e a capacidade fotossintética das plantas, que pode ser avaliada como um parâmetro de crescimento individual (Silva *et al.*, 2007).

Em estudos na Caatinga, faz-se uso de modelagens para classificação diamétrica das árvores (Holanda *et al.*, 2015; Marangon *et al.*, 2016; Medeiros *et al.*, 2019), volumetria (Almeida *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2021) e biomassa (Sampaio; Silva, 2005; Sampaio *et al.*, 2010). Entretanto, há um déficit de estudos com relações dendrométricas de *J. mollissima*, que possam ser utilizadas para avaliar o crescimento e o comportamento da espécie em condições naturais.

A coleta de dados para ajuste de modelos de relações dendrométricas para espécies nativas é oneroso, considerando as dificuldades para obtenção de amostragem representativa, porém, geram informações importantes para estudos populacionais da espécie (Sampaio; Silva, 2005) e do bioma. É possível utilizar modelagens como artifício para viabilizar o entendimento de padrões de crescimento, desenvolvimento ou reprodução da espécie (Ribeiro *et al.*, 2020); além de auxiliar em estudos futuros para estimação de outros parâmetros como o crescimento de acordo com variações ambientais (Amorim; Sampaio; Araújo, 2009; Forrester *et al.*, 2017; Rudgers *et al.*, 2019).

Com isso, neste capítulo, se propôs testar se é possível relacionar o diâmetro a 1,30 m do solo com altura e diâmetro da copa, para desenvolver relações dendrométricas e avaliar modelos de regressão para indivíduos nativos de *Jatropha mollissima* no bioma Caatinga. Os resultados do presente estudo poderão auxiliar na avaliação de plantios da espécie, seja para restauração, extração de produtos e subprodutos ou seleção de matrizes, contribuindo para o potencial de uso da espécie e geração de renda para as populações inseridas na região de ocorrência natural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

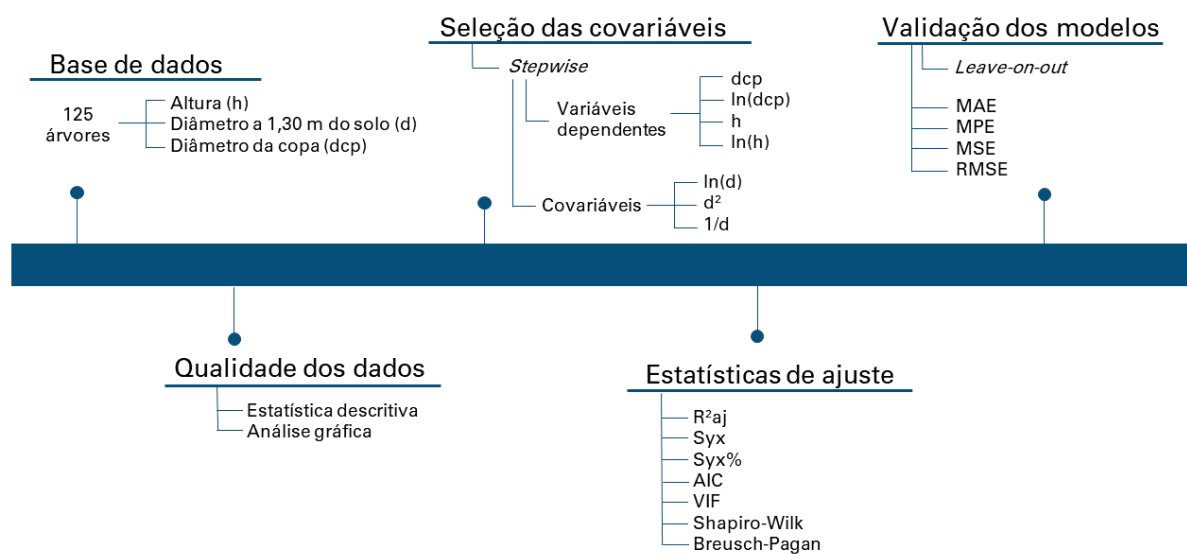
A base de dados utilizada no presente estudo, com 125 indivíduos de *Jatropha mollissima*, foi proveniente de uma população natural (09°19'986'' S e 40°32'792'' W, 374 m de altitude), localizada no *Campus* de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Vale do São Francisco (CCA-UNIVASF), no município de Petrolina/PE. Para tanto, foram coletadas as variáveis altura total (h) e circunferência à altura do peito (cap) de todas as ramificações a 1,30 m acima do solo, que foram transformados para diâmetro à altura do peito (d) e posteriormente foi aplicada a Equação 2 para obtenção do diâmetro total de cada indivíduo, descrita por Magarik *et al.* (2020):

$$d = \sqrt{\sum d_i^2} \quad (2)$$

em que d_i é diâmetros a 1,30 m do solo das ramificações.

O diâmetro da copa (dcp) foi obtido a partir da média de dois diâmetros ortogonais, com auxílio de uma trena. Foram avaliadas as relações dendrométricas entre altura total (h) e diâmetro a 1,30 m do solo (d); e diâmetro da copa (dcp) com diâmetro a 1,30 m do solo (d). Como forma de exemplificar a aplicação da metodologia utilizada no estudo, estão descritos no fluxograma abaixo todas as etapas utilizadas (Figura 22).

Figura 22 – Fluxograma da metodologia utilizada para seleção dos modelos dendrométricos para *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.



FONTE: A autora (2023).

Para avaliar a qualidade dos dados, foram calculadas as estatísticas descritivas (média, mediana, valores máximos e mínimos, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação) referentes à todas as variáveis analisadas e construídos os histogramas a fim de observar assimetrias nas distribuições dos dados. Em relação às associações lineares e não-lineares entre as variáveis, foram gerados gráficos de dispersão e calculadas as correlações lineares de Pearson, a fim de identificar os padrões de relações entre as variáveis e os seus níveis, classificados em: i) forte ($r_p > 0,7$), ii) moderado ($0,4 < r_p < 0,7$) e iii) fraco ($r_p < 0,4$) (Schober & Schwarte 2018).

O desenvolvimento de modelos de regressão para as relações dendrométricas, foi feito aplicado o método *Stepwise* – ambas as direções, para seleção das covariáveis. Com isso, foram criadas as variáveis independentes d^2 (diâmetro ao quadrado), $\frac{1}{d}$ (inverso do diâmetro), $\ln(d)$ (logaritmo do diâmetro), e como variáveis dependentes o $\ln(h)$ (logaritmo da altura) e $\ln(dcp)$ (logaritmo do diâmetro de copa). Foram testados os modelos completos para altura (h) e diâmetro da copa (dcp) e suas transformações logarítmicas, como variáveis dependentes. Em seguida, foram calculadas as estatísticas de ajuste e de validação para definição dos melhores modelos.

A seleção dos melhores modelos de regressão, foi realizada com base na eficiência e precisão. Para tanto, foram calculados os parâmetros estatísticos de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa (S_{yx}) e critério de informação de Akaike (AIC).

O coeficiente de determinação (R^2) expressa a quantidade da variação total explicada pela regressão. No presente estudo, foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) para o número de coeficientes de regressão (Equação 3). Por esse critério, quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente de determinação, melhor será a eficiência do modelo.

$$R^2_{aj} = R^2 - \left(\frac{K-1}{N-K} \right) \cdot (1 - R^2) \quad (3)$$

em que K é o número de coeficientes de regressão do modelo e N é o número de observações na base de dados.

O erro padrão da estimativa absoluto (S_{yx}) e em porcentagem ($S_{yx}\%$) expressam a diferença entre os valores estimados e os observados, portanto, quanto menor for este erro mais precisas serão as estimativas, que foram calculados a partir das equações demonstradas na Equação 4 e 5.

$$S_{yx} = \sqrt{QM_{res}} \quad (4)$$

$$S_{yx}\% = \left(\frac{S_{yx}}{\bar{y}} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

em que Syx é o erro padrão da estimativa, $Syx(\%)$ é o erro padrão da estimativa em porcentagem e $QMres$ é o Quadrado médio dos resíduos.

Nos modelos em que a variável dependente foi transformada em $\ln$, o Syx foi corrigido para escala original, por meio do fator de correção de Meyer, possibilitando a comparação com os demais modelos sem transformação (Equação 6).

$$FM = e^{0,5 \cdot Syx^2} \quad (6)$$

em que FM é o Fator de correção e Syx é o erro padrão da estimativa.

O Critério de Informação de Akaike (AIC) compara os modelos a fim de selecionar o modelo com menor perda de informação, ou seja, um modelo que mais se aproxima do verdadeiro. Sendo assim, quanto menor o valor do AIC, menor será a perda de informação ao utilizar o modelo (Equação 7).

$$AIC = -2\log(L) + 2p \quad (7)$$

em que L é a função de máxima verossimilhança.

Além dessas estatísticas, foi feita a análise gráfica dos resíduos, para verificar a ocorrência de possível tendenciosidade nas estimativas das variáveis dependentes (h e dcp), bem como a normalidade dos resíduos, com o teste de Shapiro-Wilk, e a homocedasticidade das variâncias, pelo teste de Breusch-Pagan. Ademais, o grau de multicolinearidade foi medido, para os modelos com mais de uma variável independente, por meio do fator de inflação da variância (VIF), onde foi definido que valores de $VIF \leq 10$ indicam baixo grau de multicolinearidade, ao passo que valores de $VIF > 10$ indicam elevado grau de multicolinearidade de entre variáveis independentes do modelo (Schneider, 2009).

Para a validação dos modelos, foi aplicado o método de validação cruzada *leave-one-out*. Esse método remove uma observação e ajusta o modelo com o restante dos dados, quantificando o erro ao estimar para o dado removido. O processo é repetido para todas as observações, tendo como vantagem a utilização de toda a base de dados, reduzindo assim um potencial erro sistemático.

Nessa etapa, foram utilizadas as estatísticas de acurácia, que expressam a diferença entre os valores observados e estimados, sendo preferível que todas resultem valores baixos ou próximos a zero. Neste estudo, calculou-se o erro médio absoluto (*Mean Absolute Error - MAE*), o qual mede a média dos erros em módulos, sendo expresso na mesma unidade de medida da variável estimada (Equação 8).

$$MAE = \frac{\sum |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (8)$$

Adicionalmente, o Erro médio em porcentagem (*Mean Percentage Error - MPE*) indica a média dos erros em porcentagem (Equação 9). O erro médio quadrático (*Mean Squared Error - MSE*) mede a média dos quadrados dos erros, representado pela variância (Equação 10), enquanto a raiz quadrada do erro médio quadrático (*Root-Mean-Square Error – RMSE*) resulta em valores na mesma escala da variável estimada (Equação 11). Para todas as análises realizadas, foi utilizado o software R v.4.2.1 (R Core Team, 2022).

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \right)}{n} \cdot 100 \quad (9)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (10)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (11)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise descritiva dos dados (Tabela 8), foi possível observar grande amplitude (16,73 cm) para os diâmetros a 1,30 m do solo (d). A altura (h) variou de 1,40 m a 4,00 m, com média de 2,10 m. O diâmetro da copa (dcp) apresentou diferença de 2,52 m entre o maior e o menor valor mensurado. A amplitude para o diâmetro a 1,30 m do solo decorre do comportamento da espécie, que diferentes autores classificam como árvore, arbusto ou com porte arbustivo-arbóreo (Bigio; Secco; Moreira, 2020; Ferraz *et al.*, 2014a; Medeiros *et al.*, 2019). Estudos no bioma Caatinga indicam a alta heterogeneidade nas populações, devido às condições ambientais, adaptações da espécie às épocas de seca ou características de solo (Amorim; Sampaio; Araújo, 2005; Carvalho *et al.*, 2022; Martins *et al.*, 2020). Essas variações limitam a possibilidade de uma avaliação comparativa entre indivíduos de uma mesma espécie em diferentes localidades (Amorim; Sampaio; Araújo, 2005).

Tabela 7 – Estatística descritiva para altura (h), diâmetro à 1,30 m do solo (d) e diâmetro de copa (dcp) das árvores de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

	d (cm)	h (m)	dcp (m)
Mínimo	4,10	1,40	0,47
Média	12,00	2,18	1,53
Mediana	11,18	2,10	1,57
Máximo	20,88	4,00	3,00
Amplitude	16,73	2,60	2,52
Desvio Padrão	3,29	0,51	0,43
Coefficiente de variação (%)	27,43	23,41	28,15

FONTE: A autora (2023).

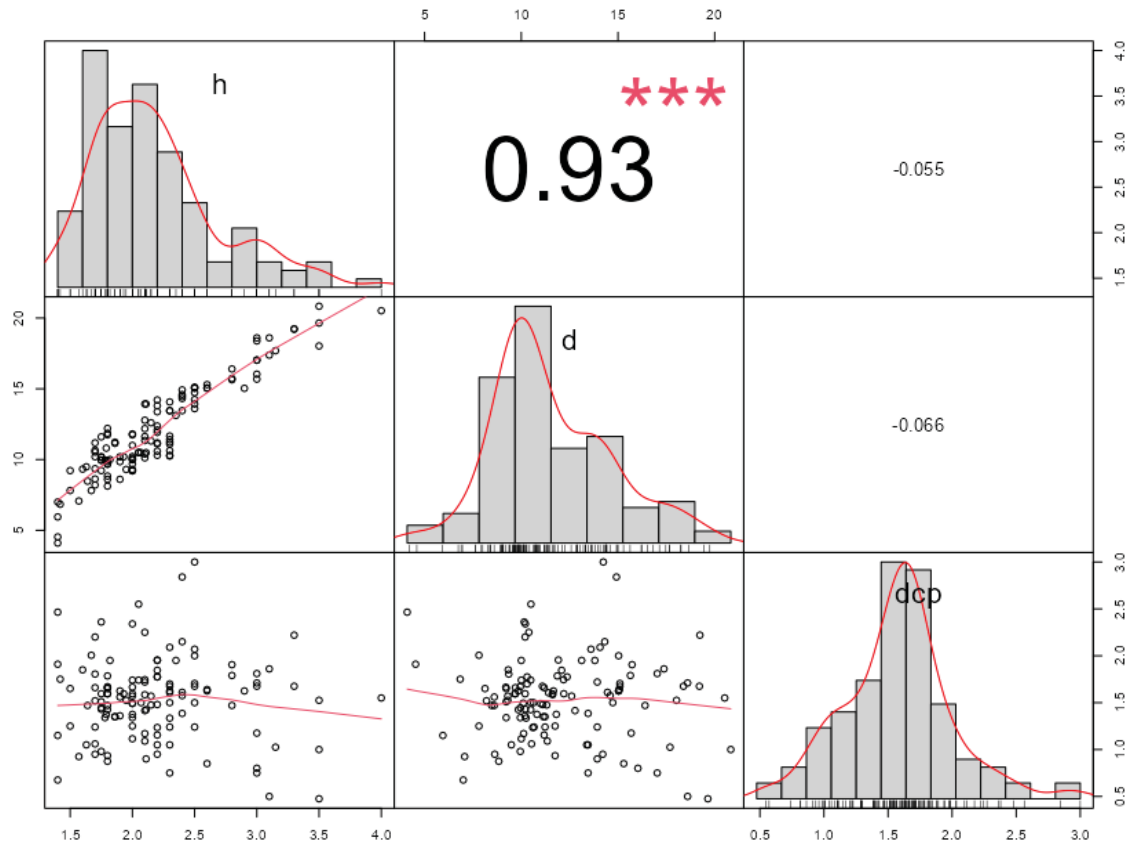
Ao avaliar uma área de Caatinga do Rio Grande do Norte, Amorim; Sampaio; Araújo (2005) afirmam que a maior altura mensurada em indivíduos de *J. mollissima* foi de 4,0 m e o diâmetro a 1,30 m do solo foi de 8,9 cm. Mesmo apresentando plantas com maiores alturas em relação ao presente estudo, o diâmetro foi consideravelmente inferior, possivelmente pela localização dos indivíduos estudados. De acordo com Farias *et al.* (2016) e Rodal; Martins; Sampaio (2008), diferentes fitofisionomias (Caatinga arbórea, arbórea aberta e arbustiva) e condições hídricas influenciam os padrões de altura, densidade dos indivíduos e classe diamétrica.

Os coeficientes de variação para todas as variáveis mensuradas foram superiores a 20% (Tabela 8). Valores altos do coeficiente de variação para variáveis dendrométricas (>20%), são comuns em populações naturais, especialmente quando submetidas a alterações antrópicas. Essas variáveis também sofrem influência da heterogeneidade da vegetação e do regime

hídrico, que interferem no crescimento e na fenologia dos indivíduos (Pereira *et al.*, 2021; Neves; Funch; Viana, 2010). Coeficientes de variação superiores a 20% também foram encontrados por Martins *et al.* (2020), em espécies da família Euphorbiaceae para altura (24,6% para *Croton rhamnifolius* e 22,2% para *Manihot glaziovii*) e diâmetro (19,5% para *Croton rhamnifolius* e 38,4% para *Manihot glaziovii*). Indivíduos de *J. mollissima* mensurados em campo, com alturas variando entre 1,50 m e 5,70 m, foram estudados por Sampaio; Silva (2005), cujos resultados corroboram com a amplitude elevada para altura da espécie constatada no presente trabalho.

A correlação linear mostra que a associação entre as variáveis altura (h) e diâmetro (d) é alta, com coeficiente de correlação de 0,93 (Figura 23). Para o diâmetro da copa (dcp), observou-se que a correlação é negativa e fraca, com valores em torno de -0,06, tanto em relação à altura, quanto ao diâmetro. A baixa correlação observada entre o diâmetro da copa e o diâmetro a 1,30 m do solo, bem como para diâmetro da copa e altura, pode ser explicada pelo comportamento da arquitetura da copa da espécie. O padrão de arquitetura da copa de *J. mollissima* (Modelo Leeuwenberg) é comum na família Euphorbiaceae, com ramificações, sem diferenciação entre os eixos, ou seja, cada ramificação é bem definida e irá produzir eixos iguais, que são ortotrópicos e de crescimento determinado, com inflorescência terminal (Costa; Longhi, 2018; Hallé; Oldeman; Tomlinson, 1978). As ramificações influenciam a área da copa, pois tem ligação direta com a quantidade de folhas produzidas, que em *J. mollissima* estão concentradas nas extremidades dos galhos, em razão disso, poderá influenciar a capacidade fotossintética de cada indivíduo (Silva *et al.*, 2007) e assim influenciar no seu crescimento.

Figura 23 – Histograma de frequência, distribuição dos dados e correlações lineares de Pearson para altura (h), diâmetro (d) e diâmetro de copa (dcp) de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.



FONTE: A autora (2023).

Em relação aos histogramas de frequência, é possível observar que o diâmetro da copa apresentou distribuição com tendência à simetria, quando comparado com o comportamento da altura e do diâmetro, os quais expressaram distribuição com assimetria positiva (Figura 23). É comum às espécies da Caatinga apresentarem árvores baixas e arbustos bastante ramificados, devido às adaptações às condições ambientais da região, baixa densidade populacional e maior intensidade luminosa na população, gerando assim menor competição entre os indivíduos (Amorim; Sampaio; Araújo, 2005; Farias *et al.*, 2016; Queiroz *et al.*, 2013).

Embora a copa de *J. mollissima* possua um padrão estrutural simétrico e bem definido, a variação na altura da ramificação principal entre diferentes indivíduos (ponto de inversão morfológica) parece influenciar significativamente as relações alométricas do diâmetro da copa com a altura total e com o diâmetro do tronco a 1,30 m do solo. Desta forma, a altura da ramificação principal pode ser uma variável interessante a ser testada em trabalhos futuros, bem como a utilização de metodologias e métricas para avaliar variações nos padrões de ramificação em resposta às condições ambientais (Forrester *et al.*, 2017; Prado; Trovão; Souza, 2020). Dessa forma, a altura em que as plantas iniciam a ramificação irá influenciar no diâmetro da copa, em

relação a sua altura e diâmetro a 1,30 do solo. De acordo com Nascimento *et al.* (2010), a relação entre diâmetro do caule e diâmetro da copa é alta e, na maioria das vezes, linear. No entanto, essa relação não foi observada na presente pesquisa.

Os modelos dendrométricos gerados pelo método *Stepwise* para altura (h) e diâmetro de copa (dcp), considerando também suas transformações logarítmicas, estão apresentados na Tabela 9. Para a variável altura (h), a covariável d^2 foi selecionada e seus coeficientes de regressão foram significativos (modelo 1); para a transformação logarítmica da altura (modelo 2), as covariáveis finais do modelo foram d^2 e $\ln(d)$. Nesse modelo, o coeficiente de regressão β_0 não obteve significância. No entanto, os coeficientes das covariáveis (β_1 e β_2) foram significativos. Nos modelos para diâmetro de copa (modelos 3 e 4), foram selecionadas as mesmas covariáveis: d, $\ln(d)$ e inverso do diâmetro ($1/d$), cujos coeficientes de regressão foram significativos a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Coeficientes de regressão dos modelos ajustado pelo método *Stepwise* para estimação da altura e diâmetro da copa (dcp) de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill

Modelos	Coeficientes			
	β_0	β_1	β_2	β_3
1 $h = d^2$	1,3243 *	0,0055 *		
2 $\ln(h) = d^2 + \ln(d)$	- 0,1462 ^{ns}	0,0015 *	0,2725 *	
3 $dcp = d + \ln(d) + 1/d$	- 24,7361 *	- 0,5537 *	11,4692 *	53,7671 *
4 $\ln(dcp) = d + \ln(d) + 1/d$	- 17,8608 *	- 0,4084 *	8,1132 *	36,5173 *

FONTE: A autora (2023).

* Significativo a probabilidade de 5%; ^{ns} não significativo.

Segundo Sampaio e Silva (2005), testando equações de biomassa para *J. mollissima*, o diâmetro da base do caule obteve melhores parâmetros para determinação de biomassa, através de equação quadrática e potencial. Os mesmos autores afirmam que os diâmetros da base do caule e diâmetro a 1,30 m do solo são bons preditores para área de copa. Entretanto, a combinação da altura e diâmetro a 1,30 m do solo não são eficientes para medidas da copa. Ainda assim, os modelos testados pelos autores se adequam bem aos dados, e por isso, o R^2 foi sempre superior a 0,7. Amorim, Sampaio e Araújo (2005) indicaram o diâmetro a 1,30 m do solo como preditor para a área de copa, através de equação linear. Os autores confirmaram a grande variação de comportamento de espécies e comunidades nas diferentes regiões da Caatinga, mostrando a dificuldade em indicar uma equação geral para populações e espécies variadas, sem considerar suas particularidades.

Para os modelos 3 e 4, o grau de multicolinearidade, medido pelo fator de inflação de variâncias (VIF), foi superior a 10, o que indica elevado grau de multicolinearidade (Tabela

10). A possibilidade de multicolinearidade foi previamente notada nos valores dos β_1 para esses modelos, os quais foram negativos. Para o modelo 2, os valores de VIF foram de 7,20, indicando baixo grau de multicolinearidade. A partir dos valores do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), é possível identificar que os modelos 1 e 2 são mais eficientes, por apresentarem valores de 0,88 em comparação com os modelos 3 (0,05) e 4 (0,04), com valores de $S_{yx}\%$ superiores a 19%. Entretanto, os demais parâmetros calculados também indicaram que os modelos não eram adequados, como por exemplo altos valores de AIC e grau de multicolinearidade (VIF) superior a 100. Os elevados valores de VIF podem inflar as variâncias, dificultando a interpretação individual dos coeficientes de regressão estimados e das significâncias estatísticas (Almeida *et al.*, 2014; Schneider, 2009).

Tabela 9 – Estatísticas dos modelos selecionados pelo método *Stepwise* para estimação da altura e diâmetro da copa (dcp) de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

Modelos	R^2_{aj}	S_{yx}	$S_{yx}\%$	AIC	Fator de Inflação da Variância (VIF)			
					d^2	d	log(d)	1/d
1	0,883	0,173	7,96	-78,47	-	-	-	-
2	0,882	0,082	3,78	-76,36	7,20	-	7,20	-
3	0,052	0,420	27,40	144,13	-	271,85	821,29	177,20
4	0,049	0,421	19,29	144,56	-	271,85	821,29	177,20

FONTE: A autora (2023).

AIC: Critério de informação de Akaike; R^2_{aj} : Coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} : Erro padrão da estimativa.

Pesquisando espécies da Caatinga, Martins *et al.* (2020) testaram modelos para estimação da altura em função do diâmetro a 1,30 m do solo, porém, os coeficientes de determinação foram inferiores a 0,4. Para *Croton rhamnifolius* os valores de R^2 foram próximos a zero (0,025), com $S_{yx}\%$ em torno de 24%. Contudo, os autores afirmam que o modelo é adequado para estimar altura da espécie. Nas pesquisas de Martins *et al.* (2020) e Amorim; Sampaio; Araújo (2005) foram calculados apenas dois parâmetros: o coeficiente de determinação (R^2) e algum parâmetro de erro (RMSE ou $S_{yx}\%$), o que não garante a confiabilidade das equações selecionadas.

De maneira geral, os modelos 1 e 2, correspondentes à altura, apresentaram melhores estatísticas, quando comparados com os modelos 3 e 4 para relações dendrométricas com o diâmetro da copa. O erro padrão da estimativa em porcentagem ($S_{yx}\%$) mostra erros inferiores para os modelos 1 e 2, com 7,96% e 3,78% respectivamente. Por outro lado, os erros foram superiores para os dois modelos de diâmetro de copa, sendo superiores a 19%. O critério de informação de Akaike (AIC) mostra o modelo 1 com valor mais negativo (-78,47), indicando menor perda de informação, ou seja, mais próximo da realidade, seguido pelo modelo 2 com AIC igual a -76,36.

Dentre os testados, o modelo 2 apresentou R^2_{aj} superior, $S_{yx}\%$ menor em relação aos demais e valor mais negativo para o AIC, indicando que esse pode ser o modelo mais adequado para estimação da altura de *J. mollissima*. Entretanto, os modelos para diâmetro de copa não se mostraram adequados para a estimação.

O teste de Shapiro-Wilk indicou significância para os modelos 3 e 4, expressando ausência de normalidade dos resíduos (Tabela 11). O teste de homocedasticidade de Breusch-Pagan mostrou que os modelos 1, 2 e 3 apresentaram p-valor superior a 0,05, indicando variâncias homogêneas. Com isso, as inferências acerca das estatísticas calculadas não são viáveis para os modelos que violaram esses dois pressupostos da análise de regressão linear.

Tabela 10 – Testes de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk e homocedasticidade de Breusch-Pagan para os modelos de altura e diâmetro da copa e fator de correção de Meyer para os modelos com transformação logarítmica.

Modelos	Shapiro-Wilk (p-valor)	Breusch-Pagan (p-valor)	Fator de Correção de Meyer
1 $h = d^2$	0,26 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,0034
2 $\ln(h) = d^2 + \ln(d)$	0,60 ^{ns}	0,11 ^{ns}	
3 $dcp = d + \ln(d) + 1/d$	0,02 *	0,59 ^{ns}	1,0459
4 $\ln(dcp) = d + \ln(d) + 1/d$	0,002 *	0,0001 *	

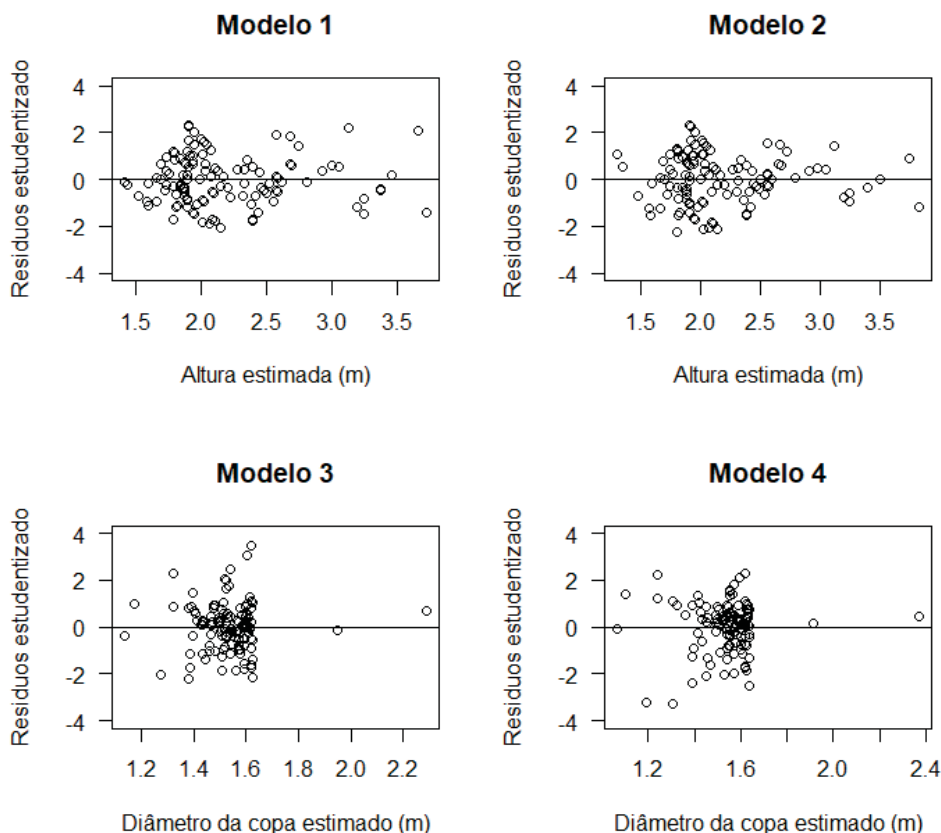
FONTE: A autora (2023).

* Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo

Para os modelos 2 e 4, com transformação logarítmica, os fatores de correção de Meyer (FC) calculados foram iguais à 1,0034 e 1,0459, respectivamente (Tabela 12). Tais valores indicaram o viés entre as estimações com e sem a correção da discrepância logarítmica no processo de retransformação da variável de interesse à escala original. Dessa forma, observou-se que o FC para o modelo 2 é menor, cerca de 0,3%, quando comparado com o modelo 4 (4%).

Complementando as análises dos resíduos, os modelos com a altura como variável dependente (modelos 1 e 2) apresentaram maior constância na dispersão dos resíduos (Figura 24). Os resíduos estudantizados dos modelos 3 e 4 não mostraram regularidade na distribuição, além de indicarem baixa densidade de observações para diâmetros de copa superiores a 1,7 m.

Figura 24 – Gráfico de resíduos estudentizados dos modelos testados para estimação da altura (modelos 1 e 2) e diâmetro da copa (modelos 3 e 4) de árvores de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.



FONTE: A autora (2023).

Devido ao padrão de crescimento da espécie, uma opção para realizar estudos de relações dendrométricas seria a utilização do diâmetro da base do caule, assim como realizado por Sampaio *et al.* (2010) e Sampaio; Silva (2005) para estimação de biomassa de espécies do semiárido brasileiro. Dessa forma, as equações com diâmetro da copa poderiam ter resultados diferentes dos encontrados na presentes pesquisa, uma vez que dados da copa das árvores geram informações relevantes em relação à cobertura da vegetação (Sampaio; Silva, 2005). É importante reafirmar as particularidades das espécies da Caatinga, que não são bem representadas em equações generalistas por área, fitofisionomia ou região (Amorim; Sampaio; Araújo, 2005).

As estatísticas de acurácia da validação cruzada mostraram que os modelos 1 e 2 mantiveram as melhores métricas estatísticas (Tabela 12). Os modelos 3 e 4, para diâmetro de copa, não se mostraram adequados para estimar essa variável. As medidas estatísticas mostraram valores baixos de acurácias em todas as avaliações propostas, com erros superiores aos vistos para os modelos para altura. Segundo Martins *et al.* (2020), a relação entre altura e diâmetro a 1,30 m do solo geram estimativas eficientes para a altura das árvores da Caatinga. Dentre os modelos selecionados para *J. mollissima*, no presente trabalho, a utilização da altura

em função do diâmetro (modelos 1 e 2) obteve os melhores parâmetros estatísticos na presente pesquisa. Esse comportamento pode ser influenciado pela simplicidade do modelo 1, tendo apenas uma variável independente no modelo (d^2), em comparação com o modelo 2, que teve duas (d^2 e $\ln(d)$).

Tabela 11 – Parâmetros estatísticos de validação pelo método de validação cruzada leave-one-out dos modelos testados para altura (h) e diâmetro da copa (dcp) de árvores de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

Modelos	MAE	MPE (%)	MSE	RMSE
1	0,141	6,737	0,029	0,172
2	0,141	6,722	0,029	0,172
3	0,310	24,535	0,171	0,413
4	0,319	23,898	0,175	0,418

FONTE: A autora (2023).

MAE: Erro médio absoluto; MPE: Erro médio em porcentagem; MSE: Erro médio quadrático; RMSE: Raiz quadrada do erro médio quadrático.

Os modelos 1 e 2, apresentaram MPE em torno de 6%, indicando o quanto o modelo não está explicando. Tais valores são baixos em comparação com os outros dois modelos com valores de MPE superiores a 20%. Dessa forma, apenas os modelos de estimação da altura de árvores de *Jatropha mollissima* são adequados para utilização a partir das equações finais: $h = 1,3200288 + 0,0055694.d^2$ e $\ln(h) = -0,233052 + 0,001407.d^2 + 0,314830.\ln(d)$.

Ressalta-se a necessidade de novos estudos sobre relações dendrométricas para *J. mollissima*, para ampliar a base de dados (Amorim; Sampaio; Araújo, 2005), como maior intensidade de amostragem e mensuração de variáveis adicionais, como indicado por Sampaio; Silva, (2005).

4 CONCLUSÃO

É possível estimar a altura em função do diâmetro a 1,30 m do solo com erros baixos, alto coeficiente de determinação e correlação, se mostrando eficientes para estimação da altura em plantas de *J. mollissima*.

A altura e o diâmetro a 1,30 m do solo apresentam boa relação dendrométrica. O diâmetro a 1,30 m do solo não é indicado para estimar o diâmetro da copa de *J. molíssima*.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. D. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 18, n. 3, p. 472–508, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000300023>
- ALMEIDA, A. Q.; MELLO, A. A.; DÓRIA NETO, A. L.; FERRAZ, R. C. Relações empíricas entre características dendrométricas da Caatinga Brasileira e dados TM Landsat 5. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 4, p. 306–315, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000400009>
- ALVES, A. R.; RIBEIRO, I. B.; DE SOUSA, J. R. L.; BARROS, S. S.; SOUSA, P. S. Análise da estrutura vegetacional em uma área de caatinga no município de Bom Jesus, Piauí. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 99–106, 2013.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. D. S. B.; ARAÚJO, E. L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 491–499, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000300011>
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615–623, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300023>
- ARAÚJO, J. R. S.; MORAIS, J. G. S.; SANTOS, C. M.; ROCHA, K. C. A.; FAGUNDES, A. C. A. R.; SILVA FILHO, F. A.; MARTINS, F. A.; ALMEIDA, P. M. Phytochemical prospecting, isolation, and protective effect of the ethanolic extract of the leaves of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues**, v. 84, n. 18, p. 743–760, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287394.2021.1938767>.
- BFG. Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguesia**, v. 66, n. 4, p. 1085–1113, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>
- BIGIO, N. C.; SECCO, R. S.; MOREIRA, A. **Jatropha in Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17582>>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- CARVALHO, J. N.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; RODRIGUES, R. G.; FONTANA, A. P.; PIFANO, D. S. Native caatinga species for the recovery of degraded areas in the Brazilian semiarid region. **Revista Arvore**, v. 46, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-908820220000010>.
- CAVALCANTE, M. B.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; COTTING, J. C.; SILVA, S. D. P.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 43-58, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/CS.v8i1.2649>

- CHEN, S. C.; GILADI, I. Allometric relationships between masses of seed functional components. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 35, n. May, p. 1–7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2018.09.005>.
- COSTA, M. P.; LONGHI, S. J. Modelos arquitetônicos para as espécies arbóreas de uma floresta estacional subtropical no Rio Grande Do Sul. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1418–1430, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509835050>
- FARIAS, S. G. G.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L.; SILVA, M. A. M.; LIMA, A. L. A. Fisionomia e estrutura de vegetação de caatinga em diferentes ambientes em Serra Talhada - Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 435–448, 1 abr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822745>
- FÉLIX-SILVA, J.; GOMES, J. A. S.; FERNANDES, J. M.; MOURA, A. K. C.; MENEZES, Y. A. S.; SANTOS, E. C. G.; TAMBOURGI, D. V.; SILVA-JUNIOR, A. A.; ZUCOLOTTI, S. M.; FERNANDES-PEDROSA, M. F. Comparison of two *Jatropha* species (Euphorbiaceae) used popularly to treat snakebites in Northeastern Brazil: Chemical profile, inhibitory activity against *Bothrops erythromelas* venom and antibacterial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 213, p. 12–20, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.11.002>
- FERNANDES, P. R. S.; SOUSA, D. A.; COELHO, M. C. B.; SILVA, M. V. C.; LIMA, E. N. P.; ATAIDE, Y. S. B.; LIMEIRA, M. M. C. Equações hipsométricas para *Pinus* sp. na estação experimental de ciências florestais de Itatinga, São Paulo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 1, p. 096–106, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n4.sena>
- FERRAZ, J. S. F.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, M. V. F. Dos. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de Caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. **Revista Arvore**, v. 38, n. 6, p. 1055–1064, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-67622014000600010>
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A.; TOMLINSON, P. **Tropical trees and Forests: An architectural Analysis**. Berlin: Spring-Verlag, 1978. 441 p.
- HOLANDA, A. C.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Vegetation structure caatinga in remaining from different with historical disturbance in the region of Cajazeirinhas - PB. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 142–150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n416rc>
- IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 168 p.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>

LEAL, C. K. A.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 5–13, 2005.

LIMA, B. G.; COELHO, M. F. B. Phytosociology and structure of a forest fragment caatinga, Ceará State, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 809–819, 29 jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832095>

LIMA, R. B.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; ALVES JÚNIOR, F. T.; OLIVEIRA, C. P. Estimating tree volume of dry tropical forest in the Brazilian semi-arid region: a comparison between regression and artificial neural networks. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 40, n. 3, p. 281–299, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1754241>.

MAGARIK, Y. A. S.; ROMAN, L. A.; HENNING, J. G. How should we measure the DBH of multi-stemmed urban trees? **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 47, p. 126481, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126481>.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SCHNEIDER, P. R.; LOUREIRO, G. H. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies lenhosas da Caatinga, semiárido pernambucano. **Ciencia Florestal**, v. 26, n. 3, p. 863–874, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509824214>

MARTINS, M.; MARANGON, G.; COSTA, E.; PFEIFER, M.; LISBOA, G. RELAÇÃO hipsométrica de três espécies da caatinga, semiárido Pernambuco. **Agrarian Academy**, v. 7, n. 13, 30 jul. 2020. DOI: https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2020a5

MEDEIROS, F. S.; DE SOUZA, M. P.; CERQUEIRA, C. L.; ALVES, A. R.; SOUZA, M. D. S.; BORGES, C. H. A. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diâétrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 85, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i2.900>

NASCIMENTO, R. G. M.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO, D. J.; AUGUSTYNICZIK, A. L. D.; CAVALHEIRO, R. Relações dendrométricas de *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 369–374, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.369>

NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Phenological behavior of three species of *Jatropha* (Euphorbiaceae) in the semi-arid Caatinga region of Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-84042010000100014>

PATRÍCIO, M. C. M. D. C.; TROVÃO, D. M. B. M. D. M. B. M. Seed biometry: Another functional trait in Caatinga. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 42, n. 2011, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v42i1.51183>

PEREIRA, J. E. S.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A.; LIMA, R. B.; CARVALHO, F. F.; NASCIMENTO, M. S.; ARAGÃO, M. A. Form Quotient in Estimating Caatinga Tree Volume. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 40, n. 5, p. 508–517, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1779090>.

QUEIROZ, M. F.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; ARRIEL, N. H. C.; MARINHO, F. J. L.; LEITE, S. F. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400008>

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena. R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.

RIBEIRO, J. E. S.; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; FERREIRA, J. T. A.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. L. A.; ALBUQUERQUE, M. B. Estimativa da área foliar de *Mesosphaerum suaveolens* a partir de relações alométricas. **Rodriguésia**, v. 71, p. 1–9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071115>

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de Caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 192–205, 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117546030>

SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na paraíba. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 487–497, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.017315>

SAMPAIO, E.; GASSON, P.; BARACAT, A.; CUTLER, D.; PAREYN, F.; LIMA, K. C. Tree biomass estimation in regenerating areas of tropical dry vegetation in northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 6, p. 1135–1140, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.12.028>

SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, G. C. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 935–943, dez. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000400028>

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; ROGLIN, A.; PIMENTEL, A. Relações diâmetro-altura para espécies lenhosas em um fragmento de floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Iheringia - Serie Botanica**, v. 68, n. 1, p. 103–114, 2013. DOI: <https://doi.org/>

SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: FACOS, 2009. 294 p.

SCHÖBER, P. & SCHWARTZ, L. 2018. Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. **Anesthesia and Analgesia**, 126(5): 1763–1768. DOI: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

SENA, A. L. M.; SILVA NETO, A. J.; OLIVEIRA, G. M. V.; CALEGARIO, N. Modelos lineares e não lineares com uso de covariantes para relação hipsométrica de duas espécies de pinus tropicais. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 969–980, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509820651>

SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. Influences of determined and estimated dendrometric variables on the precision of volumetric modelling. **Journal of Forest Science**, v. 67, n. 12, p. 553–561, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17221/105/2021-JFS>.

SILVA, P. S. L.; SILVA, K. M. B.; LOBO, R. N. B.; SILVA, P. I. B. Growth of seven perennial plant species adapted to the Brazilian Semi-Arid. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 4, p. 935–941, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-33062007000400018>

SOUZA, D. D.; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21726/abc.v6i2.663>

SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; LUCENA, D. D. S.; SANTOS, W. D. S.; HENRIQUES, Í. G. N.; LUCENA, M. D. F. D. A.; SOUZA, A. D.; SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; LUCENA, D. D. S.; SANTOS, W. D. S.; HENRIQUES, Í. G. N.; LUCENA, M. F. A.; SOUZA, A. D. Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas - PB. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1317–1330, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509825152>

WALTER, L. S.; GABIRA, M. M.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, A. C.; KRATZ, D. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae). **Bosque**, v. 41, n. 1, p. 77–82, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000100077>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliométrica deixou evidente o baixo número de revistas brasileiras indexadas em bases de dados internacionais, o que reflete no baixo número de artigo com espécies tropicais identificados na pesquisa.

O corte longitudinal das sementes de *J. mollissima* proporciona maior praticidade na realização do teste de tetrazólio, reduz o tempo de preparo e perdas de sementes, sendo uma alternativa à metodologia já existente. No entanto, o teste de condutividade elétrica necessita de mais estudos para melhor padronização, uma vez que as sementes apresentam características morfológicas que podem dificultar a definição de um protocolo para avaliação.

Jatropha mollissima apresenta características de crescimento que devem ser aprofundadas em pesquisas futuras para definir equações com relações dendrométricas adequadas para estimação da área da copa e avaliar a aplicação de outras variáveis.

Os resultados desta pesquisa mostram a importância de intensificar os estudos com espécies nativas, que têm diversas potencialidades de uso, principalmente para populações nas regiões de ocorrência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULWEHAB, S. A.; EL-NAGERABI, S. A. F.; ELSHAFIE, A. E. Leguminicolous fungi associated with some seeds of Sudanese legumes. **Biodiversitas**, v. 16, n. 2, p. 987–998, 28 set. 2015.
- AGRA, M. D. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 18, n. 3, p. 472–508, 2008.
- ALBUQUERQUE, U. P.; SOUSA ARAÚJO, T. A.; RAMOS, M. A.; NASCIMENTO, V. T.; LUCENA, R. F. P.; MONTEIRO, J. M.; ALENCAR, N. L.; ARAÚJO, E. D. L. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: Reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 1, p. 127–150, 2009.
- ALMEIDA, A. Q.; MELLO, A. A.; DÓRIA NETO, A. L.; FERRAZ, R. C. Relações empíricas entre características dendrométricas da Caatinga Brasileira e dados TM Landsat 5. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 49, n. 4, p. 306–315, 2014.
- ALVES, A. R.; RIBEIRO, I. B.; SOUSA, J. R. L.; BARROS, S. S.; SOUSA, P. S. Análise da estrutura vegetacional em uma área de caatinga no município de Bom Jesus, Piauí. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 99–106, 2013.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. D. S. B.; ARAÚJO, E. L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 491–499, 2009.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615–623, 2005.
- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 563–568, set. 2005.
- AÑEZ, L. M. M.; COELHO, M. F. B.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; MENDONÇA, E. A. F.; DOMBROSKI, J. L. D. Padronização da metodologia do teste de tetrazólio para sementes de *Jatropha elliptica* M. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 3, p. 82–88, 2007.
- ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, v. 33, n. 8, p. 1353–1367, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0672-6>.
- ANTUNES, J.; GOMES, S.; FÉLIX-SILVA, J.; FERNANDES, J. M.; AMARAL, J. G.; LOPES, N. P. N. P.; EGITO, E. S. T.; SILVA-JÚNIOR, A. A.; ZUCOLOTO, S. M.; DE, M.; FERNANDES-PEDROSA, F.; GOMES, J. A. D. S. J. A. D. S.; FÉLIX-SILVA, J.; FERNANDES, J. M.; AMARAL, J. G.; LOPES, N. P. N. P.; EGITO, E. S. E. S. T.; DA SILVA-JÚNIOR, A. A. A. A.; MARIA ZUCOLOTO, S.; FERNANDES-PEDROSA, M. D. F. M. D. F. Aqueous leaf extract of *Jatropha mollissima* (Pohl) Bail decreases local effects

induced by bothropic venom. **BioMed Research International**, v. 2016, n. Article ID 6101742, p. 13, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6101742>.

AQUINO, D. N.; NETO, O. C. R.; MOREIRA, M. A.; TEIXEIRA, A. S.; ANDRADE, E. M. Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 49, n. 3, p. 420–429, 2018. Disponível em: <www.ccarevista.ufc.br>. Acesso em: 7 dez. 2020.

ARAÚJO, J. O.; PINHEIRO, D. T.; DIAS, D. C. F. D. S.; HILST, P. C.; MEDEIROS, A. D. de. Adequacy of the tetrazolium test to evaluate the viability of *Jatropha curcas* L. seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 470–477, out. 2019.

ARAÚJO, J. R. S.; MORAIS, J. G. S.; SANTOS, C. M.; ROCHA, K. C. A.; FAGUNDES, A. da C. A. R.; SILVA FILHO, F. A.; MARTINS, F. A.; ALMEIDA, P. M. Phytochemical prospecting, isolation, and protective effect of the ethanolic extract of the leaves of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues**, v. 84, n. 18, p. 743–760, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287394.2021.1938767>.

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAÚJO, E. F.; DONZELES, S. M. L.; COSTA, G. M. Teste de condutividade elétrica para sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **IDESIA (Chile)**, v. 29, n. 2, p. 79–86, 2011.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 1 nov. 2017.

BFG. Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguesia**, v. 66, n. 4, p. 1085–1113, 2015.

BIGIO, N. C.; SECCO, R. S.; MOREIRA, A. . **Jatropha in Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB17582>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BRANCALION, P. H. S.; TAY, D.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R.; FILHO, J. M. Priming of pioneer tree *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) seeds evaluated by an automated computer image analysis. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 3, p. 274–279, 2010.

BRAQUEHAIS, I. D.; VASCONCELOS, F. R.; RIBEIRO, A. R. C.; SILVA, A. R. .; FRANCA, M. G. A.; LIMA, D. R.; PAIVA, C. F.; GUEDES, M. I. F.; MAGALHÃES, F. E. A. Estudo preliminar toxicológico, antibacteriano e fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo, Euphorbiaceae), coletada no Município de Tauá, Ceará, Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 2 suppl 1, p. 582–587, 2016.

BRASIL. **Regra para análises de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.

CARVALHO, J. N.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; RODRIGUES, R. G.; FONTANA, A. P.; PIFANO, D. S. Native caatinga species for the recovery of degraded areas in the brazilian semiarid region. **Revista Arvore**, v. 46, 2022. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1590/1806-908820220000010>.

CASTRILLON, R. G.; HELM, C. V.; MATHIAS, A. L. *Araucaria angustifolia* and the pinhão seed: Starch, bioactive compounds and functional activity – a bibliometric review. **Ciencia Rural**, v. 53, n. 9, 2023.

CASTRO-COLINA, L.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P.; MENDOZA, A.; OROZCO-SEGOVIA, A. Effect of hydropriming and acclimation treatments on *Quercus rugosa* acorns and seedlings. **European Journal of Forest Research**, v. 131, n. 3, p. 747–756, 2012.

CAVALCANTE, M. B.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; COTTING, J. C.; SILVA, S. D. P.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 43-58, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/CS.v8i1.2649>

CHAITANYA, K. S. K.; NAITHANI, S. . Kinetin-Mediated prolongation of viability in recalcitrant sal (*Shorea robusta* Gaertn. F.) seeds at low temperature: Role of kinetin in delaying membrane deterioration during desiccation-induced injury. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 17, p. 63–69, 1998.

CHEN, S. C.; GILADI, I. Allometric relationships between masses of seed functional components. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 35, n. May, p. 1–7, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2018.09.005>>.

CHIKONO, C.; CHOINSKI, J. S. Thermotolerance characteristics of seeds from geographically isolated populations of the African tree *Combretum apiculatum* Sonder. **African Journal of Ecology**, v. 30, n. 1, p. 65–73, 1992.

COOK, A.; TURNER, S. R.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; STEADMAN, K. J.; DIXON, K. W. Occurrence of physical dormancy in seeds of Australian Sapindaceae: A survey of 14 species in nine genera. **Annals of Botany**, v. 101, n. 9, p. 1349–1362, 2008.

COSTA, M. do P.; LONGHI, S. J. Modelos arquitetônicos para as espécies arbóreas de uma floresta estacional subtropical no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1418–1430, 2018.

COSTA, R. J. O. **Perfil fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e avaliação da sua atividade toxicológica, antitumoral e antibacteriana**. 2018. Universidade Federal de Pernambuco, 2018. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/30655/1/DISSERTAÇÃO Raíra Justino Oliveira Costa.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/30655/1/DISSERTAÇÃO%20Ra%20Justino%20Oliveira%20Costa.pdf)>.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: Uma revisão. **Colloquium Agrariae**, v. 1, n. 1, p. 30–41, 2005.

DAIBES, L. F.; PAUSAS, J. G.; BONANI, N.; NUNES, J.; SILVEIRA, F. A. O.; FIDELIS, A. Fire and legume germination in a tropical savanna: ecological and historical factors. **Annals of Botany**, v. 123, n. 7, p. 1219–1229, 8 jul. 2019.

DALANHOL, S. J.; REZENDE, E. H.; ABREU, D. C. A. De; NOGUEIRA, A. C. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 69–77, 2014. DOI: <http://floram.org/doi/10.4322/floram.2014.013>.

DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C. Teste de tetrazólio para avaliar viabilidade e vigor de sementes de espécies florestais da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 25, n. 1, p. 60–64, 2015.

DENG, F.; QI, H.; ZHAO, G. Seed vigor assessment for *Cunninghamia lanceolata* and *Pinus massoniana* using image processing. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 28, n. SUPPL. 2, p. 274–279, 2012.

DICKIE, J. B.; SMITH, R. D. Observations on the survival of seeds of *agathis* spp. stored at low moisture contents and temperatures. **Seed Science Research**, v. 5, n. 1, p. 5–14, 1995.

DONÀ, M.; BALESTRAZZI, A.; MONDONI, A.; ROSSI, G.; VENTURA, L.; BUTTAFAVA, A.; MACOVEI, A.; SABATINI, M. E.; VALASSI, A.; CARBONERA, D. DNA profiling, telomere analysis and antioxidant properties as tools for monitoring ex situ seed longevity. **Annals of Botany**, v. 111, n. 5, p. 987–998, maio 2013.

DUMONT, J.; HIRVONEN, T.; HEIKKINEN, V.; MISTRETTA, M.; GRANLUND, L.; HIMANEN, K.; FAUCH, L.; PORALI, I.; HILTUNEN, J.; KESKI-SAARI, S.; NYGREN, M.; OKSANEN, E.; HAUTA-KASARI, M.; KEINÄNEN, M. Thermal and hyperspectral imaging for Norway spruce (*Picea abies*) seeds screening. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 116, p. 118–124, ago. 2015.

FARHADI, M.; TIGABU, M.; ODÉN, P. Near Infrared Spectroscopy as non-destructive method for sorting viable, petrified and empty seeds of *Larix sibirica*. **Silva Fennica**, v. 49, n. 5, p. 987–998, 2015.

FARIAS, S. G. G.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L.; SILVA, M. A. M.; LIMA, A. L. A. de. fisionomia e estrutura de vegetação de caatinga em diferentes ambientes em Serra Talhada - Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 435–448, 1 abr. 2016.

FÉLIX-SILVA, J.; GOMES, J. A. S.; FERNANDES, J. M.; MOURA, A. K. C.; MENEZES, Y. A. S.; SANTOS, E. C. G.; TAMBOURGI, D. V.; SILVA-JUNIOR, A. A.; ZUCOLOTTI, S. M.; FERNANDES-PEDROSA, M. F. Comparison of two *Jatropha* species (Euphorbiaceae) used popularly to treat snakebites in Northeastern Brazil: Chemical profile, inhibitory activity against *Bothrops erythromelas* venom and antibacterial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 213, p. 12–20, mar. 2018.

FENG, L.; ZHU, S.; LIU, F.; HE, Y.; BAO, Y.; ZHANG, C. Hyperspectral imaging for seed quality and safety inspection: A review. **Plant Methods**, v. 15, n. 1, p. 1–25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0476-y>.

FERNANDES, P. R. S.; SOUSA, D. A.; COELHO, M. C. B.; SILVA, M. V. C.; LIMA, E. N. P.; ATAIDE, Y. S. B.; LIMEIRA, M. M. C. Equações hipsométricas para *Pinus* sp. na estação experimental de ciências florestais de Itatinga, São Paulo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 1, p. 096–106, 2021.

FERRAZ, J. S. F.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de Caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. **Revista Arvore**, v. 38, n. 6, p. 1055–1064, 2014a.

FERRAZ, J. S. F.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; JACQUELINE, M. I. M.; SANTOS, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arboreo da vegetação em suas áreas de caatinga, no município de Floresta, Penambuco. **Revista Arvore**, v. 38, n. 6, p. 1055–1064, 2014b.

FERRAZ, R. C.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; PRATA, A. P. N. Levantamento fitossociológico em área de caatinga no monumento natural Grota do Angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 89–98, 2013.

FERREIRA, R. B.; PARREIRA, M. R.; ARRUDA, F. V.; FALCÃO, M. J. A.; MANSANO, V. F.; NABOUT, J. C. Combining ecological niche models with experimental seed germination to estimate the effect of climate change on the distribution of endangered plant species in the Brazilian Cerrado. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 194, n. 4, 1 abr. 2022.

FLORES, P.; POGGI, D.; GARIGLIO, N.; CATRARO, M. Accelerated aging test to assess vigor of *Juglans nigra* seeds. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. 2, p. 221–232, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1628685>.

FORRESTER, D. I.; TACHAUER, I. H. H.; ANNIGHOEFER, P.; BARBEITO, I.; PRETZSCH, H.; RUIZ-PEINADO, R.; STARK, H.; VACCHIANO, G.; ZLATANOV, T.; CHAKRABORTY, T.; SAHA, S.; SILESHI, G. W. Generalized biomass and leaf area allometric equations for European tree species incorporating stand structure, tree age and climate. **Forest Ecology and Management**, v. 396, p. 160–175, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.011>.

FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, n. 3, p. 359–366, 2019.

GEORGE, T. T.; OBILANA, A. O.; OYENIHI, A. B.; RAUTENBACH, F. G. Moringa oleifera through the years: a bibliometric analysis of scientific research (2000-2020). **South African Journal of Botany**, v. 141, p. 12–24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.04.025>.

GODEFROID, S.; VAN DE VYVER, A.; STOFFELEN, P.; VANDERBORGHT, T. Effectiveness of dry heat as a seed sterilisation technique: Implications for ex situ conservation. **Plant Biosystems**, v. 151, n. 6, p. 1054–1061, 2017.

GREEN, P. T. Greta's Garbo: Stranded seeds and fruits from Greta Beach, Christmas Island, Indian Ocean. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 5, p. 937–946, 1999.

GUIL-LAYNEZ, J. L.; GUIL-GUERRERO, J. L.; GUIL-LAYNEZ, Á. Bioprospecting for seed oils in tropical areas for biodiesel production. **Industrial Crops and Products**, v. 128, n. June 2018, p. 504–511, 2019.

GÜNSTER, A. Seed bank dynamics - longevity, viability and predation of seeds of serotinous

plants in the central Namib desert. **Journal of Arid Environments**, v. 28, n. 3, p. 195–205, 1994.

GUOLLO, K.; POSSENTI, J. C.; FELIPPI, M.; DEL QUIQUI, E. M.; LOIOLA, T. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais através do teste de condutividade elétrica. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 1, p. 86–92, 27 abr. 2017.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A.; TOMLINSON, P. . **Tropical trees and Forests: An architectural Analysis**. Berlin: Spring-Verlag, 1978. 441 p.

HOLANDA, A. C.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Vegetation structure caatinga in remaining from different with historical disturbance in the region of cajazeirinhas - PB. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 142–150, 2015.

IBGE. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/>>. Acesso em: 17 mar. 2020a.

IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b. 168 p.

IBGE, I. G. E. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KAVIANI, B. Cryopreservation by encapsulation-dehydration for long-term storage of some important germplasm: Seed of lily [*Lilium ledebourii* (Baker) Bioss.], embryonic axe of persian lilac (*Melia azedarach* L.), and tea (*Camellia sinensis* L.). **Plant OMICS**, v. 3, n. 6, p. 177–182, 2010.

LABOURIAU, L. . **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LEAL, C. K. A.; AGRA, M. D. F. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 24, n. 1, p. 5–13, 2005.

LIMA, B. G.; COELHO, M. F. B. Phytosociology and structure of a forest fragment caatinga, Ceará State, Brazil. **Ciencia Florestal**, v. 28, n. 2, p. 809–819, 29 jun. 2018.

LIMA, J. O.; RIOS, J. B.; TREVISAN, M. T. S.; GALLÃO, M. I.; GALLAO, M. Morphological characterization of fruits and seeds of *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Magnoliopsida: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 4, p. 263–269, 2015.

LIMA, R. B.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; ALVES JÚNIOR, F. T.; OLIVEIRA, C. P. Estimating tree volume of dry tropical forest in the brazilian semi-arid region: A comparison between regression and artificial neural networks. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 40, n. 3, p. 281–299, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1754241>.

LIU, Y.; LI, C.; LIU, W.; DONG, Q. Trends in Global Research on Seed Dispersal: A Bibliometric Analysis. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 24, 2022a.

LIU, Z.; ZHAO, M.; LU, Z.; ZHANG, H. Seed traits research is on the rise: A bibliometric analysis from 1991–2020. **Plants**, v. 11, n. 15, p. 1–14, 2022b.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; ARAÚJO, B. R. N.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093–1101, dez. 2013.

LUNA, C. V. Establecimiento de un método eficiente de estandarización de la germinación in vitro de *Moringa oleifera* (Moringaceae). **Acta Botanica Mexicana**, v. 111, n. 126, p. 987–998, 10 abr. 2019.

MAGARIK, Y. A. S.; ROMAN, L. A.; HENNING, J. G. How should we measure the DBH of multi-stemmed urban trees? **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 47, p. 126481, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126481>.

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

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SCHNEIDER, P. R.; LOUREIRO, G. H. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies lenhosas da Caatinga, semiárido pernambucano. **Ciencia Florestal**, v. 26, n. 3, p. 863–874, 2016.

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

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

MARTINS, M.; MARANGON, G.; COSTA, E.; PFEIFER, M.; LISBOA, G. Relação hipsométrica de três espécies da caatinga, semiárido pernambuco. **Agrarian Academy**, v. 7, n. 13, 30 jul. 2020.

MASULLO, L. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; AMÉRICO, C. Otimização do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Platymiscium floribundum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* e *Acacia polyphylla* DC. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 2, p. 189–197, 2017.

MEDEIROS, F. S.; DE SOUZA, M. P.; CERQUEIRA, C. L.; ALVES, A. R.; SOUZA, M. D. S.; BORGES, C. H. A. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diâométrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 85, 2019.

MEDEIROS, J. A. D.; NUNES, S. P. L.; FÉLIX, F. C.; FERRARI, C. D. S.; PACHECO, M. V.; TORRES, S. B. Vigor test of (strong) normal intact *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith seedlings. **Journal of Seed Science**, v. 42, p. e202042011, 2020.

MEDEIROS, R. V.; SALES, J. F.; NASCIMENTO, K. J. T.; RÚBIO NETO, A.; ZUCHI, J.;

RESENDE, O.; RODRIGUES, D. A.; RODRIGUES, A. A. Associations between integument color and physical and physiological quality in *Pterodon pubescens* Seeds. **Plants**, v. 11, n. 10, p. 1302, 2022.

MELO, J. G.; ARAÚJO, T. A. D. S.; CASTRO, V. T. N. A.; CABRAL, D. L. D. V.; RODRIGUES, M. D.; NASCIMENTO, S. C.; AMORIM, E. L. C.; ALBUQUERQUE, U. P. de. Antiproliferative activity, antioxidant capacity and tannin content in plants of semi-arid northeastern Brazil. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 8534–8542, 2010.

MILOŠEVIĆ, M.; VUJAKOVIĆ, M.; KARAGIĆ, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v. 42, n. 1, p. 103–118, 2010.

MIRESKI, M. C.; GUEDES, R. S.; WENDLING, I.; PEÑA, M. L. P.; MEDEIROS, A. C. S. Secagem na viabilidade e desenvolvimento embrionário de sementes de *Ilex paraguariensis*. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1354–1362, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509824451>.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000097, 21 jul. 2009.

MORINA, D. L.; LASHLEY, M. A.; CHITWOOD, M. C.; MOORMAN, C. E.; DEPERNO, C. S. Should we use the float test to quantify acorn viability? **Wildlife Society Bulletin**, v. 41, n. 4, p. 776–779, 1 dez. 2017.

MOURA, M. M.; WALTER, L. S.; LINS, T. R. S.; ARAUJO, E. C. G.; CUNHA NETO, E. M.; SANTANA, G. M.; BRASIL, I. D. S.; SILVA, T. C. Temporal analysis of desertification vulnerability in Northeast Brazil using Google Earth Engine. **Transactions in GIS**, p. 1–15, 2022.

MUKASA, P.; WAKHOLI, C.; MO, C.; OH, M.; JOO, H. J.; SUH, H. K.; CHO, B. K. Determination of viability of *Retinispora* (Hinoki cypress) seeds using FT-NIR spectroscopy. **Infrared Physics and Technology**, v. 98, p. 62–68, 2019.

MUKASA, P.; WAKHOLI, C.; MOHAMMAD, A. F.; PARK, E.; LEE, J.; SUH, H. K.; MO, C.; LEE, H.; BAEK, I.; KIM, M. S.; CHO, B. K. Determination of the viability of *retinispora* (*Hinoki cypress*) seeds using shortwave infrared hyperspectral imaging spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 28, n. 2, p. 70–80, 2020.

MURALI, K. S. Patterns of seed size, germination and seed viability of tropical tree species in Southern India. **Biotropica**, v. 29, n. 3, p. 271–279, 1997.

NASCIMENTO, R. G. M.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO, D. J.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; CAVALHEIRO, R. Relações dendrométricas de *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 369–374, 2010.

NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Phenological behavior of three species of *Jatropha* (Euphorbiaceae) in the semi-arid Caatinga region of Brazil. **Revista Brasileira de Botanica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010a.

NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 155–166, 2010b.

NEVES, E. L.; MACHADO, I. C.; VIANA, B. F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 553–563, 2011.

NEVES, E. L.; VIANA, B. F. Dispersão e predação de sementes de três espécies de *Jatropha* L., (Euphorbiaceae) da caatinga, semi-árido do Brasil. **Cambotá - Revista Virtual**, v. 4, n. 2, p. 146–157, 2008.

OLIVEIRA, R. A. D.; NEVES, S. C.; RIBEIRO, L. M.; LOPES, P. S. N.; SILVÉRIO, F. O. Storage, oil quality and cryopreservation of babassu palm seeds. **Industrial Crops & Products**, v. 91, p. 332–339, 2016.

OLSON, B. E.; WALLANDER, R. T.; KOTT, R. W. Recovery of leafy spurge seed from sheep. **Journal of Range Management**, v. 50, n. 1, p. 10–15, 1997.

PANG, L.; WANG, L.; YUAN, P.; YAN, L.; XIAO, J. Rapid seed viability prediction of *Sophora japonica* by improved successive projection algorithm and hyperspectral imaging. **Infrared Physics and Technology**, v. 123, p. 104143, 2022.

PATRÍCIO, M. C. M. D. C.; TROVÃO, D. M. B. M. D. M. B. M. Seed biometry: Another functional trait in Caatinga. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 42, n. 2011, 2020.

PEREIRA, J. E. S.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A.; LIMA, R. B. de; CARVALHO, F. F.; NASCIMENTO, M. S.; ARAGÃO, M. A. Form quotient in estimating caatinga tree volume. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 40, n. 5, p. 508–517, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1779090>.

POPOVA, E.; MOLTCHANOVA, E.; HAN, S. H.; SAXENA, P.; KIM, D. H. Cryopreservation of *Prunus padus* seeds: emphasising the significance of Bayesian methods for data analysis. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 46, n. 6, p. 766–774, jun. 2016.

PRADO, C. H. B. A.; TROVÃO, D. M. B. M.; SOUZA, J. P. A network model for determining decomposition, topology, and properties of the woody crown. **Journal of Theoretical Biology**, v. 499, p. 110318, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2020.110318>.

PRADO, J. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 407–415, 5 dez. 2019.

PRITCHARD, H. W.; TOMPSETT, P. B.; MANGER, K. R. Development of a thermal time model for the quantification of dormancy loss in *Aesculus hippocastanum* seeds. **Seed Science Research**, v. 6, n. 3, p. 127–135, 1996.

PROBERT, R. J.; DAWS, M. I.; HAY, F. R. Ecological correlates of ex situ seed longevity: A comparative study on 195 species. **Annals of Botany**, v. 104, n. 1, p. 57–69, 2009.

- PRZYBYŁO, J.; JABŁOŃSKI, M. Using Deep Convolutional Neural Network for oak acorn viability recognition based on color images of their sections. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 156, p. 490–499, 2019.
- QUEIROZ, M. F.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; ARRIEL, N. H. C.; MARINHO, F. J. L.; LEITE, S. F. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 405–411, 2013.
- QUEIROZ NETO, R. F.; ARAÚJO, H. N.; FREITAS, C. I. A.; COSTA, K. M. D. F. M.; ABRANTES, M. R.; ALMEIDA, J. G. L.; TORRES, T. M.; MOURA, G. H. F.; BATISTA, J. S. The *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill: chemical and pharmacological activities of the latex and its extracts. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2613–2624, 2019.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing** Viena. R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.
- RIBEIRO, A. R. C.; ANDRADE, F. D.; MEDEIROS, M. C.; CAMBOIM, A. S.; PEREIRA JÚNIOR, F. A.; ATHAYDE, A. C. R.; RODRIGUES, O. G.; SILVA, W. W. Estudo da atividade anti-helmíntica do extrato etanólico de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) sob *Haemonchus contortus* em ovinos no semiárido paraibano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 1051–1055, nov. 2014.
- RIBEIRO, J. E. S.; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; FERREIRA, J. T. A.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. L. A.; ALBUQUERQUE, M. B. Estimativa da área foliar de *Mesosphaerum suaveolens* a partir de relações alométricas. **Rodriguésia**, v. 71, p. 1–9, 2020.
- RIBEIRO, L. M.; OLIVEIRA, T. G. S.; CARVALHO, V. S.; SILVA, P. O.; NEVES, S. C.; GARCIA, Q. S. The behaviour of macaw palm (*Acrocomia aculeata*) seeds during storage. **Seed Science and Technology**, v. 40, n. 3, p. 344–353, 2012.
- RIZWAN, S.; AFTAB, F. Effect of different pretreatments on breaking seed dormancy and In vitro germination in *jatropha curcas* L. **Pakistan Journal of Botany**, v. 50, n. 2, p. 605–608, 2018.
- ROCHA, F. A. G.; DANTAS, L. Í. S. Atividade antimicrobiana in vitro do látex do aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.), pinhão bravo (*Jatropha mollissima* L.) e pinhão roxo (*Jatropha gossypifolia* L.) sobre microorganismos patogênicos. **Holos**, v. 4, p. 3–1, 2009.
- ROCHE, S.; DIXON, K. W.; PATE, J. S. Seed ageing and smoke: Partner cues in the amelioration of seed dormancy in selected Australian native species. **Australian Journal of Botany**, v. 45, n. 5, p. 783–815, 1997.
- RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de Caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 192–205, 2008.
- ROESLER, G. D.; RODRIGUES, J.; FORTI, V. A. Bibliometric revision regarding the use of survival analysis in seed germination studies. **Ciencia Rural**, v. 53, n. 11, p. 1–12, 2023.

RUDGERS, J. A.; HALLMARK, A.; BAKER, S. R.; BAUR, L.; HALL, K. M.; LITVAK, M. E.; MULDAVIN, E. H.; POCKMAN, W. T.; WHITNEY, K. D. Sensitivity of dryland plant allometry to climate. **Functional Ecology**, v. 33, n. 12, p. 2290–2303, 2019.

SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na paraíba. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 487–497, 2016.

SAMPAIO, E.; GASSON, P.; BARACAT, A.; CUTLER, D.; PAREYN, F.; LIMA, K. C. Tree biomass estimation in regenerating areas of tropical dry vegetation in northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 6, p. 1135–1140, 2010.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, G. C. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 935–943, dez. 2005.

SANGAKKARA, U. R. Effect of time of harvest and storage conditions on germination of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 170, n. 2, p. 97–102, 1993.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; ROGLIN, A.; PIMENTEL, A. Relações diâmetro-altura para espécies lenhosas em um fragmento de floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Iheringia - Serie Botanica**, v. 68, n. 1, p. 103–114, 2013.

SANTAGAPITA, P. R.; OTT SCHNEIDER, H.; AGUDELO-LAVERDE, L. M.; BUERA, M. P. Impact of protective agents and drying methods on desiccation tolerance of *Salix nigra* L. seeds. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 82, p. 262–269, 1 set. 2014.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 99–118, 2008.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: FACOS, 2009. 294 p.

SENA, A. L. M.; SILVA NETO, A. J.; OLIVEIRA, G. M. V.; CALEGARIO, N. Modelos lineares e não lineares com uso de covariantes para relação hipsométrica de duas espécies de *Pinus* tropicais. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 969–980, 2015.

SHI, Z.; ZHANG, J.; WEI, H. Research progress on Soil Seed Bank: A bibliometrics analysis. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 12, p. 4888, 2020.

SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. Influences of determined and estimated dendrometric variables on the precision of volumetric modelling. **Journal of Forest Science**, v. 67, n. 12, p. 553–561, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17221/105/2021-JFS>.

SILVA, P. S. L.; SILVA, K. M. B.; LOBO, R. N. B.; SILVA, P. I. B. Growth of seven perennial plant species adapted to the Brazilian Semi-Arid. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 4, p. 935–941, 2007.

SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Seed oils of Euphorbiaceae

from the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Biomass and Bioenergy**, v. 69, p. 124–134, out. 2014.

SOARES, C. P. B.; MARTINS, F. B.; LEITE, H. U.; DA SILVA, G. F.; FIGUEIREDO, L. T. M. Equações hipsométricas, volumétricas e de taper para onze espécies nativas. **Revista Arvore**, v. 35, n. 5, p. 1039–1051, 2011.

SONI, N.; RAJ, K.; MOR, V. S.; CHUGH, R. K. Mycoflora impact on germination and vigour of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) seeds and its management through different plant protectants. **Seed Science and Technology**, v. 49, n. 3, p. 207–217, 2021.

SOUZA, D. D.; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115, 2019.

SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; LUCENA, D. D. S.; SANTOS, W. D. S.; HENRIQUES, Í. G. N.; LUCENA, M. D. F. D. A.; SOUZA, A. D.; SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; LUCENA, D. D. S.; SANTOS, W. D. S.; HENRIQUES, Í. G. N.; LUCENA, M. F. A.; SOUZA, A. D. Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de Caatinga, São José de Espinharas - PB. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1317–1330, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. v. 6 ed. 858 p.

TANNI, S. E.; PATINO, C. M.; FERREIRA, J. C. Correlation vs. regression in association studies. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 46, n. 1, p. 1763–1768, maio 2020. DOI: <http://journals.lww.com/00000539-201805000-00050>.

TAVECCHIO, N. E. M.; VIGLIOCCO, A. E.; TERENCE, O. A.; WASSNER, D.; REINOSO, H. E.; PEDRANZANI, H. E. *Jatropha curcas* L. and *J. macrocarpa* Griseb: Seed morphology, viability, dormancy, germination and growth of seedlings. **American Journal of Plant Sciences**, v. 09, n. 09, p. 1835–1854, 2018.

TEKETAY, D. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1–3, p. 209–223, 1996.

TEKETAY, D.; GRANSTRÖM, A. Seed viability of afro-montane tree species in forest soils. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 1, p. 81–95, 1997.

VASCONCELOS, G. C. L.; FERNANDES, F. S.; AMADOR, A. M.; AMADOR, K. A. M.; ARRIEL, N. H. C. Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263–268, 2014.

VIEIRA, R.; MARCOS-FILHO, J. Teste de Condutividade Elétrica. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES - Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 2020. p. 601.

WALTER, L. S. **Caracterização morfológica e potencial germinativo de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. submetidas à estresses abióticos**. 2020. Universidade

Federal do Paraná, 2020.

WALTER, L. S.; GABIRA, M. M.; SILVA, M. A.; NOGUEIRA, A. C.; KRATZ, D. Adjustments in the tetrazolium test methodology for assessing the physiological quality of *Jatropha mollissima* (Euphorbiaceae). **Bosque**, v. 41, n. 1, p. 77–82, 2020.

WICKERT, K. L.; O'NEAL, E. S.; DAVIS, D. D.; KASSON, M. T. Seed production, viability, and reproductive limits of the invasive *Ailanthus altissima* (tree-of-heaven) within invaded environments. **Forests**, v. 8, n. 7, 2017.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York, 2016. Disponível em: <<https://ggplot2.tidyverse.org>>.

WOOD, C. B.; MILES, S.; RIX, C.; TERRY, J.; DAWS, M. I. The effect of seed oil content on viability assesement using tetrazolium - a case study using 171 species. **PGR news letter**, v. 143, n. January 2005, p. 17–23, 2005.

WORRELL, R.; GORDON, A. G.; LEE, R. S.; MCINROY, A. Flowering and seed production of aspen in Scotland during a heavy seed year. **Forestry**, v. 72, n. 1, p. 27–34, 1999.

XIA, Y.; XU, Y.; LI, J.; ZHANG, C.; FAN, S. Recent advances in emerging techniques for non-destructive detection of seed viability: A review. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 1, p. 35–47, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.001>.

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

		(Continua)	
Família	Espécie	Família	Espécie
Acanthaceae	<i>Avicennia marina</i>	Apiaceae	<i>Seseli libanotis</i>
	<i>Blepharis grossa</i>		<i>Spermolepis hawaiiensis</i>
	<i>Petalidium setosum</i>		<i>Torilis radiata</i>
	<i>Petalidium variabile</i>		<i>Turgenia latifolia</i>
Aceraceae	<i>Acer pictum</i>		<i>Xanthosia huegelii</i>
	<i>Acer rubrum</i>		<i>Ferula communis</i>
Achariaceae	<i>Pangium edule</i>	Apocynaceae	<i>Alyxia buxifolia</i>
Adoxaceae	<i>Virburnum edule</i>		<i>Alyxia stellata</i>
Amaranthaceae	<i>Achyranthes splendens</i>		<i>Aspidosperma polyneuron</i>
	<i>Amaranthus caudatus</i>		<i>Calotropis procera</i>
	<i>Atriplex bunburyana</i>		<i>Comesperma virgatum</i>
	<i>Charpentiera densiflora</i>		<i>Tabernaemontana macrocarpa</i>
	<i>Charpentiera obovata</i>		<i>Wrifhtia tinctoria</i>
	<i>Charpentiera tomentosa</i>		<i>Gomphocarpus fruticosus</i>
	<i>Cheiranthra preissiana</i>	Aquifoliaceae	<i>Ilex anomala</i>
	<i>Chenopodium auricomum</i>	Araliaceae	<i>Cheirodendron trigynum</i>
	<i>Chenopodium ficifolium</i>		<i>Polyscias lydgatei</i>
	<i>Chenopodium oahuense</i>		<i>Polyscias racemosa</i>
	<i>Dysphania botrys</i>		<i>Polyscias sandwicensis</i>
	<i>Haloxylon persicum</i>	Araucariaceae	<i>Agathis australis</i>
	<i>Nototrichium divaricatum</i>	Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>
	<i>Nototrichium sandwicense</i>		<i>Attalea vitrivir</i>
	<i>Ptilotus auriculifolius</i>		<i>Borassus fibelliflra</i>
	<i>Ptilotus axillaris</i>		<i>Caryota urem</i>
	<i>Ptilotus drummondii</i>		<i>Cocos nucifera</i>
	<i>Ptilotus exaltatus</i>		<i>Elaeis guineensis</i>
	<i>Ptilotus helipteroides</i>		<i>Nypa fruticans</i>
	<i>Ptilotus nobilis</i>		<i>Pritchardia remota</i>
	<i>Ptilotus polystachys</i>		<i>Pritchardia schattaueri</i>
	<i>Ptilotus rotundifolius</i>	Asparagaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
Amaryllidaceae	<i>Phycella scarlatina</i>		<i>Dasyllirion lucidum</i>
	<i>Phycella scarlatina</i>		<i>Dasyllirion wheeleri</i>
	<i>Rhodophiala advena</i>		<i>Acanthocarpus preissii</i>
	<i>Rhodophiala bagnoldii</i>		<i>Ceasia parviflora</i>
	<i>Zephyranthes drummondii</i>		<i>Chamaescilla corymbosa</i>
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i>		<i>Chrysodracon forbesii</i>
	<i>Buchanania lawn</i>		<i>Hyacinthoides vicentina</i>
	<i>Mangifera indica</i>		<i>Lepidosperma angustatum</i>
	<i>Mangiiifera indica</i>		<i>Lepidosperma longitudinale</i>
	<i>Pleiogynium timorense</i>		<i>Lomandra integra</i>
	<i>Schinus terebinthifolius</i>		<i>Lomandra micrantha</i>
	<i>Spondias cytherea</i>		<i>Lomandra multiflora</i>
	<i>Spondias trifoliatus</i>		<i>Lomandra nigricans</i>
Anonaceae	<i>Annona squamosa</i>		<i>Lomandra preissii</i>
Anthericaceae	<i>Thysanotus multiflorus</i>		<i>Lomandra purpurea</i>
Apiaceae	<i>Actinotus helianthi</i>		<i>Lomandra sonderi</i>
	<i>Actinotus leucocephalus</i>		<i>Lomandra spartea</i>
	<i>Aethusa cynapium</i>		<i>Sowerbaea multicaulis</i>
	<i>Ammi visnaga</i>		<i>Yucca angustissima</i>
	<i>Angelica sylvestris</i>	Asphodelaceae	<i>Stypandra glauca</i>
	<i>Anthriscus sylvestris</i>		<i>Tricoryne elatior</i>
	<i>Bupleurum tenuissimum</i>	Asteliaceae	<i>Astelia argyrocoma</i>
	<i>Conium maculatum</i>		<i>Astelia menziesiana</i>
	<i>Pastinaca sativa</i>		<i>Leucanthemopsis alpina</i>
	<i>Pentapeltis peltigera</i>		<i>Santolina semidentata</i>
	<i>Sanicula mariversa</i>		<i>Achillea clavennae</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

		(Continua)	
Família	Espécie	Família	Espécie
Asteraceae	<i>Achillea ligustica</i>	Begoniaceae	<i>Hillebrandia sandwicensis</i>
	<i>Achillea millefolium</i>	Betulaceae	<i>Alnus crispa</i>
	<i>Achillea moscata</i>		<i>Alnus glutinosa</i>
	<i>Adenostemma viscosum</i>		<i>Betula nana</i>
	<i>Anthemis tinctoria</i>		<i>Betula populifolia</i>
	<i>Artemisia mauiensis</i>		<i>Betula pumila</i>
	<i>Bidens amplexans</i>		<i>Betula utilis</i>
	<i>Bidens hawaiiensis</i>	Bignoniaceae	<i>Carpinus betulus</i>
	<i>Bidens menziesii</i>		<i>Handroanthus serratifolius</i>
	<i>Bidens populifolia</i>		<i>Newbouldia laevis</i>
	<i>Bidens sandwicensis</i>		<i>Tabebuia aurea</i>
	<i>Bidens torta</i>		<i>Tabebuia impetiginosa</i>
	<i>Bidens tripartita</i>		<i>Tabebuia roseo-alba</i>
	<i>Calendula arvensis</i>	Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>
	<i>Centaurea scabiosa</i>	Bombacaceae	<i>Bombax ceiba</i>
	<i>Cirsium tuberosum</i>	Boraginaceae	<i>Cordia subcordata</i>
	<i>Conyza sumatrensis</i>		<i>Cynoglossum officinale</i>
	<i>Cotula coronopifolia</i>		<i>Echium vulgare</i>
	<i>Crepis capillaris</i>		<i>Heliotropium anomalum</i>
	<i>Dubautia herbstobatae</i>		<i>Nama sandwicensis</i>
	<i>Dubautia laxa</i>	Brassicaceae	<i>Omphalodes kuzinskyana</i>
	<i>Dubautia menziesii</i>		<i>Phacelia viscida</i>
	<i>Filago arvensis</i>		<i>Nemophila menziesii</i>
	<i>Filago lutescens</i>		<i>Alliaria petiolata</i>
	<i>Filago pyramidata</i>		<i>Alyssum pintodasilvae</i>
	<i>Geigeria alata</i>		<i>Brassica napus</i>
	<i>Geigeria ornativa</i>		<i>Capsella bursa-pastoris</i>
	<i>Hesperomannia swezeyi</i>		<i>Descurainia sophia</i>
	<i>Hieracium schmidtii</i>		<i>Hesperis matronalis</i>
	<i>Lapsana communis</i>		<i>Iberis procumbens</i>
	<i>Lipochaeta integrifolia</i>		<i>Lepidium bidentatum</i>
	<i>Lipochaeta tenuifolia</i>		<i>Lepidium montanum</i>
	<i>Matricaria discoidea</i>		<i>Schowia purpurea</i>
	<i>Myriocephalus stuartii</i>		<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Picris hieracioides</i>		<i>Sisymbrium supinum</i>
	<i>Pieris formosa</i>	Burseraceae	<i>Thlaspi arvense</i>
	<i>Podotheca gnaphalioides</i>		<i>Bursera fagoroides</i>
	<i>Pseudognaphalium sandwicense</i>		<i>Bursera palmeri</i>
	<i>Remya kauaiensis</i>		<i>Canarium decumanum</i>
	<i>Schoenia cassiniana</i>		<i>Canarium indicum</i>
	<i>Senecio incanus</i>	Caesalpiniaceae	<i>Canarium smitum</i>
	<i>Senecio vulgaris</i>		<i>Hardwickia binata</i>
	<i>Serratula tinctoria</i>		<i>Hardwickia pinnata</i>
	<i>Silybum marianum</i>		<i>Saraca asoca</i>
	<i>Tanacetum vulgare</i>		<i>Aprocarpus fiixinifolius</i>
	<i>Tetramolopium arenarium</i>	Calceolariaceae	<i>Calceolaria hypericina</i>
	<i>Tetramolopium consanguineum</i>	Calophyllaceae	<i>Poeciloneuron indicum</i>
	<i>Tetramolopium filiforme</i>	Campanulaceae	<i>Brighamia insignis</i>
	<i>Tetramolopium rockii</i>		<i>Brighamia rockii</i>
	<i>Tragopogon pratensis</i>		<i>Campanula pyramidalis</i>
	<i>Trichocline spathulata</i>		<i>Campanula rapunculoides</i>
	<i>Vittadinia gracilis</i>		<i>Clermontia fauriei</i>
	<i>Waitzia nitida</i>		<i>Clermontia hawaiiensis</i>
	<i>Wilkesia gymnoxiphium</i>		<i>Clermontia kakeana</i>
	<i>Taraxacum alpinum</i>		<i>Clermontia montis-loa</i>
	<i>Taraxacum officinale</i>		<i>Clermontia oblongifolia</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Campanulaceae	<i>Clermontia persicifolia</i>	Caprifoliaceae	<i>Weigela subsessilis</i>
	<i>Clermontia pyrularia</i>	Caryophyllaceae	<i>Agrostemma githago</i>
	<i>Cyanea acuminata</i>		<i>Dianthus carthusianorum</i>
	<i>Cyanea angustifolia</i>		<i>Dianthus sylvestris</i>
	<i>Cyanea asarifolia</i>		<i>Lychnis viscaria</i>
	<i>Cyanea calycina</i>		<i>Sagina procumbens</i>
	<i>Cyanea copelandii</i>		<i>Saponaria officinalis</i>
	<i>Cyanea coriacea</i>		<i>Schiedea adamantis</i>
	<i>Cyanea crispa</i>		<i>Schiedea diffusa</i>
	<i>Cyanea dunbariae</i>		<i>Schiedea globosa</i>
	<i>Cyanea duvalliorum</i>		<i>Schiedea helleri</i>
	<i>Cyanea grimesiana</i>		<i>Schiedea kaalae</i>
	<i>Cyanea horrida</i>		<i>Schiedea lychnoides</i>
	<i>Cyanea kauaulaensis</i>		<i>Schiedea nuttallii</i>
	<i>Cyanea koolauensis</i>		<i>Schiedea obovata</i>
	<i>Cyanea kunthiana</i>		<i>Schiedea trinervis</i>
	<i>Cyanea lanceolata</i>		<i>Schiedea viscosa</i>
	<i>Cyanea lobata</i>		<i>Silene acaulis</i>
	<i>Cyanea longiflora</i>		<i>Silene alba</i>
	<i>Cyanea macrostegia</i>		<i>Silene alexandri</i>
	<i>Cyanea magnicalyx</i>		<i>Silene armeria</i>
	<i>Cyanea membranacea</i>		<i>Silene colorata</i>
	<i>Cyanea munroi</i>		<i>Silene compacta</i>
	<i>Cyanea pinnatifida</i>		<i>Silene conica</i>
	<i>Cyanea profuga</i>		<i>Silene dioica</i>
	<i>Cyanea purpurellifolia</i>		<i>Silene gallica</i>
	<i>Cyanea remyi</i>		<i>Silene hawaiiensis</i>
	<i>Cyanea rivularis</i>		<i>Silene italica</i>
	<i>Cyanea shipmanii</i>		<i>Silene lanceolata</i>
	<i>Cyanea solanacea</i>		<i>Silene longicilia</i>
	<i>Cyanea st.-johnii</i>		<i>Silene mellifera</i>
	<i>Cyanea stictophylla</i>		<i>Silene noctiflora</i>
	<i>Cyanea superba</i>		<i>Silene nutans</i>
	<i>Cyanea truncata</i>		<i>Silene otitis</i>
	<i>Delissea kauaiensis</i>		<i>Silene otites</i>
	<i>Delissea rhytidosperra</i>		<i>Silene paradoxa</i>
	<i>Delissea waianaeensis</i>		<i>Silene perlmanii</i>
	<i>Jasione crispa</i>		<i>Silene rupestris</i>
	<i>Jasione montana</i>		<i>Silene saxifraga</i>
	<i>Lobelia dunbariae</i>		<i>Silene suecica</i>
	<i>Lobelia giberroa</i>		<i>Silene vallesia</i>
	<i>Lobelia grayana</i>		<i>Silene vulgaris</i>
	<i>Lobelia hypoleuca</i>		<i>Spergularia marina</i>
	<i>Lobelia koolauensis</i>		<i>Cerastium cerastoides</i>
	<i>Lobelia monostachya</i>	Casuarinaceae	<i>Allocasuarina acutivalvis</i>
	<i>Lobelia niihauensis</i>	Celastraceae	<i>Allocasuarina campestris</i>
	<i>Lobelia oahuensis</i>		<i>Casuarina equisetifolia</i>
	<i>Trematolobelia grandifolia</i>		<i>Stackhousia pubescens</i>
Cannabaceae	<i>Trematolobelia kaalae</i>	Cercidiphyllaceae	<i>Tripterococcus brunonis</i>
	<i>Trematolobelia singularis</i>		<i>Cercidiphyllum japonicum</i>
Capparaceae	<i>Trema orientalis</i>	Chenopodiaceae	<i>Agriophyllum squarrosum</i>
	<i>Capparis sandwichiana</i>		<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>
Caprifoliaceae	<i>Crateave tapia</i>		<i>Atriplex eardleyae</i>
	<i>Cephalaria joppica</i>		<i>Bassia dasyphyllum</i>
	<i>Scabiosa prolifera</i>	Cistaceae	<i>Cistus ladanifer</i>
	<i>Valerianella dentata</i>	Clusiaceae	<i>Calophyllum inophyllum</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Clusiaceae	<i>Calophyllum rlatum</i>	Dasypogonaceae	<i>Dasypogon bromeliifolius</i>
	<i>Gacinia mangostana</i>		<i>Kingia australis</i>
	<i>Garcinia cowa</i>		<i>Hibbertia cuneiformis</i>
	<i>Mammea odorata</i>		<i>Hibbertia lasiopus</i>
Colchicaceae	<i>Burchardia umbellata</i>	Dilleniaceae	<i>Hibbertia mylnei</i>
Combretaceae	<i>Combretum acuminatum</i>		<i>Hibbertia ovata</i>
	<i>Combretum apiculatum</i>		<i>Hibbertia quadricolor</i>
	<i>Terminalia arjuna</i>		<i>Hibbertia riparia</i> Hoogl.
	<i>Terminalia belbica</i>		<i>Hibbertia sericea</i>
	<i>Terminalia catappa</i>		<i>Hibbertia serrata</i>
	<i>Terminalia paniculata</i>	Dipentodontaceae	<i>Perrotteia sandwinsis</i>
	<i>Terminalia tomentosa</i>		<i>Dipsacus fullonum</i>
	<i>Bonamia menziesii</i>	Dipterocarpaceae	<i>Dipterocarpus indicus</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus crenatifolius</i>		<i>Dipterocarpus kunstleri</i>
	<i>Convolvulus fernandessii</i>		<i>Dipterocarpus sublamellatus</i>
	<i>Cuscuta campestris</i>		<i>Hopea parviflora</i>
	<i>Cuscuta epilinum</i>		<i>Hopea ponga</i>
	<i>Cuscuta sandwichiana</i>		<i>Hopea wightiana</i>
	<i>Benthamidia capitata</i>		<i>Shorea macroptera</i>
Cornaceae	<i>Aeonium sedifolium</i>		<i>Shorea pauciflora</i>
Crassulaceae	<i>Crassula clavata</i>		<i>Shorea robusta</i>
	<i>Kalanchoe lanceolata</i>		<i>Shorea tolura</i>
Cucurbitaceae	<i>Cucumis pustulatus</i>		<i>Vateria indica</i>
	<i>Jacquemontia sandwicensis</i>		<i>Vateria spp.</i>
	<i>Sicyos pachycarpus</i>		<i>Vatica chinensis</i>
	<i>Callitris intratropica</i>	Droseraceae	<i>Drosera anglica</i>
Cupressaceae	<i>Calocedrus macrolepis</i>		<i>Drosera anglica</i>
	<i>Cryptomeria japonica</i>		<i>Drosera gigantea</i>
	<i>Cunninghamia lanceolata</i>		<i>Drosera macrantha</i>
	<i>Cupressus torulosa</i>		<i>Drosera pallida</i>
	<i>Hinoki cypress</i>	Ebenaceae	<i>Diospyros melanoxylon</i>
	<i>Hunoki cypress</i>		<i>Ecdeiocolea monostachya</i>
	<i>Jeniperus procera</i>	Elaeagnaceae	<i>Hippophae salicifolia</i>
	<i>Juniperus Oxycedrus</i>		<i>Shepherdia canadensis</i>
	<i>Juniperus polycarpus</i>	Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus angustifolius</i>
	<i>Juniperus procera</i>		<i>Elaeocarpus tuberculatus</i>
	<i>Thuja plicata</i>		<i>Elaeocarpus womersleyi</i>
Cycadaceae	<i>Cycas rumphii</i>		<i>Tetratheca hirsute</i>
	<i>Carex alligata</i>	Ephedraceae	<i>Ephedra fragilis</i>
	<i>Carex hystericina</i>		<i>Acrotriche patula</i>
	<i>Carex meyenii</i>	Ericaceae	<i>Andersonia involucrata</i>
	<i>Carex vulpina</i>		<i>Andersonia latiflora</i>
	<i>Carex wahuensis</i>		<i>Astroloma foliosum</i>
	<i>Cyperus hillebrandii</i>		<i>Astroloma pallidum</i>
	<i>Cyperus javanicus</i>		<i>Epacris obtusifolia</i>
	<i>Cyperus luzulae</i>		<i>Leucopogon capitellatus</i>
	<i>Cyperus pennatifolius</i>		<i>Leucopogon nutans</i>
	<i>Cyperus trachysanthos</i>		<i>Leucopogon propinquus</i>
	<i>Fimbristylis cymosa</i>		<i>Leucopogon verticillatus</i>
	<i>Gahnia beecheyi</i>		<i>Rhododendron campanulatum</i>
	<i>Gahnia clarkei</i>		<i>Rhododendron micranthum</i>
	<i>Gahnia lanigera</i>		<i>Rhododendron mucronulatum</i>
	<i>Machaerina angustifolia</i>		<i>Styphelia tenuiflora</i>
	<i>Morelotia gahniiformis</i>		<i>Vaccinium calycinum</i>
	<i>Schoenoplectiella juncoides</i>		<i>Vaccinium dentatum</i>
	<i>Sicyos waimanaloensis</i>		<i>Vaccinium myrtilloides</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Ericaceae	<i>Vaccinium reticulatum</i>	Fabaceae	<i>Astragalus glycyphyllos</i>
	<i>Vaccinium vitis-idea</i>		<i>Bauhinia dumosa</i>
Euphorbiaceae	<i>Aleurites moluccana</i>		<i>Bauhinia longipedicellata</i>
	<i>Croton macrostachyus</i>		<i>Bauhinia membranacea</i>
	<i>Euphorbia celastroides</i>		<i>Bauhinia pulchella</i>
	<i>Euphorbia esula</i>		<i>Cadia purpurea</i>
	<i>Euphorbia haelealeana</i>		<i>Caesalpinia bonduc</i>
	<i>Euphorbia herbstii</i>		<i>Caesalpinia decapetala</i>
	<i>Euphorbia skottsergii</i>		<i>Caesalpinia echinata</i>
	<i>Excoecaria indica</i>		<i>Caesalpinia spinosa</i>
	<i>Hevea brasiliensis</i>		<i>Cajanus cajan</i>
	<i>Hevea brasiliensis</i>		<i>Canavalia galeata</i>
	<i>Jatropha mollissima</i>		<i>Canavalia hawaiiensis</i>
	<i>Jatropha curcas</i>		<i>Canavalia rosea</i>
	<i>Jatropha gossypifolia</i>		<i>Cassia fistula</i>
	<i>Macaranga peltata</i>		<i>Cassia siamea</i>
	<i>Omphalea oleifera</i>		<i>Chamaecrista mimosoides</i>
	<i>Ricinus communis</i>		<i>Chamaecrista ochrosperma</i>
	<i>Sebastiania membranifolia</i>		<i>Chamaecrista viscosa</i>
Fabaceae	<i>Abrus precatorius</i>		<i>Copaifera langsdorffii</i>
	<i>Acacia abyssinica</i>		<i>Copaifera oblongifolia</i>
	<i>Acacia albidia</i>		<i>Cynometra ramiflora</i>
	<i>Acacia auriculiformis</i>		<i>Dalbergia latifolia</i>
	<i>Acacia brevispica</i>		<i>Dalbergia miscolobium</i>
	<i>Acacia catechu</i>		<i>Dalbergia nigra</i>
	<i>Acacia cyclops</i>		<i>Dalbergia sissoo</i>
	<i>Acacia dealbata</i>		<i>Delonix regia</i>
	<i>Acacia decurrens</i>		<i>Digitalis purpurea</i>
	<i>Acacia ehrenbergiana</i>		<i>Dimorphandra mollis</i>
	<i>Acacia etbaica</i>		<i>Dioclea apurensis</i>
	<i>Acacia koa</i>		<i>Dioclea hexandra</i>
	<i>Acacia mangium</i>		<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
	<i>Acacia melanoxylon</i>		<i>Entada abyssinica</i>
	<i>Acacia moslissima</i>		<i>Entada phaseoloides</i>
	<i>Acacia nilotica</i>		<i>Entada rheedii</i>
	<i>Acacia nilotica</i>		<i>Melilotus albus</i>
	<i>Acacia oerfota</i>		<i>Mezoneuron kavaiense</i>
	<i>Acacia polyphylla</i>		<i>Milletia ferruginea</i>
	<i>Acacia senegal</i>		<i>Mimosa acutistipula</i>
	<i>Acacia seyal</i>		<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>
	<i>Acacia sieberiana</i>		<i>Mimosa camporum</i>
	<i>Acacia sundra</i>		<i>Mimosa clausenii</i>
	<i>Acacia tortilis</i>		<i>Mimosa echinocaula</i>
	<i>Adenanthera pavonina</i>		<i>Mimosa foliolosa</i>
	<i>Albizia amara</i>		<i>Mimosa gracilis</i>
	<i>Albizia lebeck</i>		<i>Mimosa kalunga</i>
	<i>Albizia molluccana</i>		<i>Mimosa leioccephala</i>
	<i>Albizia niopoides</i>		<i>Mimosa oligosperma</i>
	<i>Albizia odoratissima</i>		<i>Mimosa paludosa</i>
	<i>Albizia schimperiana</i>		<i>Mimosa polydactyla</i>
	<i>Albizia stipulata</i>		<i>Mimosa pteridifolia</i>
	<i>Amburana cearensis</i>		<i>Mimosa pudica</i>
	<i>Anadenanthera colubrina</i>		<i>Mimosa somnians</i>
	<i>Anadenanthera peregrina</i>		<i>Mimosa speciosissima</i>
	<i>Apuleia leiocarpa</i>		<i>Mimosa spixiana</i>
	<i>Astragalus cicer</i>		<i>Mucuna gigantea</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)

Família	Espécie	Família	Espécie
Hemerocallidaceae	<i>Agrostocrinum scabrum</i>	Liliaceae	<i>Lilium ledebourii</i>
	<i>Caesia calliantha</i>	Loasaceae	<i>Caiphora lateritia</i>
Hernandiaceae	<i>Hernandia ovigera</i>		<i>Mentzelia lindleyi</i>
Hydrangeaceae	<i>Hydrangea arguta</i>	Loganiaceae	<i>Antonia scholaris</i>
	<i>Philadelphus lewisii</i>		<i>Labordia cyrtandrae</i>
Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i>		<i>Labordia kaalae</i>
Hypericaceae	<i>Hypericum maculatum</i>		<i>Labordia lorenciana</i>
	<i>Hypericum perforatum</i>		<i>Labordia tinifolia</i>
	<i>Hypericum richeri</i>		<i>Usteria guineensis</i>
Iridaceae	<i>Olsynium junceum</i>	Lythraceae	<i>Duabanga sonneratioides</i>
	<i>Patersonia glabrata</i>		<i>Lagerstroemia lanceolata</i>
	<i>Patersonia occidentalis</i>		<i>Lythrum salicaria</i>
	<i>Patersonia umbrosa</i>		<i>Punica granatum</i>
	<i>Sisyrinchium acre</i>	Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i>
Joinvilleaceae	<i>Joinvillea ascendens</i>		<i>Michaelia champaka</i>
Juglandaceae	<i>Juglans nigra</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>
	<i>Carya ilinoensis</i>	Malvaceae	<i>Abutilon menziesii</i>
Juncaceae	<i>Juncus anceps</i>		<i>Abutilon sandwicense</i>
	<i>Juncus pygmaeus</i>		<i>Gossypium tomentosum</i>
	<i>Juncus valvatus</i>		<i>Grewia tillaeifolia</i>
	<i>Juncus xiphioides</i>		<i>Guazuma ulmifolia</i>
	<i>Luzula hawaiiensis</i>		<i>Heritiera littoralis</i>
Lagenaria	<i>Lagenaria siceraria</i>		<i>Hibiscadelphus distans</i>
Lamiaceae	<i>Galeopsis tetrahit</i>		<i>Hibiscadelphus hualalaiensis</i>
	<i>Hemiphora elderi</i>		<i>Hibiscus arnottianus</i>
	<i>Hyptis suaveolens</i>		<i>Hibiscus brackenridgei</i>
	<i>Lachnostachys eriobotrya</i>		<i>Hibiscus furcellatus</i>
	<i>Lachnostachys verbascifolia</i>		<i>Hibiscus waimeae</i>
	<i>Leonurus sibiricus</i>		<i>Kokia drynarioides</i>
	<i>Micromeria nervosa</i>		<i>Kokia kauaiensis</i>
	<i>Origanum vulgare</i>		<i>Kydia calycina</i>
	<i>Phyllostegia electra</i>		<i>Lasiopetalum floribundum</i>
	<i>Phyllostegia grandiflora</i>		<i>Sida fallax</i>
	<i>Phyllostegia kaalaensis</i>		<i>Theobroma cacao</i>
	<i>Phyllostegia mollis</i>		<i>Theobroma grandiflorum</i>
	<i>Phyllostegia stachyoides</i>		<i>Thespesia populnea</i>
	<i>Phyllostegia velutina</i>		<i>Triplochiton scleroxylon</i>
	<i>Pityrodia scabra</i>	Melanthiaceae	<i>Zigadenus elegans</i>
	<i>Plectranthus parviflorus</i>	Melastomataceae	<i>Dissotis elliotii</i>
	<i>Prunella vulgaris</i>		<i>Miconia pepericarpa</i>
	<i>Pycnostachys deflexifolia</i>	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>
	<i>Salvia disermas</i>		<i>Chukrasia tabularis</i>
	<i>Tectona grandis</i>		<i>Dysoxylum malabaricum</i>
	<i>Tetradenia riparia</i>		<i>Ekebergia capensis</i>
	<i>Teucrium botrys</i>		<i>Melia azedarach</i>
	<i>Teucrium polium</i>		<i>Melia dubia</i>
	<i>Vitex lucens</i>		<i>Swietenia macrophylla</i>
	<i>Vitex rotundifolia</i>		<i>Swietenia mahogany</i>
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>		<i>Toona ciliata</i>
	<i>Machilis macarantha</i>		<i>Xylocarpus sp</i>
	<i>Persea americana</i>	Mesembryanthemaceae	<i>Ruschia barnardii</i>
Lecythidaceae	<i>Barringtonia asiatica</i>	Moraceae	<i>Artocarpus heterophylla</i>
	<i>Barringtonia racemosa</i>		<i>Artocarpus hirsutus</i>
	<i>Cariniana legalis</i>		<i>Brosimum alicastrum</i>
Liliaceae	<i>Cooperia drummondii</i>		<i>Brousonetia papyraria</i>
	<i>Cooperia pedunculata</i>		<i>Ficus benghalensis</i>
	<i>Habranthus tubispathus</i>		<i>Ficus exasperata</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Moraceae	<i>Ficus infictotia</i>	Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i>
	<i>Ficus microcarpa</i>		<i>Oenothera epilobiifolia</i>
	<i>Ficus racemosa</i>		<i>Oenothera fallax</i>
	<i>Ficus religiosa</i>		<i>Oenothera kunthiana</i>
	<i>Ficus salicifolia</i>		<i>Oenothera rosea</i>
Moringaceae	<i>Ficus infictotia</i>	Opiliaceae	<i>Oenothera texensis</i>
	<i>Moringa oleifera</i>		<i>Yunnanopilia longistaminea</i>
	<i>Moringa peregrina</i>	Orchidaceae	<i>Liparis hawaiiensis</i>
Myricaceae	<i>Myrica serrata</i>		<i>Freycinetia arborea</i>
Myristicaceae	<i>Myristica fragrens</i>	Pandanaceae	<i>Pandanus tectorius</i>
Myrtaceae	<i>Eucalyptus ciodora</i>	Papaveraceae	<i>Argemone glauca</i>
	<i>Eucalyptus gracilis</i>		<i>Glaucium corniculatum</i>
	<i>Eucalyptus hybria</i>		<i>Meconopsis horridula</i>
	<i>Agonis linearifolia</i>		<i>Papaver orientale</i>
	<i>Astartea fascicularis</i>		<i>Papaver rhoeas</i>
	<i>Baeckea camphorosmae</i>	Papilionaceae	<i>Sophora japonica</i>
	<i>Calothamnus crassus</i>		<i>Sophora tomentosa</i>
	<i>Calothamnus graniticus</i>	Pedaliaceae	<i>Rogeria longiflora</i>
	<i>Calothamnus robustus</i>	Phyllanthaceae	<i>Antidesma platyphyllum</i>
	<i>Calothamnus rupestris</i>		<i>Flueggea neowawraea</i>
	<i>Calytrix breviseta</i>		<i>Baccaurea ramiflora</i>
	<i>Calytrix depressa</i>		<i>Embllica officinalis</i>
	<i>Campomanesia adamantium</i>		<i>Phytolacca sandwicensis</i>
	<i>Campomanesia phaea</i>	Phytolaccaceae	<i>Larix sibirica</i>
	<i>Eugenia brasiliensis</i>		<i>Pinus attenuata</i>
	<i>Eugenia hlbergioia</i>	Pinaceae	<i>Pinus caribaea</i>
	<i>Eugenia involucrata</i>		<i>Pinus contorta</i>
	<i>Eugenia pyriformis</i>		<i>Pinus coulteri</i>
	<i>Eugenia uniflora</i>		<i>Pinus jeffreyi</i>
	<i>Laxmannia omnifertilis</i>		<i>Pinus lambertiana</i>
	<i>Leptospermum ericoides</i>		<i>Pinus merkussi</i>
	<i>Melaleuca diosmifolia</i>		<i>Pinus monticola</i>
	<i>Melaleuca eleuterostachya</i>		<i>Pinus muricata</i>
	<i>Melaleuca thyoides</i>		<i>Pinus patula</i>
	<i>Metrosideros macropus</i>		<i>Pinus pinea</i>
	<i>Metrosideros polymorpha</i>		<i>Pinus ponderosa</i>
	<i>Metrosideros rugosa</i>		<i>Pinus pseudostrobus</i>
	<i>Metrosideros tremuloides</i>		<i>Pinus radiata</i>
	<i>Regelia inops</i>		<i>Pinus sabiana</i>
	<i>Syzigium cumini</i>		<i>Pinus sylvestris</i>
	<i>Syzigium operculata</i>		<i>Picea abies</i>
	<i>Syzygium cumini</i>		<i>Picea glauca</i>
	<i>Verticordia aurea</i>		<i>Picea mariana</i>
	<i>Verticordia chrysantha</i>		<i>Picea obovata</i>
	<i>Verticordia densiflora</i>		<i>Pinus albicaulis</i>
	<i>Verticordia eriocephala</i>		<i>Pinus attenuata</i>
	<i>Verticordia huegelii</i>		<i>Pinus balfouriana</i>
	<i>Pisonia brunoniana</i>		<i>Pinus balsamea</i>
Nyctaginaceae	<i>Ximenia americana</i>		<i>Pinus banksiana</i>
Olacaceae	<i>Chionanthus mildbraedii</i>		<i>Pinus canariensis</i>
	<i>Olea europaea</i>		<i>Pinus dabeshanensis</i>
	<i>Clarkia bottae</i>		<i>Pinus elliotii</i>
Onagraceae	<i>Clarkia lewisii</i>		<i>Pinus halepensis</i>
	<i>Clarkia rubicunda</i>		<i>Pinus maniminoi</i>
	<i>Epilobium ciliatum</i>		<i>Pinus massoniana</i>
	<i>Ludwigia alternifolia</i>		<i>Pinus maximinoi</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Pinaceae	<i>Pinus nigra</i>	Polemoniaceae	<i>Gilia capitata</i>
	<i>Pinus pinaster</i>		<i>Polemonium pauciflorum</i>
	<i>Pinus pinea</i>	Polygonaceae	<i>Rumex albescens</i>
	<i>Pinus silvestris</i>		<i>Rumex alpestris</i>
	<i>Pinus taeda</i>		<i>Rumex alpinus</i>
	<i>Pinus uncinata</i>		<i>Rumex aquaticus</i>
	<i>Pinus wallichiana</i>		<i>Rumex crispus</i>
	<i>Pinus yunnanensis</i>		<i>Rumex hydrolapathum</i>
Piperaceae	<i>Pseudotsuga menziesii</i>		<i>Rumex maritimus</i>
	<i>Peperomia latifolia</i>	Portulacaceae	<i>Rumex thyrsoiflorus</i>
	<i>Peperomia leptostachya</i>		<i>Portulaca lutea</i>
	<i>Peperomia membranacea</i>		<i>Portulaca oleracea</i>
	<i>Peperomia tetraphylla</i>	Primulaceae	<i>Portulaca sclerocarpa</i>
Pittosporaceae	<i>Peperomia latifolia</i>		<i>Anagallis arvensis</i>
	<i>Billardiera variifolia</i>		<i>Anagallis foemina</i>
	<i>Bursaria spinosa</i>		<i>Cortusa matthioli</i>
	<i>Pittosporum flocculosum</i>		<i>Lysimachia hillebrandii</i>
	<i>Pittosporum glabrum</i>		<i>Lysimachia mauritiana</i>
	<i>Pittosporum hosmeri</i>		<i>Lysimachia remyi</i>
	<i>Sollya heterophylla</i>		<i>Myrsine lessertiana</i>
Plantaginaceae	<i>Digitalis lutea</i>		<i>Primula acaulis</i>
	<i>Plantago alpina</i>		<i>Primula cortusoides</i>
	<i>Plantago cordata</i>		<i>Primula magellanica</i>
	<i>Plantago lanceolata</i>		<i>Primula polyneura</i>
	<i>Plantago major</i>		<i>Primula veris</i>
	<i>Plantago maritima</i>	Proteaceae	<i>Samolus ebracteatus</i>
	<i>Plantago princeps</i>		<i>Banksia attenuata</i>
	<i>Plantago serpentina</i>		<i>Banksia hookeriana</i>
Poaceae	<i>Holcus lanatus</i>		<i>Banksia leptophylla</i>
	<i>Amphipogon amhipogonoides</i>		<i>Conospermum incurvum</i>
	<i>Aristida adscencionis</i>		<i>Conospermum triplinervium</i>
	<i>Brachypodium pinnatum</i>		<i>Grevillea polybotrya</i>
	<i>Briza media</i>		<i>Grevillea quercifolia</i>
	<i>Bromus erectus</i>		<i>Grevillea scapigera</i>
	<i>Bromus madritensis</i>		<i>Grevillea wilsonii</i>
	<i>Cenchrus agrimonioides</i>		<i>Grryilia robusta</i>
	<i>Deschampsia nubigena</i>		<i>Hakea candolleana</i>
	<i>Dissochondrus biflorus</i>		<i>Hakea corymbosa</i>
	<i>Elymus canadensis</i>		<i>Hakea leucoptera</i>
	<i>Eragrostis atropioides</i>		<i>Isopogon ceratophyllus</i>
	<i>Eragrostis deflexa</i>		<i>Persoonia elliptica</i>
	<i>Eragrostis grandis</i>		<i>Persoonia longifolia</i>
	<i>Eragrostis variabilis</i>		<i>Persoonia saccata</i>
	<i>Festuca arundinacea</i>		<i>Petrophile drummondii</i>
	<i>Festuca rubra</i>		<i>Petrophile linearis</i>
	<i>Festuca violacea</i>		<i>Stirlingia latifolia</i>
	<i>Georgiella hexandra</i>	Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i>
	<i>Isachne distichophylla</i>	Rannunculaceae	<i>Alphitonia ponderosa</i>
	<i>Ischaemum byrone</i>		<i>Colubrina oppositifolia</i>
	<i>Panicum niihauense</i>		<i>Gouania vitifolia</i>
	<i>Panicum tenuifolium</i>		<i>Ranunculus acris</i>
	<i>Panicum torridum</i>		<i>Ranunculus mauianensis</i>
	<i>Pseudarrhenatherum pallens</i>		<i>Ranunculus sceleratus</i>
	<i>Tetrarrhena laevis</i>		<i>Adonis aestivalis</i>
	<i>Podocarpus falcatus</i>		<i>Adonis flammea</i>
	<i>Prumnopitys ferruginea</i>		<i>Isopyrum fumarioides</i>
Podocarpaceae			

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Continua)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Ranunculaceae	<i>Thalictrum flavum</i>	Rutaceae	<i>Boronia tenuis</i>
	<i>Clematis pubescens</i>		<i>Boronia viminea</i>
	<i>Garidella nigellastrum</i>		<i>Chloroxylon swietenia</i>
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i>		<i>Correa reflexa</i>
Rhamnaceae	<i>Cryptandra arbutifolia</i>		<i>Diplolaena dampieri</i>
	<i>Cryptantha watsonii</i>		<i>Evodia roxburgiana</i>
	<i>Pomaderris obcordata</i>		<i>Melicope clusiifolia</i>
	<i>Spyridium parvifolium</i>		<i>Melicope cornuta</i>
	<i>Ziziphus joazeiro</i>		<i>Melicope hawaiiensis</i>
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera sp</i>		<i>Melicytus ramiflorus</i>
	<i>Rhizophora sp</i>		<i>Geleznovia verrucosa</i>
Rosaceae	<i>Crataegus pseudoheterophylla</i>	Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>
	<i>Filipendula vulgaris</i>		<i>Populus luziarum</i>
	<i>Fragaria vesca</i>		<i>Populus nigra</i>
	<i>Geum aleppicum</i>		<i>Populus primaveralepennsis</i>
	<i>Geum urbanum</i>		<i>Populus tremula</i>
	<i>Osteomeles anthyllidifolia</i>		<i>Salix bebbiana</i>
	<i>Polylepis australis</i>		<i>Salix candida</i>
	<i>Prunus africana</i>		<i>Salix caprea</i>
	<i>Prunus padus</i>		<i>Salix exigua</i>
	<i>Prunus pensylvanica</i>		<i>Salix humilis</i>
	<i>Rosa acicularis</i>		<i>Salix myricoides</i>
	<i>Rosa elliptica</i>		<i>Salix nigra</i>
	<i>Rubus hawaiiensis</i>		<i>Salix petiolaris</i>
	<i>Rubus idaeus</i>		<i>Salix sarissima</i>
Rubiaceae	<i>Asperula arvensis</i>	Santalaceae	<i>Exocarpus sparteus</i>
	<i>Bobea elatior</i>		<i>Leptomeria cunninghamii</i>
	<i>Bobea sandwicensis</i>		<i>Santalum album</i>
	<i>Coprosma ernodeoides</i>		<i>Santalum ellipticum</i>
	<i>Coprosma foliosa</i>		<i>Santalum freycinetianum</i>
	<i>Coprosma kauensis</i>		<i>Santalum paniculatum</i>
	<i>Coprosma longifolia</i>	Sapindaceae	<i>Aesculus hippocastanum</i>
	<i>Coprosma rhynchocarpa</i>		<i>Alectryon connatus</i>
	<i>Galium mollugo</i>		<i>Allophylus cobbe</i>
	<i>Galium verum</i>		<i>Cupaniopsis anacardioides</i>
	<i>Gardenia brighamii</i>		<i>Cupaniopsis parvifolia</i>
	<i>Gardenia mannii</i>		<i>Dimocarpus longan</i>
	<i>Genipa americana</i>		<i>Distichostemon hispidulus</i>
	<i>Guettarda speciosa</i>		<i>Dodonaea aptera</i>
	<i>Hymenodictyon excelrum</i>		<i>Dodonaea hackettiana</i>
	<i>Kadua acuminata</i>		<i>Dodonaea petiolaris</i>
	<i>Kadua affinis</i>		<i>Dodonaea ptarmicaefolia</i>
	<i>Kadua centranthoides</i>		<i>Dodonaea stenozyga</i>
	<i>Kadua degeneri</i>		<i>Dodonaea viscosa</i>
	<i>Kadua littoralis</i>		<i>Ganophyllum falcatum</i>
	<i>Kadua parvula</i>		<i>Harpullia pendula</i>
	<i>Kadua tryblum</i>		<i>Litchi chinensis</i>
	<i>Neohymenopogon parasiticus</i>		<i>Sapindus oahuensis</i>
	<i>Nertera granadensis</i>		<i>Sapindus saponaria</i>
	<i>Paederia grandidieri</i>		<i>Synima cordierorum</i>
	<i>Psychotria hobdyi</i>	Sapotaceae	<i>Argania spinosa</i>
	<i>Psychotria mariniana</i>		<i>Madhuca indica</i>
	<i>Psydrax odorata</i>		<i>Mimusops elongi</i>
Rutaceae	<i>Boronia fastigiata</i>		<i>Palaquium ellipticum</i>
	<i>Boronia megastigma</i>		<i>Planchonella sandwicensis</i>
	<i>Boronia spathulata</i>		<i>Sideroxylon obtusifolium</i>

APÊNDICE I – Lista de espécies contabilizadas na revisão bibliométrica do capítulo 1.

(Conclusão)			
Família	Espécie	Família	Espécie
Sapotaceae	<i>Sideroxylon polynesianum</i>	Styracaceae	<i>Pterostyrax hispida</i>
Saxifragaceae	<i>Saxifraga cespitosa</i>	Symplococaceae	<i>Symplocos spicata</i>
	<i>Saxifraga cintrana</i>	Talinaceae	<i>Elaeagnus paniculatum</i>
	<i>Saxifraga petraea</i>		<i>Talinum paniculatum</i>
	<i>Alonsoa acutifolia</i>	Theaceae	<i>Camellia sinensis</i>
Scrophulariaceae	<i>Aptosimum spinescens</i>		<i>Eurydendron excelsum</i>
	<i>Myoporum sandwicense</i>	Thymelaeaceae	<i>Pimelea ciliata</i>
	<i>Myoporum stellatum</i>		<i>Pimelea imbricata</i>
	<i>Myoporum turbinatum</i>		<i>Pimelea leucantha</i>
	<i>Scrophularia nodosa</i>		<i>Pimelea suaveolens</i>
	<i>Verbascum alpinum</i>	Thymelaeaceae	<i>Thymelaea passerina</i>
	<i>Verbascum sinuatum</i>		<i>Tetraria octandra</i>
	<i>Verbascum thapsus</i>		<i>Wikstroemia oahuensis</i>
	<i>Veronica alpina</i>		<i>Wikstroemia uva-ursi</i>
	<i>Veronica hederifolia</i>	Tofieldiaceae	<i>Tofieldia calyculata</i>
	<i>Veronica persica</i>		<i>Tofieldia pusilla</i>
	<i>Veronica verna</i>	Ulmaceae	<i>Holoptelia integrifolia</i>
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	Urticaceae	<i>Boehmeria grandis</i>
	<i>Ailanthus excelsa</i>		<i>Neraudia angulata</i>
	<i>Ailanthus malabarica</i>		<i>Neraudia ovata</i>
	<i>Anthocercis littorea</i>		<i>Pipturus albidus</i>
Solanaceae	<i>Atropa belladonna</i>		<i>Touchardia latifolia</i>
	<i>Hyoscyamus niger</i>		<i>Urera glabra</i>
	<i>Lycium sandwicense</i>		<i>Urera kaalae</i>
	<i>Nicotiana glutinosa</i>		<i>Urtica pilulifera</i>
	<i>Nicotiana tabacum</i>	Velloziaceae	<i>Xerophyta humilis</i>
	<i>Physalis pubescens</i>	Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>
	<i>Solanum americanum</i>	Violaceae	<i>Hybanthus calycinus</i>
	<i>Solanum incompletum</i>		<i>Hybanthus floribundus</i>
	<i>Solanum lasiophyllum</i>		<i>Ipomoea macrantha</i>
	<i>Solanum nelsonii</i>		<i>Ipomoea pes-caprae</i>
	<i>Solanum panduraeforme</i>		<i>Isodendron laurifolium</i>
	<i>Solanum quadriloculatum</i>		<i>Viola chamissoniana</i>
	<i>Solanum sandwicense</i>		<i>Viola lutea</i>
	<i>Solanum torvum</i>		<i>Viola persicifolia</i>
	<i>Withania somnifera</i>	Xanthorrhoeaceae	<i>Kniphofia rooperi</i>
Sterculiaceae	<i>Cola anomala</i>		<i>Dianella amoena</i>
	<i>Sterculia alata</i>		<i>Dianella brevicaulis</i>
	<i>Sterculia companulata</i>		<i>Dianella callicarpa</i>
	<i>Stylidium affine</i>		<i>Dianella longifolia</i>
Stylidiaceae	<i>Stylidium amoenum</i>		<i>Dianella revoluta</i>
	<i>Stylidium brunonianum</i>		<i>Dianella sandwicensis</i>
	<i>Stylidium bulbiferum</i>		<i>Dianella tarda</i>
	<i>Stylidium hispidum</i>		<i>Dianella tasmanica</i>
	<i>Stylidium junceum</i>	Zygophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i>
	<i>Stylidium schoenoides</i>		

FONTE: A autora (2023).