

FABRÍCIA NASCIMENTO DE OLIVEIRA

**MORFOLOGIA, GERMINAÇÃO E VIABILIDADE DE
SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO (*Simira gardneriana* M.R.
Barbosa & Peixoto)**

MOSSORÓ-RN

2014

FABRÍCIA NASCIMENTO DE OLIVEIRA

**MORFOLOGIA, GERMINAÇÃO E VIABILIDADE DE SEMENTES DE
PEREIRO-VERMELHO (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto)**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, como parte das exigências para
obtenção do grau de Doutora em Agronomia:
Fitotecnia.

ORIENTADOR: Prof. D.Sc. SALVADOR BARROS TORRES

MOSSORÓ-RN

2014

Catálogo na Fonte
Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO
TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Oliveira, Fabricia Nascimento de.

Morfologia, germinação e viabilidade de sementes de pereiro-vermelho *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto / Fabricia Nascimento de Oliveira. - Mossoró, 2014.

141f: il.

1. Caatinga. 2. Sementes florestais. 3. Biometria. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/361
O48m

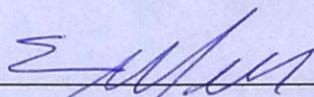
CDD 582.17

FABRÍCIA NASCIMENTO DE OLIVEIRA

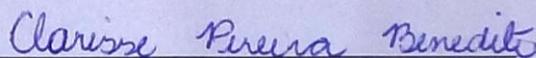
**MORFOLOGIA, GERMINAÇÃO E VIABILIDADE DE SEMENTES DE
PEREIRO-VERMELHO (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto)**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, como parte das exigências para
obtenção do grau de Doutora em Agronomia:
Fitotecnia.

APROVADA EM: 12 / 12 / 2014



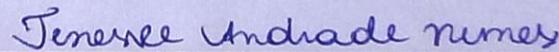
D.Sc. Sebastião Medeiros Filho
UFC, Fortaleza – CE
Membro Convidado



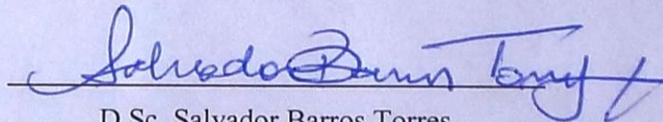
D.Sc. Clarisse Pereira Benedito
UFERSA, Mossoró – RN
Membro Convidado



D.Sc. Márcio Dias Pereira
EAJ/UFRN, Macaíba – RN
Membro Convidado



D.Sc. Tennessee Andrade Nunes
UNP, Mossoró – RN
Membro Convidado



D.Sc. Salvador Barros Torres
EMPARN/UFERSA, Mossoró – RN
Orientador

A DEUS por ter me concedido força e saúde para concluir esta tese. Aos meus avós maternos Etevíno Alves (In memoriam) e Ana Dantas; e aos meus avós paternos, Cícero Nascimento e Delzuite Nascimento (In memoriam), pelo amor, carinho e compreensão durante os momentos que estavam ao meu lado.

Dedico

Aos meus pais, Francisco Nascimento e Francisca Oliveira, que muitas vezes renunciaram os seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. As minhas irmãs Flávia Nascimento, Fabiana Nascimento e Fernanda Nascimento, pelos incentivos e amizade. Ao meu esposo Jean Carlos Marinho, por sempre estar ao meu lado confortando-me com amor nos momentos difíceis. Sem vocês nada disso seria possível.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor Jesus Cristo por me amparar nos momentos de dificuldades, me dando forças, mostrando o caminho nas horas incertas, iluminando a minha vida para seguir sempre em frente e suprimindo todas as minhas necessidades. Senhor, muito obrigada pela fé que tenho em ti, pois com ela consigo transpor montanhas e vencer os obstáculos, preconceitos, interesses materiais, o orgulho, egoísmo, ódio e a maldade.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, pela qualidade de ensino e pesquisa em agronomia ao longo de minha graduação, mestrado e doutorado. Muito obrigada pela oportunidade de fazer minha pós-graduação no programa de Fitotecnia que mantém conceito 5 na avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) desde 2005.

Ao meu querido orientador, professor e pesquisador Dr. Salvador Barros Torres, por sua dedicação, carinho, paciência, sensibilidade, humildade e por ter me apoiado durante esses oito anos no âmbito acadêmico, me conduzindo desde a graduação até o doutorado com a calma necessária para me ajudar a atravessar os momentos espinhosos. Levarei sempre comigo seus ensinamentos e exemplo de pessoa e profissional transmitidos para mim. Obrigada por acreditar em mim e aceitar-me como orientanda, incentivar-me, acalmar-me sempre que precisei, por fazer parte da minha vida nos momentos bons e ruins, por ajudar-me a encontrar o caminho da ciência e pelas orientações e sugestões durante a construção final desta tese. Forte abraço e obrigada pelo norte!

Aos professores Sebastião Medeiros Filho, Clarisse Pereira Benedito, Márcio Dias Pereira e Tennessee Andrade Nunes, que aceitaram compor a banca examinadora, pelo trabalho dedicado a avaliação do presente estudo, pelas sugestões e análises significativas às quais tentarei atender na versão final do texto.

Ao Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), na pessoa do biólogo professor Dr. Marcos Vinicius Meiado, pela coleta e concessão das sementes utilizadas neste trabalho.

Aos meus pais, Francisco Nascimento de Oliveira e Francisca Maria de Assis Oliveira, pelo incentivo ao estudo, pelos ensinamentos, apoio, por sempre me amar e confiar em meu potencial. A vocês, amor eterno!

Aos meus pais de criação, Joana D'arc do Nascimento e Uziel Nogueira, pela educação a mim concedida, pelos valores cristãos e por cuidarem de mim como se fosse uma filha. A minha enorme gratidão por tudo que você fizeram pelo meu crescimento pessoal, espiritual e profissional.

As minhas irmãs Flávia Nascimento, Fabiana Nascimento e Fernanda Nascimento que fizeram parte desses momentos sempre me ajudando com uma palavra de incentivo. Obrigada por tudo, minhas queridas irmãs!

Aos meus primos-irmãos, Windembergue do Nascimento e Janine Nascimento, pela paciência, atenção, amizade e por torcerem pelo meu sucesso profissional. Amo muito você dois!

Ao meu esposo, Jean Carlos Marinho, que me apoiou nos diversos feriados, fins de semana e madrugadas que fiquei trabalhando sobre esta tese. Obrigada pelo amor, paciência, compreensão, dedicação e incentivo para vencermos os momentos adversos que passamos juntos. Por isso, a cada dia que passa eu descubro o quanto é bom estar com você, para partilhar nossos momentos de alegria e tristeza e sentimentos um com o outro.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos, em particular aos meus tios e primos, que entenderam a minha ausência em muitas datas comemorativas.

Muitíssimo obrigada a minha equipe de pesquisa, Narjara Nogueira, Rômulo de Freitas, Jéssica de Oliveira, Thiago Castro e Diorge de França, que contribuíram bastante na condução do meu trabalho. Não haveria como descrever a imensa ajuda que tive de todos vocês. Obrigada pela dedicação, esforço, carinho, amizade, companheirismo e por ter tomado muito dos ensaios como se fossem seus, ajudando-me todos os dias da semana.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Semente (LAS), Sara Monaliza Carvalho, Francisco César de Góis e Raimundo Nonato Monteiro, pela disponibilidade de sempre ajudar no que era preciso para a condução dos experimentos. Assim como toda a equipe de funcionários que compõe o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pelo convívio agradável durante esses anos.

Agradeço a todos que fazem parte da família UFERSA, em especial os servidores do campus de Angicos/RN. Obrigada pela confiança e apoio. Estendo-me esse agradecimento a todos os meus alunos que são muito especiais para mim. Obrigada pelo carinho, convívio agradável, entusiasmo e pelas palavras de conforto que ouvi durante esse período de doutoramento.

A todos os colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pelo convívio e ensinamentos. Deus abençoe a todos!

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para esta tese tornar-se realidade. Com vocês, queridos, divido a alegria e dedico todo este trabalho.

Por tudo, o meu enorme carinho e gratidão!

*“Os que semeiam em lágrimas segarão com alegria.
Aquele que leva a preciosa semente, andando e
chorando, voltará, sem dúvida, com alegria, trazendo
consigo os seus feixes”.*

(Salmos 126:5-6)

BIOGRAFIA

FABRÍCIA NASCIMENTO DE OLIVEIRA, filha de Francisco Nascimento de Oliveira e Francisca Maria de Assis Oliveira, nasceu em Olho D'água dos Borges/RN, em 19 de agosto de 1983.

Em dezembro de 2003 concluiu o curso Técnico de Segurança do Trabalho no Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte – Unidade de Ensino Descentralizada de Mossoró/RN (CEFET/RN), atualmente IFRN (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte).

Em agosto de 2003 iniciou o curso de Agronomia, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo, em junho de 2008.

Em 2009 graduou-se em Administração, pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN).

Em fevereiro de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, concluindo-o em janeiro de 2011.

Em fevereiro de 2011 ingressou no ensino público federal através de concurso para provimento dos cargos de professores efetivos da UFERSA.

Em dezembro de 2011 concluiu o curso de Especialização em Gestão Pública Municipal no Programa de Pós-graduação em Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas/CCSA, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Em fevereiro de 2011 ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia: Fitotecnia da UFERSA, sob a orientação do Prof. Dr. Salvador Barros Torres, defendendo a tese em 12 de dezembro de 2014.

RESUMO

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Morfologia, germinação e viabilidade de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto)**. 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

O pereiro-vermelho é uma espécie florestal pertencente à família Rubiaceae, considerada endêmica do bioma Caatinga e com poucas informações na literatura, principalmente no que se refere à morfologia de sementes e plântulas, aos estádios iniciais de desenvolvimento e a viabilidade. Sendo assim, realizaram-se experimentos no Laboratório de Análise de Sementes e de Morfoanatomia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, objetivando conhecer os aspectos morfológicos de sementes e plântulas de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto), bem como, avaliar a germinação e viabilidade de suas sementes pelo teste de tetrazólio. Para o primeiro experimento (embebição e caracterização morfológica de sementes e plântulas de pereiro-vermelho), utilizaram-se amostras de 400 sementes para avaliar comprimento, largura e espessura das sementes, peso de mil sementes, número de sementes.Kg⁻¹, teor de água, curva de embebição em água, e as descrições das estruturas internas e externas das sementes e plântulas. O segundo experimento (germinação de sementes de pereiro-vermelho) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 5 x 4, constituídos pelas combinações de cinco substratos (entre areia, sobre areia, rolo de papel, sobre papel e sobre vermiculita) e quatro temperaturas (25 °C, 30 °C, 35 °C e 20-30 °C), com quatro repetições de 25 sementes cada. No terceiro experimento (avaliação da viabilidade de sementes de pereiro-vermelho pelo teste de tetrazólio), as sementes de pereiro-vermelho foram submetidas ao pré-umedecimento entre rolo de papel por 144 horas a 30 °C e em seguida colocadas em solução de tetrazólio a 0,075%, 0,1%, 0,5% e 1,0% durante 2, 4 e 6 horas, nas temperaturas de 30 e 35 °C. As sementes foram classificadas como viáveis ou inviáveis, conforme parâmetro pré-estabelecido. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 3 + 1, constituído pelas combinações de quatro concentrações da solução de tetrazólio, três períodos de coloração, mais uma testemunha (teste de germinação), para cada temperatura testada. Os dados foram submetidos à análise de variância sendo utilizado o teste F e a comparação entre as médias de sementes viáveis no teste de tetrazólio com os resultados do teste de germinação foram realizadas pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). O peso de mil sementes foi de 69,04 g com dimensões médias de 12,72 mm de comprimento, 8,25 mm de largura e 1,12 mm de espessura. A 25 °C, a maior porcentagem de plântulas normais foi encontrada no substrato rolo de papel, no entanto, não diferiu estatisticamente dos demais substratos, exceto sobre papel. As sementes de pereiro-vermelho são albuminosas, os cotilédones são foliáceos, a germinação é do tipo epígea e as plântulas são

fanerocotiledonares. As temperaturas de 25 e 30 °C associadas aos substratos rolo de papel ou areia, são adequados para a condução do teste de germinação. O teste de tetrazólio conduzido com sementes embebidas durante 144 h a 30 °C entre rolo de papel, seguido da extração do embrião e desenvolvimento de coloração por seis horas em solução com concentração de 0,075% sob a temperatura de 35 °C é adequado para avaliar a viabilidade das sementes de pereiro-vermelho.

Palavras-chave: Caatinga. Biometria. Sementes florestais. Substrato. Tetrazólio. Vigor.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Morphology, germination and seed viability pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R Barbosa & Peixoto)**. 2014. 141 f. Thesis (PhD in Agronomy, Crop Science) – Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The pereiro-vermelho is a forest species belonging to the family Rubiaceae, considered endemic to the Caatinga and with little information in the literature, especially with regard to the morphology of seeds and seedlings, the initial stages of development and viability. Therefore, we carried out experiments in the laboratory of Seed Analysis and Morphology, anatomy, Federal Rural University of Semi-Arid, Mossoró-RN, in order to know the morphology of seeds and seedlings of pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* MR Barbosa & Peixoto), as well as to assess the germination and viability of its seeds by the tetrazolium test. For the first experiment (Imbibition and morphological characterization of seeds and seedlings of pereiro-vermelho), four samples were used to evaluate 100 seeds length, width and thickness of the seeds, thousand seed weight, number seeds.kg⁻¹, the water content, the water soaking curve, and descriptions of internal and external structures of the seeds and seedlings. The second experiment (seed germination pereiro-vermelho) was conducted in a completely randomized design, a 5 x 4 factorial arrangement, consisting of combinations of five substrates (sand between, on sand, paper roll, on paper and over vermiculite) and four temperatures (25 °C, 30 °C, 35 °C and 20-30 °C), with four replicates of 25 seeds each. In experiment (evaluation of seed viability by pereiro-vermelho tetrazolium), seeds of pereiro-vermelho were subjected to pre-wetting of paper roll for 144 hours at 30 °C and then placed in a solution of the tetrazolium 0.075%, 0.1%, 0.5% and 1.0% for 2, 4 and 6 hours at temperatures of 30 to 35 °C. The seeds were classified as viable or nonviable, according to pre-established parameters. The experimental design was completely randomized in a factorial 4 x 3 + 1, consisting of combinations of four concentrations of tetrazolium solutions, three periods of staining, and a control (germination test) for each tested temperature. Data were subjected to analysis of variance and the F test to compare the mean of viable seeds in the tetrazolium test with the results of the germination test was used were performed by Dunnett's test ($p \leq 0.05$). The thousand seed weight was 69.04 g with average dimensions of 12.72 mm long, 8.25 mm wide and 1.12 mm thick. At 25 °C, the highest percentage of normal seedlings was found on paper roll substrate, however, did not differ statistically from the other substrates, except on paper. The seeds are albuminous pereiro-vermelho, the cotyledons are foliaceous, the germination is epigeal and seedlings are fanerocotylar. Temperatures of 25 °C and 30 associated with paper roll or sand substrates are suitable for the germination test. The tetrazolium test conducted with seeds soaked for 144 h at 30 °C between paper roll, followed by extraction of the embryo and color development for six hours in solution at a concentration of 0.075% in the temperature of 35 °C is adequate to assess the viability of seeds of pereiro-vermelho.

Keywords: Caatinga. Biometrics. Forest seeds. Substrate. Tetrazolium. Vigour.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Valores médios do peso de mil sementes, teor de água e número de sementes.kg ⁻¹ de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	72
Tabela 2.	Estatística descritiva do comprimento, largura e espessura de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	78

CAPÍTULO III

Tabela 1.	Resultados da análise fatorial observadas para o teste de germinação das sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto): porcentagem de germinação (G), porcentagem de plântulas anormais (PA), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) em centímetros e massa seca de plântulas (MSP) em miligramas. Mossoró/RN, UFERSA, 2014...	104
Tabela 2.	Germinação (%) de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	105
Tabela 3.	Plântulas anormais (%) de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	107
Tabela 4.	Índice de velocidade de germinação de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014..	109
Tabela 5.	Comprimento de plântulas (cm.plântulas ⁻¹) de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	110

Tabela 6.	Massa seca de plântulas (mg.plântulas ⁻¹) de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	112
------------------	--	-----

CAPÍTULO IV

Tabela 1.	Resumo da análise de variância observado no teste de tetrazólio das sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) em comparação aos resultados do teste de germinação (testemunha). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	128
------------------	--	-----

Tabela 2.	Sementes viáveis (%) de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), a 30 °C, em comparação aos resultados do teste de germinação (testemunha). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	129
------------------	---	-----

Tabela 3.	Sementes viáveis (%) de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), a 35 °C, em comparação aos resultados do teste de germinação (testemunha). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	130
------------------	---	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Planta (A), ramos, folhas e fruto (B), fruto e sementes (C e D) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto)..... 27

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Mapa do estado do Pernambuco mostrando em destaque o município de Afrânio/PE, local onde foram feitas as coletas das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) utilizadas nos experimentos..... 65
- Figura 2.** Dimensões das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto): comprimento (A), largura (B) e espessura (C). Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 70
- Figura 3.** Curvas de embebição de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto), pelos métodos entre rolo de papel, imersão em água e sobre tela. A: Teor de água de sementes de pereiro-vermelho, durante período de embebição a 25 °C; B: Teor de água de sementes de pereiro-vermelho, durante período de embebição a 30 °C. Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 74
- Figura 4.** Distribuição da frequência relativa do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 79
- Figura 5.** Sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). A: semente com ala; B: semente sem ala em seção longitudinal; C: semente sem ala em seção transversal; D: corte longitudinal da semente após hidratação; E: embrião da semente hidratada. Legenda: a - ala (asa); tg - tegumento da semente (casca); ed - endosperma; eb - embrião; ct - cotilédones; hr - eixo hipocótilo-radicular. Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 81

Figura 6.	Aspectos internos e externos das sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto). A: contato inicial dos cotilédones com a água; B: cotilédones após emissão da radícula; C: cotilédones em desenvolvimento absorvendo o tegumento; D: cotilédones absorvendo todo o tegumento; E: desprendimento inicial do tegumento; F: tegumento desprendido dos cotilédones foliáceos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	83
Figura 7.	Desenvolvimento radicular de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) nos primeiros 15 dias após a sementeira. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	84
Figura 8.	Desenvolvimento da parte aérea de plântulas de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) entre 18 e 21 dias após a sementeira. Mossoró/RN, UFERSA, 2014. Legenda: tg – tegumento; rs – raiz secundária; rp – raiz principal; hp – hipocótilo; pct – paracotilédones. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	85
Figura 9.	Germinação de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	86

CAPÍTULO III

Figura 1.	Plântulas normais e anormais de sementes de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto) observadas no teste de germinação em diferentes temperaturas e substratos. (A) – plântulas normais; (B) – plântulas anormais (radícula deteriorada); (C) – plântulas anormais (não formação da parte aérea); (D) – plântulas anormais (radícula truncada, bifurcada ou em deterioração). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.....	108
------------------	---	-----

CAPÍTULO IV

Figura 1.	Semente viável de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto): embrião com coloração rosa claro (A, B) e vermelho brilhante (C); eixo hipocótilo-radicular com coloração vermelho intenso no córtex, porém, sem atingir o cilindro central (D). Sementes inviáveis de pereiro-vermelho (<i>Simira gardneriana</i> M.R. Barbosa & Peixoto): embrião com coloração vermelho intenso
------------------	---

em toda sua extensão (E) ou eixo hipocótilo-radicular com coloração vermelha intenso atingindo o cilindro central (F); embrião com regiões descoloridas/branco leitoso e/ou vermelha intensa atingindo o cilindro central (G, H). Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 132

Figura 2. Padrão de coloração de sementes inviáveis de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas) na temperatura de 30 °C. Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 134

Figura 3. Padrão de coloração de sementes viáveis (V) e inviáveis (I) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas) na temperatura de 35 °C. Mossoró/RN, UFERSA, 2014..... 135

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1 FAMÍLIA RUBIACEAE.....	24
2.2 <i>Simira gardneriana</i> M.R. BARBOSA & PEIXOTO.....	26
2.3 ESTUDOS MORFOLÓGICOS.....	28
2.3.1 Morfologia de sementes.....	30
2.3.2 Morfologia da germinação e de plântulas.....	31
2.4 EMBEBIÇÃO DE SEMENTES.....	33
2.5 TEMPERATURAS PARA GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	35
2.6 SUBSTRATOS PARA GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	37
2.7 TESTE DE TETRAZÓLIO.....	39
REFERÊNCIAS.....	44
CAPÍTULO II – EMBEBIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE PEREIRO-VERMELHO.....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
1 INTRODUÇÃO.....	62
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	65
2.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES.....	65
2.2 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	66
2.3 ANÁLISES FÍSICAS DAS SEMENTES.....	66
2.3.1 Peso de mil sementes.....	67
2.3.2 Número de sementes por quilo.....	67
2.3.3 Determinação do teor de água.....	67
2.3.4 Curva de embebição.....	68
2.3.5 Biometria de sementes.....	69
2.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES.....	70
2.5 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA GERMINAÇÃO E PLÂNTULAS..	70
2.6 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO.....	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO.....	72
3.2 BIOMETRIA DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO.....	78
3.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO.....	80

3.4 MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO E PLÂNTULA DE PEREIRO-VERMELHO.....	82
4 CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	89

CAPÍTULO III – GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO.....	94
RESUMO.....	95
ABSTRACT.....	96
1 INTRODUÇÃO.....	97
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	100
2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	100
2.2 SEMENTES.....	100
2.3 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO.....	100
2.4 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	101
2.4.1 Substratos e temperaturas.....	101
2.5 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	102
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	103
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
4 CONCLUSÃO.....	114
REFERÊNCIAS.....	115

CAPÍTULO IV – VIABILIDADE DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO PELO TESTE DE TETRAZÓLIO.....	119
RESUMO.....	120
ABSTRACT.....	121
1 INTRODUÇÃO.....	122
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	124
2.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	124
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	124
2.3 PRÉ-UMEDECIMENTO DAS SEMENTES.....	124
2.4 TESTE DE TETRAZÓLIO.....	125
2.5 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	126
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	126
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	128
4 CONCLUSÃO.....	137
REFERÊNCIAS.....	138

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Simira* (Rubiaceae) compreende 41 espécies distribuídas pela região neotropical, sendo que 16 espécies ocorrem no Brasil (ANDERSSON, 1992; SILVA NETO, 2000). Na Caatinga já foram registrados seis espécies desse gênero (GIULIETTI et al., 2002), dentre elas inclui-se a *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto, uma planta caducifólia, exclusiva do bioma arbóreo-arbustiva da região central do nordeste brasileiro, onde apresenta ampla dispersão (LORENZI, 2009).

Conhecida popularmente como pereiro-vermelho ou pereiro-de-tinta, esta espécie foi descoberta pelas pesquisadoras Barbosa e Peixoto (2000), não existindo informações na literatura consultada, principalmente no que se refere à tecnologia de sementes. Tendo em vista a falta de informações, tornam-se necessários estudos visando conhecer à morfologia de sementes e plântulas dessa espécie, bem como, o desempenho germinativo e o comportamento fisiológico das sementes com relação à viabilidade.

No que diz respeito à caracterização morfológica, de modo geral, os caracteres internos das sementes são importantes na classificação, principalmente os relacionados à forma e posição do embrião, à presença ou ausência de endosperma, o número e posição dos cotilédones (GUNN, 1981; SOUZA; OLIVEIRA, 2004). As características morfológicas das sementes podem fornecer subsídios importantes para a diferenciação de famílias, gêneros e até espécies (SILVA; MÔRO, 2008).

Nesse sentido, estudos que visam o conhecimento da morfologia de sementes e plântulas de espécies arbóreas do bioma Caatinga foram desenvolvidos por diversos autores, tendo como exemplos os trabalhos de Silva e Matos (1998) com *Zizyphus joazeiro* Mart. e *Caesalpinia pyramidalis* Tul.; Cunha e Ferreira (2003) com *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith; Melo, Mendonça e Mendes (2004) com *Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.; Oliveira, Schleder e Favero (2006) com *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore; Silva et al. (2008) com *Erythrina velutina*

Willd.; Paiva Sobrinho e Siqueira (2008) com *Guazuma ulmifolia* Lam.; Feliciano, Marangon e Holanda (2008) com *Myracrodruon urundeuva* Allemão; Barreto e Ferreira (2011) com *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong.; e Silva et al. (2012) com *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn.

O conhecimento morfológico das sementes também é fundamental para avaliação de sua viabilidade a partir do teste de tetrazólio, cujas informações são úteis para adequação do modo de preparo e coloração das sementes (PIÑA-RODRIGUES; VALENTINI, 1995). Ainda segundo os mesmos autores, esse conhecimento é importante na forma de avaliação da extensão dos danos pela localização das manchas intensamente coloridas ou esbranquiçadas, a partir de observações das partes vitais, como eixo embrionário (radícula, hipocótilo, epicótilo e plúmula) e tecido de reserva (cotilédones, endosperma, perisperma), de acordo com a espécie em estudo.

Com relação à avaliação da viabilidade pelo teste de tetrazólio, há uma preocupação por parte dos pesquisadores com o ajuste das avaliações de sementes florestais nativas. Assim, trabalhos nesse sentido vêm sendo realizados para que se possa tomá-los como referência em estudos posteriores, tais como os realizados por Wetzel, Cícero e Ferreira (1992), com seringueira (*Hevea brasiliensis*); Nascimento e Carvalho (1998), com jenipapo (*Genipa americana*); Ferreira et al. (2001), com sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*); Fogaça et al. (2006), com sucará (*Gleditschia amorphoides*); Pinto et al. (2008), com coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora*); Mendes, Bastos e Melo (2009), com corezeiro (*Parkia velutina*); e Fava e Albuquerque (2013), com douradinha-do-campo (*Palicourea rigida*).

O teste de tetrazólio visa auxiliar no diagnóstico da causa da redução da viabilidade das sementes, sendo uma das vantagens em relação ao teste de germinação (FRANÇA NETO, 1999). Além disso, o teste de germinação em algumas sementes de espécies florestais necessita de um longo período para completar a contagem final de germinação, constituindo uma desvantagem em relação aos testes rápidos.

A metodologia ideal para realização do teste de germinação da maioria das espécies cultivadas pode ser encontrada nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), no entanto, para as espécies de sementes florestais nativas praticamente não há informações para realização do teste de germinação. No Manual de Procedimentos para Análise de Sementes de Espécies Florestais, lançado em 2010 (LIMA JÚNIOR, 2010) e na Instrução Normativa de 17 de janeiro de 2013 (BRASIL, 2013), existem recomendações quanto à temperatura de germinação para algumas espécies florestais, porém ainda não há informações com relação à espécie pereiro-vermelho.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo conhecer os aspectos morfológicos de sementes e plântulas de pereiro-vermelho, condições de germinação em diferentes substratos e temperaturas, bem como, avaliar a viabilidade de suas sementes pelo teste de tetrazólio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FAMÍLIA RUBIACEAE

As Rubiáceas, ordem Gentianales, descrita em 1789 por Antoine Laurent de Jussieu, tem seu nome derivado do gênero *Rubia* L., do latim *rubium*, relativo à tinta vermelha produzida pelas raízes das plantas deste gênero, que eram utilizadas para tingir roupas (PEREIRA, 2007). São compostas por plantas de hábito variado, sendo a quarta família mais representativa em número de espécies entre as Angiospermas, superada apenas pelas Orchidaceae, Asteraceae e Fabaceae (MABBERLEY, 1997). Quando se fala sobre as subdivisões da família Rubiaceae o assunto é um tanto controverso, no entanto, estudos filogenéticos mais recentes sugerem a divisão em apenas três subfamílias: Cinchonoideae, Ixoroideae e Rubioideae, com respectivamente, 9, 15 e 18 tribos (BREMER, 2009), resultado corroborado por estudos de anatomia do lenho (LENS et al., 2000; JANSEN et al., 2002).

Os representantes dessa família apresentam plantas de hábito variado, desde ervas perenes e anuais, arbustos, subarbustos, árvores de grande e médio porte até lianas, sendo que a maioria das espécies são árvores de pequeno porte ou arbustos (BARROSO, 1991). Segundo Delprete (2010a) a família pode ser facilmente reconhecida em campo devido as suas folhas simples, opostas e decussadas, estípulas interpeciolares, flores isostêmones, corolas na maioria das vezes gamopétalas, estames epipétalos e ovário geralmente ínfero. Os frutos são geralmente bagas ou cápsulas e as sementes às vezes aladas (STEHMANN, 2008).

É uma família botânica de importância para a sociedade, pois nela se encontram plantas de elevado valor econômico, como espécies alimentícias, ornamentais e medicinais (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002; MENDOZA; RAMÍREZ; JIMÉNEZ, 2004). Dentre as espécies, pode-se citar o café (*Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre ex A. Froehner) que se destaca como a principal espécie de interesse econômico, sendo uma das bebidas mais

consumidas em todo o mundo e, também constituído de várias substâncias farmacologicamente ativas, como a cafeína (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002). Ainda na alimentação humana, pode-se citar o jenipapo (*Genipa americana* L.), que possui frutos comestíveis e muito apreciados na forma de doces, vinho e licor, sendo empregada, também, como madeira na construção civil e na confecção de móveis (LORENZI, 2009) e como corante, pelas tribos indígenas, em pinturas de pele (STEYERMARK, 1974). Entre os gêneros de interesse florístico destacam-se *Ixora*, *Gardenia*, *Pentas*, *Mussaenda* e *Portlandia* (PORTO et al., 1977; BACIGALUPO, 1993).

As Rubiáceas também são conhecidas em gêneros de interesse farmacológico, como *Cinchona* e *Cephaelis*, conhecidas como quineira, das quais se extrai o alcalóide quinino, empregado no tratamento da malária. No gênero *Cinchona* destaca-se a *Cinchona calisaya* Wedd. e a *Cinchona succirubra* Pav. ex Klotzsch e no gênero *Cephaelis*, a *C. ipecacuanha* B.A. Rich. (PORTO et al., 1977). O “pau-mulato” (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.) também é outra espécie conhecida pelo seu potencial medicinal (SOUZA; LORENZI, 2008).

A família inclui 650 gêneros e aproximadamente 13.000 espécies (DELPRETE; PERSSON, 2004; DELPRETE, 2004). A distribuição ocorre, principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais, atingindo também as regiões temperadas e frias da Europa e norte do Canadá (JUDD et al., 2008). Na América, a família Rubiaceae está representada por 229 gêneros e 5.200 espécies (DELPRETE, 1999), difundidas por diversas formações vegetais, com mais de 80% de seus gêneros constituídos predominantemente por espécies lenhosas, formando um dos mais importantes componentes da vegetação arbórea e arbustiva das florestas tropicais (ROBBRECHT, 1988).

No Brasil, está representada por aproximadamente 120 gêneros e 2.000 espécies, sendo considerada uma das principais famílias da flora brasileira (SOUZA; LORENZI, 2008). Na região Nordeste já foram registrados 66 gêneros e 309 espécies (BARBOSA; SOUZA; JARDIM, 2006). Estudos sobre a família para essa região, abrangendo listagens florísticas

gerais, podem ser encontrados em Zappi e Nunes (2000), Barbosa e Peixoto (2000) e Jardim e Souza (2006).

Dentre os gêneros identificados na família Rubiaceae, inclui-se o *Simira*, representado por 41 espécies distribuídas pela região neotropical (ANDERSSON, 1992). Para o Brasil foram registradas 16 espécies (SILVA NETO, 2000) e, para a Caatinga, seis espécies, dentre elas a *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto (GIULIETTI et al., 2002).

2.2 *Simira gardneriana* M.R. BARBOSA & PEIXOTO

Conhecida, também, por pereiro-vermelho ou pereiro-de-tinta (Figura 1), é exclusiva da Caatinga arbóreo-arbustiva da região central do Nordeste brasileiro, ocorrendo da Bahia, Ceará, Pernambuco até o Piauí. Sua altura varia de 4 a 7 metros, possui copa irregular e densa, com folhas concentradas no ápice dos raminhos, cartácea, glabra e avermelhada quando jovem, com pecíolo de 5-7 mm, com inflorescências axilares, em tirso curtos, com 7-12 flores subsésseis, andróginas, de coloração esbranquiçada, formadas entre maio e julho (LORENZI, 2009).

A árvore de pereiro-vermelho, de pequeno a grande porte, é caducifólia, pioneira, heliófita e seletiva xerófila, sendo utilizada com sucesso na arborização de ruas, bem como para compor reflorestamentos mistos. A madeira também é usada para construções rurais, como estacas para cercamento e para lenha. Encontra-se na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008), principalmente pela extração da madeira sem manejo sustentável e, também, em função das queimadas indiscriminadas (BARBOSA; PEIXOTO, 2000).

Os frutos são do tipo cápsula globosa, lenhosa, lenticelada e 2-valvada, deiscentes, os quais amadurecem nos meses de agosto e setembro (Figura 1). A espécie produz anualmente

abundante quantidade de sementes viáveis, que são disseminadas pelo vento a curta distância (LORENZI, 2009).

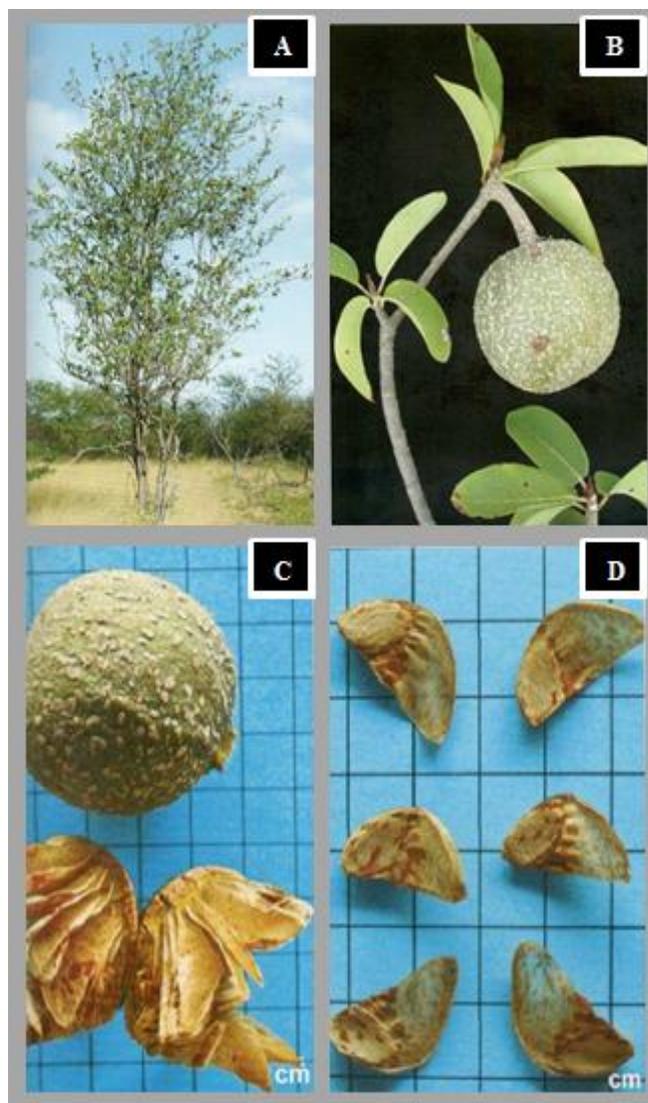


Figura 1. Planta (A), ramos, folhas e fruto (B), fruto e sementes (C e D) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto).

Fonte: Lorenzi (2009).

Com relação às características morfológicas das sementes de pereiro-vermelho, ainda carece de estudos. Atualmente, há um crescente interesse na morfologia de sementes e plântulas de espécies florestais (AMORIM et al., 2006; PAIVA SOBRINHO; SIQUEIRA, 2008; RAMOS; FERRAZ, 2008), tendo em vista que esse conhecimento se constitui em ferramenta para auxiliar na identificação botânica das espécies, na interpretação dos testes de germinação em laboratório e no reconhecimento das sementes em campo (DONADIO; DEMATTÊ, 2000a; MELO; VARELA, 2006).

2.3 ESTUDOS MORFOLÓGICOS

O estudo da morfologia de sementes e plântulas poderá contribuir para a identificação de algumas espécies, além de fornecer conhecimentos sobre o processo reprodutivo dos vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas e compreensão do processo de estabelecimento das plantas nos seus habitats (GUERRA; MEDEIROS FILHO; GALLÃO, 2006). Diversos autores evidenciaram que pesquisas envolvendo a análise morfológica podem ser usadas para diversos fins. Araújo Neto et al. (2002) mostraram a importância dessas pesquisas para auxiliar na identificação de espécies em estudos de regeneração natural de áreas degradadas.

Barroso et al. (2004) utilizaram as características morfológicas de frutos, sementes e plântulas na identificação de famílias e gêneros de dicotiledôneas. Amorim et al. (2008) relataram a importância desses estudos nas análises laboratoriais, na identificação de espécies em viveiros e reconhecimento da planta em campo. Por outro lado, Barreto e Ferreira (2011) afirmaram que a ausência desses estudos dificulta pesquisas sobre a regeneração natural, silvicultura e preservação de espécies em risco de extinção.

Assim, pesquisas envolvendo análises morfológicas de sementes e plântulas florestais de diferentes famílias foram realizadas, a exemplo de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex

Steud. – Moraceae (BATTILANI; SANTIAGO; SOUZA, 2006); *Myracrodruon urundeuva* Allemão – Anacardiaceae (FELICIANO; MARANGON; HOLANDA, 2008); *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum – Myrtaceae (REGO et al., 2011); e *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. – Sapotaceae (SILVA et al., 2012).

Apesar da importância dos estudos sobre a morfologia de sementes, germinação e plântulas de Rubiaceae, na literatura ainda existem poucos trabalhos envolvendo espécies florestais nativas pertencentes a esta família. Dentre estes, pode-se citar o de Andrade et al. (2000) que descreveram a morfologia das sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) e seu desenvolvimento pós-seminal, caracterizando as plântulas normais e o tipo de germinação; Matheus, Bacelar e Oliveira (2008) que caracterizaram morfológicamente os frutos e sementes de marmelinho-do-campo (*Alibertia sessilis* Schum.); e Lima et al. (2010) que estudaram os caracteres morfológicos das sementes e frutos, bem como os aspectos morfológicos da germinação e das plântulas de angélica do mato (*Guettarda platypoda* DC.).

Para a maioria das espécies da Caatinga, são poucas as informações disponíveis na literatura sobre morfologia de sementes e plântulas (ARAÚJO NETO et al., 2002). Feliciano (1989) destacou a importância desses estudos nas formações florestais do semiárido nordestino, para a identificação e para o conhecimento mais amplo de algumas espécies dessa região, já que, na época seca, as árvores apresentam-se sem folhas, flores ou frutos.

Nesse sentido, estudos que visam o conhecimento da morfologia de sementes e plântulas de espécies arbóreas do bioma Caatinga foram desenvolvidos para algumas espécies, tendo como exemplos *Zizyphus joazeiro* Mart. e *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (SILVA; MATOS, 1998); *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith (CUNHA; FERREIRA, 2003); *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore (OLIVEIRA; SCHLEDER; FAVERO, 2006); *Guazuma ulmifolia* Lam. (PAIVA SOBRINHO; SIQUEIRA, 2008); e *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (SILVA et al., 2012).

As características das plântulas são pouco utilizadas nos estudos da botânica sistemática, talvez pela limitação de dados e ausência de tradição (DONADIO; DEMATTÊ,

2000a) ou pelas dificuldades de reconhecer as plantas a partir de plântulas, porque os caracteres externos observados na fase adulta nem sempre são semelhantes àqueles identificados na fase inicial de desenvolvimento (AMORIN et al., 2006). Por outro lado, os caracteres morfológicos de sementes são bastante utilizados para a identificação de famílias ou até mesmo do gênero, espécie ou variedade a qual a planta pertence (SILVA et al., 2008).

2.3.1 Morfologia de sementes

De modo geral, as sementes apresentam importantes funções na disseminação e sobrevivência das espécies vegetais, além de serem utilizadas na alimentação humana e animal e desempenharem importante papel biológico (MARCOS FILHO, 2005). Embora sejam formadas por envoltório, embrião e tecidos de reserva, na natureza, as sementes das diferentes espécies apresentam variação de tamanho, forma, coloração e aspecto superficial da testa (BELTRATI; PAOLI, 2006; ABUD; REIS; TEÓFILO, 2009).

As características externas e internas das sementes são pouco modificadas pelo ambiente, constituindo-se assim, em variáveis seguras para a identificação de espécies (BARROSO et al., 1999). Os principais caracteres externos empregados em estudos morfológicos são a forma, a coloração, a presença de cicatrizes ou apêndices; enquanto os internos são presença ou ausência de endosperma, número e posição dos cotilédones, quantidade e qualidade do material de reserva, tipo, forma, tamanho e posição do embrião (GUNN, 1981; SOUZA; OLIVEIRA, 2004).

No que diz respeito ao embrião, suas estruturas morfológicas, assim como a posição que ocupa na semente são tão distintas entre os diferentes grupos de plantas, que podem ser seguramente utilizadas para a identificação de famílias, gêneros e até espécies (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977). A biometria (comprimento, largura e espessura) de sementes pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de espécies de um mesmo gênero

(CRUZ; MARTINS; CARVALHO, 2001). O grau de confiabilidade dos caracteres morfológicos para identificação é dado pela sua constância, de modo que, quanto mais constantes se apresentarem maior será a sua confiabilidade (KUNIYOSHI, 1983).

Dessa forma, o conhecimento dos caracteres morfológicos das sementes florestais podem fornecer indicações sobre o tipo de armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983), como também, tem sua importância na manutenção da biodiversidade (OLIVEIRA; SCHLEDER; FAVERO, 2006). Além disso, permite a obtenção de informações sobre a presença ou ausência de dormência tegumentar ou embrionária, bem como sobre a compreensão e descrição do processo germinativo (CASTELLANI et al., 2008).

2.3.2 Morfologia da germinação e de plântulas

A fase de plântula, além de crítica, é também pouco conhecida, pois, levando-se em consideração a enorme diversidade de espécies existentes em nossa flora, ainda são poucos os trabalhos sobre morfologia de plântulas de espécies arbóreas (DONADIO, 2000). Os estudos morfológicos auxiliam na compreensão e no entendimento do ciclo de vida e crescimento das espécies florestais, seja para a obtenção de mudas, regeneração natural ou para fins taxonômicos (MOURÃO et al., 2002). A semelhança das sementes, as características morfológicas das plântulas também permitem a identificação de famílias, gêneros e até espécies (SILVA; MÔRO, 2008).

Diante disso, Araújo e Matos (1991) e Andrade et al. (2003) afirmaram que o conhecimento dos caracteres morfológicos de plântulas fornecem subsídios para avaliação correta dos testes de germinação nos laboratórios de análise de sementes. Além disso, facilita o reconhecimento das espécies de uma determinada região, dentro de um enfoque ecológico (FERREIRA et al., 2001); auxiliam na identificação, diferenciação de espécies e na

silvicultura (AMORIM, 1996); no reconhecimento do estágio sucessional em que a floresta se encontra (DONADIO; DEMATTÊ, 2000a); e, contribui para os estudos de regeneração em ecossistemas naturais (MELO; VARELA, 2006), uma vez que a emergência e o estabelecimento das plântulas são estágios críticos no ciclo de vida das plantas (MELO et al., 2004).

Em relação ao estudo dos aspectos morfológicos da germinação, este contribui para a propagação das espécies, pois aborda a classificação da germinação em relação à posição dos cotilédones e auxilia na interpretação e padronização dos testes de germinação em laboratório, bem como para o conhecimento morfo-anatômico integral da espécie e estudos agronômicos (FERREIRA et al., 2001).

Sob o ponto de vista morfológico, existem dois tipos de germinação: hipógea (hypo - abaixo de; geo - terra) e epígea (epi - acima de). Na primeira os cotilédones permanecem abaixo do nível do solo, ocorrendo maior desenvolvimento do epicótilo; e, na segunda, os cotilédones se elevam acima da superfície do solo, devido ao alongamento do hipocótilo. Nessa última, frequentemente há formação de uma alça na extremidade do hipocótilo, próximo ao nó cotiledonar, de tal maneira a facilitar o levantamento dos cotilédones acima do nível do solo, permitindo a saída da parte aérea, sem injúria (DAMIÃO FILHO; MÔRO, 2001).

Nos testes de laboratório, as sementes são consideradas germinadas, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), quando apresentam aptidão para produzir plântula normal. De acordo com Garwood (1996), os cinco tipos de plântulas que caracterizam o desenvolvimento pós-seminal são: PEF (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones foliáceos); PER (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones de reserva), PHR (fanerocotiledonar, hipógea com cotilédones de reserva), CHR (criptocotiledonar, hipógea com cotilédones de reserva) e CER (criptocotiledonar, epígea com cotilédones de reserva). Essas informações, segundo Garwood (1996) e Ibarra-Manríquez, Ramos e Oyama (2001) irão contribuir para o reconhecimento da espécie e estão associados a fatores ecológicos,

como forma de vida da planta, capacidade de dispersão das sementes e estratégia de regeneração.

A germinação das sementes constitui a etapa do ciclo de vida que influencia diretamente a distribuição das plantas (SOUZA et al., 2007), sendo iniciada com a embebição (MARCOS FILHO, 2005; ANDRADE; JESUS; MARTINS, 2006), seguida da retomada do crescimento do embrião, com subsequente rompimento do tegumento pela radícula, para as sementes viáveis não dormentes. O teste de germinação serve de suporte para todas as outras análises e experimentos, no entanto, para espécies florestais nativas do Brasil não existem padrões para que a avaliação dos testes de germinação seja feita com segurança, como existe para a maioria das grandes culturas (WIELEWICKI et al., 2006). Neste contexto, o conhecimento das estruturas do processo germinativo e das plântulas é importante para uma correta interpretação do teste, bem como, os fatores básicos como substrato, temperatura e água (LUZ et al., 2012).

2.4 EMBEBIÇÃO DE SEMENTES

A água é fator imprescindível, pois é com a absorção de água por embebição que se inicia o processo da germinação. Para isso acontecer, é necessário que a semente atinja um nível adequado de hidratação, a qual permita a reativação dos processos metabólicos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012) e, com isso, seja desencadeado o processo de retomada do desenvolvimento do embrião (BEWLEY et al., 2013). O ganho de água durante a embebição é variável entre as espécies, podendo atingir valores altos nas sementes ortodoxas (BEWLEY; BLACK, 1994), variando de 40 a 100% em relação ao peso inicial (GARCIA; DINIZ, 2003).

A embebição de água pelas sementes ocorre de acordo com um padrão trifásico na maioria das espécies, onde na fase I, a entrada de água na semente se dá de forma rápida, por

adsorção, sendo verificado este comportamento em qualquer semente, morta ou viva, desde que não exista nenhum impedimento físico a entrada de água. A fase II é lenta, sendo inclusive, a que determina o tempo gasto por uma semente para germinar e acontece em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão. Na fase III, ocorre novo aumento no grau de umidade das sementes e observa-se à protrusão da radícula, ocorrendo apenas em sementes vivas e não dormentes. Essas três fases originam a curva de absorção de água pela semente (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005).

A importância da curva de absorção de água pelas sementes, com suas fases de entrada de água, está relacionada tanto com a elucidação do processo germinativo quanto com a determinação da duração do pré-umedecimento e de tratamentos com reguladores vegetais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; FERREIRA et al., 2006).

Trabalhos que visam caracterizar a curva de absorção de água de diferentes tipos de sementes e espécies foram realizados por alguns pesquisadores os quais verificaram que o tempo de permanência das sementes na fase I é muito variável. Neste contexto, Braga (2003) estudou a germinação de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e observou que foram necessárias apenas 6 horas para completar a fase I; Duarte et al. (2010) avaliaram as características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh sob diferentes temperaturas e constataram que a fase I ocorreu após 24 horas de embebição; Costa, Bueno e Ferreira (2011) analisaram as fases da germinação de sementes de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer em diferentes temperaturas e perceberam que a fase I só foi concluída entre 60 e 72 horas.

O período de embebição é influenciado pelas propriedades de cada semente, como a composição química, permeabilidade do tegumento, tamanho da semente e, também, pelas condições de embebição, como temperatura, área de contato semente/água e composição do substrato (BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; BECKERT; SILVA, 2002). A temperatura influencia na velocidade de absorção de água, na germinabilidade, na velocidade e na uniformidade de germinação e nas reações bioquímicas que determinam todo o processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). O excesso de

umidade no substrato provoca decréscimo na germinação de sementes, por afetar a penetração de oxigênio e reduzir todo o processo metabólico, além de aumentar a incidência de fungos (MELO; FERREIRA; RODOLFO JÚNIOR, 2005).

O tempo de duração de cada fase de embebição varia entre as espécies, sendo influenciada pela temperatura de embebição de água das sementes. Puteh, Tekrony e Egli (1995) observaram que a embebição na temperatura mais elevada, por um determinado período de tempo, diminuiu o período da fase II de absorção de água. Por outro lado, Albuquerque, Rodrigues e Mendonça (2000) demonstraram que a influência da temperatura foi mais evidente na fase I, verificando-se que a 25 e 30 °C, durante as primeiras 24 horas, a absorção de água em sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth foi mais rápida que na temperatura de 20 °C. Deste modo, a absorção de água é menor em certas espécies, quando a temperatura é mais baixa, podendo haver variações no tempo de embebição, de minutos a horas, ou até de vários dias (CHING, 1972).

A temperatura de embebição pode alterar o vigor e a viabilidade das sementes, de modo que o período de hidratação das sementes diminui com o aumento da temperatura, ocorrendo de forma mais lenta em temperaturas baixas (RAHMAN; AHAMMAD; ALAM, 2011). Porém, a embebição mais lenta traz menos danos ao sistema de membrana celular das sementes e a rápida embebição pode ocasionar à lixiviação de conteúdos celulares, afetando negativamente a germinação (CASTRO; HILHORST, 2004).

2.5 TEMPERATURAS PARA GERMINAÇÃO DE SEMENTES

As sementes de diferentes espécies apresentam faixas distintas de temperatura para germinação, as quais existem uma temperatura mínima, abaixo da qual sua velocidade é zero; uma faixa infra ótima e supra ótima, da qual a velocidade aumenta e diminui, respectivamente, com a temperatura; e, uma temperatura máxima, acima da qual o processo

não ocorre (PROBERT, 1993). A temperatura ótima é aquela em que o processo ocorre em menor intervalo de tempo e proporciona as maiores porcentagens de germinação (HORIBE; CARDOSO, 2001). De modo geral, a ação da temperatura sobre a germinação decorre de modificações na conformação e estrutura das moléculas, particularmente proteínas e lipídeos, envolvidas em reações químicas durante a germinação e na estrutura das membranas (BEWLEY; BLACK, 1994).

As temperaturas máximas para a germinação de muitas sementes encontram-se entre 35 e 40 °C e as mínimas geralmente são inferiores a 15 °C (MARCOS FILHO, 2005). A faixa ótima de temperatura para a maioria das sementes de espécies tropicais varia de 20 a 30 °C (BORGES; RENA, 1993; PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA; PEIXOTO, 2004), podendo ser alterada de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem. Além disso, para determinadas espécies, o desempenho germinativo das sementes é favorecido por temperaturas constantes (SOUZA et al., 2007; OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2008; PACHECO et al., 2010; GUEDES et al., 2010), por temperatura alternada (ABDO; PAULA, 2006; LIMA et al., 2011; PEREIRA et al., 2013) e por indiferença ao regime de temperatura utilizado (SILVA; RODRIGUES; AGUIAR, 2002; MARTINS; MACHADO; NAKAGAWA, 2008).

A temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies florestais vem sendo determinada por muitos pesquisadores. Como exemplo, foram definidas como ótimas para germinação, as temperaturas constantes de 25 e 30 °C e a temperatura alternada de 20-30 °C para sementes de *Dinizia excelsa* Ducker (VARELA; RAMOS; MELO 2006); a de 25 °C para sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (ALVES et al., 2002); a de 30 °C para sementes de *Parkia discolor* Benth (RAMOS; VARELA, 2003); as de 25 e 30 °C para sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (LEAL FILHO; BORGES, 1992); as de 30 e 35 °C para sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (PEREZ; MORAES, 1990); e, a temperatura alternada de 20-30 °C para sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (LIMA et al., 2011).

As variações da temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Rego et al. (2011) observaram que o

menor tempo médio de germinação e os maiores valores de porcentagem e índice de velocidade de germinação em sementes de *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum foram obtidos com a temperatura 25 °C. As temperaturas constantes de 25 e 30 °C promoveram maior velocidade de germinação e reduziram o tempo médio de germinação em sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf. (GUERRA; MEDEIROS FILHO; TEÓFILO, 2006). Em sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth ex Walp, as temperaturas de 25 e 30 °C proporcionaram as maiores porcentagem e velocidade de germinação, enquanto que a temperatura de 15 °C e acima de 35 °C influenciaram negativamente a germinação das sementes (CÂMARA et al., 2008).

2.6 SUBSTRATOS PARA GERMINAÇÃO DE SEMENTES

O substrato é outro fator importante que influencia a germinação, já que fatores como aeração, capacidade de retenção de água, estrutura, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de acordo com o tipo de material utilizado (WAGNER JÚNIOR et al., 2006).

De acordo com Yamanishi et al. (2004), o substrato adequado deve apresentar boas características físicas, químicas e biológicas, possibilitando, portanto, um rápido crescimento da plântula, um bom teor de matéria seca, dentre outras características. Assim, a escolha do substrato deve ser feita, levando-se em consideração o tamanho da semente, a exigência quanto ao suprimento de água e luminosidade, a facilidade que oferece para realização das contagens e avaliação das plântulas (BRASIL, 2009; HONÓRIO et al., 2011).

Além dos substratos recomendados pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), como papel (mata-borrão, toalha e filtro), areia e solo, outros substratos vêm sendo testados, tais como: vermiculita, pó de coco, terra vegetal e esterco, esfagnum, serragem, casca de arroz carbonizada, substrato comercial, carvão e pano (ALVES et al., 2002; LOPES;

PEREIRA; MARTINS-FILHO, 2002; IOSSI et al., 2003; PACHECO et al., 2006; LIMA et al., 2006; HONÓRIO et al., 2011).

Conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), o papel deve ser de fibra de madeira, clareada quimicamente, de algodão ou outro tipo de celulose vegetal purificada, possuir boa capacidade de retenção de água, estrutura aberta e porosa, ser livre de detritos ou impurezas e isento de fungos e bactérias. Uma superfície enrugada, tipo crepom, é preferível para papéis mata-borrão, toalha e de filtro. Já o substrato areia deve apresentar uniformidade no tamanho de partículas, capacidade de retenção de água em quantidade suficiente para suprir as sementes e plântulas, bem como permitir aeração adequada para possibilitar a germinação e crescimento das raízes. Apesar do bom desempenho, este tipo de substrato apresenta o inconveniente de drenar rapidamente a água, ficando a parte superior ressecada, além de ser pesado e de difícil manuseio nas caixas gerbox. Por outro lado, o papel filtro embora seja indicado para sementes pequenas e de rápida germinação, tende a favorecer o desenvolvimento de microorganismos aeróbicos e reter menos água, sendo necessário reumedecê-lo durante o teste (SILVA; AGUIAR, 2004).

Mesmo não estando prescrita nas Regras para Análise de Sementes, a vermiculita é outro tipo de substrato que vem sendo bastante utilizada por apresentar vantagens como: boa aeração, fácil obtenção, baixa densidade, uniformidade na composição química e granulométrica, baixa incidência de patógenos, alta capacidade de troca catiônica (CTC) e retenção de água (MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009). Esse substrato é inorgânico, neutro, leve, de fácil manuseio, sendo recomendado principalmente para sementes de grandes dimensões e de formato arredondado, permitindo o desenvolvimento mais adequado de plântulas durante o teste de germinação em função do maior contato entre as sementes e o substrato. Além disso, a vermiculita é um substrato que vem sendo utilizado com bons resultados para a germinação de sementes de espécies florestais, especialmente devido à sua boa capacidade de absorção e retenção de água (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PINÃ-RODRIGUES, 1993).

Em pesquisas com sementes de espécies florestais, alguns autores estudaram a influência do substrato sobre a germinação de sementes. Pacheco et al. (2006) observaram que o substrato vermiculita e pó de coco proporcionaram maior porcentagem de germinação em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., quando comparados aos substratos papel mata-borrão e areia. Os substratos sobre-papel, sobre vermiculita e sobre areia foram recomendados por Varela, Ramos e Melo (2006) como os mais adequados para a condução dos testes de germinação em sementes de *Dinizia excelsa* Ducker. Para sementes de *Adenantha pavonina* L., Souza et al. (2007) concluíram que os substratos pó de coco e areia permitiram bom desempenho germinativo, quando comparados com o substrato vermiculita.

Já Dutra, Medeiros Filho e Diniz (2008), ao estudarem a germinação de sementes de *Albizia lebbek* L. Benth verificaram que as melhores condições para a germinação foram obtidas entre substrato, independente de ser areia ou papel. Por sua vez, Lima et al. (2011), em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., verificaram que os substratos vermiculita e areia apresentaram bons resultados de germinação. Porém, em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., Lima et al. (2006) não encontraram diferenças significativas em relação a porcentagem de germinação entre os substratos areia, papel, Plantmax® e vermiculita.

2.7 TESTE DE TETRAZÓLIO

O teste de tetrazólio, desenvolvido por Lakon em 1939 e posteriormente aperfeiçoado e divulgado por Moore em 1972 (PRETE; CICERO; FOLEGATTI, 1993), baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases, que reduzem o sal 2,3,5 trifênil cloreto de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, pela reação de íons de hidrogênio que são transferidos para o referido sal. A redução do sal ocorre apenas nas células vivas, resultando na formação do trifênilformazam, composto vermelho e não difusível que confere cor vermelha ao tecido

vivo do embrião (FRANÇA NETO; KRYZANOWSKI; COSTA, 1998). Os tecidos acentuadamente deteriorados liberam quantidades muito pequenas de íons de hidrogênio, insuficientes para que ocorra a reação normal com o sal de tetrazólio (MARCOS FILHO, 2005). Conforme Roversi e Theisen (2005), a formação de um vermelho carmim claro indica tecido viável e um vermelho carmim intenso revela o tecido em deterioração, e se o mesmo é não viável, a redução do sal não ocorrerá e o tecido morto mantém sua cor (não colorido).

Este teste tem sido aceito, não somente como uma técnica para estimar o vigor, mas também para verificar a viabilidade das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, auxilia na identificação dos fatores que influenciam a qualidade das sementes, como danos mecânicos, ocasionados por secagem, insetos e deterioração por umidade. Os dados obtidos através desse teste podem ser utilizados no estabelecimento de bases para a comercialização, determinação do ponto de colheita e controle de qualidade durante o armazenamento (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987).

Na realização do teste de tetrazólio são indicados procedimentos, chamados de pré-condicionamento, que visam à penetração da solução nos tecidos de interesse a serem avaliados. Em sementes de espécies florestais, diversos tratamentos de pré-condicionamento vêm sendo utilizados como corte, escarificação e embebição em água (FERREIRA et al., 2001; MENDONÇA; RAMOS; PAULA, 2001). A embebição das sementes para a instalação do teste provoca o amolecimento das mesmas, facilitando a retirada do tegumento e os cortes de preparo e a ativação do sistema enzimático, facilitando a penetração da solução de tetrazólio e o desenvolvimento de uma coloração mais clara e evidente. A remoção do tegumento após o pré-condicionamento, geralmente, possibilita maior uniformidade e rapidez no desenvolvimento da coloração. No entanto, os resultados podem ser alterados em virtude da ocorrência de danos ao embrião durante a remoção (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987; ZUCARELI et al., 2001; FOGAÇA, 2000).

Além do pré-condicionamento, a utilização de concentração da solução de tetrazólio, tempo e temperatura de condicionamento e avaliação adequada da coloração das sementes, são fundamentais para que se obtenham resultados confiáveis sobre a viabilidade

(OLIVEIRA; CARVALHO; DAVIDE, 2005; BHERING; DIAS; BARROS, 2005). Podem ser utilizadas várias concentrações da solução de tetrazólio na condução do teste, dependendo da espécie avaliada, do método de preparo das sementes e da permeabilidade do tegumento (MARCOS FILHO; CÍCERO; SILVA, 1987), sendo que as concentrações mais utilizadas são 0,075; 0,1; 0,2; 0,5 e 1,0%. Entretanto, as menores concentrações são mais indicadas por apresentarem menor custo com o sal e por possibilitarem melhor visualização dos distúrbios de coloração e identificação de diferentes tipos de injúrias (FRANÇA NETO; KRYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Para se obter uma coloração mais rápida recomenda-se colocar as sementes em recipientes com solução de tetrazólio e levá-las à estufa com temperatura entre 35 e 40 °C, porém, temperaturas entre 20 e 45 °C podem ser utilizadas sem afetar a precisão do teste. Não são indicadas temperaturas superiores a 45 °C, pois acima disso poderá ocorrer a inativação de enzimas (BHERING et al., 1996; FRANÇA NETO; KRYZANOWSKI; COSTA, 1998). De acordo com Grabe (1976), a coloração das sementes no teste de tetrazólio se estabelece mais rapidamente nas temperaturas mais elevadas. No caso das espécies florestais, recomenda-se o uso de temperaturas entre 30 e 40 °C (PIÑA-RODRIGUES; VALENTINI, 1995).

O tempo necessário para o desenvolvimento da coloração é variável de acordo com a espécie. Durante esse período, as sementes devem ser mantidas no escuro submersas na solução de tetrazólio, pois a luz pode provocar alteração da coloração da solução e, assim, possíveis erros na interpretação do teste. Após o período de coloração, as sementes devem ser lavadas e mantidas submersas em água até o momento da avaliação (FRANÇA NETO; KRYZANOWSKI; COSTA, 1998). Caso não seja possível a análise das sementes imediatamente após a coloração, estas podem ser mantidas em ambiente refrigerado por um período de até 12 horas. No caso de espécies florestais, as sementes podem permanecer em água no refrigerador por até 24 horas, no escuro (PIÑA-RODRIGUES; VALENTINI, 1995).

Assim, pesquisas em sementes de espécies florestais têm sido desenvolvidas, procurando determinar o melhor tempo, temperatura e concentração da solução do sal de

tetrazólio para estimar a viabilidade de cada espécie. Oliveira, Carvalho e Davide (2005) recomendaram a coloração de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em solução de tetrazólio a 0,1% por 150 minutos, a 25 °C. Para sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich., utiliza-se a imersão das sementes em solução de 0,5 % por 12 horas a 30 °C (OLIVEIRA; CARVALHO; NERY, 2005). Em sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth., a concentração da solução utilizada é de 0,075% e temperatura de 35 °C, por 4 horas de coloração (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011).

Por outro lado, para as espécies da família Rubiaceae alguns trabalhos foram realizados, como o de Fava e Albuquerque (2013), que verificaram que a temperatura de 40 °C e a coloração por 3 horas na concentração de 0,5% da solução de tetrazólio foram eficientes para avaliação da viabilidade das sementes de *Palicourea rigida* Kunth. A concentração de 0,1% durante 16 horas a 35 °C foi eficiente para avaliar a viabilidade de sementes de *Coffea arabica* L. (ZONTA et al., 2009). Para sementes de *Genipa americana* L. pode-se usar a concentração de 0,25% por 2 horas a 40 °C (NASCIMENTO; CARVALHO, 1998).

A viabilidade das sementes deve ser analisada individualmente, observando-se os danos internos e externos, sua extensão e lesões localizadas em regiões vitais da semente (BHERING et al., 1996; MARCOS FILHO, 2005). O teste de tetrazólio não requer equipamento complexo, entretanto, exige bom conhecimento de morfologia da semente por parte do analista e seu resultado é bastante subjetivo. A subjetividade do teste provoca variações de resultados entre analistas em função da dificuldade de visualização das estruturas da semente, e da interpretação das tonalidades da cor vermelha (DIAS; BARROS, 1999).

Embora o teste de tetrazólio possa fornecer informações rápidas e precisas quanto à viabilidade e vigor de sementes, tem como entrave à necessidade de profissional qualificado para a avaliação e interpretação do padrão de coloração das sementes, sendo que os resultados ficarão comprometidos se o analista não tiver habilidade, paciência e experiência na identificação dos tecidos vivos e deteriorados (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011).

Para sementes de espécies florestais, o teste de tetrazólio mostra-se muito promissor na avaliação da viabilidade, principalmente em espécies que exigem longo período de germinação, dificultando a obtenção dos resultados (PIÑA-RODRIGUES; VALENTINI, 1995).

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng - Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas/RS, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.
- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza/CE, v. 40, n. 4, p. 563-569, 2009.
- ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; RODRIGUES, T. J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF, v. 22, n. 1, p. 206-215, 2000.
- ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.
- AMORIM, I. L. **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras - MG**. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Departamento de Silvicultura, Universidade Federal de Lavras. 1996.
- AMORIM, I. L.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; CHAVES, M. M. F. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 507-516, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v31n3/a14v31n3.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2014.
- AMORIM, I. L.; FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; CHAVES, M. M. F. Aspectos morfológicos de plântulas e mudas de trema. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas/RS, v. 28, n. 1, p. 86-91. 2006.
- ANDERSSON, L. 1992. A provisional *checklist* of neotropical Rubiaceae. **Scripta Botanica Belgica**, Bélgica, v. 1, p. 1-199, 1992.
- ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do

desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.

ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 31, n. 1, p. 125-137, 2003.

ANDRADE, R. A.; JESUS, N.; MARTINS, A. B. G. Embebição e germinação de sementes de Camu-camu. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá/PR, v. 28, n. 4, p. 499-501. 2006.

ARAÚJO, S. S.; MATOS, V. P. Morfologia de sementes e de plântulas de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 15, n. 3, p. 217-223, 1991.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M.; PAULA, R. C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR, v. 24, n. 1, p. 203-211, 2002.

AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR, v. 33, n. 1 p. 061-068, 2011.

BACIGALUPO, N. M. Rubiaceae. In: CABRERA, A.L. (Ed.). **Flora de la Provincia del Jujuy**: Tomo XIII, Parte IX, Verbenáceas a Caliceráceas. Buenos Aires: Coleccion Científica del I.N.T.A, 1993. p. 374-437.

BARBOSA, M. R. V.; PEIXOTO, A. L. A new species of *Simira* (Rubiaceae, Rondeletieae) from Northeastern Brazil. **Novon: Missouri Botanical Garden Press**, Saint Louis, v. 10, n. 2, p. 110-112, 2000.

BARBOSA, M. R. V.; SOUSA, E. B.; JARDIM, J. G. Rubiaceae. In: BARBOSA, M. R. V.; SOTHERS, C.; MAYO, S.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; MESQUITA, C. A. **Checklist das Plantas do Nordeste Brasileiro**: Angiospermas e Gymnospermas. Ministério da Ciência e Tecnologia. 2006. p. 135-140.

BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

BARROSO, G. M. **Sistemática das Angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. v. 3, 326 p.

- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 2004. 443 p.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud. (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n.3, p. 581-589, 2006.
- BECKERT, O. P.; SILVA, W. R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 61-69, 2002.
- BELTRATI C. M.; PAOLI, A. A. S. Semente. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Ed.). **Anatomia Vegetal**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. p. 399-424.
- BHERING, M. C.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. N. F. S.; PENA, M. F. **Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio**. Viçosa: UFV, 1996. 27 p.
- BHERING, M. M.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas/RS, v. 27, n. 1, p. 176-182, 2005.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Nova York: Springer, 2013. 392 p.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. Cap.3, p.83-135.
- BRAGA, J. F. **Germinação de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae): dormência, temperatura, fotoblástismo e potencial osmótico**. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília, DF: MAPA, 2013. 98 p.

Disponível em: <

http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Laboratorio/Sementes/FLORESTAL_documento_pdf.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa N° 6**, de 23 de setembro de 2008. Disponível em: <
http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

BREMER, B. A review of molecular phylogenetic studies of Rubiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Calcutá, v. 96, p. 4–26, 2009.

CÂMARA, C. A.; ARAÚJO NETO, J. C.; FERREIRA, V. M.; ALVES, E. U.; MOURA, F. B. P. Caracterização morfológica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 281-290, 2008.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CASTELLANI, E. D.; DAMIÃO FILHO, C. F.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Morfologia de frutos e sementes de espécies arbóreas do gênero *Solanum* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 102-113, 2008.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.

CHING, T. M. Metabolism of germinationg seeds. In: KOZLOWSKY, T. T. (Ed.). **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972, v. 3, p. 103-218.

COSTA, P. N.; BUENO, S. S. C.; FERREIRA, G. Fases da germinação de sementes de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer em diferentes Temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal/SP, v. 33, n. 1, p. 253-260, 2011.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O ; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.

- CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith – *cumaru* – *Leguminosae Caesalpinioideae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.
- DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa de espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 101 p.
- DELPRETE, P. G. Rubiaceae - Parte 1: Introdução, Gêneros A-H. In: RIZZO, J. A. (coord.). **Flora dos Estados de Goiás e Tocantins**. IRD/UFG, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, v. 40, p. 1-580, 2010a.
- DELPRETE, P. G. Rubiaceae. In: SMITH, N. P. et al. (Ed.). **Flowering plant families of the American tropics**. Princeton University Press: New York Botanical Garden Press, USA, 2004. p. 328-333.
- DELPRETE, P. G. The status of monographic and floristic studies of Neotropical Rubiaceae, with emphasis on the Flora of The Guianas. **Flora of the Guianas Newsletter**, Utrecht, v. 12, p. 11-13, 1999.
- DELPRETE, P. G.; PERSSON, C. *Alibertia*. In: STEYERMARK, J. S.; BERRY, P. E.; HOLST, B. K. (Eds.): **Flora of the Venezuelan Guayana**. Missouri Botanical Garden Press: Saint Louis/USA, 2004. v. 8, p. 497-848.
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de milho. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.4-1 – 8.4-9.
- DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2002. 604 p.
- DONADIO, N. M. M. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas de espécies arbóreas brasileiras**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.) e jacarandá-da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000a.

DUARTE, E. F.; CARNEIRO, I. F.; SILVA, N. F.; GUIMARÃES, N. N. R. Características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 422-429, 2010.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; DINIZ, F. O. Germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbek* (L.) Benth) em função da luz e do regime de temperatura. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 75-81, 2008.

FAVA, C. L. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F. viabilidade e emergência de plântulas de *Palicourea rigida* Kunth em função de diferentes métodos para superação de dormência. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2620-2629, 2013.

FELICIANO, A. L. P. **Estudo da geminação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de dez espécies arbóreas ocorrentes no semiárido nordestino**. 114 f. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Dissertação Mestrado, 1989.

FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; HOLANDA, A. C. Morfologia de sementes, de plântulas e de plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 198-206, 2008.

FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; PINHO, S. Z.; OLIVEIRA, M. C.; RICHART, A.; BRAGA, J. F.; DIAS, G. B. Curva de absorção de água em sementes de atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. gefner. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 121-124, 2006.

FERREIRA, R. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R.; TONETTI, O. A. O. Morfologia da semente e de plântulas e avaliação da viabilidade da semente de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth. – Fabaceae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n.1, p.108-115, 2001.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Eds.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FOGAÇA, C. A. **Padronização e adequação de metodologias para avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. - caesalpinaceae**. 95 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia): Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2000.

- FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, M. M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U. C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpiniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 101-107, 2006.
- FRANÇA NETO, J. B. Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/ CNPSO, 1998. 72 p.
- GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 487-494, 2003.
- GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: Man and the Biosphere series. 1996. p. 59-129.
- GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; NETA, A. L. B.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (eds.). **Na vegetação e flora da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, p. 103-105, 2002.
- GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85 p.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.
- GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 322-328, 2006.
- GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Efeito da temperatura e da luz nas sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.1, p.39-43, 2006.
- GUNN, C. R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 9, n. 3, p. 737-757, 1981.

- HONÓRIO, I.C. G.; PINTO, V. B.; GOMES, J.A.O.; MARTINS, E. R. Influência de diferentes substratos na germinação de jambun (*Spilanthes oleracea* L. – Asteraceae). **Revista Biotemas**, Florianópolis/SC, v. 24, n. 2, p. 21-25, 2011.
- HORIBE, I. Y.; CARDOSO, V. J. M. Efeito do nitrato na germinação isotérmica de sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu. **Naturalia**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 175-189, 2001.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; RAMOS, M. M.; OYAMA, K. Seedling functional types in a lowland rain forest in México. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 88, n.10, p. 1801-1812, 2001.
- IOSSI, E.; SADER, R.; PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J. C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p.63-69, 2003.
- JANSEN, S.; ROBBRECHT, E.; BEECKMAN, H.; SMETS, E. A survey of the systematic wood of the Rubiaceae. **IAWA Journal**, Leiden/Holanda, v. 23, n. 1, p. 1-67, 2002.
- JARDIM, J. G.; SOUZA, E. B. Rubiaceae. In: GIULIETTI, A. M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L. P. (Eds.). **Diversidade e Caracterização das Fanerógamas do Semi-Árido Brasileiro**. Associação Plantas do Nordeste, Recife/PE, p. 203-209. 2006.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. 3rd ed. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. Sunderland: Sinauer, 2008. 609 p.
- KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. 233 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1983.
- LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, p. 57-60, 1992.
- LENS, F.; JANSEN, S.; ROBBRECHT, E.; SMETS, E. Wood anatomy of the Vanguerieae (Ixoroidea-Rubiaceae), with special emphasis on some geofrutices. **IAWA Journal**, Leiden/Holanda, v. 21, n. 4, p. 443-455, 2000.
- LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2 p. 216-222, 2011.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A.V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

LIMA JÚNIOR, M. J. **Manual de Procedimentos de Análise de Sementes Florestais**. Manaus: UFAM-Amazonas, Brasil. 2010. 146 p.

LIMA, L. F.; LIMA, P. B.; ALMEIDA JR, E. B.; ZICKEL, C. S. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Guettarda platypoda* DC. (Rubiaceae). **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v. 10, n. 1, p. 155-160, 2010.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D.; MARTINS-FILHO, S. Germinação de sementes de calabura (*Muntingia calabura* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR, v. 24, n. 1, p. 59-66, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009a. v. 3. 384 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009c, v. 2, 384 p.

LUZ, P. B.; PIVETTA, K. F. L.; NEVES, L. G.; PAIVA SOBRINHO, S.; BARELLI, M. A. A. Caracterização morfológica do diásporo e da plântula de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus/PI, v. 3, n. 4, p. 244-248, 2012.

MABBERLEY, D. J. **The plant-book: A portable dictionary of the vascular plants**. Cambridge University Press, Cambridge, 1997. 858 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230 p.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008.

MATHEUS, M. T.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo – *Alibertia sessilis* Schum. – (rubiaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró/RN, v. 21, n. 3, p. 60-61, 2008.

MELO, F. P. L.; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed. 2004. p. 237-249.

MELO, M. F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim Pedra) e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2006.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MELO, R. R.; FERREIRA, A. G.; RODOLFO JÚNIOR, F. Efeitos de diferentes substratos na germinação de sementes de angico (*Anadenanthera columbrina* (Vell) Brenan). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 5, n. 8, p. 1-8, 2005.

MENDES, A. M. S.; BASTOS, A. A.; MELO, M. G. G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae - Mimosoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 823-828, 2009.

MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; PAULA, R. C. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 64-71, 2001.

MENDOZA, H.; RAMÍREZ P., B. R.; JIMENÉZ, L. C. **Rubiaceae de Colombia Guía Ilustrada de Géneros**. Bogotá, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2004. 351 p. Disponível em: <<http://www.bionica.info/biblioteca/MendozaRubiaceaeColombia.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2014.

MOURÃO, K. S. M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S. Morfoanatomia de plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. E *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 24, p. 601-610, 2002.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, N. M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 231-235, 1998.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinoideae. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 159-166, 2005.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C. Teste de tetrazólio e sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – Bignoniaceae. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza/CE, v. 36, n. 2, p. 169-174, 2005.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Fabaceae. **Revista Floresta**, Curitiba/PR, v. 38, n. 3, p. 545-551, 2008.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PACHECO, M. V.; MATTEI, V. L.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M. Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* Benth. seeds under different temperatures and substrates. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n. 2, p. 205-213, 2010.

PAIVA SOBRINHO, S.; SIQUEIRA, A. G. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.-sterculiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 114-120, 2008.

PEREIRA, G. F. **A Família Rubiaceae Juss. na vegetação ripária de um trecho do Alto Rio Paraná, Brasil, com ênfase na Tribo Spermaceae**. 68 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2007.

PEREIRA, S. R.; KALIFE, C.; RODRIGUES, A. P. D'. A. C.; LAURA, V. A. Influência da temperatura na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 52-55, 2013.

- PEREZ, S. C. J. G. A.; MORAES, J. A. P. V. Influências da temperatura, da interação temperatura-giberelina e do estresse térmico na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 41-53, 1990.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VALENTINI, S. R. T. Teste de tetrazólio. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 61 - 73. (Série Registros, 14).
- PINTO, T. L. F.; BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CICERO, S. M. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. – Fabaceae –Faboideae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 208-214, 2008.
- PORTO, M. L.; JACQUES, S. M. C.; MIOTTO, S. T. S.; WAECHTER, J. L.; DETONI, M. L. Tribo Spermaceae. Rubiaceae. In: SCHULTZ, A. R. H.; HOMRICH, M. H. (eds.). **Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul**. Boletim do Instituto de Biociências. Porto Alegre: Série Botânica 5, 1977. v. 35, 114 p.
- PRETE, C. E. C.; CICERO, S. M.; FOLEGATTI, P. R. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina/PR, v. 15, n. 1, p. 32-37, 1994.
- PROBERT, E. H. The role of temperature in germination ecophysiology. In: FENNER, M. **The ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Wallingford: Cab International, 1993. p. 285-325.
- PUTEH, A. B., TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Influence of temperature and water uptake on the expression of cotyledon necrosis in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 23, n. 3, p. 739-748, 1995.
- RAHMAN, M. M.; AHAMMAD, K. U.; ALAM, M. M. Effect of soaking condition and temperature on imbibition rate of maize and chickpea seeds. **Research Journal of Seed Science**, New York, v. 4, n. 2, p. 117-124, 2011.
- RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 227-235, 2008.

- RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém/PA, n. 39, p. 123-133, 2003.
- REGO, S. S.; COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; KUNIYOSHI, Y. S.; NOGUEIRA, A. C. Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4 p. 616- 625, 2011.
- ROBBRECHT, E. Tropical wood Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contributions to a new subfamilial classification. **Opera Botanica Belgica**, Bélgica, v. 1, p. 1-271, 1988.
- ROVERSI, T.; THEISEN, G. Teste de tetrazólio. **Informativo Fundacep**, Cruz Alta/RS, v. 12, n. 1, p. 1-2, 2005.
- SILVA, B. M. S.; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, 2008.
- SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 36, n. 1, p. 59-64, 2012.
- SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* Willd., Leguminosae – Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.
- SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 1-12, 2004.
- SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul. – Caesalpinaceae) e de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 25-31, 1998.
- SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, B. A. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.

- SILVA NETO, S. J. **O gênero *Simira* Aubl. (Rubiaceae, Rondeletieae) no Brasil extraamazônico**. 80 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 2000.
- SOUZA, E. B.; PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.
- SOUZA, L. A.; OLIVEIRA, J. H. G. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 217-226, 2004.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 703 p.
- STEHMANN, J. R. (Coord.). **Endemismos de Plantas Vasculares na Mata Atlântica: Rubiaceae**. Minas Gerais: UFMG, 2008.
- STEYERMARK, J. A. Rubiaceae. In: LASSER, T. (ed.). **Flora de Venezuela**. Instituto Botánico, Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cria, Caracas, v. 9, p. 1-2070, 1974.
- TOLEDO, E. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.
- VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P.; MELO, M. F. F. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Dinizia excelsa* Ducker. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém/PA, n. 46, p. 171-179, 2006.
- WAGNER JÚNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. S.; PIMENTEL, L. D.; COSTA e SILVA, J. O.; BRUCKNER, C. H. Influência do substrato na germinação e no desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 643-647, 2006.
- WETZEL, M. M. V. S.; CÍCERO, S. M.; FERREIRA, B. C. S. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de seringueira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF, v. 14, n. 1, p. 83-88, 1992.
- WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies

florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. de V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.

ZAPPI, D. C.; NUNES, T. S. Notes on the Rubiaceae of Northeastern Brazil. I. *Erithalis*, *Psychotria* and *Rudgea*. **Kew Bulletin**, Richmond/Reino Unido, v. 55, p. 655-668, 2000.

ZONTA, J. B.; SOUZA, L. T.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Comparação de metodologias do teste de tetrazólio para sementes de cafeeiro. **Idesia**, Arica, v. 27, n. 2, p. 17-24, 2009.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, V. C. Preparação e coloração de sementes de farinha seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Bur.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 186- 191, 2001.

CAPÍTULO II

EMBEBIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES E PLÂNTULA DE PEREIRO-VERMELHO

RESUMO

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Embebição e caracterização morfológica de sementes e plântulas de pereiro-vermelho**. 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

O presente trabalho teve o objetivo de determinar a curva de embebição e a análise física das sementes, além de caracterizar morfológicamente a germinação e as plântulas de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Para tanto, foram realizadas as seguintes avaliações: peso de mil sementes, número de sementes.Kg⁻¹, teor de água inicial, curva de embebição em água, comprimento, largura e espessura das sementes, e ainda realizadas as descrições das estruturas internas e externas das sementes e plântulas. Para a curva de embebição utilizou-se três métodos de embebição (imersão em água, sobre tela e entre rolo de papel) e duas temperaturas (25 e 30 °C). Para a caracterização morfológica das plântulas foi descrito o processo de germinação das sementes, da emissão da radícula até o surgimento das primeiras folhas cotiledonares. Verificou-se que o teor de água inicial encontrado foi de 12,32% e o peso de mil sementes obtido foi de 69,04 g, correspondendo a 14.484 sementes.kg⁻¹. As dimensões médias das sementes foram 12,72 mm de comprimento, 8,25 mm de largura e 1,12 mm de espessura. Os resultados indicam que as sementes não apresentam impedimento à absorção de água e que esta é influenciada pelo método e temperatura de embebição, sendo que o melhor tratamento que caracteriza as três fases da curva de absorção de água em sementes de pereiro-vermelho é entre rolo de papel, na temperatura de 30 °C, com mudança entre as fases I e II após 33 horas, atingindo o início da fase III com 153 horas. Externamente a semente possui coloração de caramelo a marrom, com bordas de tom marrom escuro, espessura fina e alada. Internamente a semente possui endosperma de coloração branca onde está inserido o embrião. As sementes de pereiro-vermelho são albuminosas, os cotilédones são foliáceos e o embrião é do tipo espatulado. A germinação é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonares.

Palavras-chave: *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto. Biometria. Curva de embebição. Morfologia.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Imbibition and morphological characterization of seed and seedling of pereiro-vermelho**. 2014. 141 f. Thesis (PhD in Agronomy, Crop Science) – Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

This study aimed to determine the curve of uptake and physical seed analysis, and morphologically characterize the germination and seedling pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R Barbosa & Peixoto). To this end, the following evaluations were performed: thousand seed weight, number of seeds.kg⁻¹, initial water content, water uptake curve, length, width and thickness of the seed, and still held the descriptions of internal and external structures seeds and seedlings. For soaking curve was used three methods imbibition (immersion in water, for between screen and paper towel) and two temperatures (25 and 30 °C). For morphological characterization of the seedlings described the process of seed germination, the radicle protrusion to the emergence of the first cotyledons. It was found that the initial water content was found to be 12.32% and thousand seed weight obtained was 69.04 g, corresponding to 14 484 seeds.kg⁻¹. The average sizes of the seeds were 12.72 mm length, 8.25 mm width and 1.12 mm thickness. The results indicate that the seeds do not present barrier to absorption of water and that this is influenced by the method and the soaking temperature, where the best treatment featuring the three phases of the water absorption curve seeds pereiro-vermelho is between paper-towel at 30 °C with the change between phases I and II after 33 hours and reaching the beginning of phase III 153 hours. Externally, the seed has a caramel brown color, bordered with dark brown tone, thin and thick winged. Internally the seed has endosperm white coloration where the embryo is inserted. The seeds are albuminous pereiro-vermelho, the cotyledons are foliaceous and the embryo is the spatulate type. The germination is epigeal and seedlings are fanerocotylar.

Keywords: *Simira gardneriana* M.R Barbosa & Peixoto. Biometrics. Imbibition Curve. Morphology.

1 INTRODUÇÃO

A família Rubiaceae, com cerca de 650 gêneros e aproximadamente 13.000 espécies (DELPRETE; PERSSON, 2004), possui distribuição cosmopolita, ficando mais concentrada nos trópicos. No Brasil ocorrem cerca de 120 gêneros e 2000 espécies (SOUZA; LORENZI, 2008), sendo que na região Nordeste foi registrado 66 gêneros e 309 espécies (BARBOSA; SOUSA; JARDIM, 2006). Desses gêneros, inclui-se a *Simira*, que na Caatinga é representado por seis espécies, dentre elas a *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto, conhecida por pereiro-vermelho ou pereiro-de-tinta (GIULIETTI et al., 2002).

Considerando-se o grande número de espécies de Rubiaceae, fica evidente a existência de problemas relativos à taxonomia e filogenia, em que a análise tradicional de órgãos vegetativos e florais muitas vezes é insuficiente para solucionar tais problemas (OLIVEIRA, 2001). Portanto, estudos focados na descrição morfológica de sementes e plântulas são necessários para esclarecer essas questões (FERREIRA et al., 2001). Desse modo, a importância de pesquisas visando descrever aspectos biométricos de sementes e morfológicos de plântulas vêm sendo destacada, pois podem fornecer dados importantes para a diferenciação de espécies do mesmo gênero (CRUZ; MARTINS; CARVALHO, 2001) e contribuir para a tecnologia de produção de mudas de espécies nativas (PINÃ-RODRIGUES, 2002), porém, os dados disponíveis na literatura para a espécie em estudo ainda são escassos.

A morfologia de sementes e plântulas tem sido investigada em várias espécies arbóreas de diferentes famílias, a exemplo dos trabalhos de Battilani, Santiago e Souza (2006) com *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud. (Moraceae); Oliveira, Schleder e Favero (2006) com *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore (Bignoniaceae); Silva et al. (2008) com *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae-Papilionideae); Feliciano, Marangon e Holanda (2008) com *Myracrodruon urundeuva*

Allemão (Anacardiaceae); Rego et al. (2011) com *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum (Myrtaceae); e Silva et al. (2012) com *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (Sapotaceae). Estes estudos sobre os aspectos morfológicos de germinação de sementes e plântulas contribuem para o reconhecimento, identificação e propagação das espécies e tornam-se fundamentais para o melhor planejamento e tratamento silvicultural de espécies, permitindo o uso racional da floresta (MELO; VARELA, 2006).

Além da morfologia de sementes e plântulas, há, também, necessidade de se obterem informações básicas sobre a curva de absorção de água pelas sementes, com suas fases de entrada de água, pois o processo de germinação inicia-se com a reidratação das sementes, que permite a reativação do metabolismo, e termina com o início do alongamento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A embebição de água pelas sementes, sob condições ótimas, ocorre de acordo com um padrão trifásico na maioria das espécies, onde a fase I, ou embebição, é consequência do potencial matricial e ocorre independente da viabilidade ou dormência das sementes, desde que não exista nenhum impedimento físico a entrada de água; a fase II é uma fase estacionária e acontece em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão e, no início da fase III, ocorre novo aumento no grau de umidade das sementes e observa-se à protrusão da radícula. Esta última fase só ocorre em sementes não dormentes (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005).

Este padrão trifásico de absorção de água foi observado em sementes de espécies florestais, como *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (SILVA et al., 2009) e *Dalbergia nigra* (ATAÍDE et al., 2014), sendo que a duração de cada fase varia entre as espécies. Esse tempo é influenciado pelas propriedades de cada semente, como a composição química, permeabilidade do tegumento e tamanho da semente, bem como pelas condições durante a embebição, como temperatura, área de contato semente/água e composição do substrato (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Nesse contexto, a caracterização da curva de embebição serve para uniformizar ou até mesmo acelerar a germinação das sementes e os estudos morfológicos surge como uma alternativa para diferenciar espécies do mesmo gênero. Considerando-se a importância desses estudos, o objetivo deste trabalho foi determinar a curva de embebição de água e caracterizar fisicamente as sementes, além de avaliar morfológicamente a germinação e as plântulas de pereiro-vermelho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

No trabalho utilizou-se sementes de pereiro-vermelho, provenientes do Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE. As sementes foram colhidas manualmente de plantas matrizes no início do processo de deiscência dos frutos, no município de Afrânio, PE (Figura 1).



Figura 1. Mapa do estado de Pernambuco destacando o município de Afrânio, local onde foram feitas as coletas das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) utilizadas nos experimentos.

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2005).

O município de Afrânio/PE está localizado na mesorregião do São Francisco e na microrregião de Petrolina/PE, no chamado polígono das secas. A sede do município tem uma altitude aproximada de 522 metros e coordenadas geográficas de 08° 30' 54'' S e 41° 00' 18'' W. A vegetação é basicamente composta por Caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia. O clima é semiárido, do tipo BSh, com temperatura média anual de 24,8 °C, umidade relativa do ar de aproximadamente 55%, com chuvas de verão e a precipitação pluviométrica média anual é de 431,8 mm (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2005).

2.2 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

As análises físicas, biométricas e as curvas de embebição foram conduzidas no Laboratório de Análise de Sementes e os estudos morfológicos de sementes e plântulas no Laboratório de Morfoanatomia, ambos pertencentes ao Departamento de Ciências Vegetal (DCV) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. Durante o período experimental, as sementes foram acondicionadas em embalagem de papel e permaneceram em câmara climatizada (10-12 °C, 50-52% UR) durante todo período experimental.

2.3 ANÁLISES FÍSICAS DAS SEMENTES

Para caracterização física das sementes foram realizadas as seguintes avaliações:

2.3.1 Peso de mil sementes

O peso de mil sementes foi realizado com oito subamostras de 100 sementes as quais tiveram sua biomassa fresca pesada em balança de precisão (0,001 g), sendo os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009).

2.3.2 Número de sementes por quilo

Para a determinação do número de sementes por quilograma, seguiu-se a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para o cálculo, foi utilizada uma regra de três simples: $\text{Número de sementes.Kg}^{-1} = (1000 / \text{peso de mil sementes}) \times 1000 \text{ g}$.

2.3.3 Determinação do teor de água

O teor de água foi determinado pelo método de estufa a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de três gramas de sementes acondicionadas em recipientes de alumínio. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

2.3.4 Curva de embebição

Para avaliar a embebição das sementes em função do tempo, foi estabelecida uma curva de absorção de água por meio da pesagem inicial de quatro repetições de 25 sementes sem alas para cada interação temperatura x método de embebição. Os três métodos de embebição utilizados foram sementes imersas em água, sobre tela e entre rolo de papel, empregando-se as temperaturas de 25 e 30 °C.

O método de imersão em água foi constituído pelo acondicionamento das sementes em caixas plásticas transparente tipo gerbox de 11,0 x 11,0 x 3,5 cm com 100 mL de água, sendo que a troca da água foi feita a cada 12 horas. O método sobre tela foi realizado com a utilização de caixas plásticas tipo gerbox, possuindo em seu interior uma bandeja de tela de aço inoxidável, onde as sementes foram distribuídas de maneira a formarem uma camada simples sobre a superfície da tela. No interior de cada compartimento individual foram adicionados 100 mL de água e as caixas permaneceram tampadas durante o período de embebição. No método entre rolo de papel, as sementes foram colocadas entre três folhas de rolo de papel umedecidas com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes o peso seco do substrato e acondicionadas em sacos plásticos transparentes. Quando necessário, o substrato foi reumedecido, obedecendo à proporção de 2,5 vezes o seu peso seco.

Após disponibilizar as sementes nos seus respectivos métodos de embebição, estas foram acondicionadas em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) a 25 e 30 °C, sendo pesadas em intervalos de 3 em 3 horas durante as primeiras 15 h e, em intervalos de 6 h entre 15 e 33 h de embebição. Em seguida, foram realizadas pesagens em intervalos de 12 horas, entre 33 a 81 h de embebição e, por último, em intervalos de 24 h até o momento em que foi observada a protrusão da raiz primária de pelo menos uma semente de cada repetição dos tratamentos. Antes de

cada pesagem, as sementes foram secadas superficialmente com papel absorvente, pesadas em balança de precisão (0,001 g) e colocadas novamente para embeber.

A percentagem de teor de água absorvida em cada período foi calculada em relação ao peso inicial das sementes para cada tratamento, conforme a expressão a seguir (OLIVEIRA; BOSCO, 2013):

$$\% \text{ de teor de água} = [(P_f - P_i) / P_i] \times 100$$

Onde, P_i : peso inicial das sementes; P_f : peso final das sementes em cada tempo.

As curvas foram graficamente representadas por dispersão, sendo os resultados médios do teor de água de sementes imersas, sobre tela e entre rolo de papel, em cada temperatura, expressos em percentagem ao longo do tempo.

2.3.5 Biometria de sementes

Para descrição das dimensões, uma amostra de 400 sementes foi separada aleatoriamente, sendo avaliados o comprimento, largura e a espessura, a fim de determinar os tamanhos médios das sementes.

O comprimento foi medido da base até o ápice, enquanto a largura e espessura foram medidas na porção mediana das sementes utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,05 mm, sendo os resultados expressos em milímetros (Figura 2).

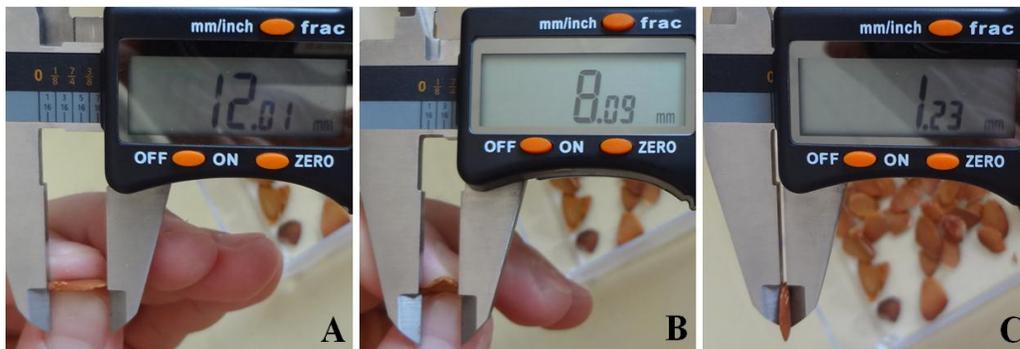


Figura 2. Dimensões das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto): comprimento (A), largura (B) e espessura (C). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

2.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES

Após a imersão das sementes em água destilada por 48 horas foram feitos cortes longitudinais na porção mediana das mesmas, utilizando-se lâminas de bisturi, com observações realizadas em estereomicroscópio e a olho nu. As características das sementes descritas foram as seguintes: **externas** – forma, presença ou ausência de estruturas de dispersão, cor do tegumento e bordo; **internas** – presença ou ausência de endosperma, o tipo, a forma, a cor, a posição dos cotilédones, o eixo-hipocótilo radícula e a posição do embrião em relação à semente.

2.5 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA GERMINAÇÃO E PLÂNTULAS

A caracterização da germinação e a descrição morfológica das plântulas foram realizadas utilizando-se duas repetições de 100 sementes semeadas em substrato rolo

de papel, umedecido com água na quantidade equivalente a 2,5 vezes ao peso seco (BRASIL, 2009). Após a semeadura os rolos de papel foram colocados em germinadores tipo B.O.D., à temperatura de 30 °C. Neste trabalho, considerou-se germinada a semente que apresentou emergência visível da raiz primária.

Para a descrição morfológica das plântulas foi descrito o processo de germinação das sementes, da emissão da radícula até o surgimento das primeiras folhas cotiledonares. Observou-se o tempo médio necessário para a protrusão da raiz primária, desenvolvimento das estruturas internas e a formação das primeiras folhas. Para as observações do padrão das características morfológicas internas, utilizou-se o estereomicroscópio Olympus e as características externas foram observadas a olho nu. As avaliações foram realizadas diariamente para determinar o momento do início da germinação da raiz e da parte aérea.

O procedimento metodológico para a descrição morfológica de sementes de pereiro-vermelho foi baseado nos trabalhos de Vogel (1980), Garwood (1996) e Barroso et al. (1999).

2.6 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

A análise descritiva para as dimensões (comprimento, largura e espessura) de sementes foi realizada utilizando-se o software estatístico ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002). Para cada característica biométrica, calculou-se a média, a mediana, a variância, a amplitude, o desvio padrão e o coeficiente de variação, segundo Banzatto e Kronka (2006). Os dados foram classificados por meio de distribuição de frequência e plotados em histogramas de frequência (OLIVEIRA; QUEIROZ; RAMOS, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO

Na caracterização física de sementes de pereiro-vermelho, o teor de água foi de 12,3% e o peso de mil sementes de 69,04 g, correspondendo a 14.484 sementes.kg⁻¹ (Tabela 1), podendo ser consideradas leves quando comparadas com sementes de outras espécies arbóreas, como *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (BOTELHO et al., 2000) ou *Erythrina velutina* Willd. (SILVA et al., 2008). Essa característica pode permitir a essa espécie melhor dispersão e facilidade de transporte pelo vento devido a sua pequena massa, mas também dificultar seu estabelecimento devido a uma menor reserva energética (OLIVEIRA; SCHELEDER; FAVERO, 2006).

Tabela 1. Valores médios do peso de mil sementes, teor de água e número de sementes.kg⁻¹ de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Variáveis	Parâmetros			
	Média	Variância	Desvio Padrão	C. V. (%)
Peso de mil sementes (g)	69,04	0,0151	0,1228	1,78
Teor de água (%)	12,3			
Número de sementes.kg ⁻¹	14.484			

Entre as repetições, para determinação do peso das sementes, o desvio padrão foi de 0,1228 e o coeficiente de variação de 1,78%, o que indicou pouca variação entre as sementes e enquadrando-se abaixo de 4%, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A pouca variação entre as sementes pode ser devido à proximidade das matrizes ou ainda de uma mesma matriz. O peso e tamanho

das sementes de determinada espécie são características extremamente flexíveis, alterando-se de local para local, de ano para ano e entre e dentro de indivíduos (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993).

Analisando-se as curvas de embebição das sementes de ambos os métodos testados, nas temperaturas de 25 e 30 °C (Figura 3A e 3B) pode-se constatar que a absorção de água pelas sementes seguiu um padrão trifásico (BEWLEY; BLACK, 1994). As sementes não apresentaram restrições à absorção de água durante o teste de embebição. As que permaneceram sobre tela e entre rolo de papel, acondicionadas nas temperaturas de 30 e 25 °C tiveram sua estabilização, respectivamente, após 33 e 45 horas do início da embebição, completando assim a fase inicial do processo (fase I). Por outro lado, as sementes imersas em água precisaram de 57 horas, independente da temperatura, para completar a fase I do processo de embebição. Observa-se que as sementes de pereiro-vermelho apresentam as fases I e II bem definidas, independentemente da temperatura, com maior velocidade de embebição nas primeiras horas (fase I) e tendência à estabilidade na fase II.

De acordo com Bewley e Black (1994) o período de absorção de água crescente caracteriza-se como a fase I de embebição, que ocorre independentemente da viabilidade ou dormência das sementes, desde que não existam impedimentos físicos à entrada de água. Embora Marcos Filho (2005) também relate que a fase I é rápida e apresenta duração entre oito e dezesseis horas para as espécies de plantas cultivadas, e Carvalho e Nakagawa (2012) relatem que esta fase pode completar-se em uma ou duas horas, no entanto, neste trabalho, a fase I teve duração entre 33 e 57 horas, dependendo da temperatura e métodos de embebição, e pode ser considerada fase lenta, segundo a literatura, ou rápida, quando se observa todo o processo germinativo para a espécie em estudo.

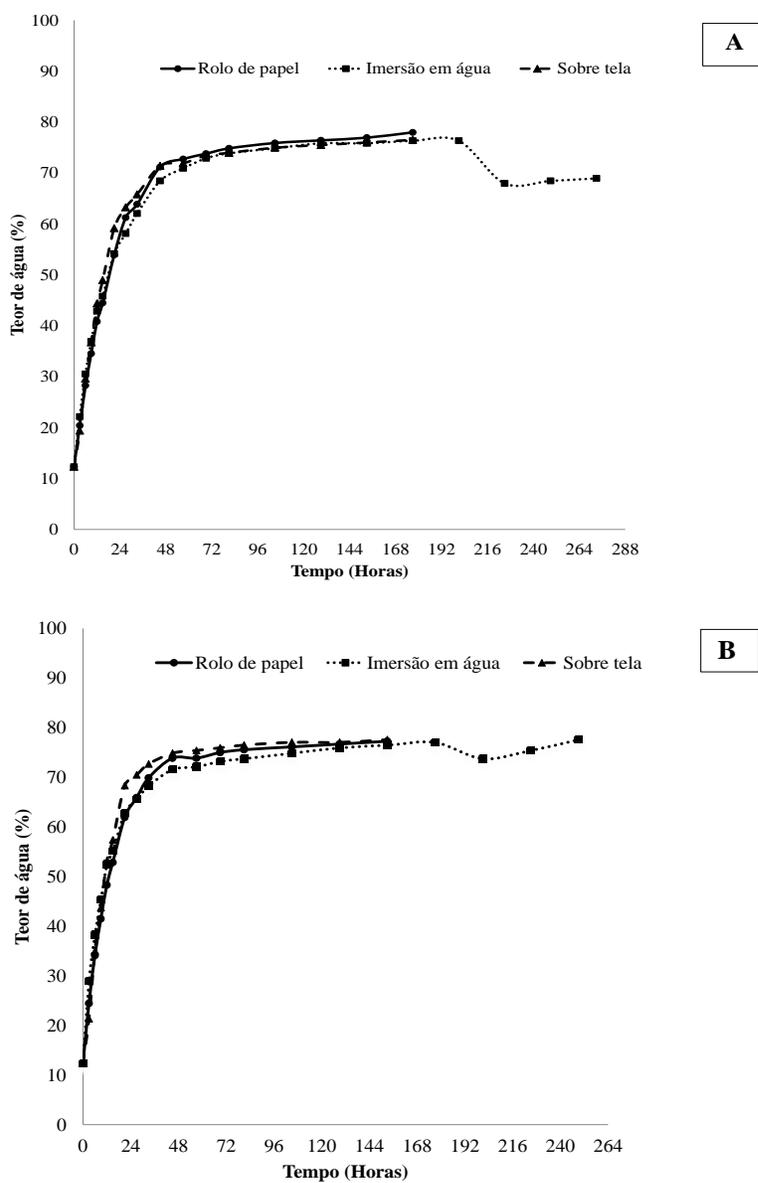


Figura 3. Curvas de embebição de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto), pelos métodos entre rolo de papel, imersão em água e sobre tela. A: Teor de água de sementes de pereiro-vermelho, durante período de embebição a 25 °C; B: Teor de água de sementes de pereiro-vermelho, durante período de embebição a 30 °C. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

O tempo de permanência das sementes na fase I é muito variável, isso pode ser verificado em trabalhos realizados em diferentes espécies e tipos de sementes, tais como, *Guazuma ulmifolia* Lam. (BRAGA, 2003), *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (DUARTE et al., 2010), *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer (COSTA; BUENO; FERREIRA, 2011) e *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche (ONO et al., 1993), as quais obtiveram a duração da fase I de 6 h, 24 h, 60 a 72 h e 90 horas, respectivamente.

A fase II (estacionária) da curva, caracterizada pelas reduções drásticas da velocidade de hidratação e da intensidade da respiração, variou de acordo com os tratamentos. Para as sementes embebidas à temperatura de 25 °C, a fase II encerrou-se aproximadamente 177 horas após o início da embebição para as sementes umedecidas entre rolo de papel e sobre tela. Para o método de sementes imersas em água, o período de encerramento dessa fase foi prolongado para aproximadamente 273 horas (Figura 3A). Para a temperatura de 30 °C, essa fase foi concluída após 249 horas de embebição, para sementes imersas em água e, aproximadamente, após 153 horas de embebição, para os demais métodos de embebição (Figura 3B). Verifica-se, portanto, que o tempo de embebição necessário para atingir o final da fase II variou entre os métodos e as temperaturas, sendo o maior período observado no método de imersão das sementes em água, a 25 °C (273 horas) e o menor no método entre rolo de papel e sobre tela, a 30 °C (153 horas).

Com o exposto, constatou-se, que a duração da fase II das sementes de pereiro-vermelho foi semelhante para os tratamentos sobre tela e entre rolo de papel, porém no método sobre tela, para ambas as temperaturas, houve crescimento e desenvolvimento de fungos na superfície das sementes de algumas repetições, principalmente na temperatura de 30 °C. Nesta, observou-se maior quantidade de fungos, pois a elevada umidade relativa do ar na minicâmara associados à temperatura alta proporcionou condições ótimas para o seu desenvolvimento. Ainda foi possível verificar que nas sementes imersas diretamente em água, a partir de 201 e 177 horas de embebição, nas temperaturas de 25 e 30 °C, respectivamente, constatou-se progressiva deterioração das

sementes e intensa exsudação de compostos no meio, o que contribuiu para a redução dos níveis de absorção e para a perda de massa das sementes, verificados nos períodos finais de avaliação. De acordo com Marcos Filho (2005), a embebição diretamente em água pode ser prejudicial às sementes devido à entrada de água de forma mais rápida, além de promover injúrias e dificultar a aeração.

As sementes de pereiro-vermelho apresentaram uma fase II prolongada, que entre a fase II e III nas temperaturas de 30 e 25 °C durou, respectivamente, 108 e 120 horas para os métodos entre rolo de papel e sobre tela, e 180 e 204 horas para o método de imersão em água. Após esse período de lenta absorção de água, as sementes culminaram com a protrusão da raiz primária. Durante o processo germinativo a água atua como um agente estimulador e controlador, uma vez que, além de promover o amolecimento do tegumento, favorecendo a penetração do oxigênio, e aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 1986).

A fase III de embebição é caracterizada pela protrusão radicular, ou seja, essa fase é marcada pela retomada do crescimento da raiz através dos processos de alongamento e divisão celular. Para sementes de pereiro-vermelho, a 25 °C, o início da fase III foi observada com 177 h de duração, para os métodos entre rolo de papel e sobre tela e 273 h para o de imersão em água. Quando se usou a temperatura de 30 °C, houve redução do tempo de emissão da radícula, passando para 153 horas (entre rolo de papel e sobre tela) e 249 horas (imersão em água). Dessa forma, o método que melhor caracterizou as três fases da curva de absorção de água em sementes de pereiro-vermelho foi entre rolo de papel, na temperatura de 30 °C, cuja mudança da fase I para a II foi de 33 horas, atingindo o início da fase III com 153 horas, o que permitiu determinar o tempo de embebição para tratamentos pré-germinativos.

A fase III do processo de embebição distingue-se das demais por apresentar uma absorção ativa, onde apenas as sementes viáveis e não dormentes atingem esta fase, de maneira que o eixo embrionário já iniciou seu crescimento e as novas células em

formação e o conjunto semente-plântula exige água para completar o desenvolvimento (BEWLEY et al., 2013).

A influência da temperatura na embebição de água das sementes ficou mais evidente no final da fase II e início da fase III (Figura 3A e 3B), quando as sementes embebidas a 30 °C emitiram radícula num período de tempo menor do que aquelas embebidas a 25 °C. Isto se deve à aceleração do metabolismo das sementes quando submetidas à maior temperatura. O resultado está de acordo com Puteh, Tekrony e Egli (1995), que observaram que a embebição na temperatura mais elevada, por um determinado período de tempo, diminuiu o período da fase II de absorção de água. Albuquerque, Rodrigues e Mendonça (2000) demonstraram que a influência da temperatura foi mais evidente na fase I, verificando-se que a 25 e 30 °C, durante as primeiras 24 horas, a absorção de água em sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth foi mais rápida que na temperatura de 20 °C. Conforme Bewley e Black (1994), os fatores externos como umidade e composição do substrato e temperatura podem exercer influência no processo de embebição das sementes.

A obtenção da curva de embebição é bastante relevante, pois a germinação das sementes inicia-se com a hidratação e culmina com a emergência da radícula, nas sementes viáveis e não dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A reidratação da semente é a primeira etapa do processo germinativo, evento que acarreta um aumento da atividade respiratória a um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas (OLIVEIRA, 2009). De forma geral, observou-se na presente pesquisa que a protrusão da radícula nos métodos entre papel e sobre tela, respectivamente, ocorreu por volta de 153 h a 30 °C (seis dias) e 177 h a 25 °C (sete dias); já para o método de imersão em água, a duração foi em torno de 249 h a 30 °C (dez dias) e 273 h a 25 °C (onze dias). Portanto a embebição das sementes durante esse período proporcionou a protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 1 mm de pelo menos uma semente de cada repetição dos tratamentos.

3.2 BIOMETRIA DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO

Os valores mínimo, médio, máximo, variância, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação de sementes de pereiro-vermelho encontram-se na Tabela 2. De acordo com a análise biométrica, as sementes apresentaram, em média, comprimento de $12,72 \pm 1,58$ mm (variando de 8,43 a 17,26), largura de $8,25 \pm 1,0$ mm (variando de 3,36 a 11,63) e espessura de $1,12 \pm 0,22$ mm (variando de 0,51 a 1,98). Os coeficientes de variações foram de 12,44% para o comprimento, 12,07% para largura e 19,50% para espessura, observando-se variações nas características biométricas das sementes.

Tabela 2. Estatística descritiva do comprimento, largura e espessura de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Parâmetros	Dimensões (mm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Média	12,72	8,25	1,12
Variância	2,50	0,99	0,05
Desvio padrão	1,58	1,00	0,22
Mínimo	8,43	3,36	0,51
Máximo	17,26	11,63	1,98
Amplitude	8,83	8,27	1,47
C.V. (%)	12,44	12,07	19,50

Na Figura 4 são apresentados histogramas de frequência de ocorrência de sementes quanto ao comprimento, largura e espessura, em dez, oito e seis classes

respectivamente, formadas a partir da amplitude de variação individual destas características em 400 sementes.

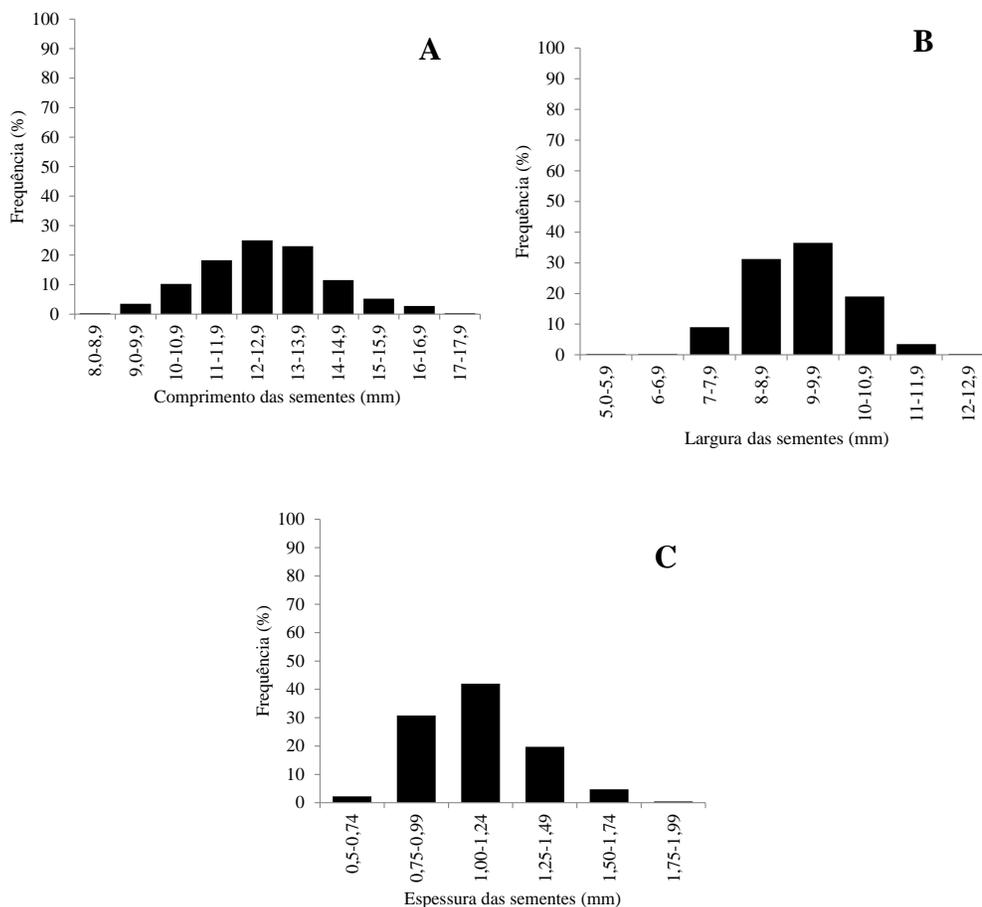


Figura 4. Distribuição da frequência relativa do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Os resultados indicaram que 66,25% das sementes apresentaram comprimento variando de 11,00 a 13,90 mm. Para largura, a maioria das sementes pertence à classe

de frequência de 8,00 a 10,90 mm com 86,75% das sementes nesta faixa. Com relação à espessura, 92,5% das sementes analisadas encontravam-se distribuídas em três classes de frequência variando de 0,75 a 1,49 mm, perfazendo cada uma 30,75; 42,00 e 19,75%, respectivamente. Abud, Reis e Teófilo (2009) observaram variabilidade nas características físicas das sementes de mucuna preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy), com 76% do comprimento variando de 12,45 a 14,43 mm, 82% da largura variando de 9,58 a 11,12 mm, e 68% da espessura variando de 7,19 a 8,03 mm.

3.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO

O estudo morfológico permitiu descrever as sementes de pereiro-vermelho como alada (ala apical) e lenticular-achatada, de oval-alongada a irregularmente arredondada em seção longitudinal (Figura 5A), e elíptica em seção transversal (Figura 5C). Tegumento delgado, com uma coloração de caramelo a marrom, com bordos de tom marrom mais escuro, arredondados e levemente acuminados na base (Figura 5B). Internamente, a semente possui endosperma de coloração branca onde está inserido o embrião (Figura 5D). A região embrionária é constituída pelo eixo hipocótilo-radicular e cotilédones (Figura 5E).

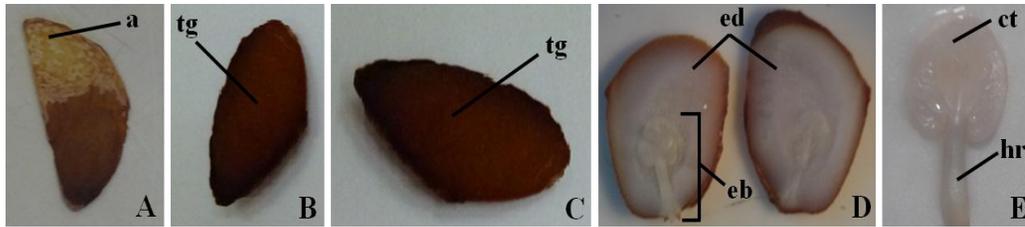


Figura 5. Sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). A: semente com ala; B: semente sem ala em seção longitudinal; C: semente sem ala em seção transversal; D: corte longitudinal da semente após hidratação; E: embrião da semente hidratada. Legenda: a - ala (asa); tg - tegumento da semente (casca); ed - endosperma; eb - embrião; ct - cotilédones; hr - eixo hipocótilo-radicular. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Observa-se que o embrião é do tipo axial, reto, contínuo, do tipo espatulado e ocupa a parte da região basal da semente, tendo cotilédones foliáceos, situados na extremidade do eixo embrionário. Conforme Barroso et al. (1999), a maioria das espécies da família Rubiaceae possui embrião contínuo, espatulado ou foliáceo, concordando com Flores (2002) que observaram esse tipo de embrião em sementes de *Simira maxonii* (Standl.) Steyerl. Andrade et al. (2000) relata a presença deste tipo de embrião também em jenipapo (*Genipa americana* L.) e Matheus, Bacelar e Oliveira (2008) em marmelinho-do-campo (*Alibertia sessilis* Schum.). Verifica-se similaridade no tipo de embrião quando se compara os resultados aqui registrados com os obtidos por esses autores em seus estudos com sementes de outras espécies da família Rubiaceae.

O eixo hipocótilo-radícula é branco, ereto, e os cotilédones são brancos, foliáceos, simétricos e justapostos, com nervuras bem marcadas. As sementes de pereiro-vermelho são albuminosas ou endospermáticas, podendo ser considerado, conforme Barroso et al. (1999) uma característica da família Rubiaceae, que segundo ele apenas os gêneros *Henriquezia*, *Platycarpum* e *Gleasonia* são considerados como exceção dentro dessa família por não possuírem endosperma ou albúmen e por apresentarem embrião mais desenvolvido. No entanto, Lima et al. (2010) ao

descreverem a morfologia das sementes de *Guettarda platypoda* DC., uma espécie arbustiva da família Rubiaceae de ocorrência em regiões litorâneas do Nordeste brasileiro, relataram ausência de endosperma nas sementes dessa espécie.

3.4 MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO E PLÂNTULA DE PEREIRO-VERMELHO

Enquanto a semente não absorve água, o embrião encontra-se invisível e à medida que a semente é umedecida, o embrião que possui aspecto foliáceo começa a ficar visível com a pigmentação cada vez mais intensa, passando de creme a verde (Figura 6A, 6B, 6C e 6D). Os cotilédones possuem formato de uma pequena folha, que no início da embebição da semente, apresenta coloração branca e durante o processo de germinação vai modificando-se, até alcançar uma tonalidade verde, provavelmente pela presença da clorofila.

A coloração creme do embrião começa a partir do surgimento inicial da radícula, ficando mais intensa com o desenvolvimento da raiz. À medida que os cotilédones crescem, o endosperma vai sendo absorvido e o tegumento da semente vai sendo rompido, até a total liberação dos cotilédones foliares (Figura 6E e 6F).

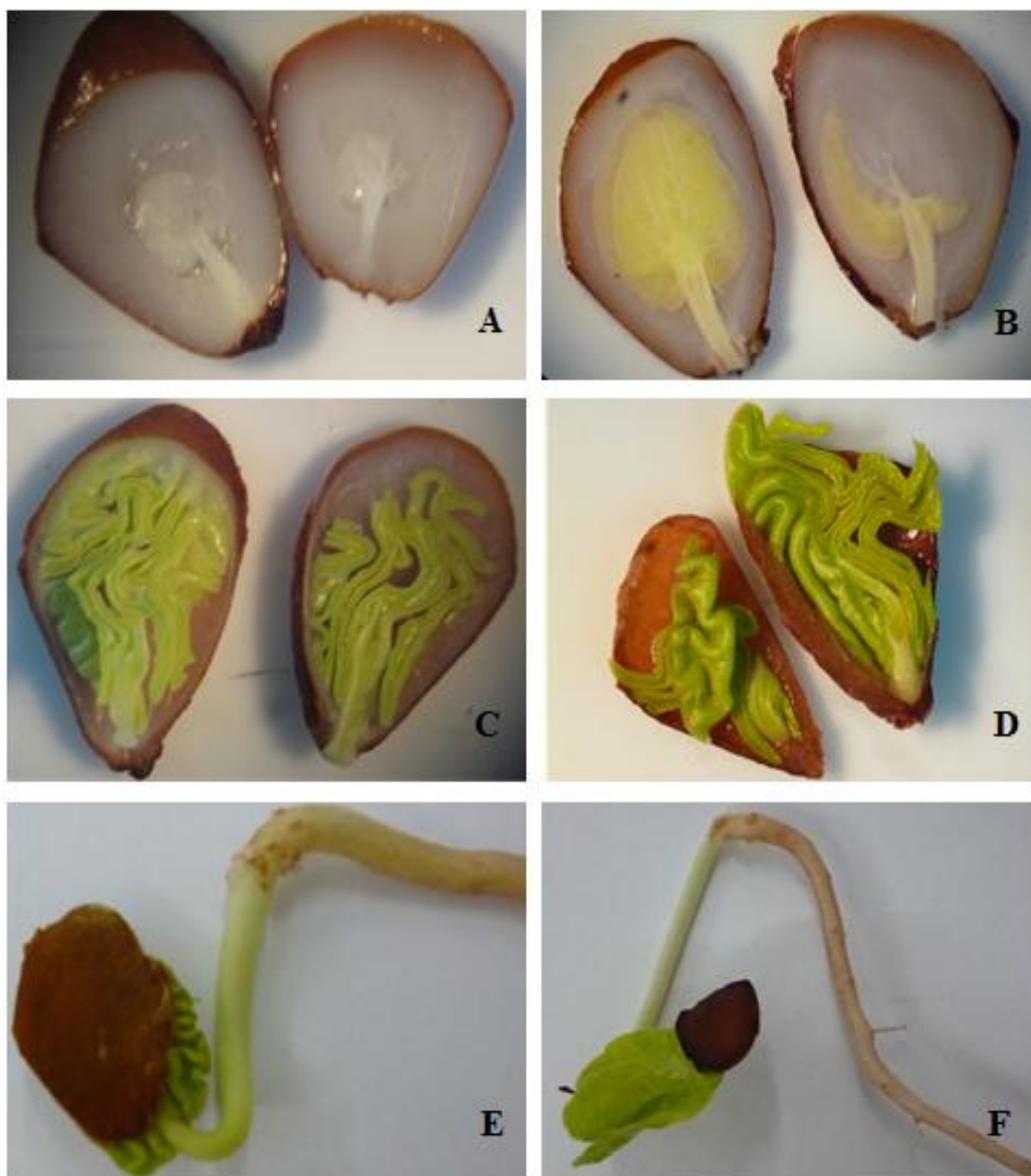


Figura 6. Aspectos internos e externos das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). A: contato inicial dos cotilédones com a água; B: cotilédones após emissão da radícula; C: cotilédones em desenvolvimento absorvendo o tegumento; D: cotilédones absorvendo todo o tegumento; E: desprendimento inicial do tegumento; F: tegumento desprendido dos cotilédones foliáceos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Do ponto de vista morfológico, a germinação iniciou-se aproximadamente no 6º dia após a embebição, pelo rompimento dos tegumentos e protrusão da radícula. Nesta fase, a radícula encontrava-se em média com 1 mm de comprimento, possuindo coloração creme. Entre o 13º e 15º dia de semeadura, a radícula apresentava-se mais alongada, medindo aproximadamente 12 mm e 25 mm de comprimento, respectivamente. O hipocótilo é verde, projetando-se juntamente com a radícula e após um período de crescimento simultâneo da raiz principal e do hipocótilo, surgem às raízes secundárias de coloração esbranquiçadas (Figura 7).

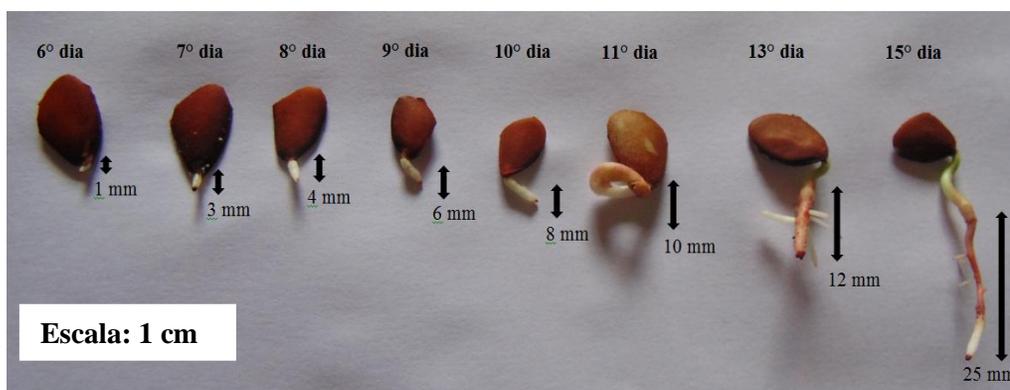


Figura 7. Desenvolvimento radicular de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) nos primeiros 15 dias após a semeadura. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Os cotilédones, depois de libertados do tegumento e totalmente expandidos, são foliáceos, de cor verde e apresentam função fotossintetizante. Eles são observados a partir do 18º dia saindo do tegumento e completando seu total desprendimento até o 21º dia após a semeadura. Este processo de desprendimento dura em torno de três dias. Após esse período, a plântula possui raiz primária, secundária, hipocótilo e paracotilédones. O sistema radical é axial ou pivotante, com raízes secundárias curtas e finas (Figura 8).

De acordo com Vogel (1980), os paracotilédones são os primeiros órgãos fotossintetizadores das plântulas, como na germinação das sementes fanerocotiledonares com cotilédones foliáceos. Sementes de espécies arbóreas que apresentam paracotilédones, como *Qualea grandiflora* Mart. (FERREIRA; DAVIDE; TONETTI, 2001) e *Curitiba prismatica* (REGO et al., 2011), possuem pouco ou não apresentam endosperma, pois a função de nutrir a plântula será realizada pelos paracotilédones através da fotossíntese.

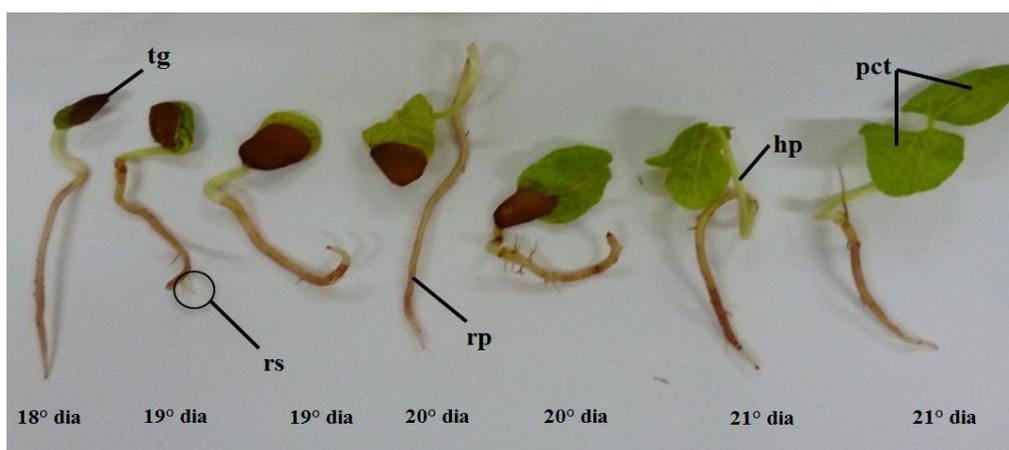


Figura 8. Desenvolvimento da parte aérea de plântulas de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) entre 18 e 21 dias após a sementeira. Mossoró/RN, UFERSA, 2014. Legenda: tg – tegumento; rs – raiz secundária; rp – raiz principal; hp – hipocótilo; pct – paracotilédones. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

O processo germinativo foi relativamente lento, iniciando-se aproximadamente a partir do 6º dia após a sementeira com a emissão da raiz primária e estendendo-se até o 21º dia (Figura 9). Em outras espécies da família Rubiaceae, comportamento semelhante foi observado, como em jenipapo (*Genipa americana* L.), cuja germinação se iniciou no 8º dia após a sementeira com emissão da radícula, atingindo entre o 17º e o 34º a expansão das folhas cotiledonares (ANDRADE et al., 2000) e para angélica do mato (*Guettarda platypoda* DC.) que só foi possível descrever as plântulas desta espécie entre os 25 e 29 dias de germinação (LIMIA et al., 2010).

Para as sementes de pereiro-vermelho, nas condições experimentais utilizadas, observou-se que entre 6 e 15 dias após a semeadura foram obtidos 76% de germinação e com 21 dias de semeadura obteve-se 88% de germinação (Figura 9).

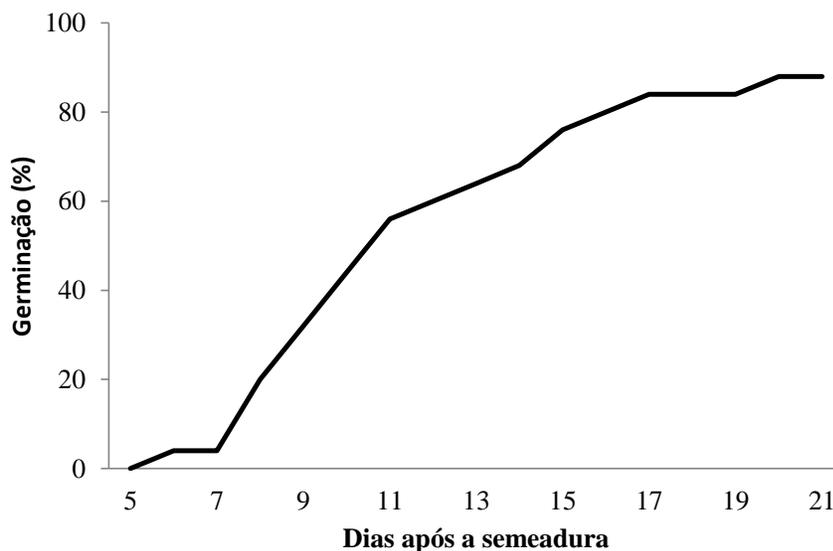


Figura 9. Germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Conforme Garwood (1996), os cinco tipos de plântulas são: PEF (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones foliáceos); PER (fanerocotiledonar, epígea com cotilédones de reserva), PHR (fanerocotiledonar, hipógea com cotilédones de reserva), CHR (criptocotiledonar, hipógea com cotilédones de reserva) e CER (criptocotiledonar, epígea com cotilédones de reserva).

De acordo com essa classificação, as plântulas de pereiro-vermelho são do tipo PEF, ou seja, a germinação é epígea, na qual os cotilédones são elevados acima do substrato pelo alongamento do hipocótilo; a plântula é fanerocotiledonar em que os cotilédones, expandidos, emergem do tegumento da semente; e cotilédones foliares verdes dos quais a plântula permanece dependente desses até o estabelecimento das

primeiras folhas (eófilo). Essas informações, segundo Garwood (1996) e Ibarra-Manríquez, Ramos e Oyama (2001) irão contribuir para o reconhecimento da espécie e estão associados a fatores ecológicos, como forma de vida da planta, capacidade de dispersão das sementes e estratégia de regeneração.

Em outras espécies de sementes florestais foram encontradas essa mesma classificação observada em plântulas de pereiro-vermelho, como nos estudos de Ferreira et al. (1998), ao caracterizar a morfologia de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* e nas pesquisas de Feliciano, Marangon e Holanda (2008), ao analisar a morfologia de sementes, plântulas e plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), que também constataram germinação do tipo epígea, fanerocotiledonar, pois os cotilédones e a plúmula foram conduzidos acima da superfície do solo, mediante o crescimento vigoroso do hipocótilo.

As sementes e plântulas de pereiro-vermelho apresentaram caracteres morfológicos bastante homogêneos podendo ser utilizados em estudos de identificação de espécies, interpretação da viabilidade das sementes, teste de germinação em laboratório, produção e reconhecimento das plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento.

4 CONCLUSÃO

As sementes de pereiro-vermelho apresentam peso de mil sementes de 69,04 g e 14.484 sementes.kg⁻¹. As sementes possuem dimensões variando entre si, médias de 12,72 ± 1,58 mm de comprimento, 8,25 ± 1,0 mm de largura e 1,12 ± 0,22 mm de espessura.

A embebição de água das sementes é lenta e influenciada pela temperatura e métodos de embebição, sendo que o tratamento que melhor caracteriza as três fases da curva de absorção de água é no método entre rolo de papel, na temperatura de 30 °C.

A descrição das características morfológicas das sementes e plântulas de pereiro-vermelho permite classificar as sementes como endospermáticas ou albuminosas, aladas, com tegumento delgado, de coloração caramelo a marrom e embrião do tipo espatulado. Sua germinação é epígea, as plântulas são fanerocotiledonares e os cotilédones foliáceos fotossintetizantes.

REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza/CE, v. 40, n. 4, p. 563-569, 2009.
- ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; RODRIGUES, T. J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF, v. 22, n. 1, p. 206-215, 2000.
- ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília/DF, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.
- ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; FLORES, A. V.; CASTRO, R. V. O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo/PR, v. 34, n. 78, p. 133-139, 2014.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BARBOSA, M. R. V.; SOUSA, E. B.; JARDIM, J. G. Rubiaceae. In: BARBOSA, M. R. V.; SOTHERS, C.; MAYO, S.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; MESQUITA, C. A. **Checklist das Plantas do Nordeste Brasileiro: Angiospermas e Gymnospermas** Ministério da Ciência e Tecnologia. 2006. p. 135-140.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud. (Moraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n.3, p. 581-589, 2006.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Londres: Plenum Press, 1994. 445 p.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy.** Nova York: Springer, 2013. 392 p.

BOTELHO, S. A.; FERREIRA, R. A.; MALAVASI, M. M.; DAVIDE, A. C. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF, v. 22, n. 1, p.144-152, 2000.

BRAGA, J. F. **Germinação de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae): dormência, temperatura, fotoblástismo e potencial osmótico.** 2003. 61f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COSTA, P. N.; BUENO, S. S. C.; FERREIRA, G. Fases da germinação de sementes de *Annona emarginata* (Schltdl.) H. Rainer em diferentes Temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal/SP, v. 33, n. 1, p. 253-260, Março, 2011.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161-166, 2001.

DELPRETE, P. G.; PERSSON, C. *Alibertia*. In: STEYERMARK, J. S.; BERRY, P. E.; HOLST, B. K. (Eds.): **Flora of the Venezuelan Guayana.** Missouri Botanical Garden Press: Saint Louis/USA, 2004. v. 8, p. 497-848.

DUARTE, E. F.; CARNEIRO, I. F.; SILVA, N. F.; GUIMARÃES, N. N. R. Características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 422-429, 2010.

FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; HOLANDA, A. C. Morfologia de sementes, de plântulas e de plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*

Allemão). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 198-206, 2008.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel – Baru (Leguminosae Papilionoideae). **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 73-87, 1998.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, C. A.; MALAVASI, M. M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. – faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 303-309, 2001.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A. O. Morfologia de sementes e plântulas de pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart. - Vochysiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p.116-122, 2001.

FLORES, E. M. Seed biology. In: VOZZO, J. A. **Tropical tree seed manual**. Washington: USDA Forest Service, 2002. p.13-118.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris, Man and the Biosphere series. 1996. p. 59-129.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., NETA, A. L. B.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da Caatinga. SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (eds.). **Na vegetação e flora da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, p. 103-105, 2002.

IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; RAMOS, M. M.; OYAMA, K. Seedling functional types in a lowland rain forest in México. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 88, n. 10, p. 1801-1812, 2001.

LIMA, L. F.; LIMA, P. B.; ALMEIDA JR, E. B.; ZICKEL, C. S. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Guettarda platypoda* DC. (Rubiaceae). **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v. 10, n. 1, p. 155-160, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARCOS FILHO J. Germinação de sementes. In: CICERO S. M; MARCOS FILHO J; SILVA W.R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, p.11-39, 1986.

MATHEUS, M. T.; BACELAR, M.; OLIVEIRA, S. A. S. Descrição morfológica de frutos e sementes de marmelinho-do-campo – *Alibertia sessilis* Schum. – (rubiaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró/RN, v. 21, n. 3, p. 60-61, 2008.

MELO, M. F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I. *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim pedra). II *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2006.

OLIVEIRA, A. B.; BOSCO, M. R. O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 1, p. 66-74, 2013.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, A. N.; QUEIROZ, M. S. M.; RAMOS, M. B. P. Estudo morfológico de frutos e sementes de tefrósia (*Tephrosia candida* DC. - PAPILIONOIDEAE) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 193-199, 2000.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas em arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 85-97, 2001.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; SABINO, J. C.; de PINHO, S. Z. Estudo da embebição e da viabilidade de sementes de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). **Sciencia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 40-44, 1993.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. **Guia prático para a colheita e manejo de sementes florestais tropicais**. Rio de Janeiro: Idaco, 2002. 40 p.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes In: AGUIAR, I. R.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M; FIGLIOLIO, M. B.(Ed.) **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-74.

PUTEH, A. B.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Influence of temperature and water uptake on the expression of cotyledon necrosis in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 23, n. 3, p. 739-748, 1995.

REGO, S. S.; COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; KUNIYOSHI, Y. S.; NOGUEIRA, A. C. Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4 p. 616- 625, 2011.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Afrânio, estado de Pernambuco**. BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JÚNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. (Org.). Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 28 p.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, F. D. B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; FREITAS, J. B. S.; ASSUNÇÃO, M. V. Pré-embebição e profundidade de semeadura na emergência de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza/CE, v. 40, n. 2, p. 272-278, 2009.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 36, n. 1, p. 59-64, 2012.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* Willd., Leguminosae – Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrativo para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. Plantarum: Nova Odessa, 2008. 703 p.

VOGEL, E. F. **Seedlings of dicotyledons: structure, development, types: descriptions of 150 woody Malesian taxa**. Wageningen: Centre for Publishing and Documentation, 1980. 471p.

CAPÍTULO III

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO

RESUMO

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Germinação de sementes de pereiro-vermelho**. 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

O pereiro-vermelho é uma espécie florestal pertencente à família Rubiaceae, considerada endêmica do bioma Caatinga. O presente trabalho teve como objetivo definir o tipo de substrato e a temperatura mais adequados para a germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto). Desta forma, realizou-se o experimento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 5 x 4, constituídos pelas combinações de cinco substratos (entre areia, sobre areia, rolo de papel, sobre papel e sobre vermiculita) e quatro temperaturas (constantes de 25, 30 e 35 °C e alternada de 20-30 °C), com quatro repetições de 25 sementes cada. Foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca das plântulas. As temperaturas de 25 e 30 °C e os substratos rolo de papel ou areia são condições ideais para a germinação das sementes de pereiro-vermelho.

Palavras-chave: Rubiaceae. *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto. Temperatura. Substrato. Análise de sementes.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Germination of pereiro-vermelho seeds**. 2014. 141 f. Thesis (PhD in Agronomy, Crop Science) – Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The pereiro-vermelho is a forest species belonging to the family Rubiaceae, considered endemic to the Caatinga biome. The present study aimed to define the type of substrate and the temperature most suitable for seed germination pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* MR Barbosa & Peixoto). Thus, we carried out the experiment in a completely randomized factorial 5 x 4, consisting of combinations of five substrates (sand between, on sand, paper roll, on paper and on vermiculite) and four temperatures (constants 25, 30 and 35 °C and alternating 20-30 °C), with four replicates of 25 seeds each. Germination percentage, percentage of abnormal seedlings, germination speed index, length and dry weight of seedlings: the following parameters were analyzed. At temperatures of 25 and 30 °C and roll or sand paper substrates are ideal for seed germination pereiro-vermelho conditions.

Keywords: Rubiaceae. *Simira gardneriana* MR Barbosa & Peixoto. Temperature. Substrate. Seed analysis.

1 INTRODUÇÃO

Simira gardneriana M.R. Barbosa & Peixoto, conhecida popularmente como pereiro-vermelho, é uma espécie florestal pertencente à família Rubiaceae, considerada endêmica do bioma Caatinga (GIULIETTI et al., 2002). A espécie tem ampla dispersão no Nordeste do Brasil, cuja ocorrência se estende da Bahia, Ceará, Pernambuco até o Piauí. É indicado para ornamentação de ruas, reflorestamento e em trabalhos artesanais, no entanto, as populações naturais dessa espécie vêm sofrendo redução devido a queimadas indiscriminadas e ao uso da madeira sem manejo sustentável (BARBOSA; PEIXOTO, 2000).

Esse cenário sugere a necessidade urgente de estudos sobre a propagação de espécies nativas, devido à crescente necessidade de se restaurar áreas degradadas, incrementar a produção de madeira e evitar um maior número de espécie em extinção. Em se tratando de espécies em extinção, o pereiro-vermelho faz parte da lista das espécies ameaçadas, segundo a Instrução Normativa n° 06, de 23 de setembro de 2008 do Ministério do Meio Ambiente, e os resultados do estudo contratado por intermédio do Convênio IBAMA/Fundação Biodiversitas n° 46/2002. Portanto, como ainda há pouco conhecimento disponível sobre a análise de sementes de espécies florestais nativas da Caatinga, o estudo da germinação das sementes se faz necessário (ARAÚJO NETO; AGUIAR; FERREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2013).

Por isso, o estudo de métodos adequados em análises de sementes para essas espécies tem merecido atenção no meio científico, visando à obtenção de informações referentes às condições ideais de germinação (SMIDERLE; SOUSA, 2003). Dentre as condições ambientais que afetam o processo germinativo, a temperatura e o substrato são dos fatores que têm influência significativa.

A germinação de sementes só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, dentro dos quais tem sido observado que as sementes de diferentes

espécies apresentam faixas distintas de temperatura, sendo que a faixa ótima para a maioria das sementes de espécies tropicais varia de 20 a 30 °C (PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA; PEIXOTO, 2004), podendo ser alterada de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem. Além disso, para determinadas espécies, o desempenho germinativo das sementes é favorecido por temperaturas constantes (PACHECO et al., 2006; SOUZA et al., 2007; OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2008; PACHECO et al., 2010; GUEDES et al., 2010), por alternância de temperatura (ABDO; PAULA, 2006; LIMA et al., 2011; PEREIRA et al., 2013) e por indiferença ao regime de temperatura utilizado (SILVA; RODRIGUES; AGUIAR, 2002; MARTINS; MACHADO; NAKAGAWA, 2008).

O substrato também influencia na germinação, em função de sua estrutura, aeração, disponibilidade de água, propensão à proliferação de patógenos, dentre outros, podendo favorecer ou prejudicar a germinação das sementes. Constitui o suporte físico no qual a semente é colocada e tem a função de proporcionar condições adequadas para a germinação e o desenvolvimento das plântulas (MACHADO et al., 2002). Para sementes de espécies florestais, vários substratos têm sido testados na condução de testes de germinação, tais como carvão, esfagnum, vermiculita, pano, rolo de papel, papel de filtro, papel mata borrão, terra vegetal, areia, entre outros (ALVES et al., 2002).

Em trabalhos encontrados na literatura referentes ao teste de germinação de sementes de espécies florestais, são utilizadas diversas combinações de substratos e temperaturas que varia entre as espécies. Para as sementes de *Dinizia excelsa* Ducker, Varela, Ramos e Melo (2006) observaram que ocorreram altas porcentagens de germinação nas temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C combinadas aos substratos sobre papel, sobre vermiculita e sobre areia. Em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., Alves et al. (2002) constataram maiores germinações com os substratos entre e sobre papel germitest[®], entre areia e entre vermiculita na temperatura de 25°C. Silva et. (2009) verificaram que o substrato rolo de papel proporcionou bons resultados sobre a

germinação de sementes de *Calotropis procera* (Aiton) R. Br. na temperatura de 27 e 30 °C. Por outro lado, Ramos e Varela (2003), com sementes de *Parkia discolor* Benth., observaram melhores resultados na temperatura de 30°C e com os substratos areia e vermiculita. Lima et al. (2011), em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., verificaram que os substratos vermiculita e areia apresentaram bons resultados de germinação na temperatura alternada de 20-30 °C.

Face à necessidade de estudos enfocando as condições ótimas para o teste de germinação de sementes de pereiro-vermelho, este trabalho teve como objetivo definir o tipo de substrato e a temperatura mais adequada para a germinação de sementes desta espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, em Mossoró - RN, utilizando-se sementes de pereiro-vermelho, no período de novembro de 2013 a março de 2014.

2.2 SEMENTES

As sementes de pereiro-vermelho foram cedidas pelo Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE. Essas sementes foram coletadas de árvores matrizes localizadas no município de Afrânio, Pernambuco, em dezembro de 2009.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 4, constituído pelas combinações de cinco substratos (entre areia, sobre areia, rolo de papel, sobre papel e sobre vermiculita) e quatro temperaturas (25, 30, 35 e 20-30 °C), totalizando 20 tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes.

2.4 TESTE DE GEMINAÇÃO

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), sendo a avaliação das plântulas realizada aos trinta dias após semeadura, utilizando-se como critério de germinação a emergência dos cotilédones e o surgimento do hipocótilo (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento.

2.4.1 Substratos e temperaturas

Previamente, todos os substratos foram esterilizados em estufa por duas horas, a temperatura de 120 °C. Em seguida, as sementes foram distribuídas nos seguintes substratos: **areia** – foi umedecida a 60% da capacidade de retenção de umidade e colocadas em caixas gerbox (11 cm x 11 cm x 3 cm), sendo as sementes distribuídas sobre areia e entre areia; **rolo de papel** – as sementes foram espalhadas em duas folhas sobrepostas de papel germitest® e cobertas com uma terceira folha, que foram antes umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados em sacos plásticos transparente para evitar a perda de água por evaporação; **sobre papel** – as sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel mata-borrão, previamente umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, sendo posteriormente colocadas em caixas gerbox (11 cm x 11 cm x 3 cm); **sobre vermiculita** – foi umedecida com água destilada a 60% de sua capacidade de retenção de água e colocada em caixas plásticas transparentes, sendo as sementes distribuídas sobre vermiculita.

A comparação dos substratos foi realizada sob temperaturas constantes de 25 °C, 30 °C e 35 °C e em temperatura alternada de 20-30 °C, ambas com fotoperíodo de 8h luz e 16h escuro.

2.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

a) Germinação – as contagens das sementes germinadas foram realizadas diariamente até o 30º dia (período em que se verificou a estabilização) após a semeadura, quando foram calculadas as porcentagens de germinação (plântulas normais) e as plântulas anormais, utilizando-se o critério estabelecido nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

b) Índice de velocidade de germinação (IVG) – realizado conjuntamente com o teste de germinação, em que se computou o número de sementes germinadas diariamente, do 6º até o 30º dia após a semeadura, e cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962): $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde IVG= índice de velocidade de germinação; G1, G2 e Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

c) Comprimento de plântulas – no final do teste de germinação (30 dias após a instalação), a altura das plântulas normais de cada repetição foram medidas tomando o comprimento da raiz principal até a inserção da primeira folha com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm.plântula^{-1} .

d) Massa seca de plântulas – as plântulas normais de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C, onde permaneceram até atingir peso constante. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores, por aproximadamente 60

minutos, e pesadas em balança analítica (0,001 g), sendo os resultados expressos em mg.plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999).

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados referentes ao teor de água das sementes de pereiro-vermelho não foram submetidos à análise estatística. A análise foi realizada através do programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de pereiro-vermelho sofreram efeitos significativos da interação entre temperaturas e substratos durante a germinação (Tabela 1). Variações na germinação em distintas temperaturas e substratos também foram relatadas por Alves et al. (2002) em sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), Ramos e Varela (2003) com sementes de visgueiro-do-igapó (*Parkia discolor* Benth), Varela, Ramos e Melo (2006) em angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducker), Guedes et al. (2010) com cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith) e Lima et al. (2011) para sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.).

Tabela 1. Resultados da análise fatorial observadas para o teste de germinação das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto): porcentagem de germinação (G), porcentagem de plântulas anormais (PA), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) em centímetros e massa seca de plântulas (MSP) em miligramas. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Fator de variação	Valores de F					
	GL	G (%)	PA (%)	IVG	CP (cm)	MSP (mg)
Substrato (S)	4	25,3**	30,9**	84,1**	39,0**	46,8**
Temperatura (T)	3	95,0**	53,4**	151,2**	247,0**	125,4**
S x T	12	2,2*	4,1**	2,8**	2,4*	5,9**
Média Geral	-	56,9	32,5	1,8	8,4	0,5
C. V. (%)	-	20,6	37,2	9,7	14,5	22,6

** ; * significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

As médias da porcentagem de germinação (Tabela 2) mostram que, para as temperaturas constantes de 25 e 30 °C e a alternada de 20-30 °C os valores não diferiram significativamente entre si e foram superiores àqueles obtidos na temperatura de 35 °C, independentemente do substrato utilizado. Em relação aos diferentes substratos, as sementes semeadas sobre papel mata-borrão (25 °C – 43%; 30 °C – 30%; 35 °C – 4% e 20-30 °C – 51%) apresentaram a menor germinação em relação aos

demais substratos para todas as temperaturas testadas, exceto no substrato sobre areia (11%) que não diferiu estatisticamente sobre papel mata-borrão na temperatura de 35 °C. Para as temperaturas de 25 e 30 °C, as sementes semeadas no substrato rolo de papel (84 e 83%, respectivamente) apresentaram germinação superior àquelas obtidas no substrato sobre papel mata-borrão, porém não diferiu estatisticamente à germinação das sementes semeadas sobre vermiculita, sobre areia e entre areia. Diante dos resultados, constata-se que as combinações que proporcionaram maior porcentagem de formação de plântulas normais em sementes de pereiro-vermelho foram obtidas quando se utilizaram as temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C, para os substratos rolo de papel, entre areia, sobre areia e sobre vermiculita.

Tabela 2. Germinação (%) de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Substratos (S)	Temperaturas (T)			
	25 °C	30 °C	35 °C	20-30 °C
Entre areia	82 aA ¹	78 aA	25 abB	77 aA
Sobre areia	74 aA	72 aA	11 bB	90 aA
Rolo de papel	84 aA	82 aA	39 aB	71 abA
Sobre papel	43 bA	30 bA	4 bB	51 bA
Sobre vermiculita	67 aA	64 aA	16 abB	78 aA

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as sementes de *Dinizia excelsa* Ducker, Varela, Ramos e Melo (2006) também observaram que ocorreram altas porcentagens de germinação nas temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C combinadas aos substratos sobre papel, sobre vermiculita e sobre areia. Silva et. (2009) constataram que o substrato rolo de papel proporcionou bons

resultados sobre a germinação de sementes de *Calotropis procera* (Aiton) R. Br. na temperatura de 27 e 30 °C. Lima et al. (2011) estudando a germinação das sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. verificaram que os substratos vermiculita e areia apresentaram bons resultados sobre a porcentagem de germinação na temperatura alternada de 20-30 °C.

Ao estudar o efeito de substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs, Santos e Aguiar (2000) observaram que não ocorreram diferenças na taxa de germinação, na temperatura de 25°C, em função do substrato testado. Em estudos com sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., Alves et al. (2002) também constataram que ocorreram maiores porcentagens de formação de plântulas normais na temperatura de 25 °C, em substrato entre e sobre rolo de papel, entre areia e entre vermiculita. Por outro lado, Ramos e Varela (2003), estudando a influência da temperatura e do substrato sobre a formação de plântulas normais de *Parkia discolor* Benth., observaram melhores resultados na temperatura de 30 °C, utilizando os substratos areia e vermiculita.

Independentemente do substrato utilizado, as temperaturas de 25 e 20-30 °C proporcionaram as menores porcentagens de plântulas anormais (Tabela 3). Contudo, quando foram utilizados os substratos entre areia, sobre areia, rolo de papel e sobre vermiculita os resultados obtidos a 25, 30 e 20-30 °C foram estatisticamente semelhantes. Na temperatura de 35 °C, as menores porcentagens de plântulas anormais foram encontradas nos substratos rolo de papel (37%) e entre areia (38%), no entanto, essa temperatura registrou as maiores porcentagens de plântulas anormais para todos os substratos testados.

Já, o substrato que contribuiu para maiores valores de plântulas anormais foi sobre papel mata-borrão para todas as temperaturas utilizadas. À semelhança do que foi observado para a germinação, a 25, 30 e 20-30 °C não houve diferença entre os substratos para porcentagem de plântulas anormais, exceto sobre papel mata-borrão, que registrou os maiores valores. Resultados semelhantes foram obtidos por Alves et

al. (2002) com sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. ao verificarem as menores porcentagens de plântulas anormais na temperatura de 25 °C para os substratos sobre e entre rolo de papel, entre areia e vermiculita.

Tabela 3. Plântulas anormais (%) de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Substratos (S)	Temperaturas (T)			
	25 °C	30 °C	35 °C	20-30 °C
Entre areia	05 aA ¹	11 aA	38 aB	13 aA
Sobre areia	21 aA	19 aA	85 bB	05 aA
Rolo de papel	08 aA	09 aA	37 aB	18 abAB
Sobre papel	53 bAB	67 bB	74 bB	38 bA
Sobre vermiculita	25 aA	32 aA	74 bB	18 abA

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As plântulas normais (Figura 1A) apresentaram sistema radicular e parte aérea bem desenvolvidos, completos, proporcionais e livre de patógenos. Por outro lado, as plântulas anormais mais encontradas no teste de germinação apresentaram sistema radicular deteriorado ou com folhas cotiledonares e hipocótilo perfeito, mas com raiz danificada (Figura 1B), ou ainda, plântulas sem parte aérea (Figura 1C). Houve ocorrência de plântulas aparentemente normais, porém com sistema radicular deformado, truncado, bifurcado, atrofiado e/ou em deterioração (Figura 1D).

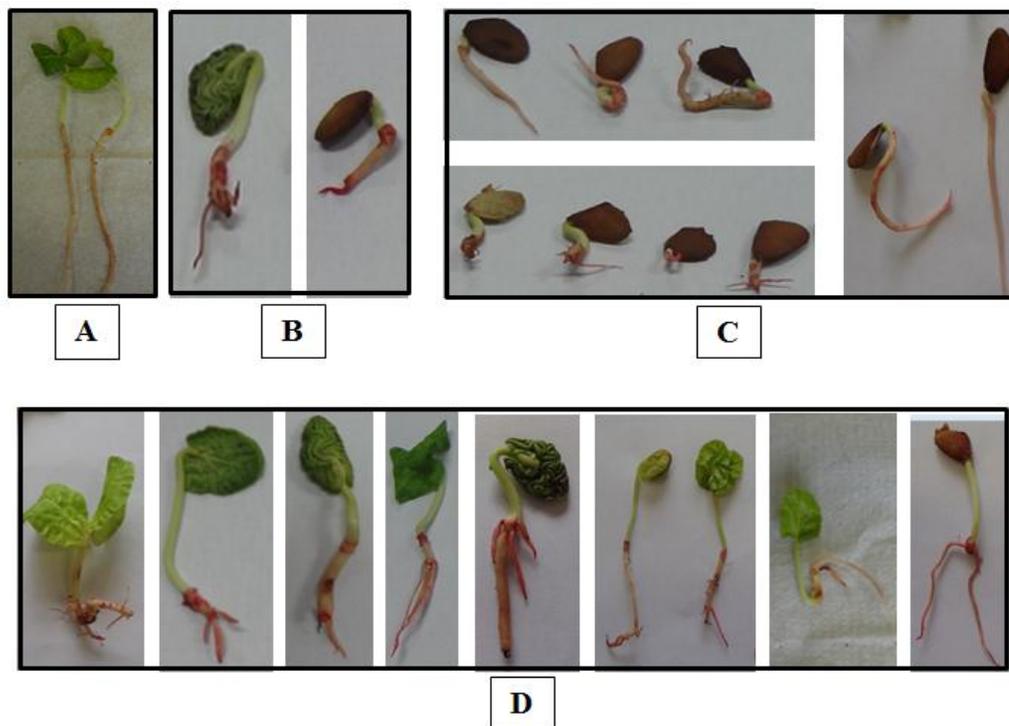


Figura 1. Plântulas normais e anormais de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) observadas no teste de germinação em diferentes temperaturas e substratos. (A) – plântulas normais; (B) – plântulas anormais (radícula deteriorada); (C) – plântulas anormais (não formação da parte aérea); (D) – plântulas anormais (radícula truncada, bifurcada ou em deterioração). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Os dados referentes ao índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pereiro-vermelho submetidas a diferentes temperaturas e substratos estão na Tabela 4. Verifica-se que dentre os substratos testados, os de sobre areia e entre areia proporcionaram os maiores e menores índices de velocidade de germinação, respectivamente. As combinações ideais entre temperatura e substrato ocorreram no substrato sobre areia (2,62 e 2,78; respectivamente) nas temperaturas de 25 e 30 °C, assim como no substrato rolo de papel (2,59) para à temperatura de 30 °C. A temperatura de 30 °C foi responsável pelos maiores índices de velocidade de

germinação em todos os substratos estudados, não diferindo, no entanto, da temperatura de 25 °C, nos substratos sobre areia, sobre vermiculita e sobre papel mata-borrão.

Tabela 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Substratos (S)	Temperaturas (T)			
	25 °C	30 °C	35 °C	20-30 °C
Entre areia	1,32 cB ¹	1,69 cA	1,03 cBC	0,74 dC
Sobre areia	2,62 aA	2,78 aA	1,87 aB	1,64 aB
Rolo de papel	2,18 bB	2,59 aA	1,56 abC	1,62 abC
Sobre papel	2,06 bA	2,12 bA	1,08 cB	1,29 bcB
Sobre vermiculita	2,01 bA	2,09 bA	1,52 bB	1,20 cC

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Dessa forma, esses resultados estão de acordo com os obtidos por Stockman, Brancalion e Novembre (2007) em sementes de ipê-branco, que verificaram maiores índice de velocidade de germinação em rolo de papel germitest[®] na temperatura de 30 °C. Nesse sentido, sementes de canafístula, também, tiveram a velocidade de germinação favorecida pela temperatura de 30 °C em rolo de papel (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2008). Lima et al. (2011) constataram que os melhores resultados de germinação de sementes de catingueira foram verificados nos substratos areia a 20-30 e 20-35 °C e vermiculita combinada com a temperatura de 20-35 °C.

Com relação ao comprimento de plântulas (Tabela 5), observa-se que não houve diferença significativa entre às temperaturas de 25 e 30 °C utilizadas no presente estudo, sendo estas as responsáveis pelos maiores comprimentos. Quando se observam

os dados obtidos para substratos, percebe-se que tanto entre areia quanto rolo de papel, que não diferiram entre si, contribuíram para o aumento nos valores do comprimento das plântulas. Constata-se ainda que nas temperaturas de 35 °C e 20-30 °C não houve diferença significativa nas médias de comprimento das plântulas crescidas entre e sobre areia, sobre vermiculita e rolo de papel, no entanto, esses diferiram significativamente com os valores médios de comprimento de plântula sobre papel mata-borrão.

Semelhantemente ao que foi observado para a porcentagem e primeira contagem de germinação, plântulas anormais e IVG (Tabelas 1 e 2), o substrato sobre papel mata-borrão e à temperatura de 35 °C proporcionaram os menores valores de comprimento de plântulas. As melhores combinações para comprimento foram alcançadas quando as plântulas foram submetidas às temperaturas de 25 °C nos substratos entre areia e rolo de papel e a 30 °C em todos os substratos, exceto sobre papel mata-borrão e sobre vermiculita.

Tabela 5. Comprimento de plântulas (cm.plântulas⁻¹) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Substratos (S)	Temperaturas (T)			
	25 °C	30 °C	35 °C	20-30 °C
Entre areia	15,61 aA ¹	14,72 aA	4,17 aC	8,01 aB
Sobre areia	11,30 bA	12,48 abA	3,59 aC	6,09 abB
Rolo de papel	12,99 abA	12,02 abA	4,68 aB	6,53 abB
Sobre papel	9,60 cA	7,67 cA	1,22 bC	4,23 bB
Sobre vermiculita	11,48 bA	11,67 bA	4,33 aC	6,79 aB

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O maior valor no comprimento das plântulas foi verificado para as que emergiram em substrato entre areia (15,61 e 14,72 cm) nas temperaturas de 25 e 30 °C, respectivamente. Silva et al. (2009), em sementes de *Calotropis procera* (Aiton) R. Br., também obtiveram maiores valores na altura da parte aérea de plântulas no substrato areia (8,9 e 9,9 cm) nas temperaturas de 25 e 30 °C. Por outro lado, Kissmann et al. (2007) alcançou o maior comprimento da parte aérea de plântulas de *Adenantha pavonina* L. com sementes submetidas à temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C, independentemente do substrato (rolo de papel e sobre papel).

De acordo com os dados de massa seca de plântulas de pereiro-vermelho (Tabela 6), observa-se que as temperaturas constantes de 25 e 30 °C proporcionaram resultados superiores àqueles obtidos nas demais temperaturas, independentemente do substrato testado, não diferindo da temperatura de 20-30 °C nos substratos entre areia, sobre areia, rolo de papel e sobre vermiculita, bem como a 35 °C, quando o teste foi realizado sobre areia.

Em relação aos diferentes substratos, em rolo de papel houve maior acúmulo de massa seca nas plântulas em todas às temperaturas, não diferindo do substrato sobre vermiculita a 20-30°C, entre areia nas temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C e sobre areia nas temperaturas de 30, 35 e 20-30 °C. Maior interação ocorreu entre substrato e temperatura (não apresentando diferença significativa), nas seguintes condições: a 25 °C com os substratos entre areia e rolo de papel; a 30 °C com os substratos entre areia, sobre areia e rolo de papel; a 35 °C somente com o substrato sobre areia; e a 20-30 °C em todos os substratos, exceto sobre papel mata-borrão.

Além disso, pode-se verificar que as plântulas de pereiro-vermelho apresentaram menor transferência de massa seca quando as sementes foram submetidas à temperatura constante de 35 °C e ao substrato sobre papel mata-borrão, corroborando com os resultados alcançados nas demais variáveis analisadas (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 6. Massa seca de plântulas (mg.plântulas⁻¹) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) em diferentes temperaturas e substratos. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Substratos (S)	Temperaturas (T)			
	25 °C	30 °C	35 °C	20-30 °C
Entre areia	56,24 aA ¹	47,05 aA	9,24 bB	51,36 aA
Sobre areia	40,00 bA	37,10 abA	36,14 aA	36,01 aA
Rolo de papel	50,95 aA	40,39 aA	24,96 aB	31,606 abAB
Sobre papel	39,31 bA	28,07 bA	11,23 cC	20,74 bB
Sobre vermiculita	38,53 bA	32,76 bA	16,19 bB	35,72 aA

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nesse sentido, em *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., Alves et al. (2002) também obtiveram maior conteúdo de massa seca nos substratos entre rolo de papel a 20, 30 e 20-30 °C e entre areia a 30 e 20-30 °C. Para sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex S. Moore, o maior conteúdo de massa seca do sistema radicular de plântulas ocorreu quando as sementes que as originaram foram semeadas no substrato areia submetidas às temperaturas de 30 e 20-30 °C (PACHECO et al., 2008). Enquanto Guedes et al. (2010) constataram que a temperatura constante de 30 °C foi favorável ao aumento de massa seca de plântula de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith nos substratos areia, vermiculita e bioplant[®] e que a temperatura alternada de 20-30 °C foi favorável apenas quando se usaram areia e vermiculita.

Conforme Souza et al. (2007) há uma grande variação no que diz respeito ao desempenho germinativo das sementes em relação aos substratos e temperaturas utilizados em condições de laboratório, tornando necessária a definição do ambiente que melhor proporcione a expressão máxima do vigor de cada espécie florestal. Os

substratos testados nesse estudo influenciaram sensivelmente a germinação das sementes de pereiro-vermelho, conforme constatada pela análise dos resultados. É provável que além da capacidade de retenção dos substratos, as características intrínsecas que regulam o fluxo de água das sementes possam ter influenciado os resultados (VARELA; COSTA; RAMOS, 2005).

A capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente podem ser responsáveis por diferentes respostas obtidas até para a mesma temperatura, provocando diferenças entre as médias (MACHADO et al., 2002). Dos substratos testados, o rolo de papel e entre areia combinados às temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C contribuíram para os maiores valores de germinação e massa seca de plântulas e menores porcentagens de plântulas anormais.

O substrato sobre papel mata-borrão mostrou-se desfavorável para a germinação das sementes de pereiro-vermelho, onde se verificou, conforme análise dos dados, os piores valores para todos os parâmetros testados, independentemente da temperatura. Além disso, esse substrato favoreceu a presença de microorganismos patogênicos, prejudicando a germinação das sementes. Por outro lado, a semeadura em rolo de papel pode ter apresentado melhor resultado devido oferecer menor superfície de contato à semente que os demais substratos (MARTINS; MACHADO; NAKAGAWA, 2008).

Assim, os resultados dessa pesquisa possibilitaram estabelecer os principais fatores de variação, como temperatura e substrato, para definir a metodologia adequada para a condução do teste de germinação das sementes de pereiro-vermelho. Esses resultados podem ser imediatamente aplicados ao setor produtivo, produtores de sementes e possibilitam também a inclusão desse método nas Regras para Análise de Sementes, editadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

4 CONCLUSÃO

As temperaturas de 25 e 30 °C, juntamente com os substratos rolo de papel ou areia são adequados para a germinação de sementes de pereiro-vermelho.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng - Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.
- ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.
- ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-256. 2003.
- BARBOSA, M. R. V.; PEIXOTO, A. L. A new species of Simira (Rubiaceae, Rondeletieae) from Northeastern Brazil. **Novon: Missouri Botanical Garden Press**, Saint Louis, v. 10, n. 2, p. 110-112, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., NETA, A. L. B.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da Caatinga. SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (eds.). **Na vegetação e flora da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, p. 103-105, 2002.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

KISSMANN, C.; SCALON, S.P.Q.; SCALON FILHO, H.; RIBEIRO, N. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 668-674, 2007.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2 p. 216-222, 2011.

MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução e teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 18-27, 2002.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evolution for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 32, n. 4, p. 633-639, 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Fabaceae. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 545-551, 2008.

PACHECO, M. V.; MATTEI, V. L.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M. Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* Benth. seeds under different temperatures and substrates. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 205-213, 2010.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PEREIRA, S. R.; KALIFE, C.; RODRIGUES, A. P. D'. A. C.; LAURA, V. A. Influência da temperatura na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 52-55, 2013.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém/PA, n. 39, p. 123-133, 2003.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilho (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SILVA, J. R.; MEDEIROS, M. A. A.; NASCIMENTO, I. J. B.; RIBEIRO, M. C. C.; NUNES, G. H. S. Temperatura e substrato na germinação de sementes de flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 175-179, 2009.

SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, B. A. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth – Fabaceae – Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 72-75. 2003.

SOUZA, E. B.; PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.

STOCKMAN, A. L.; BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.

VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P.; MELO, M. F. F. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Dinizia excelsa* Ducker. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém/PA, n. 46, p.171-179, 2006.

VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 1, p. 35-39, 2005.

CAPÍTULO IV

**VIABILIDADE DE SEMENTES DE PEREIRO-VERMELHO PELO TESTE DE
TETRAZÓLIO**

RESUMO

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Viabilidade de sementes de pereiro-vermelho pelo teste de tetrazólio**. 2014. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

A Caatinga apresenta uma diversidade de espécies com potencial de exploração, dentre estas o pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto), destaca-se pela sua importância nas atividades madeireira e florestal. No entanto, a germinação lenta das sementes dessa espécie, associada à carência de estudos, limita a utilização da espécie, sendo que, um dos fatores que interferem significativamente na germinação é a viabilidade do embrião. Assim, este trabalho teve como objetivo estabelecer a melhor concentração da solução de tetrazólio e o período de coloração para a avaliação da viabilidade de sementes de pereiro-vermelho. Inicialmente, as sementes foram submetidas ao pré-umedecimento entre papel por 144 horas a 30 °C. Posteriormente, a porção do endosperma contendo o embrião foi imersa sobre quatro concentrações da solução de tetrazólio (0,075%, 0,1%, 0,5% e 1,0%) e três períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), no escuro, nas temperaturas de 30 e 35 °C. As sementes foram classificadas como viáveis ou inviáveis, conforme parâmetro pré-estabelecido. A porcentagem de sementes viáveis foi comparada com os resultados obtidos no teste de germinação conduzido em substrato rolo de papel, a 30 °C, em quatro repetições de 25 sementes. O período de seis horas nas concentrações de 0,075%, 0,1% e 0,5% foi favorável à avaliação das sementes, proporcionando estimativas estatisticamente semelhantes aos resultados do teste de germinação. Nesse sentido, o teste de tetrazólio mostrou-se eficiente para estimar a viabilidade de sementes de pereiro-vermelho, sendo a exposição dos embriões na concentração 0,075% de tetrazólio, por seis horas, sob temperatura de 35 °C a melhor condição.

Palavras-chave: Rubiaceae. *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto. Sementes florestais. Pré-umedecimento. Caatinga.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Fabrícia Nascimento de. **Viability of the seeds pereiro-vermelho through the tetrazolium test.** 2014. 141 f. Thesis (PhD in Agronomy, Crop Science) - Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The Caatinga presents a diversity of species with potential for exploitation, among these the pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* MR Barbosa & Peixoto), stands out for its importance in forestry and logging activities. However, the slow germination of seeds of this species, coupled with the lack of studies, limits the use of the species, and one of the factors that significantly interfere with the germination is the viability of the embryo. Thus, this study aimed to establish the best solution concentration and the tetrazolium staining period for assessing seed viability pereiro-vermelho. Initially, the seeds were subjected to pre-wetting of paper for 144 hours at 30 °C. Subsequently, the portion containing the embryo the endosperm was immersed for four concentrations of tetrazolium solution (0.075%, 0.1%, 0.5% and 1.0%) staining and three periods (2, 4 and 6 hours) in the dark, at temperatures of 30 to 35 °C. The seeds were classified as viable or nonviable, according to pre-established parameters. The percentage of viable seeds was compared with the results obtained in the germination test conducted on paper towel substrate at 30 °C in four replicates of 25 seeds. The six-hour period in concentrations of 0.075%, 0.1% and 0.5% was favorable assessment of the seeds, providing estimates statistically identical to the results of the germination test. In this sense, the tetrazolium test was efficient for estimating seed viability pereiro-vermelho, and exposure of embryos at a concentration of 0.075% tetrazolium, for six hours, temperature 35 °C in the best condition.

Keywords: Rubiaceae. *Simira gardneriana* MR Barbosa & Peixoto. Florest seeds. Pre-wetting. Caatinga.

1 INTRODUÇÃO

Simira gardneriana M. R. Barbosa & Peixoto é uma espécie endêmica da Caatinga conhecida por pereiro-vermelho ou pereiro-de-tinta que se destaca pelo valor madeireiro, tintorial, artesanal e paisagístico (PEIXOTO, 1982; MAINIERI; CHIMELO, 1989; GIULIETTI et al., 2002). Porém, a carência de estudos acerca dessa espécie é um dos entraves que limita a sua utilização. Dentre esses, a avaliação da viabilidade das sementes é uma ferramenta importante a ser considerada e, atualmente, testes rápidos vem se tornando os mais utilizados para a tomada de decisões nas diferentes etapas de produção das sementes.

Nesse contexto, o teste de tetrazólio vem sendo extensamente utilizado, principalmente para espécies que requerem um longo período para completar o teste de germinação (MARCOS FILHO, 2005), a exemplo das sementes de pereiro-vermelho. Assim, pesquisas em sementes de espécies florestais têm sido desenvolvidas, procurando abreviar o prazo requerido para a obtenção dos resultados de viabilidade, a partir da verificação da metodologia mais adequada do teste de tetrazólio para cada espécie, como nos trabalhos realizados para seringueira (*Hevea brasiliensis*) (WETZEL; CÍCERO; FERREIRA, 1992); jenipapo (*Genipa americana*) (NASCIMENTO; CARVALHO, 1998); sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*) (FERREIRA et al., 2001); louro-pardo (*Cordia trichotoma*) (MENDONÇA; RAMOS; PAULA, 2001); farinha-seca (*Albizia hasslerii*) (ZUCARELI; MALAVASI; FOGAÇA, 2001); sucará (*Gleditschia amorphoides*) (FOGAÇA et al., 2006); coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora*) (PINTO et al., 2008); corezeiro (*Parkia velutina*) (MENDES; BASTOS; MELO, 2009); e douradinha-do-campo (*Palicourea rigida*) (FAVA; ALBUQUERQUE, 2013).

Existem diversos fatores que podem interferir na obtenção de resultados satisfatórios no teste de tetrazólio, principalmente os referentes aos critérios de

interpretação dos resultados e métodos de execução (GASPAR-OLIVEIRA; MARTINS; NAKAGAWA, 2009). Entre os procedimentos de execução, antes da realização desse teste, está o pré-umedecimento que visa à penetração da solução nos tecidos de interesse a serem avaliados (VIEIRA; VON PINHO, 1999). Em sementes de espécies florestais, diversos tratamentos de pré-umedecimento vêm sendo utilizados, como em sementes de *Ceiba speciosa*, Lazarotto et al. (2011) indicaram oito horas com imersão em água a temperatura ambiente e Mendonça, Ramos e Paula (2001), para sementes de *Cordia trichotoma*, recomendaram dezesseis horas entre papel a 25 °C.

O período de coloração, a concentração do sal de tetrazólio e a temperatura de incubação interferem diretamente na intensidade e uniformidade de coloração das sementes, dependendo das características de cada espécie (BARROS et al., 2005; BHERING; DIAS; BARROS, 2005). A definição desses fatores para cada espécie é importante, visto que eles influenciam na avaliação e na interpretação dos resultados do teste. Oliveira, Carvalho e Davide (2005) recomendaram a coloração de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em solução de tetrazólio a 0,1% por 150 minutos, a 25 °C. Em sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth., a concentração da solução utilizada é a de 0,075% e temperatura de 35 °C, por quatro horas de coloração (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011). Para sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich., utiliza-se a imersão das sementes em solução 0,5% de tetrazólio por 12 horas a 30 °C (OLIVEIRA; CARVALHO; NERY, 2005).

Considerando as variáveis envolvidas no teste de tetrazólio, há uma preocupação por parte dos pesquisadores na adequação da metodologia do teste para avaliação de sementes florestais nativas. Assim, esta pesquisa teve como objetivo estabelecer a melhor concentração da solução de tetrazólio e o período de coloração para avaliação da viabilidade de sementes de pereiro-vermelho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, com sementes de pereiro-vermelho coletadas de árvores matrizes, localizadas no município de Afrânio – PE.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$ (4 concentrações da solução de tetrazólio \times 3 períodos de coloração + 1 testemunha – teste de germinação), para cada temperatura de incubação.

Foram utilizadas as concentrações da solução de tetrazólio (0,075%, 0,1%, 0,5% e 1,0%) e os períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), no escuro, nas temperaturas de 30 e 35 °C, totalizando 24 tratamentos, em quatro repetições de 25 sementes cada.

2.3 PRÉ-UMEDECIMENTO DAS SEMENTES

Para a realização do pré-umedecimento foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, distribuídas em duas folhas de rolo de papel umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa seca do substrato

e mantidas em *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), a 30 °C, durante 144 horas. Toda a metodologia utilizada no pré-umedecimento foi definida a partir dos resultados alcançados e relatados no capítulo II (embebição e caracterização morfológica de sementes e plântulas e germinação de pereiro-vermelho), conforme dados obtidos na curva de embebição.

2.4 TESTE DE TETRAZÓLIO

Para o teste de tetrazólio, as sementes de pereiro-vermelho foram pré-umedecidas por 144 horas e em seguida, com o auxílio de um bisturi, foram cortadas longitudinalmente e medianamente, sendo a porção do endosperma contendo o embrião colocada em copos plásticos de 50 mL e submersa em solução de 2,3,5 trifetil cloreto de tetrazólio usando-se quatro concentrações de 0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %, por três períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), em câmara regulada à temperatura de 30 e 35 °C, na ausência de luz.

Terminado este tempo de coloração, a solução foi drenada, o material lavado em água corrente, os embriões foram cuidadosamente extraídos da parte remanescente do endosperma e mantidos submersos em água em ambiente refrigerado até o momento da avaliação. Em seguida, os embriões foram observados individualmente com auxílio de lupa estereoscópica e avaliados quanto à uniformidade, a intensidade da coloração, presença de áreas brancas leitosas, aspecto dos tecidos e localização destas colorações em relação às regiões essenciais ao desenvolvimento (eixo hipocótilo-radícula e região vascular), sendo classificados em viáveis e inviáveis de acordo com padrões indicados por Moore (1972), Delouche et al. (1976) e Grabe (1976), para diversas espécies agrícolas e florestais: **1) viáveis:** embriões completamente com coloração rosa claro ou vermelho brilhante; extremidade da radícula sem coloração branca leitosa/amarelado e

2) inviáveis: embriões completamente com coloração vermelho carmim/vermelho-intenso ou branco leitoso/amarelado; extremidade da radícula descolorida ou coloração vermelho-intenso. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes viáveis.

2.5 TESTE DE GERMINAÇÃO

Para comparação dos resultados obtidos no teste de tetrazólio, foi realizado o teste de germinação conduzido em câmara de germinação tipo B.O.D., a 30 °C, sob luz branca constante, em quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram distribuídas em rolos de papel germitest[®] umedecidos com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco e colocados dentro de sacos plásticos transparentes para manutenção da umidade. A avaliação foi realizada no trigésimo dia após a semeadura, tendo-se registrado a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009). Toda a metodologia utilizada no teste foi definida a partir dos resultados obtidos e relatados no capítulo III (germinação de sementes de pereiro-vermelho).

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variâncias e apresentaram distribuição normal, não sendo necessário transformá-los. Efetuou-se análise de variância (ANOVA) pelo teste F ao nível de 1% e 5% de significância e as médias de sementes viáveis obtidas pelo teste de tetrazólio foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as médias de sementes viáveis para cada uma das combinações no teste de tetrazólio com os

resultados do teste de germinação (testemunha) foram realizadas pelo teste de Dunnett a 5%, conforme recomendações de Banzatto e Kronka (2006). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o fator concentração da solução de tetrazólio, na temperatura de 30 °C, não houve diferença significativa, porém na de 35 °C esse fator apresentou significância de 1% no teste F. Existiu efeito significativo de 1% de probabilidade do fator período de coloração e da interação entre os fatores concentração da solução e período de coloração para as duas temperaturas testadas. Além disso, houve diferença significativa entre as estimativas de viabilidade das sementes obtidas pelo teste de tetrazólio e os resultados do teste de germinação, conforme pode ser observado pela significância do contraste testemunha versus fatorial (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância observado no teste de tetrazólio das sementes de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) em comparação aos resultados do teste de germinação (testemunha). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Fontes de variação	Quadrado médio	
	Temperatura (30 °C)	Temperatura (35 °C)
Tratamentos	1359.692**	4251.026**
Testemunha vs Fatorial	11996.308**	5123.308**
Concentração de tetrazólio (C)	127.111 ^{ns}	1582.556**
Período de coloração (P)	1164.000**	14763.000**
C x P	268,444**	1935.889**
Erro	49.231	55.077
Média	25.385	43.615
C.V. (%)	27,64	17,02
DMS	14,41	15,24

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados obtidos para porcentagem de sementes viáveis, pelo teste de tetrazólio, em diferentes concentrações e períodos de exposição, e pelo teste-padrão de germinação (testemunha) para a temperatura de 30 °C estão apresentados na Tabela 2.

Observa-se que as médias da viabilidade das sementes foram maiores à medida que aumentou o período de coloração das sementes, embora sem diferença significativa entre os períodos de 2 e 4 horas de coloração. Para as diferentes concentrações, observou-se um aumento na média da viabilidade das sementes à medida que diminuiu a concentração da solução de tetrazólio, porém, não houve efeito significativo para este fator. Constatou-se, ainda, que as médias de viabilidade das sementes diferiram estatisticamente dos resultados do teste de germinação (testemunha – 78%), para todas as concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0%) e tempos (2, 4 e 6 horas) testados nessa temperatura.

Tabela 2. Sementes viáveis (%) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações. (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), a 30 °C, em comparação aos resultados do teste de germinação (testemunha). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Períodos (horas)	Concentração da solução de tetrazólio (%)				Média
	0,075	0,1	0,5	1,0	
2	12 aBy	15 aBy	13 aBy	16 aAy	14 B
4	16 aBy	18 aBy	20 aABy	20 aAy	18 B
6	43 aAy	37 abAy	28 bAy	14 cAy	30 A
Média	23 a	23 a	20 a	16 a	

Germinação = 78 z

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula (A, B, C) na coluna e minúscula (a, b, c) na linha não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Médias seguidas por uma mesma letra (z, y), entre germinação (testemunha – teste de germinação) e viabilidade obtida no teste de tetrazólio, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Em relação à temperatura de 35 °C, o período de seis horas de coloração proporcionou as maiores estimativas de viabilidade, independentemente da concentração da solução de tetrazólio, exceto a 1,0% cuja estimativa não diferiu dos períodos de 2 e 4 horas (Tabela 3), sendo que os valores mais elevados de períodos de coloração foram registrados nas concentrações de 0,1 e 0,5%. O período de seis horas

nas concentrações de 0,075% (85% de sementes viáveis), 0,1% (93% de sementes viáveis) e 0,5% (90% de sementes viáveis) foi favorável à avaliação das sementes, proporcionando estimativas estatisticamente semelhantes aos resultados do teste de germinação (78%). Em relação às outras combinações de períodos e concentrações, houve diferença significativa entre estas e a testemunha, pelo não desenvolvimento de coloração adequada, e subestimando a viabilidade das sementes. Dentre as temperaturas testadas, a de 35 °C foi a que propiciou os maiores valores de viabilidade.

Tabela 3. Sementes viáveis (%) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas), a 35 °C, em comparação aos resultados do teste de germinação (testemunha). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Períodos (horas)	Concentração da solução de tetrazólio (%)				Média
	0,075	0,1	0,5	1,0	
2	13 aBy	13 aBy	24 aCy	27 aAy	19 C
4	8 cBy	13 cBy	57 aBy	32 bAy	27 B
6	85 aAz	93 aAz	90 aAz	33 bAy	75 A
Média	35 bc	40 b	57 a	30 c	

Germinação = 78 z

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula (A, B, C) na coluna e minúscula (a, b, c) na linha não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Médias seguidas por uma mesma letra (z, y), entre germinação (testemunha – teste de germinação) e viabilidade obtida no teste de tetrazólio, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Esses resultados reforçam as afirmações de Grabe (1976), de que a coloração das sementes no teste de tetrazólio se estabelece mais rapidamente nas temperaturas mais elevadas. Por esse motivo, Marcos Filho, Cícero e Silva (1987) e Piña-Rodrigues e Valentini (1995) recomendaram que as sementes imersas na solução de tetrazólio sejam colocadas em câmara regulada à temperatura de 30 a 40 °C. Na presente pesquisa, as melhores combinações para avaliar a viabilidade das sementes de pereiro-vermelho foram verificadas na temperatura de 35 °C, enquanto que, na de 30 °C todas

as combinações de concentrações e períodos diferiram estatisticamente do teste de germinação.

Em outras espécies de Rubiaceae podem ser encontrados trabalhos envolvendo a padronização da metodologia do teste de tetrazólio com resultados diferenciados de acordo com a espécie estudada. Fava e Albuquerque (2013), por exemplo, evidenciaram que o melhor procedimento para estimar a viabilidade das sementes de *Palicourea rígida* Kunth, foi utilizando a solução de tetrazólio na concentração de 0,5% a 40 °C por 3 horas. Nascimento e Carvalho (1998), com sementes de *Genipa americana* L., evidenciaram que a exposição dos embriões na solução de tetrazólio a 0,25% durante 2 horas a 40 °C foi à combinação que permitiu a obtenção de resultados equivalentes ao teste de germinação. Por outro lado, Zonta et al. (2009), com sementes de café, encontraram como melhor metodologia para avaliar a viabilidade das sementes dessa espécie a embebição por 24 horas a 30 °C, retirada do embrião e exposição à solução de tetrazólio a 0,1%, durante 16 horas a 35 °C.

Os padrões de coloração observados nos embriões variaram de rosa claro, nas sementes viáveis até branco nas sementes mortas (Figura 1). Os embriões viáveis apresentaram coloração rosa claro uniforme ou vermelho brilhante em toda sua extensão, demonstrando que os tecidos estão vivos e vigorosos. Por outro lado, os embriões inviáveis, quando expostos a solução de tetrazólio, exibiram uma coloração vermelho-intenso (tecido em deterioração) ou branco leitoso (tecido morto) em toda sua extensão ou coloração vermelho-intenso apenas na extremidade da radícula.

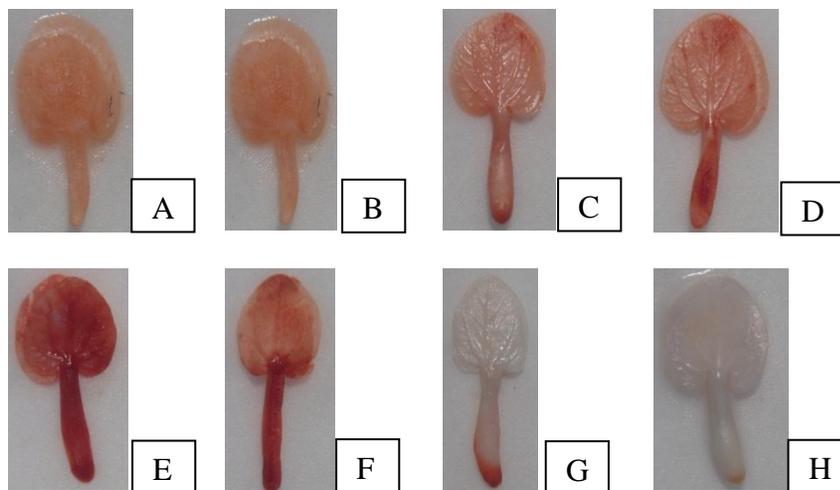


Figura 1. Semente viável de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto): embrião com coloração rosa claro (A, B) e vermelho brilhante (C); eixo hipocótilo-radicular com coloração vermelho intenso no córtex, porém, sem atingir o cilindro central (D). Sementes inviáveis de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto): embrião com coloração vermelho intenso em toda sua extensão (E) ou eixo hipocótilo-radicular com coloração vermelha intenso atingindo o cilindro central (F); embrião com regiões descoloridas/branco leitoso e/ou vermelha intensa atingindo o cilindro central (G, H). Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

A escolha do método adequado para o teste de tetrazólio deve se basear na facilidade de identificação dos tecidos viáveis e não viáveis e na capacidade de diferenciar o vigor das sementes (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2011). As diferenças de cor observadas nas sementes após a coloração na solução de tetrazólio são as principais características que devem ser consideradas na interpretação dos resultados do teste. A intensidade de coloração das sementes no teste de tetrazólio é variável entre as espécies. Por exemplo, a cor rosa observada em sementes viáveis de leucena (COSTA; SANTOS, 2010), é mais clara que a verificada em sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf (DIAS; ALVES, 2008). Nessa espécie a cor que sinaliza um tecido viável é a vermelha ou rosa intenso. Em sementes de

leucena essa cor rosa intenso significaria tecido em deterioração. Isso ocorre, pois a terminologia utilizada para denominar as cores observadas nas sementes no teste de tetrazólio costuma ser estabelecida pelos autores, e por isso pode variar entre os trabalhos.

Exemplos de padrão de coloração dos embriões de pereiro-vermelho na temperatura de 30 °C podem ser visualizados na Figura 2. A exposição dos embriões na solução de tetrazólio na temperatura de 30 °C mostrou-se pouco eficiente na classificação de sementes viáveis, pois apresentou problemas referentes à coloração do embrião, sendo que muitos não coloriam na concentração mais baixa (0,075%), e alguns coloriam somente as extremidades nas concentrações maiores (0,5 e 1,0%), dificultando assim a interpretação dos resultados. Nessa temperatura, os valores de viabilidade nas diferentes concentrações e períodos de coloração não representaram os valores encontrados no teste de germinação, provavelmente, pelo fato de que a solução de tetrazólio não chegou ao embrião ou chegou mais de forma desuniforme, dificultando assim a coloração e avaliação. Neste caso, embriões que não desenvolveram coloração ideal podem ter sido considerados inviáveis, quando na realidade a ausência de coloração pode ter sido ocasionada pela temperatura de incubação combinada as diferentes concentrações e períodos. Observou-se também que em muitos embriões expostos nas concentrações de 0,5 e 1,0% houve desenvolvimento de coloração vermelho intenso nas extremidades da plúmula ou na parte inferior do eixo hipocótilo-radicular, provavelmente, pelo fato dessas regiões estarem mais expostas à solução de tetrazólio do que as demais.

Períodos (horas)	Concentração da solução de tetrazólio (%)			
	0,075	0,1	0,5	1,0
2				
4				
6				

Figura 2. Padrão de coloração de sementes inviáveis de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0 %) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas) na temperatura de 30 °C. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

Na avaliação do teste de tetrazólio de sementes de pereiro-vermelho na temperatura de 35 °C foram encontradas variações na coloração das sementes de acordo com os tratamentos utilizados, sendo que os tons claros foram observados na menor (0,075%) concentração da solução de tetrazólio (Figura 3). Os períodos de coloração de 2 e 4 horas foram ineficientes para estimar a viabilidade de sementes de pereiro-vermelho em todas as concentrações testadas, pois não promoveram coloração adequada que possibilitasse distinguir tecidos vivos de tecidos mortos ou deteriorados. Por outro lado, o período de coloração de 6 horas foi eficiente para avaliar a

viabilidade de sementes dessa espécie nas concentrações de 0,075%, 0,1% e 0,5%, pois promoveram coloração nítida dos embriões, facilitando a análise e interpretação dos resultados. Além disso, permitiu identificar lesões em áreas vitais do embrião, como no eixo hipocótilo-radícula. Deve-se ressaltar, contudo, que o período de 6 horas de coloração associada à concentração de 1,0% da solução de tetrazólio proporcionou mais de 60% de embriões com coloração vermelho intenso (sementes deterioradas – inviáveis), não concordando com os resultados obtidos no teste padrão de germinação (Tabela 3).

Períodos (horas)	Concentração da solução de tetrazólio (%)			
	0,075	0,1	0,5	1,0
2	 (V)	 (V)	 (V)	 (I)
4	 (V)	 (V)	 (V)	 (I)
6	 (V)	 (V)	 (V)	 (I)

Figura 3. Padrão de coloração de sementes viáveis (V) e inviáveis (I) de pereiro-vermelho (*Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto) obtido pelo teste de tetrazólio em diferentes concentrações (0,075; 0,1; 0,5 e 1,0%) e períodos de coloração (2, 4 e 6 horas) na temperatura de 35 °C. Mossoró/RN, UFERSA, 2014.

O teste de tetrazólio utilizando as concentrações de 0,075; 0,1 e 0,5% durante 6 horas de coloração a 35 °C foram eficientes para estimar a viabilidade de sementes de pereiro-vermelho. Nos demais períodos, independentemente da temperatura, as concentrações do sal de tetrazólio não promoveram coloração adequada que possibilitasse distinguir tecidos vivos de tecidos mortos ou deteriorados. Entretanto, as menores concentrações são mais indicadas por apresentarem menor custo com o sal e por possibilitarem melhor visualização dos distúrbios de coloração e identificação de diferentes tipos de injúrias (FRANÇA NETO; KRYZANOWSKI; COSTA, 1998). Dessa maneira, o teste de tetrazólio utilizando a concentração de 0,075% pode ser usado como um complemento ao teste de germinação na avaliação da viabilidade de sementes de pereiro-vermelho.

4. CONCLUSÃO

A concentração de sal de tetrazólio a 0,075% por seis horas a 35 °C constituem eficiente combinação para avaliação da viabilidade de sementes de pereiro-vermelho.

REFERÊNCIAS

- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1 p. 061-068, 2011.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. M.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 165-171, 2005.
- BHERING, M. M.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 176-182, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 365p.
- COSTA, C. J.; SANTOS, C. P. Teste de tetrazólio em sementes de leucena. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 066-072, 2010.
- DELOUCHE, J.C. Standardization of vigor tests. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v. 1, n. 2, p.75-85, 1976.
- DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 145-151, 2008.
- DIAS, M. C. L. L.; SILVA, W. R. Determinação da viabilidade de sementes de café através do teste de tetrazólio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 11, p. 1139-1145, 1986.
- FAVA, C. L. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F. viabilidade e emergência de plântulas de *Palicourea rigida* Kunth em função de diferentes métodos para superação de

dormência. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2620-2629, 2013.

FERREIRA, R. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R.; TONETTI, O. A. O. Morfologia da semente e de plântulas e avaliação da viabilidade da semente de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth. – Fabaceae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n.1, p.108-115, 2001.

FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, M. M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U. C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpiniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 101-107, 2006.

FRANÇA NETO, J. B.; KRYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/ CNPSO, 1998. 72 p.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M.; MARTINS, C. T.; NAKAGAWA, J. Método de preparo das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 160-167, 2009.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; NETA, A. L. B.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (eds.). **Na vegetação e flora da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, p. 103-105, 2002.

GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85 p.

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

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Ficha de Característica das Madeiras Brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 420 p.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

- MENDES, A. M. S.; BASTOS, A. A.; MELO, M. G. G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae - Mimosoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 823-828, 2009.
- MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; PAULA, R. C. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 64-71, 2001.
- MOORE, R. P. Interpretation of color differences in tetrazolium testing. **Seed Technologist News**, Louisville, v. 44, n. 3, p. 22-24, 1972.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, N. M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 231-235, 1998.
- OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Leguminosae Caesalpinioideae. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 159-166, 2005.
- OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C. Teste de tetrazólio em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – Bignoniaceae. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 169-174, 2005.
- PEIXOTO, A. L. As espécies de *Simira* (Rubiaceae, Rondeletieae) do Norte do Estado do Espírito Santo. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, v. 5, n. 2, p. 115-128, 1982.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VALENTINI, S. R. T. Aplicação do teste de tetrazólio. In: SILVA, A. D. A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. FIGLIOLIA, M. B. (coord.). **Manual Técnico de Sementes Florestais**. IF Série Regional, v. 14. p. 61-73. 1995.
- PINTO, T. L. F.; BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CICERO, S. M. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. – Fabaceae – Faboideae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 208-214, 2008.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assisat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8.1, p. 1-13.

WETZEL, M. M. V. S.; CÍCERO, S. M.; FERREIRA, B. C. S. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de seringueira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF, v. 14, n. 1, p. 83-88, 1992.

ZONTA, J. B.; SOUZA, L. T.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Comparação de metodologias do teste de tetrazólio para sementes de cafeeiro. **Idesia**, Arica, v. 27, n. 2, p. 17-24, 2009.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A. Preparação e coloração de sementes de farinha-seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Rur.) para avaliação da viabilidade através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 186-191, 2001.