



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



CECA

**JONHCLECIO DUARTE TEIXEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOLÓGICA, GERMINAÇÃO E CONSERVAÇÃO  
DE SEMENTES DE *Triplaris brasiliiana* CHAM. (POLYGONACEAE)**

Rio Largo - AL  
2014

**JONHCLECIO DUARTE TEIXEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOLÓGICA, GERMINAÇÃO E CONSERVAÇÃO  
DE SEMENTES DE *Triplaris brasiliiana* CHAM. (POLYGONACEAE)**

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

Orientador: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vilma Marques Ferreira

Rio Largo - AL  
2014

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Responsável: Maria Auxiliadora G. da Cunha**

T266c Teixeira, Jonhclecio Duarte.  
Caracterização biomorfológica, germinação e conservação de sementes de *Triplaris brasiliana* CHAM. (POLYGONACEAE) / Jonhclecio Duarte Teixeira. – 2014.  
78 f. : il. tabs., gráfs.

Orientador: João Correia de Araújo Neto.  
Co-orientadora: Vilma Marques Ferreira.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia : Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2014.

Bibliografia: f. 67-78.

1. Pau formiga. 2. Dessecação. 3. Espécie florestal. 4. Armazenamento.  
I. Título.

CDU: 631.53.01/.531(813.5)

*Ao meu avô **Agildo Silva de Queiroz** (in  
memorian), fonte inspiradora para minha escolha  
profissional, sendo um exemplo incontestável de  
ética, responsabilidade, educação, amizade,  
companheirismo e dedicação à família...*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

*À Deus, por ter concedido a vida, nunca me deixando desamparado.*

*À Universidade Federal de Alagoas - UFAL, junto ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela qualificação da minha formação profissional e dedicação ao ensino.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudo.*

*Ao Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto, pela orientação, dedicação, confiança depositada e ensinamentos fundamentais para a realização dessa caminhada e construção do meu caráter profissional.*

*À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vilma Marques Ferreira, pelas oportunidades oferecidas e incontestável dedicação sempre que solicitada.*

*Aos membros da banca, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Roseane Cristina Predes Trindade, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edna Ursulino Alves, Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento e Dr. Nelson Geraldo de Oliveira, por terem aceitado participar da avaliação deste trabalho.*

*À minha mãe Gilka Duarte de Queiroz, por estar sempre ao meu lado, ainda que distante, a quem tenho indescritível admiração e eternos agradecimentos pela educação, amor, respeito e pelos inúmeros esforços para a realização dos meus sonhos.*

*À minha avó Edite Amélia, pessoa fundamental durante essa caminhada e meus tios Agildo Filho, Átila Duarte, Geiza Duarte e Gilda Duarte, por toda apoio, contribuição e dedicação durante o dia a dia.*

*À Paloma Jasmini, pelo apoio, amor, carinho e companheirismo essenciais em minha vida.*

*Aos colegas de turma do mestrado, por todos os momentos de agradável convivência e amizade, que jamais serão esquecidos.*

*À todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste sonho e que por ventura não foram citados.*

## RESUMO

O objetivo neste trabalho foi caracterizar morfometricamente sementes de pau formiga (*Triplaris brasiliiana* Cham.), bem como estudar seu comportamento fisiológico em função do tratamento de quebra de dormência, temperatura, substrato, grau de umidade, condições de armazenamento e descrever os diferentes estádios pós-seminal. Após a realização da colheita das sementes de *T. brasiliiana* nos municípios de Maceió e Rio Largo, Alagoas, no período de março a abril de 2013, determinou-se o grau de umidade e as medições biométricas (comprimento e espessura). A avaliação da qualidade fisiológica inicial foi realizada com sementes intactas e escarificadas com ácido sulfúrico em três substratos (sobre papel, rolo de papel e areia) e em seguida avaliou-se o efeito de diferentes temperaturas na germinação (constantes de 20, 25, 30, 35 e 40°C e alternada de 20-30°C). Para a identificação da umidade do substrato adequada, as sementes foram semeadas sobre papel umedecido com volume de água (mL) equivalente a 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 vezes a massa do substrato seco. Quanto ao desenvolvimento pós-seminal avaliou-se os diversos processos desencadeados durante o crescimento e diferenciação das plântulas, com caracterização da curva de embebição. Posteriormente foi realizada a avaliação do grau de tolerância das sementes à dessecação (com secagens das mesmas até atingirem 13,6, 11,6, 9,6 e 7,6% de umidade) e análise do potencial fisiológico das sementes através do armazenamento por seis meses em três ambientes (geladeira, câmara seca e condições não controladas) e duas embalagens (vidro e papel tipo "Kraft"). As variáveis analisadas foram: germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e massa seca das plântulas. Para tanto, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, efetuando-se análise descritiva dos dados biométricos e para o teste de qualidade inicial das sementes, os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial. Nas avaliações de volume de água do substrato, armazenamento e curva de secagem, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial. As sementes com 15,6% de umidade inicial apresentaram em média 6,4 cm de comprimento e 3,2 cm de largura. O embrião é axial, sendo o eixo embrionário localizado na parte central da metade inferior da semente, a germinação é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonares. A semeadura das sementes escarificadas sobre papel à temperatura de 30 e 25°C foram mais favoráveis para germinação e desenvolvimento das plântulas de *T. brasiliiana*, bem como, o umedecimento do substrato no volume de água de 2,5 vezes a sua massa seca. As sementes são sensíveis à desidratação, preservando sua qualidade fisiológica por mais tempo, quando armazenadas em geladeira e câmara, em ambas as embalagens utilizadas.

**Palavras-chave:** pau formiga, dessecação, espécie florestal, armazenamento.

## ABSTRACT

The objective of this study was to characterize morphometrically seeds “ant-stick” (*Triplaris brasiliiana* Cham.), and study their physiological behavior depending on the treatment of dormancy, temperature, substrate, moisture degree, storage conditions and describe the different post-seminal stages. After the harvest of the seeds of *T. brasiliiana* in the municipalities of Maceió and Rio Largo, Alagoas, in the period March-April 2013, was determined the degree of moisture and biometric measurements (length and thickness). The evaluation of the initial physiological quality was performed with intact seeds scarified with sulfuric acid and three substrates (on paper, roll paper and sand) and then was evaluated the effect of temperature on germination (constant 20, 25, 30, 35 to 40°C and alternating 20-30°C). For the identification of suitable substrate moisture, seeds were sown on moistened paper with water volume (mL) of 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 and 3.5 times the mass of dry substrate. As for the post-development was evaluated seminal various processes triggered during the growth and differentiation of seedlings, characterization of imbibition curve. Subsequently assessing the degree of tolerance of seeds to desiccation (drying then until reaching 13.6, 11.6, 9.6 and 7.6 % moisture) and analysis of seed vigor was performed by storing a six months in three environments (refrigerator, dry chamber and uncontrolled conditions) and two containers (glass and paper type "Kraft"). The variables analyzed were: germination (G %), speed of germination index (SGI), first count, length of aerial part, root length and dry weight of seedlings. Thus, the design was completely randomized, whether by performing descriptive analysis of biometric data and the initial seed quality tests, the treatments were arranged in a factorial scheme. In the assessments of the substrate volume of water, storage and drying curve, the data were subjected to polynomial regression. Seeds with 15.6 % initial moisture were on average 6.4 cm long and 3.2 cm wide. The axial embryo and the embryonic axis is in the central part of the lower half of the seed, the germination is epigeal and seedlings are fanerocotylar. The sowing of scarified seeds on paper at 30 and 25 ° C was more favorable for germination and seedling growth of *T. brasiliiana*, as well substrate wetting in water volume of 2.5 times its dry mass. The seeds are sensitive to dehydration, preserving physiological quality for longer when stored in the refrigerator and camera, in both packaging used.

**Key words:** “ant stick”, desiccation, forest species, drying seeds, storage.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Árvores de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., com destaque das suas inflorescências feminina (A) e masculina (B).....	15
Figura 2:	Frutos (A) recém-colhidos e sementes (B) de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham. após beneficiamento.....	27
Figura 3:	Sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham. armazenadas em frascos de vidro (A) e sacos de papel tipo “Kraft” (B).....	31
Figura 4:	Distribuição das frequências relativas do comprimento (A) e espessura (B) de sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....	36
Figura 5:	Caracterização morfológica do fruto (A) e semente (B, C e D) de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....	37
Figura 6:	Efeito das temperaturas de 40 e 35°C nas sementes (A) e plântulas (B) de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....	44
Figura 7:	Primeira contagem (A) e porcentagem de germinação (%) (B) de sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham. submetidas a diferentes temperaturas, 25°C (◆) e 30°C (■) e volumes de água no substrato.....	47
Figura 8:	Comprimento da parte aérea (A), raiz (B) e massa seca de plântulas de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham. submetidas a diferentes temperaturas, 25°C (◆) e 30°C (■) e volumes de água no substrato.....	49
Figura 9:	Curva de embebição de sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., íntactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ).....	52
Figura 10:	Fases do desenvolvimento das plântulas de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., com quatro (A), cinco (B), sete (C), 10 (D) e 20 dias após a semeadura. Legenda: c = colo; co = cotilédones; te = tegumento; h = hipocótilo; ep = epicótilo; fp = folhas primária; rp = raiz primária; rs = raiz secundária.....	53
Figura 11:	Plântulas anormais (A e B) e sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham. infestadas por fungos.....	54
Figura 12:	Porcentagem (A) e índice de velocidade de germinação (B) de sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham. em função de diferentes níveis de umidade.....	55

Figura 13:	Comprimento da parte aérea (A), raiz (B) e massa seca (C) das plântulas de <i>Triplaris brasiliiana</i> Cham. em função de diferentes níveis de umidade.....	57
Figura 14:	Grau de umidade (%) de sementes de <i>Triplaris brasiliiana</i> Cham. acondicionadas em embalagens de vidro (A) e papel (B), armazenadas em diferentes ambientes.....	59
Figura 15:	Porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Triplaris brasiliiana</i> Cham. recém-colhidas e após armazenamento em embalagens de vidro (▲) e papel (■) e três ambientes: geladeira (A e B), câmara seca (C e D) e condições não controladas (E e F).....	61
Figura 16:	Comprimento da parte aérea e raiz (cm) de plântulas de <i>Triplaris brasiliiana</i> Cham. recém-colhidas e após armazenamento em embalagens de vidro (▲) e papel (■) e três ambientes: geladeira (A e B), câmara seca (C e D) e condições não controladas (E e F).....	63
Figura 17:	Massa seca das plântulas de <i>Triplaris brasiliiana</i> Cham. recém colhidas e após armazenamento em embalagens de vidro (▲) e papel (■) e três ambientes: geladeira (A), câmara seca (B) e condições não controladas (C).....	64

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Análise descritiva do comprimento e espessura das sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....	34
Tabela 2:	Estatística descritiva das pesagens (100 sementes por repetição) obtidas para o cálculo do peso de mil sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....	35
Tabela 3:	Germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) e semeadas em diferentes substratos.....	38
Tabela 4:	Comprimento (parte aérea e raiz) e massa seca de plântulas de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., oriundas de sementes intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) e semeadas em diferentes substratos.....	41
Tabela 5:	Porcentagem (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), em diferentes temperaturas.....	43
Tabela 6:	Comprimento (parte aérea e raiz) e massa seca de plântulas de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), em diferentes temperaturas.....	45

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>2.1</b>	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....	14
<b>2.2</b>	<b>Importância dos estudos biomorfológicos de sementes e plântulas</b> .....	15
<b>2.3</b>	<b>Germinação de sementes</b> .....	17
2.3.1	Temperatura na germinação.....	18
2.3.2	Substrato na germinação.....	20
<b>2.4</b>	<b>Dormência</b> .....	21
<b>2.5</b>	<b>Armazenamento</b> .....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
<b>3.1</b>	<b>Local de execução do experimento</b> .....	27
<b>3.2</b>	<b>Colheita e beneficiamento das sementes</b> .....	27
<b>3.3</b>	<b>Caracterização biométrica das sementes</b> .....	28
<b>3.4</b>	<b>Qualidade fisiológica inicial das sementes</b> .....	28
3.4.1	Tratamento pré-germinativo em diferentes substratos.....	28
3.4.2	Tratamento pré-germinativo em diferentes temperaturas.....	29
<b>3.5</b>	<b>Volume de água do substrato</b> .....	29
<b>3.6</b>	<b>Desenvolvimento pós-seminal</b> .....	29
<b>3.7</b>	<b>Tolerância à secagem das sementes</b> .....	30
<b>3.8</b>	<b>Armazenamento das sementes</b> .....	31
<b>3.9</b>	<b>Variáveis analisadas</b> .....	32
3.9.1	Porcentagem e índice de velocidade de germinação.....	32
3.9.2	Comprimento da parte aérea e raiz.....	32
3.9.3	Massa seca total.....	32
3.9.4	Primeira contagem de germinação.....	33
<b>3.10</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística</b> .....	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>4.1</b>	<b>Caracterização biométrica das sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham</b> .....	34

<b>4.2</b>	<b>Qualidade fisiológica inicial das sementes <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....</b>	<b>38</b>
4.2.1	Germinação das sementes em diferentes substratos.....	38
4.2.2	Germinação das sementes em diferentes temperaturas.....	42
<b>4.3</b>	<b>Volume de água do substrato.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>Desenvolvimento pós-seminal das sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....</b>	<b>51</b>
<b>4.5</b>	<b>Tolerância à secagem das sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....</b>	<b>55</b>
<b>4.6</b>	<b>Armazenamento das sementes de <i>Triplaris brasiliana</i> Cham.....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Conhecido por sua grande diversidade florística, o Brasil, assim como a maioria dos países em desenvolvimento, vem sofrendo com a constante degradação dos recursos florestais, na maioria das vezes de maneira desordenada. Dessa forma tem causado supressão da vegetação, diminuição da biodiversidade, aumento do processo erosivo das margens dos rios, levando ao assoreamento do corpo d'água, diminuição da fertilidade do solo e mudanças climáticas, afetando diretamente a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas.

Diante disso, a crescente conscientização conservacionista e a intensificação da fiscalização, no que se refere ao cumprimento da legislação sobre recuperação das matas ciliares e da reserva legal nas propriedades rurais, possibilitaram uma elevação no requerimento de sementes florestais nativas, produto fundamental nos programas de recuperação e conservação de ecossistemas (CARVALHO, SILVA e DAVIDE, 2006). Visto que, o sistema de produção de mudas via semente é o mais adotado pelos viveiristas por ser econômico e garantir a variabilidade genética das populações (SANTARELLI, 2004).

Contudo, mesmo com a modernização das políticas ambientais, quanto à reposição obrigatória da mata nativa nas propriedades rurais e, com as crescentes pesquisas voltadas a esse tema há ainda escassez de dados que auxiliem na produção de sementes de espécies florestais nativas, tais como morfologia, padronização de metodologias para os testes de germinação, bem como a conservação do potencial fisiológico das sementes. Tendo em vista que, apesar de as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) especificarem as condições e o período para a condução do teste de germinação em sementes de um grande número de espécies vegetais, para as florestais esse número ainda é pequeno.

Dentre essas espécies nativas, *Triplaris brasiliana* Cham., árvore pertencente à família Polygonaceae, conhecida popularmente como pau-formiga, pau de novato, novateiro, formigueiro, dentre outros é uma espécie pioneira, com grande potencial para recuperação de áreas degradadas, de preservação permanente, áreas de mata ciliar e terra firme. Característica de clima tropical, com grande ocorrência preferencialmente nas margens de rios, em matas de galeria da floresta latifoliada semidecídua, nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Oeste de São Paulo (LORENZI, 2002), contudo, apesar do seu grande potencial, pouco se sabe sobre o comportamento de suas sementes.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar morfometricamente as sementes de *T. brasiliana*, bem como estudar seu comportamento fisiológico em função do tratamento de quebra de dormência, temperatura, substrato, grau de umidade, condições de armazenamento e descrever os diferentes estádios pós-seminal.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Triplaris brasiliana* Cham.

A família Polygonaceae encontra-se distribuída em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, sendo representada por aproximadamente 40 gêneros e mais ou menos 800 espécies que frequentemente são observadas em ambientes úmidos e alagados, ao longo de rios e margens de lagos, contudo, encontram-se descritos na flora brasileira apenas sete gêneros dessa família (BARROSO, 1978).

Dentre os gêneros pertencentes a essa família, o *Triplaris* é comumente encontrado no território nacional, sendo catalogadas espécies desde a região Centro-Oeste (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) (BRANDÃO, LACA-BUENO e MACEDO, 2002), se estendendo até a região Nordeste, com espécies encontradas nos Estados da Bahia (MELO, 1999), Alagoas e Pernambuco. Dentre essas espécies pode-se destacar a *T. brasiliana*, popularmente conhecida como pau-formiga, novateiro, pau de novateiro e formigueiro, que é uma pioneira, característica de clima tropical, com grande ocorrência em margens de rios, cujo florescimento é durante os meses de agosto a outubro, com amadurecimento dos frutos em novembro e janeiro (LORENZI, 2002).

Devido a sua beleza no florescimento e copa colunar, o *T. brasiliana* tem grande potencial paisagístico, como na ornamentação de praças e ruas, sendo uma espécie dióica, com plantas femininas dotadas de inflorescências eretas, com flores róseo-avermelhada, bem vistosas, enquanto as masculinas possuem inflorescências acinzentadas, afiladas, longas e pendentes (Figura 1A e B); a madeira, por ser leve, de textura média, pouco resistente pode ser utilizada para confecção de tabuados em geral, caixotes e embalagens leves (LORENZI, 2002). Ainda segundo o autor, a *T. brasiliana* deve ser cultivada a sol pleno, em solos de boa fertilidade e profundos, pois se adapta bem em solos úmidos e até alagadiços, tanto na mata primária como em formações secundárias, de forma que esses fatores a caracterizam com potencial para recuperação de áreas degradadas, de preservação permanente em mata ciliar e terra firme.

Figura 1: Árvores de *Triplaris brasiliana* Cham., com destaque das suas inflorescências feminina (A) e masculina (B).



Fonte: Autor, 2014.

## 2.2 Importância dos estudos biomorfológicos de sementes e plântulas

O conhecimento morfológico de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens são importantes nas explicações de questões referentes à taxonomia, filogenia e ecologia vegetal (FERREIRA et al., 2001), pois de acordo com Oliveira (2001), somente avaliações de órgãos

vegetativos e florais muitas vezes não são suficientes para resolver problemas taxonômicos e filogenéticos. Por outro lado, a intensificação de estudos sobre morfologia interna e externa dos materiais de dispersão faz-se necessário, pois fornece subsídios sobre fatores essenciais para produção vegetal, como armazenamento de sementes, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983), bem como, no auxílio para o planejamento do tipo de beneficiamento da semente (BARROSO et al., 1999; GUERRA, MEDEIROS FILHO e GALLÃO, 2006).

Portanto, a necessidade de estudos visando descrever aspectos biométricos e morfológicos das sementes e de plântulas e plantas jovens vem ganhando destaque, contudo a disponibilidade de dados ainda são escassos (CUNHA e FERREIRA, 2003). Gusmão, Viera e Fonseca (2006) relataram que as análises biométricas constituem importante ferramenta para avaliar a variabilidade genética dentro e entre populações, auxiliando também nas definições entre esta variabilidade e os fatores ambientais, contribuindo para os programas de melhoramento genético vegetal.

Estudos biomorfológicos de sementes, além de proporcionar um conhecimento prévio sobre o processo germinativo das mesmas, possibilitando a identificação de problemas provenientes de dormência relacionada à morfologia, como presença de substâncias que interferem na permeabilidade da testa, dificultando ou impedindo a entrada de água e gases (MORAES, 2007). Estes estudos também facilitam o entendimento da dinâmica no banco de sementes do solo, auxiliando na identificação de espécies em estudos de regeneração natural de áreas degradadas. Para Fenner (1993), esses estudos contribuem para um uso mais racional das espécies vegetais, levando em consideração os conhecimentos para conservação e exploração dos recursos com potencial econômico.

Outro exemplo da grande importância da realização de estudos biomorfológicos é sua relação com a conceituação de estruturas vegetais, como na definição de plântula normal ou anormal, sendo a primeira caracterizada por possuir todas as estruturas essenciais perfeitas, completando todos os estádios de desenvolvimento, diferentemente das anormais que não têm essa capacidade (BRASIL, 2009). Esta definição é essencial para a padronização de estudos referentes a tecnologia de sementes, uma vez que o objetivo é a obtenção de plantas com bom desenvolvimento e aptas a se estabelecerem no campo, de forma que tais informações são imprescindíveis para auxiliar na identificação e descrição das espécies em estádios juvenis (RAMOS e FERRAZ, 2008).

Para a classificação da germinação e das plântulas devem ser considerados três fatores: comprimento do hipocótilo, exposição e natureza dos cotilédones, sendo a germinação dividida em epígea (o hipocótilo faz com que os cotilédones se elevem acima do solo) e hipógea (hipocótilo é curto, de modo que os cotilédones permanecem no solo), sendo as plântulas classificadas em criptocotiledonar (seus cotilédones permanecem envolvidos pelos tegumentos) e, fanerocotiledonar (quando seus cotilédones ficam livres) (CARDOSO, 2008). Ainda segundo o autor, os cotilédones são classificados em carnosos, função principal de armazenar energia, e foliáceos, predominantemente fotossintéticos, fazendo o papel de verdadeiras folhas.

Devido a importância de tais estudos, vem sendo observada uma maior preocupação dos estudiosos voltada a pesquisas sobre morfologia, objetivando a preservação das espécies florestais nativas. Trabalhos como os de Melo (2000); Silva-Brambilla e Moscheta (2001) forneceram informações sobre aspectos morfológicos de algumas espécies florestais pertencentes à família Polygonaceae, podendo auxiliar em testes de germinação, identificação de plântulas e estudos sobre a ecologia das espécies.

### **2.3 Germinação de sementes**

As sementes, tidas como estruturas de disseminação do embrião por permitir seu estabelecimento entre o período de maturação e a instalação da plântula, quanto a sua funcionalidade são constituídas por uma camada de proteção (tegumento), tecidos de reserva (cotilédone sempre presente, bem como endosperma e perisperma, podendo às vezes estar ausentes) e pelo eixo embrionário, proporcionando assim a capacidade de gerar um novo indivíduo (FERREIRA, BORGHETTI, 2004).

Caracterizada como uma das fases mais sensíveis do ciclo de vida vegetal (ALMANSOURI, KINET, LUTIS, 2001), a germinação, em sementes ortodoxas foi definida como a retomada do desenvolvimento do eixo embrionário, em condições adequadas, anteriormente paralisado durante o decorrer do processo de maturação fisiológica da semente, cuja reativação das atividades metabólicas, que possibilita o crescimento do eixo embrionário, aproveita energia oriunda da degradação do material de reserva da semente com utilização do oxigênio através da respiração (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Considerando que o início da germinação ocorre com a entrada de água na semente, ativando seu metabolismo que culmina com o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 2005; KERBAUY, 2008), a definição do encerramento desse processo leva em consideração diversos critérios. Bewley e Black (1994), por exemplo, comentaram que para os critérios biológicos, quando ocorre o rompimento do tegumento e observa-se a protrusão da raiz primária, a germinação pode ser avaliada como encerrada e todo desenvolvimento a partir desse ponto é analisado como pós-seminal. Contudo, de acordo com os tecnólogos, a semente é considerada germinada somente quando ocorrer à emergência e desenvolvimento das estruturas embrionárias essenciais, possibilitando a produção de uma planta normal, sendo estes critérios adotados pela Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A germinação de uma semente de confiável viabilidade em estado de repouso, quiescente ou dormente, iniciará sob influência, com ou sem interação, de vários fatores, sejam eles externos, tais como luz, disponibilidade hídrica, temperatura e oxigênio, ou intrínsecos, fatores internos da própria semente (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Com isso, estudos sobre esses fatores têm importância destacada, não apenas do ponto de vista tecnológico, mas também do ecofisiológico, podendo-se chegar a uma avaliação dos níveis de tolerância e da capacidade adaptativa das espécies (LARCHER, 2000; FIGLIOLIA, AGUIAR e SILVA, 2009).

### **2.3.1 Temperatura na germinação**

A importante influência da temperatura sobre o processo germinativo, segundo Carvalho e Nakagawa (2000) dá-se tanto pela atuação sobre a velocidade de absorção de água, como sobre as reações bioquímicas que geram todo o processo, afetando a sua porcentagem, velocidade e uniformidade. Sobre essa interferência, Bewley e Black (1994) relataram que a velocidade e a porcentagem de germinação são prejudicadas pela temperatura, principalmente pela modificação na velocidade de absorção de água e das reações químicas, responsáveis pela mobilização e degradação das reservas armazenadas e, pela interferência na síntese de diversas substâncias importantes para o crescimento das plântulas.

Um dos efeitos que a temperatura exerce sobre a capacidade germinativa da semente é a relação direta com a intensidade dos danos ocasionados pela embebição acelerada em sementes excessivamente secas, levando à lixiviação de conteúdos celulares, ocasionada pelo

comprometimento do sistema de membranas (FERREIRA e BORGHETTI, 2004), também Jeller e Perez (1999) explicaram que estudos têm evidenciado que a temperatura afeta o metabolismo hormonal dos vegetais, chegando a alterar seus níveis endógenos e, conseqüentemente, influenciando na regulação do processo germinativo.

A germinação ocorre em limites de temperaturas, existindo uma temperatura ótima ou ideal, definida como a de máxima germinação em curto período de tempo, assim como faixas extremas, máxima e mínima, toleradas pelas sementes, as quais são denominadas como temperaturas cardiais de germinação (MARCOS FILHO, 2005), sendo, de maneira geral, a faixa de temperatura mais adequada para a germinação de sementes da maior parte das espécies florestais situada entre 20 e 30°C (BORGES, RENA, 1993).

Ao estudar o efeito da temperatura em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Caesalpinoideae), Ferraz-Grande e Takaki (2006) constataram que a temperatura mínima foi de 15°C, a máxima de 30°C e a ótima de 25°C, enquanto Guedes et al. (2010a) obtiveram melhores resultados de germinação em sementes de *Amburana cearenses* (Arr. Cam.) A.C. Smith (Leguminosae Papilionoideae) na temperatura de 35°C.

Entretanto, existem espécies com melhor desempenho germinativo quando submetidas à temperaturas alternadas, em especial aquelas que não foram submetidas a processo intenso de domesticação (MARCOS FILHO, 2005). Como exemplo cita-se a *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Caesalpinoideae), cuja sua faixa ideal para germinação de suas sementes são as temperaturas alternadas de 20-30 e 25-35°C, (LIMA et al., 2011). Temperaturas semelhantes às obtidas por Pacheco et al. (2008) para sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore (Bignoniaceae), sendo essas alternâncias correspondentes, provavelmente, a uma adaptação às flutuações naturais do meio ambiente (NASSIF et al., 1998).

Quando as sementes são submetidas a temperaturas abaixo da ideal, o período de germinação é prolongado, causado por uma redução de atividades enzimáticas que participam do metabolismo (AMARAL, PAULO, 1992). No entanto, às temperaturas elevadas provocam saída de aminoácidos durante a germinação (HENDRICKS, TAYLORSON, 1976), levando a uma diminuição no suprimento de aminoácidos livres, na síntese de proteínas e nas reações anabólicas, podendo modificar a permeabilidade das membranas e desnaturar proteínas (RILEY, 1981).

Como observado, o comportamento das sementes é variável frente à temperatura, pois mesmo com a intensificação de estudos sobre esse fator, ainda se desconhece uma temperatura ótima e uniforme de germinação para sementes de todas as espécies (VALADARES, DE PAULA, 2008), sendo de interesse ecofisiológico a determinação da faixa de temperatura adequada para cada espécie (OLIVEIRA, ANDRADE, MARTINS, 2005).

### **2.3.2 Substrato na germinação**

O substrato influencia diretamente a germinação devido a sua capacidade de retenção de água, estrutura e aeração, pois interfere no fornecimento de água e de oxigênio para as sementes e serve de suporte físico para o desenvolvimento da plântula (SILVA et al., 2011). Assim, na escolha do substrato deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à quantidade de água, sensibilidade à luz e facilidade que o mesmo oferece para avaliação das contagens e avaliação de plântulas, além da disponibilidade e familiaridade do analista com o método de análise, de forma que em laboratório os substratos mais utilizados são papel (toalha, filtro e mata-borrão) e areia (BRASIL, 2009).

Conforme estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), o papel deve ser composto de 100% 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, com boa resistência para não rasgar quando manuseado durante o teste, o pH deve estar entre 6,0 e 7,5; quanto a areia, as suas partículas devem ser de tamanho uniforme, ter capacidade de retenção de água em quantidade suficiente para suprir as sementes, bem como permitir aeração e valor de pH igual ao recomendado para o papel.

Contudo, após a semeadura, não havendo disponibilidade hídrica suficiente no substrato, o processo de germinação pode ser seriamente prejudicado, podendo ocorrer a morte do embrião, por outro lado, o excesso de água no substrato pode prejudicar o processo germinativo devido à menor aeração, levando ao apodrecimento das sementes e doenças nas plântulas (MARCOS FILHO, 2005).

A vermiculita é outro substrato comumente utilizado, principalmente para produção de mudas de espécies florestais, com utilidade também nos laboratórios de análise de sementes para instalação do teste de germinação, devido as vantagens como fácil obtenção, viabilidade

econômica, uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água e baixa densidade (MARTINS, BOVI, SPIERING, 2009). Além disso é um produto industrializado e estéril, obtido a partir do processo de expansão da mica, que é realizada entre 800 e 900°C (EUCATEX, 2009).

## **2.4 Dormência**

O conhecimento das condições adequadas para a germinação de sementes de uma espécie é de fundamental importância, principalmente pelas respostas diferenciadas devido a diversos fatores como dormência (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000). Conforme Brasil (2009) sementes dormentes são aquelas que, mesmo expostas em condições específicas favoráveis, não ocorre germinação satisfatória mesmo podendo ou não a semente absorver água e intumescer. Dias (2005) ainda explica que essa dormência, quando instalada na fase de maturação da semente é denominada primária, no entanto, em algumas espécies, o bloqueio à germinação pode se estabelecer após a dispersão da semente, induzido por certas condições de estresse ou por um ambiente desfavorável à germinação, caracterizando outro tipo de dormência, denominada secundária.

Além dos fatores abióticos, os maternos também estão diretamente ligados ao grau de dormência de uma semente, tais como a idade da planta-mãe na fase de indução floral ou maturação da semente, posição da flor ou inflorescência na planta e o polimorfismo, ou seja, variação no grau da dormência influenciada pelo posicionamento da semente no fruto (MARCOS FILHO, 2005). Os mecanismos pelos quais esses fatores influenciam a germinação, além da herança genética, podem ser explicados pela translocação de substâncias químicas como inibidores de crescimento, dos tecidos da planta-mãe para a semente (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

Mesmo impedindo o início da germinação, a dormência é um mecanismo natural de adaptação das plantas, visando à garantia da sobrevivência da espécie por um longo período. Sendo superada em condições especiais, evitando assim, que as sementes germinem em condições desfavoráveis do ambiente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; FLORIANO, 2004). Entretanto, essa adaptação das sementes é uma desvantagem para os viveiristas, visto que o atraso na germinação causada pela dormência afeta a produtividade, levando a desuniformidade de estabelecimento das mudas, bem como, aumenta os riscos de deterioração

das sementes, devido a sua exposição no solo por mais tempo, sendo sujeitas às condições adversas (BORGES et al., 1982).

Para entender os fatores que levam a esse estado de latência, Carvalho e Nakagawa (2000) mencionaram que a dormência de sementes pode está ligada a um balanceamento entre substâncias inibidoras da germinação, como o ácido abscísico e substâncias que promovem esse processo, com a giberelina ganhando maior destaque. Ross (1943) ainda destacou que para a ocorrência da germinação, esse equilíbrio deve ser quebrado, o que favorece à giberelina, podendo ser explicado pelo suprimento de giberelina exógena e, com isso, dada a sua função de elevar a síntese de RNA, levando ao processo de repressão genética da dormência, o processo germinativo é iniciado.

Dentre os vários tipos de dormência, uma das mais comuns é a causada pela presença de um tegumento duro, que impede a entrada de água e gases, denominada de dormência tegumentar ou exógena. Essa impermeabilidade, além de impedir a embebição, evita, também, o suprimento adequado de oxigênio para as atividades respiratórias no embrião que fornecem energia para os processos metabólicos de germinação (MEDEIROS FILHO, FRANÇA, INNECO, 2002; FOWLER, BIANCHETTI, 2000).

A metodologia para superação desse tipo de dormência baseia-se no princípio de eliminar a camada cuticular cerosa ou realizar pequenas perfurações no tegumento das sementes, facilitando assim a entrada de água e as trocas gasosas, levando à germinação (BIANCHETTI e RAMOS, 1981). Visto isso, dentre os diversos tratamentos visando à superação da dormência tegumentar em sementes florestais, destacam-se com sucesso as escarificações mecânicas e químicas, sendo o ácido sulfúrico o mais utilizado, além da imersão das sementes em água quente. Para tanto, a aplicação e eficiência desses tratamentos dependem do grau de dormência, que é variável entre as sementes das diferentes espécies, procedências e anos de coleta (OLIVEIRA, DAVIDE, CARAVLHO, 2003; LOPES, DIAS, MACEDO, 2006; PASSOS, TAVARES, ALVES, 2007).

Vários trabalhos realizados para determinar metodologias para a superação de dormência são comumente encontrados na literatura, como o de Alves et al. (2006), que verificaram a eficiência do ácido sulfúrico na superação da dormência mecânica em sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), enquanto Freitas et al. (2013) constataram que além do tratamento com ácido sulfúrico, a escarificação mecânica também foi adequada para superação da dormência tegumentar em sementes de *Hymenaea oblongifolia* Hub. e

*Hymenaea courbaril* (L.) var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (Fabaceae) A escarificação mecânica também foi eficiente, quando comparada com a imersão das sementes em água à 60°C para *Adesmia punctata* (Poir.) DC., *Adesmia incana* var. *incana* Vogel, *Adesmia securigerifolia* Herter e *Adesmia bicolor* (Poir.) DC. (Leguminosae) (TEDESCO et al., 2001).

Entretanto existem outras causas que levam uma semente a não germinar como, por exemplo, a dormência fisiológica causada pela presença de embrião rudimentar, dormente e inibidores da germinação, como mencionado anteriormente, sendo que para cada uma destas causas são adotados métodos de superação distintos, como por exemplo, a estratificação a frio e/ou quente ou a combinação entre ambos (FOWLER, BIANCHETTI, 2000). Em sementes de *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae), os resultados demonstraram que a dormência é complexa, sendo causada por interferência no alongamento embrionário e possível presença de inibidores (DOUSSEAU et al., 2007).

## **2.5 Armazenamento**

A longevidade, período de tempo que a semente se mantém viável é fator fundamental nos estudos referentes ao armazenamento, sendo uma característica determinada pela espécie, ou seja, existem espécies que suas sementes mantêm a viabilidade por muito mais tempo que outras, considerando que as taxas de deterioração das sementes são diferentes (AGUIAR, PIÑA-RODRIGUES, FIGLIOLIA, 1993). Essa deterioração é determinada por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, tendo seu início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo e, culminando com morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

No momento da colheita, de modo geral, as sementes estão com excesso de umidade (SILVA, FIGLIOLIA, AGUIAR, 1993) e, a manutenção do elevado grau de umidade exerce diversos efeitos sobre a velocidade, intensidade de deterioração e atividade de patógenos, que são proporcionais aos acréscimos de água nas mesmas (MARCOS FILHO, 2005). Para tanto, com intuito de se evitar ao máximo o processo de deterioração, após a realização da colheita das sementes, no ponto de maturidade fisiológica, as mesmas devem ser armazenadas adequadamente, através da realização do processo de redução do teor de água das sementes a níveis favoráveis, sem afetar sua qualidade inicial (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000), pois

nesse período as sementes devem estar com a máxima qualidade, em relação à massa seca, germinação e vigor (CARNEIRO, AGUIAR, 1993).

Portanto, o objetivo do armazenamento é manter a qualidade das sementes por diferentes períodos, uma vez que não é possível melhorá-la mesmo em condições ideais (FERREIRA, BORGUETTI, 2004). Visto que a deterioração é um processo natural, não podendo ser evitado, mas o seu controle é possível através do armazenamento adequando, que é uma das estratégias de conservação *ex situ* mais utilizadas, por preservar as características genéticas das sementes até que sejam semeadas (NODARI et al., 1998). Dentre as estratégias básicas de conservação, Santos (2000) destacou duas, *in situ* e *ex situ*, sendo que a primeira diz respeito à manutenção das espécies selecionadas no seu habitat, enquanto a conservação *ex situ* refere-se à espécies vegetais fora do seu ambiente natural utilizando coleções de plantas no campo, bancos de sementes, ou de coleções de plântulas em bancos *in vitro*.

Levando em consideração a estratégia e procedimento utilizado, Bonner (2008) ressaltou que existem pelo menos três objetivos para o armazenamento de sementes, em se tratando do período de estocagem. Tais objetivos podem ser classificados da seguinte forma: períodos curtos, entre a coleta e a semeadura; vários anos (10 ou menos), para garantir um suprimento confiável de sementes na ausência de colheitas anuais e; longos períodos (10 ou mais de 50 anos), para conservação de germoplasma, mas a estratégia empregada dependerá dos diversos fatores que influenciam a longevidade das sementes.

A velocidade e a intensidade de deterioração das sementes são influenciadas por diversos fatores, cuja maturidade fisiológica é o ponto de transição entre a fase de máximo potencial de desempenho, seguida pela queda do mesmo, caracterizada por metabolismo degenerativo, tendo como consequência da sua forma mais severa a perda da viabilidade (MARCOS FILHO, 2005). Conseqüentes da deterioração, as alterações na qualidade das sementes são causadas por uma série de fatores, genética, bióticos e abióticos, manuseio durante a colheita, secagem, beneficiamento e procedimento de armazenamento (VILLELA, PERES, 2004).

Dentre diversas técnicas utilizadas para uma melhor conservação das sementes, a redução do teor de água é o principal processo para a conservação da sua qualidade fisiológica (KOHAMA et al., 2006). Com base nessas características, Roberts (1973) classifica as sementes, de modo geral, em dois tipos: aquelas que toleram secagens a níveis de umidade abaixo de 10% e armazenadas em temperaturas baixas, possibilitando a manutenção da

viabilidade por longo período, denominadas de ortodoxas; e as recalcitrantes que não podem ser secas abaixo de níveis de umidade relativamente elevados (25 a 40%), não podendo ser armazenadas em temperatura abaixo de zero, o que dificulta o armazenamento. Ellis, Hong e Roberts (1990) sugeriram outra categoria, compostas pelas sementes que toleram a desidratação até 12 a 15% de umidade, todavia não suportam baixas temperaturas por um longo período de tempo, mantendo sua viabilidade por alguns anos. Essas, denominadas de sementes intermediárias.

Os estudos da fisiologia das sementes, quanto a sua tolerância a dessecação e comportamento em diferentes temperaturas são fatores fundamentais para tomada de decisão de procedimentos apropriados para a realização do armazenamento, objetivando inicialmente, o ambiente mais adequado, posteriormente, uma perspectiva de sucesso para a duração do armazenamento (ELLIS, HONG, ROBERTS, 1990).

Entretanto, ao realizar o processo de secagem alguns cuidados devem ser levados em consideração, pois segundo Pammenter e Berjak (2000), a saída de água da semente pode causar danos físicos nos tecidos, reduzindo o volume celular, desordenando o metabolismo, afetando a capacidade de germinação. Desta forma, reduzir o tempo de exposição das células aos efeitos da secagem provavelmente possibilita minimizar os danos relacionados à dessecação (WESLEY-SMITH et al., 2001).

Diante disto, a temperatura utilizada durante o processo de secagem deve ser empregada adequadamente, a fim de evitar danos físicos às sementes, ocasionando expansão, contração e alteração na sua densidade, provocados por gradientes de temperatura e umidade (GARCIA et al., 2004). Visando evitar esses danos, Fowler e Martins (2001) relataram que para as sementes com grau de umidade acima de 18%, a temperatura de secagem deve ser de 32°C e para sementes com grau de umidade abaixo de 10%, a temperatura máxima indicada para o processo deve ser de 43°C.

Com base nesses conhecimentos, fator indispensável ao se realizar o armazenamento de sementes, a escolha da embalagem vai depender da espécie, do grau de umidade e do tempo de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Fowler (2000) ressaltou que a temperatura e a umidade do ambiente, quando elevadas, aumentam a atividade metabólica das sementes, influenciando diretamente a germinação. Assim sendo, a utilização de embalagens permeáveis, para que o calor e a água produzidos pela respiração sejam removidos é indicada (SCHMIDT, 2000).

Quanto à permeabilidade à água, Medeiros e Eira (2006) dividiram as embalagens em: permeáveis, que permitem a troca de umidade com o ambiente e são recomendadas para armazenamentos por curto período de tempo ou sementes ortodoxas com elevado grau de umidade, tendo-se como exemplos os sacos de papel e de pano. As semipermeáveis, que restringem a passagem de água, permitindo a troca de vapor d'água entre a semente e o ambiente, sendo exemplo desse tipo os sacos plásticos e as impermeáveis, ou seja, aquelas não permitem a troca de vapor d'água com o ambiente, como por exemplo os recipientes de alumínio e vidro.

A composição química das sementes também pode influenciar no potencial de armazenamento, pois sementes de diferentes espécies geralmente se comportam de maneira distinta quando mantidas em ambientes com a mesma umidade relativa do ar. Sementes ricas em lipídios têm um ponto de equilíbrio higroscópico inferior ao das ricas em amido porque os lipídios são hidrofóbicos e o amido hidrofílico, assim as sementes amiláceas podem captar maior quantidade de água do ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

Com o passar do tempo, devido a crescente demanda dos programas de conservação e produção florestal, pesquisas ligadas à classificação fisiológica de sementes florestais quanto à capacidade de armazenamento vem ganhando mais destaque (DAVIDE et al., 2003). Por exemplo, Silva (2008), estudando sementes de *Erythrina vetulina* Willd. (Leguminosae-Papilionoidae) verificou uma diminuição da emergência ao longo do armazenamento, entretanto uma menor queda no vigor foi verificada nas sementes que foram armazenadas em recipientes de vidro, quando comparadas com as armazenadas em embalagens de pano e papel. Quanto à temperatura e umidade de armazenamento, Reis, Davide e Souza (2005) verificaram acréscimo no percentual de germinação após o armazenamento a -18°C em sementes de *Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne. & Planch (Araliaceae), sendo que com a redução de 20 para 5% de umidade e armazenamento em freezer por 90 dias, a porcentagem de germinação aumentou de 41 para 74%. Benedito et al. (2011) constataram que as sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) podem ser acondicionadas em embalagem de vidro ou em saco plástico por 210 dias, sendo o ambiente controlado (18-20°C, ±60% UR) o mais adequado.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local de execução do experimento

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado no município de Rio Largo, Alagoas.

#### 3.2 Colheita e beneficiamento das sementes

Os frutos de *Triplaris brasiliana* Cham. foram colhidos com auxílio de tesoura aérea com cabo extensor, de várias árvores localizadas nas proximidades do Campus A.C. Simões e do CECA/UFAL, situados nos municípios de Maceió e Rio Largo, Alagoas, entre os meses de março e maio de 2013, tendo, em média, as seguintes condições climáticas: temperatura de 27°C, 80,52% de umidade relativa do ar e 155,43 mm de precipitação (INMET, 2014).

Após a colheita os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Análise de Sementes (CECA/UFAL) para extração manual, limpeza e homogeneização das sementes, sendo retiradas aquelas mal formadas e danificadas por insetos ou fungo (Figuras 2A e B). Por ocasião da colheita, foi realizada a determinação do grau de umidade, utilizando duas amostras de 25 sementes, submetidas ao método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Figura 2: Frutos (A) recém-colhidos e sementes (B) de *Triplaris brasiliana* Cham. após beneficiamento.



Fonte: Autor, 2014.

### 3.3 Caracterização biométrica das sementes

Para a caracterização física foram utilizadas oito repetições de 100 sementes, sendo determinados o comprimento (mm) e espessura (mm) das mesmas, utilizando paquímetro digital, sendo o comprimento medido da base até o ápice e a espessura medida na linha mediana das sementes.

Nessa etapa, também foi determinado o peso de mil sementes através da pesagem de oito repetições de 100 unidades, conforme as RAS (BRASIL, 2009):

$$PMS = \frac{PA \times 100}{N}, \text{ sendo } PMS = \text{Peso de mil sementes (g); } PA = \text{Peso da amostra(g); } N =$$

Número total de sementes.

### 3.4 Qualidade fisiológica inicial das sementes

O estudo do comportamento fisiológico inicial das sementes de *T. brasiliiana* foi realizado em duas etapas:

#### 3.4.1 Tratamento pré-germinativo em diferentes substratos

As sementes intactas e escarificadas com ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) por 10 minutos passaram por assepsia com imersão em álcool (70%) por um minuto e lavagem em água destilada. Posteriormente foi realizada a semeadura, utilizando quatro repetições de 25 sementes, em três substratos: entre duas folhas de papel filtro, sendo confeccionados rolos e mantidos em sacos plásticos de polietileno transparente; sobre duas folhas de papel germitest, colocadas em caixas de plástico transparente do tipo “gerbox” (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) e por fim em gerbox, contendo areia previamente esterilizada em autoclave, semeando a uma profundidade de aproximadamente 2 cm. Após a distribuição das sementes, todos os tratamentos foram incubados em câmara de germinação tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulada a temperatura de 30°C. Os procedimentos de escarificação e assepsia realizados nessa primeira etapa foram adotados para todos os ensaios posteriores.

### **3.4.2 Tratamento pré-germinativo em diferentes temperaturas**

Nessa etapa as sementes, intactas e escarificadas, foram semeadas sobre duas folhas de papel toalha tipo germitest esterilizado em autoclave, postas em *gerbox* e incubadas em câmaras de germinação (B.O.D.) reguladas nas temperaturas de 20, 25, 30, 35, 40°C e alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de 12h/12 horas de luz e escuro.

Nas duas etapas, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada através da determinação da porcentagem e velocidade de germinação, comprimento de plântula (parte aérea e raiz) e massa seca total das plântulas.

### **3.5 Volume de água no substrato**

Para a identificação da umidade adequada do substrato foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, previamente tratadas com ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) por 10 minutos, sendo as mesmas, posteriormente, imersas em álcool (70%) por um minuto e lavadas com água destilada. Em seguida foi realizada a semeadura sobre duas folhas de papel germitest esterilizadas em autoclave e umedecidas com volume de água (mL) equivalente a 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 vezes a massa do substrato seco, sem adição de água, postas em caixas de plástico transparente do tipo “gerbox” e mantidas em germinadores (B.O.D.) regulados nas temperaturas constantes de 25 e 30°C. Por fim foram computados a primeira contagem e porcentagem final de germinação, comprimento de plântula (parte aérea e raiz) e massa seca total das plântulas.

### **3.6 Desenvolvimento pós-seminal**

O acompanhamento e registro, diário, dos estádios de desenvolvimento e diferenciação das plântulas de *T. brasiliiana* foi realizado de acordo com Oliveira (1993), sendo identificado também, o tipo de germinação, bem como, as anormalidades das plântulas durante o processo germinativo. Para tanto foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, intactas e escarificadas, postas para germinar sobre duas folhas de papel em *gerbox*, umedecidas diariamente com água destilada e acondicionadas em câmara de germinação regulada na temperatura de 30°C.

Nessa etapa procedeu-se também a determinação da curva de embebição, onde após intervalos de tempo (hora em hora até se passar as dez primeiras, de duas em duas horas até o final do primeiro dia, seis horas no segundo e, a partir do terceiro dia em intervalos de doze horas), as sementes foram retiradas dos *gerbox*, secas superficialmente com papel de filtro, pesadas em balança com precisão de 0,001g e colocadas novamente para embeber. Esse procedimento foi realizado até constatar-se 50% das sementes com protrusão da raiz primária e, os resultados foram expressos em aumento de peso (grama) em relação ao tempo (hora).

### 3.7 Tolerância à secagem das sementes

Para avaliar o nível de tolerância das sementes recém colhidas de *T. brasiliiana* à dessecação, determinou-se o grau de umidade inicial conforme Brasil (2009). Para tanto, foram divididas cinco amostras, uma continha sementes com o grau de umidade maior e, as demais passaram por desidratação em estufa regulada a temperatura de 35°C até atingirem os teores de umidade de 13,6, 11,6, 9,6 e 7,6%, representando assim, as demais amostras.

Os teores de umidades desejados foram obtidos por acompanhamento da perda de massa das sementes durante a secagem, sendo assim, as amostras de sementes, com massas iniciais previamente conhecidas foram distribuídas em camada fina e homogênea sobre uma bandeja de metal perfurado da estufa, para monitoramento da perda da massa em intervalos regulares de 30 minutos. As massas finais das amostras, equivalentes aos graus de umidade desejados foram obtidas por meio da equação descrita por Cromarty et al. (1985):

$$MF = \frac{Mi(100 - Ui)}{100 - Uf}, \text{ sendo:}$$

MF = massa da amostra (g) após a secagem; Mi = massa da amostra (g) antes da secagem; Ui = grau de umidade (%) antes da secagem; Uf = grau de umidade (%) desejado após a secagem.

Após a realização da secagem foram montados os testes de germinação, semeando as sementes escarificadas sobre duas folhas de papel germitest esterilizados, umedecidos com água destilada no volume equivalente 2,5 vezes a massa do substrato seco sem adição de água, postas *gerbox* e mantidas em germinador regulado a temperatura constante de 30°C. Para tanto, foram avaliadas a porcentagem e velocidade de germinação, comprimento de plântula (parte aérea e raiz) e massa seca total das plântulas.

### 3.8 Armazenamento das sementes

Para avaliar a longevidade das sementes recém colhidas de *T. brasiliiana* foi realizado o armazenamento em dois tipos de embalagens, compostas por duas folhas de saco de papel do tipo “Kraft” e frascos de vidro hermeticamente fechados (Figuras 3A e B). Em seguida, foram acondicionadas em geladeira (7°C), câmara seca (25°C e 45% de umidade relativa) e ambiente normal de laboratório (sem controle de temperatura e umidade relativa do ar). As amostras de cada condição de armazenamento foram retiradas em 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses para a determinação do grau de umidade, bem como a realização de testes de germinação, conduzido sobre duas folhas de papel germitest esterilizadas em autoclave, umedecidas com água destilada no volume de 2,5 vezes a massa do substrato seco, sem adição de água, postas em caixas de plástico transparente do tipo “gerbox e mantidas em germinadores (B.O.D.) regulados nas temperaturas constantes de 30°C.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada através da determinação da porcentagem e velocidade de germinação, comprimento de plântula (parte aérea e raiz) e massa seca total das plântulas.

Figura 3: Sementes de *Triplaris brasiliiana* Cham. armazenadas em frascos de vidro (A) e sacos de papel tipo “Kraft” (B).



Fonte: Autor, 2014.

### 3.9 Variáveis analisadas

#### 3.9.1 Porcentagem e índice de velocidade de germinação

A contagem do número de sementes germinadas, em todas as avaliações, foi realizada diariamente durante 13 dias, duração do experimento, sendo consideradas germinadas as sementes que originaram plântulas normais com todas as estruturas essenciais perfeitas. Para tanto, no final de cada teste foram calculados a porcentagem (a) e a velocidade (b) de germinação de acordo com Labouriau e Valadares (1976) e Maguire (1962), respectivamente.

a)  $G(\%) = \frac{N}{A} \times 100$ , sendo N = Número de sementes germinadas e A = número total de sementes colocadas para germinar.

b)  $IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$ , sendo IVG = índice de velocidade de germinação,  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_n$  = número de sementes germinadas computadas na primeira, segunda e última contagem e  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_n$  = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem.

#### 3.9.2 Comprimento da parte aérea e raiz

Ao final de cada ensaio avaliaram-se separadamente, com auxílio de paquímetro, os comprimentos da parte aérea e raiz (cm) de cada plântula, calculando-se a média de cada repetição.

#### 3.9.3 Massa seca total

Após medição do comprimento de plântulas, as mesmas foram colocadas em sacos de papel “Kraft”, com os cotilédones e levadas à estufa regulada a 65°C até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica.

### 3.9.4 Primeira contagem de germinação

Realizada conjuntamente com o teste de germinação, consistiu do registro da porcentagem de plântulas normais verificadas no nono dia após a semeadura.

### 3.10 Delineamento experimental e análise estatística

Todas as avaliações estatísticas foram realizadas pelo programa SISVAR, da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, D., 2000) com ensaios conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e os dados obtidos submetidos à análise de variância (ANOVA).

Para as avaliações biométricas foram calculados a média, moda, mediana, amplitude de variação, variância, desvio padrão e o coeficiente de variação, segundo Banzato e Kronka (1992). Os dados de comprimento e espessura das sementes foram agrupados em classe para melhor apresentação no histograma de frequência e para indicar o grau de distorção da distribuição em relação a uma distribuição simétrica foi calculado o coeficiente de assimetria de Person (AS), em que:  $AS = 3(\text{Média-Mediana})/\text{Desvio Padrão}$ , sendo o resultado classificado de acordo com a seguinte escala:

$|AS| < 0,15 \rightarrow$  assimetria pequena

$0,15 < |AS| < 1 \rightarrow$  assimetria moderada

$|AS| > 1 \rightarrow$  assimetria elevada

O teste de qualidade inicial das sementes, os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial (3 x 2), para tratamento pré-germinativo em diferentes substratos e (6 x 2) para o tratamento pré-germinativo em diferentes temperaturas. Nas avaliações do volume de água do substrato, armazenamento e curva de secagem os dados também foram submetidos à análise de regressão.

As médias dos testes realizados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que para a porcentagem de germinação, os dados foram transformados em  $\arcsen\sqrt{x/100}$ , segundo Banzatto e Kronka (1992).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização biométrica das sementes de *Triplaris brasiliana* Cham.

O grau de umidade por ocasião da colheita das sementes de *T. brasiliana* Cham. foi de 15,6%, com média 6,36 mm de comprimento e 3,20 mm de espessura, com amplitude de variação de 2,60 e 1,63 mm respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Análise descritiva do comprimento e espessura das sementes de *Triplaris brasiliana* Cham.

Medidas estatísticas	Comprimento	Espessura
Média	6,36	3,20
Moda	6,39	3,28
Mediana	6,33	3,21
Mínimo	4,80	2,28
Máximo	7,50	3,91
Desvio padrão	0,35	0,24
CV (%)	5,50	7,42

Fonte: Autor, 2014.

O peso de mil sementes foi, em média, 20,9 g, o que corresponde ao número aproximado de 47.900 sementes por quilograma, cujo coeficiente de variação foi de 1,82%, dentro do exigido pelas Regras para Análise de sementes (BRASIL, 2009), que é de no máximo 4% (Tabela 2). No entanto, esses dados não assemelham-se aos verificados por Lorenzi (2002), que mencionou um total de aproximadamente 17,6 mil unidades em um quilograma.

Possivelmente, a explicação para a diferença entre os resultados está ligada ao grau de umidade da semente, que sofre variação em função da época e local de colheita. Essa variação na massa de sementes ocorre em muitas espécies de plantas e, com frequência, na própria planta (VAUGHTON, RAMSEY, 1998). Essas variações no tamanho de sementes existentes na própria planta não são provocadas por diferenças genéticas e sim devido aos efeitos do meio ambiente durante o seu desenvolvimento (LEISHMAN et al., 2000).

Os dados morfométricos realizados em frutos e sementes são taxonomicamente questionáveis, devido à forte influência de variações latitudinais, sazonais e microclimáticas,

mas possuem grande significado biológico, relacionado a agentes dispersores e síndromes de dispersão (RODRIGUES et al., 2006).

Tabela 2: Estatística descritiva das pesagens (100 sementes por repetição) obtidas para o cálculo do peso de mil sementes de *Triplaris brasiliiana* Cham.

Medidas estatísticas	Peso de mil sementes
Média (g)	2,08625
Variância (s <sup>2</sup> )	0,00144
Desvio padrão (s)	0,03798
CV (%)	1,82

Fonte: Autor, 2014.

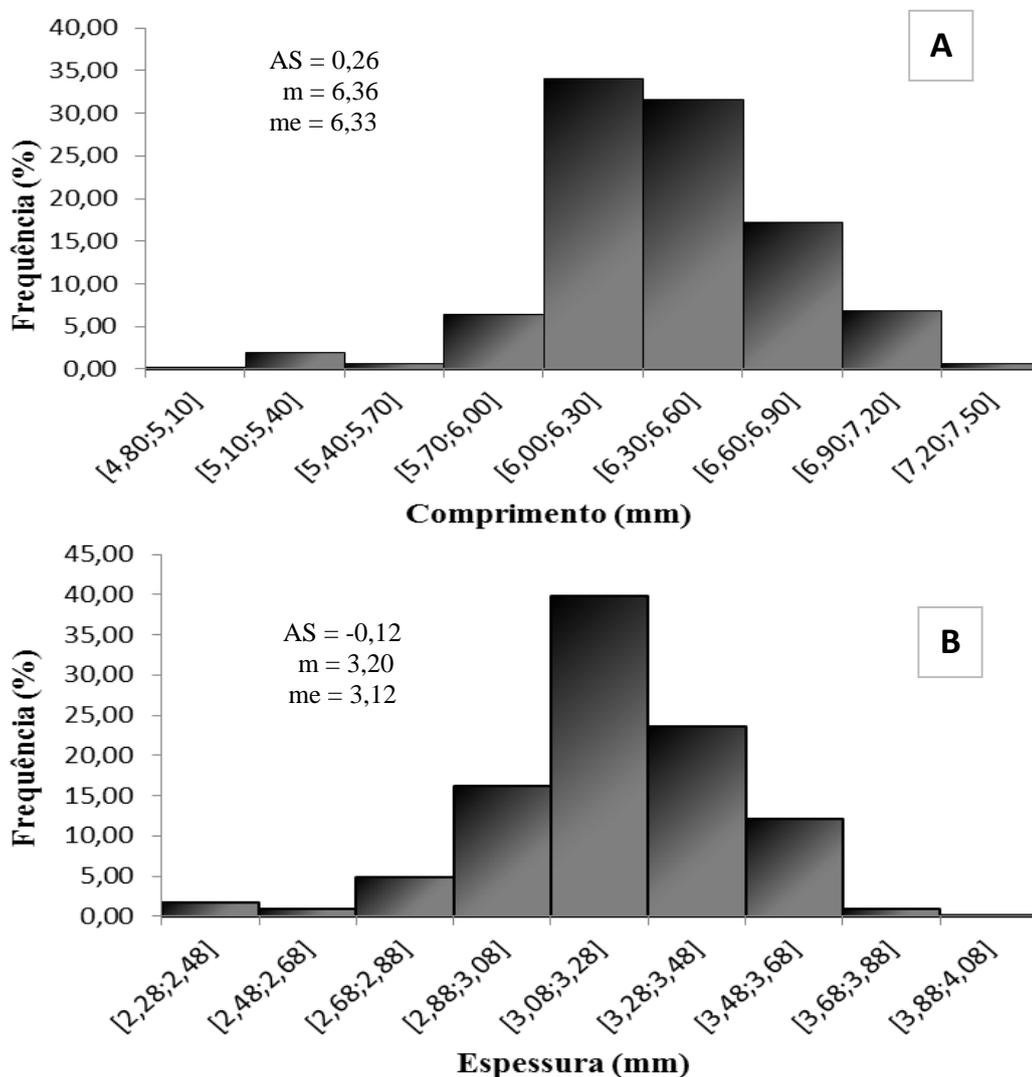
Nos histogramas de frequência correspondentes aos dados de comprimento e espessura das sementes de *T. brasiliiana* (Figuras 4A e B) observa-se que aproximadamente 35% do comprimento estavam distribuídos entre 6,00 e 6,30 mm e cerca de 40% da espessura entre 3,08 e 3,28 mm. Para tanto houve um comportamento assimétrico da curva para o comprimento e espessura das sementes, sendo classificadas, respectivamente, como assimetria moderado e assimetria pequena negativa.

Independentemente do tipo de assimetria (positiva ou negativa), quando a mesma ocorre, a mediana é comumente a melhor medida de tendência central (FERREIRA, P., 2000), pois por ser sensível às observações extremas, a média é puxada em direção aos valores atípicos e, conseqüentemente, poderia terminar excessivamente aumentada ou reduzida.

Além de disponibilizar informação sobre o tamanho das sementes, a avaliação do peso de mil sementes também possibilita identificar seu estado de maturidade e sanidade (BRASIL, 2009). As espécies pioneiras, a exemplo da *T. brasiliiana*, geralmente possuem alta produção de sementes de tamanho pequeno e dotadas de dormência (MELO et al., 2004). Com isso, a produção de um grande número de sementes aumenta a possibilidade de algumas delas alcançarem ambiente favorável para a germinação ou permanecerem dormentes no solo enquanto não ocorre alguma perturbação natural ou antrópica.

Figura 4: Distribuição das frequências relativas do comprimento (A) e espessura (B) de sementes de *Triplaris brasiliana* Cham.

Legenda: AS = Coeficiente de Assimetria, m = média (cm), me = mediana (cm).



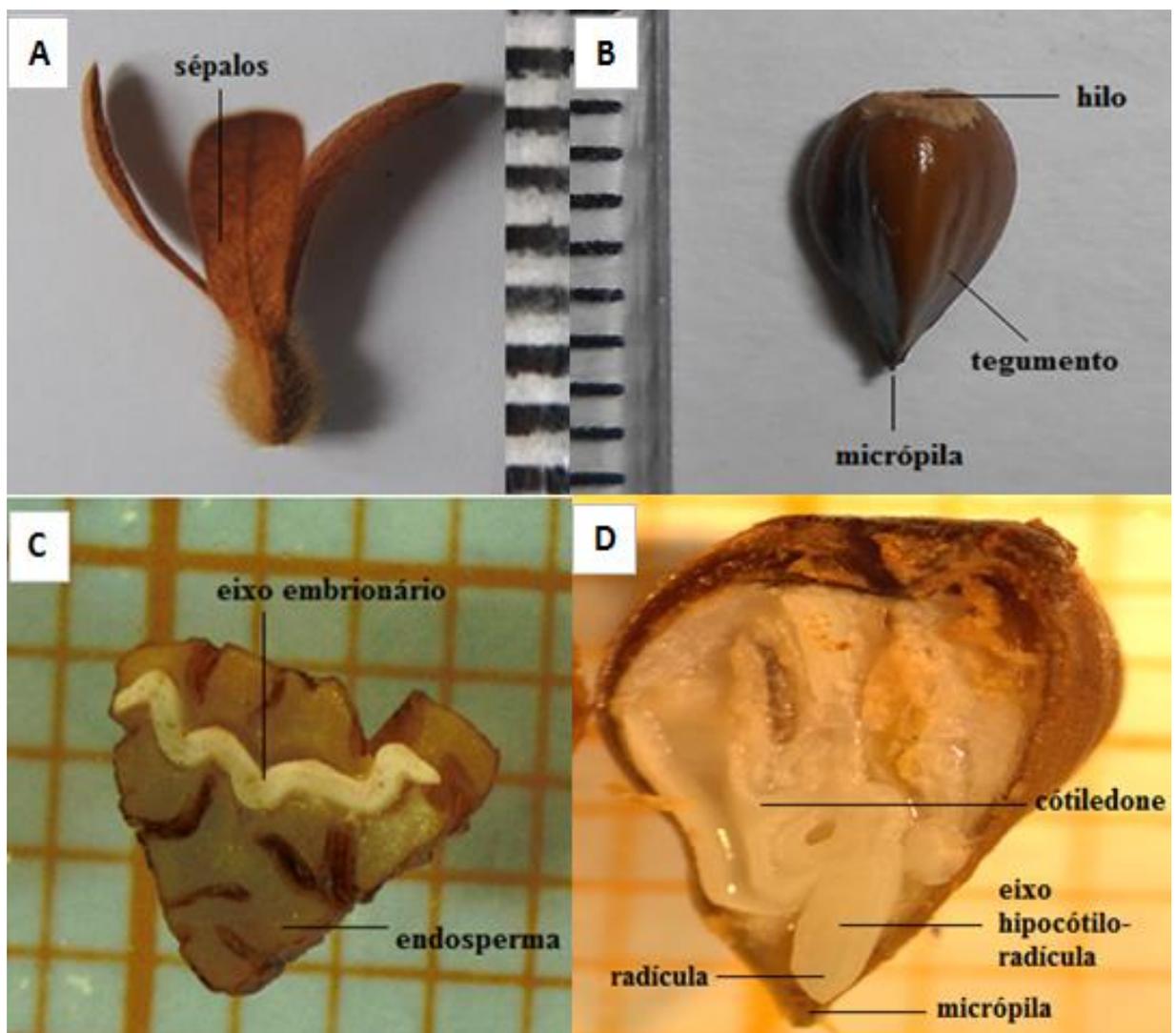
Fonte: Autor, 2014.

O fruto de *T. brasiliana* é uma núcula de pericarpo fino, envolvida pelo cálice acrescente (BARROSO et al., 1999), castanho-lustroso, rodeado por três sépalos alargados e persistentes como alas, medindo de 1,5 a 2,0 cm de comprimento, que dão a impressão de se tratar de fruto alado, com ápice arredondado; sépalos de cores variadas, desde o bege ao vermelho, de acordo com o estágio de desenvolvimento dos frutos (Figura 5A).

A semente tem formato elipsóideo-triangular, superfície lisa, coloração variando de marrom a castanho-lustrosa, sendo o hilo circular, basal e heterocromo (Figura 5B), com

endosperma composto por invaginações e caracterizado como ruminado (Figura 5C), sendo essas irregularidades causadas tanto pela atividade do tegumento das sementes, como do próprio endosperma (BELTRATI, 1994). O embrião é axial, contínuo e esbranquiçado, com o eixo embrionário localizado na parte central da metade inferior da semente e, os cotilédones são carnosos de coloração branca. Estas estruturas são formadas por células procambiais mais alongadas em relação às meristemáticas que formam as folhas cotiledonares (AQUILA, 2004) (Figuras B, C e D).

Figura 5: Caracterização morfológica do fruto (A) e semente (B, C e D) de *Triplaris brasiliana* Cham.



Fonte: Autor, 2014.

## 4.2 Qualidade fisiológica inicial das sementes *Triplaris brasiliana* Cham.

### 4.2.1 Germinação das sementes em diferentes substratos

De acordo com os resultados obtidos observa-se interação significativa entre os fatores substrato e tratamento pré-germinativo, para as variáveis porcentagem e velocidade de germinação, indicando assim, uma interdependência entre os mesmos; tanto para porcentagem, quanto para velocidade de germinação, a realização da escarificação química com ácido sulfúrico proporcionou melhores resultados, independente do substrato utilizado (Tabela 3).

Tabela 3: Germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Triplaris brasiliana* Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e semeadas em diferentes substratos.

Substratos	%G•		IVG	
	Intactas	Escarificadas	Intactas	Escarificadas
Areia	8 Ab	16 Ac	0,21 Ab	0,40 Ac
Sobre papel	29 Ba	92 Aa	0,82 Ba	3,05 Aa
Rolo de papel	0 Bc	76 Ab	0,00 Bc	2,19 Ab
F para substrato (S)	117,811 **		224,527**	
F para escarificação (E)	35,248 **		84,242**	
F para a interação (S x E)	23,325 **		43,178**	
CV (%)	21,75		22,60	

•Dados de (%G) transformados em  $\text{arc. sen } \sqrt{x} / 100$ .

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (tratamentos pré-germinativos) na horizontal e, minúscula (substratos) na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

Fonte: Autor, 2014.

Esses resultados evidenciam a presença de dormência tegumentar nas sementes de *T. brasiliana*, o que corrobora com Arruda et al. (2007), que em estudo com sementes de *Ruprechtia fagifolia* Meisn., espécie também pertencente a família Polygonaceae, constataram a presença de dormência mecânica. No entanto, estudando a germinação de sementes de *Triplaris surinamensis* Cham., Ferreira et al. (2012) não verificaram presença de dormência, demonstrando assim, que há variação entre espécies dentro da mesma família.

O tegumento, além de restringir ou regular a entrada de água na semente, agindo como uma barreira mecânica à difusão desempenha funções vitais necessárias para o bom desenvolvimento, manutenção, viabilidade e perpetuação (LOPES, DIAS, MACEDO, 2006). Esse tipo de dormência, devido à resistência à embebição, afeta atividades metabólicas essenciais para o crescimento do embrião, como a respiração, que fornece energia e substâncias orgânicas indispensáveis (MEDEIROS FILHO et al., 2002).

O ácido sulfúrico é um dos mais utilizados em laboratórios de análises de sementes devido à sua eficiência na superação da dormência tegumentar, pois Barbosa (2004) mencionou que, quando em contato com o tegumento pode causar a sua ruptura, levando assim a hidratação dos tecidos.

Atualmente o uso do ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes florestais características do Nordeste brasileiro é comumente encontrado na literatura. Biruel, Aguiar e Paula (2007), por exemplo, relataram que a imersão das sementes de *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (Fabaceae) em ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos foi suficiente para superar a dormência causada pela impermeabilidade do tegumento à água. Alves et al. (2009) ressaltaram que para a mesma espécie foi necessário 19 a 25 minutos para a superação da dormência, enquanto Martins (2012) verificou que a imersão das sementes de *Cassia ferruginea* (Schrad) Schrad ex DC. (Caesalpinioideae) em ácido sulfúrico concentrado por 30 e 60 minutos foi eficiente para superar a dormência tegumentar. Para sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl.(Tiliaceae), o tempo de apenas um minuto foi suficiente para garantir boa germinação (PACHECO, MATOS, 2009).

Trabalhos com espécies pioneiras como os de Alves et al. (2006) com sementes de *Z. joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), Scalon et al. (2007) com *Dimorphandra mollis* Benth. e Dutra et al. (2007) com sementes de *Senna siamea* (lam.) H.S. Irwin e Barneby, pertencentes à família Caesalpinioideae, também destacaram a eficiência do ácido sulfúrico concentrado na superação da dormência tegumentar.

Ao analisar os substratos (Tabela 3) observou-se as maiores porcentagens (92%) e velocidades de germinação (3,05) quando utilizou-se o substrato sobre papel para as sementes de *T. brasiliiana* escarificadas. Por outro lado, no substrato rolo de papel não houve germinação na ausência do tratamento pré-germinativo (sementes intactas), contudo, quando escarificadas, a porcentagem e velocidade de germinação (76% e 2,19, respectivamente) foram superiores aquelas obtidas em areia (16% e 0,40, respectivamente).

Explicações para a falta de germinação nesse tipo de substrato podem ser atribuídas a diversos fatores como, além da presença da dormência tegumentar, a confecção de rolos com papel filtro, colocando-os em sacos plásticos, pode ter interferido na disponibilidade hídrica, oxigenação ou entrada luz necessária para a retomada do crescimento do embrião. Sendo uma espécie pioneira, a germinação das sementes de *T. brasiliiana* pode sofrer influência direta da luminosidade, uma vez que a regeneração de florestas tropicais a partir de sementes de espécies arbóreas pioneiras é dependente da ocorrência de clareiras na vegetação (ZAIA, TAKAKI, 1998), sendo necessários estudos mais aprofundados sobre o efeito desse fator nas sementes dessa espécie.

Diante disto, a escolha do substrato deve ser baseada não somente na sua estrutura, aeração e capacidade de retenção de água, mas também deve proporcionar luminosidade adequada para o início da germinação. Diante disso, um número variável de substratos é utilizado, como por exemplo, Varela, Ramos e Melo (2006) verificaram que os substratos sobre papel de filtro e sobre vermiculita na temperatura de 30°C foram os mais adequados para sementes de *Dinizia excelsa* Ducker. (Mimosoideae).

O substrato entre vermiculita favoreceu a germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Mimosaceae ) (MARTINS et al., 2011), além da areia, o substrato entre vermiculita também foi mais recomendável para condução de testes de germinação em sementes de *Allophylus edulis* (St.-Hil) Radlk. (Sapindaceae) (GASPARIN et al., 2012). A germinação das sementes de *Triplaris americana* L. não foi influenciada pela combinação dos substratos terra, areia, vermiculita, esterco bovino, caprino e de galinha dos substratos (REIS et al., 2012).

Assim como nas variáveis anteriores, também houve interação significativa entre os fatores substrato e tratamentos pré-germinativos para o comprimento (parte aérea e raiz) e massa seca de plântulas de *T. brasiliiana*, sendo que nos tratamentos que as sementes germinaram, as médias de comprimento da parte aérea não diferiram significativamente ( $p < 0,01$ ) (Tabela 4).

Ainda foi possível observar maior conteúdo de massa seca nas plântulas de *T. brasiliiana* originadas de sementes escarificadas em todos os substratos, enquanto nas sementes intactas destacou-se apenas o substrato sobre papel (Tabela 4). Por esses resultados observa-se que após a superação da dormência tegumentar, as sementes que germinaram originaram plântulas com bom desenvolvimento, principalmente as escarificadas.

A avaliação da massa seca de plântulas possibilita, a partir da análise do crescimento, determinar com mais precisão a translocação das reservas dos tecidos pelo eixo embrionário, formando assim plântulas com maior peso, em consequência do maior acúmulo de massa seca (NAKAGAWA, 1999).

Tabela 4: Comprimento (parte aérea e raiz) e massa seca de plântulas de *Triplaris brasiliana* Cham., oriundas de sementes intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e semeadas em diferentes substratos.

Substratos	Parte aérea (cm)		Raiz (cm)		Massa seca (mg)	
	Intactas	Escarificadas	Intactas	Escarificadas	Intactas	Escarificadas
Areia	2,49 Aa	3,13 Aa	1,42 Aa	1,72 Ab	4,87 Ba	6,29 Aa
Sobre papel	3,28 Aa	3,44 Aa	1,80 Ba	2,71 Aa	6,10 Aa	6,25 Aa
Rolo de papel	0,00 Bb	3,49 Aa	0,00 Bb	1,75 Ab	0,00 Bb	6,60 Aa
F para substrato (S)	15,1788**		22,8279**		12,3542**	
F para escarificação (E)	16,7643**		35,0036**		20,5841**	
F para a interação (S x E)	16,7030**		6,3753**		13,6091**	
CV (%)	25,99		26,09		26,97	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (tratamentos pré-germinativos) na horizontal e, minúscula (substratos) na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01).

Fonte: Autor, 2014.

Assim como para *T. brasiliana*, os substratos comumente utilizados em testes em laboratório exercem efeitos diferenciados sobre o crescimento das plântulas. Por exemplo, Stockman et al. (2007) verificaram que a condição mais favorável para o teste de germinação das sementes de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. foi a temperatura de 30°C em substrato papel. Guedes e Alves (2011) estudando sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze, constataram que o desenvolvimento inicial das plântulas foi afetado pelo uso de diferentes substratos, sendo recomendado para essa espécie o substrato areia ou papel toalha.

Para *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., o melhor desenvolvimento da raiz primária ocorreu quando as plântulas emergiram de sementes submetidas aos substratos entre e sobre areia (PACHECO et al., 2006). O tratamento com ácido sulfúrico por dez minutos e os substratos sobre papel e rolo de papel proporcionaram maior comprimento e massa seca das plântulas de *Adenantha pavonina* L. (KISSMANN et al. 2008).

Assim fica justificado que o substrato tem a finalidade de proporcionar condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação De (RAMOS et al., 2002). Além disso, fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos podem variar de um substrato para outro, interferindo no processo de germinação e desenvolvimento das mudas (MORAES et al., 2007).

#### **4.2.2 Germinação das sementes em diferentes temperaturas**

Com base nos resultados obtidos observou-se efeito significativo da interação temperatura e tratamentos pré-germinativos para as variáveis porcentagem e velocidade de germinação, entretanto, para o comprimento e massa seca das plântulas de *T. brasiliiana* esse efeito significativo não ocorreu (Tabelas 5 e 6).

Pelos dados da Tabela 5 foi possível observar que as maiores porcentagens e índices de velocidade de germinação foram obtidos quando as sementes de *T. brasiliiana* passaram pelo processo de escarificação, independente da temperatura utilizada. Para tanto, a incubação das sementes nas temperaturas de 25 e 30°C proporcionaram maiores porcentagens de germinação (88 e 92%, respectivamente), sendo que para essa última, a porcentagem de germinação não diferiu estatisticamente da temperatura alternada de 20-30°C (74%). Para tanto, apenas as sementes escarificadas geminaram mais rapidamente na temperatura de 30°C, com índice de 3,05.

A temperatura de 30°C foi considerada ótima porque ocorreu a máxima porcentagem e velocidade de germinação, enquanto 25 e 35°C destacaram-se como as temperaturas mínima e máxima, respectivamente, correspondentes às temperaturas cardiais de germinação das sementes de *T. brasiliiana* (Tabela 5). Tais resultados concordam com Borges e Rena (1993) quando ressaltaram que a faixa de temperatura entre 20 e 30°C é a mais adequada para germinação de sementes da maioria das espécies tropicais.

Na ausência de outros fatores limitantes, a germinação ocorre em limites relativamente amplos de temperatura (MARCOS FILHO, 2005), entretanto, para as sementes de *T. brasiliiana* esses resultados demonstraram baixa amplitude da faixa de temperatura para germinação, que vai de 20°C (quando alternada com a temperatura de 30) a 35°C.

Assim como para *T. brasiliensis*, as sementes de *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schltdl.) D. Dietr. também tiveram sua germinação favorecida pela temperatura de 30°C, no entanto, a temperatura de 20°C proporcionou uma germinação mais lenta (NICOLA et al., 2012). A temperatura de 30°C também foi a mais adequada para germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson (Bignoniaceae), *Phoenix roebelenii* O'Brie (Arecaceae) e *Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moraceae) (MACHADO et al., 2002; IOSSI et al., 2003; GUARDIA, LAMARCA, 2013).

Tabela 5: Porcentagem (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Triplaris brasiliensis* Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), em diferentes temperaturas.

Temperaturas (°C)	%G•		IVG	
	Intactas	Escarificadas	Intactas	Escarificadas
20	-	-	-	-
25	2 Bc	87 Aab	0,30 Bb	2,46 Ab
30	29 Ba	92 Aa	0,82 Ba	3,05 Aa
35	6 Bc	28 Ac	0,22 Bc	1,16 Ac
20-30	12 Bb	74 Ab	0,28 Bb	2,28 Ab
40	-	-	-	-
F para temperatura (T)	120,9078 **		29, 35 **	
F para escarificação (E)	274,6943 **		17, 05 **	
F para a interação (T x E)	89,8259 **		4,54 **	
CV (%)	23,81		20,1	

-Dados não incluídos na estatística por não houve germinação.

•Dados de %G transformados em  $\text{arc. sen } \sqrt{x} / 100$ .

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (tratamentos pré-germinativos) na horizontal e, minúscula (temperaturas) na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

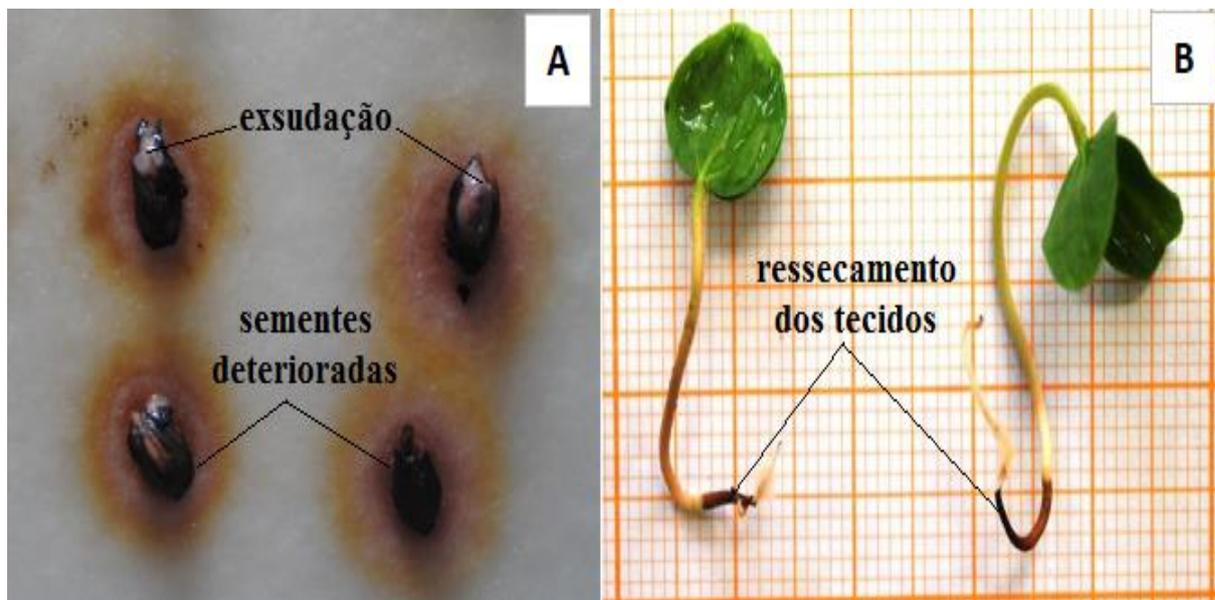
Fonte: Autor, 2014.

A ocorrência de germinação, ainda que mínima, em uma faixa de temperatura variada pode indicar que as sementes de *T. brasiliensis* têm capacidade de germinar em condições naturais de ambiente onde há constante flutuação térmica. Vázquez-Yanes e Orozco-segovia (1987) ainda explicaram que as sementes com resposta à alternância de temperatura possuem mecanismos enzimáticos que agem em diferentes temperaturas, sendo considerada, de acordo com Oliveira, Schleder e Favero (2006), uma estratégia adaptativa das espécies.

As sementes de algumas espécies, principalmente as pertencentes aos estágios iniciais de sucessão secundária germinam melhor em temperaturas alternadas (BORGES e RENA, 1993), a exemplo das sementes de *Bixa orellana* L. (Bixaceae), *Trema micrantha* (L.) Blume (Ulmaceae), *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mull. Arg.) Pax& L. Hoffm., *Croton floribundus* Spreng. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs, que pertencem a família Euphorbiaceae. (BRANCALION, NOVENBRE, RODRIGUES, 2010), cujas temperaturas indicadas como ótimas foram exclusivamente alternadas.

Para tanto, nas temperaturas extremas (20 e 40°C) verificou-se que não ocorreu germinação das sementes de *T. brasiliiana* (Tabela 5), mas ao elevar a temperatura de 30°C, onde se obteve o melhor desempenho germinativo para 35°C pôde-se observar também, que a porcentagem, velocidade de germinação, o comprimento e massa seca das plântulas foram prejudicadas consideravelmente (Tabelas 5 e 6). Nas temperaturas de 35 e 40°C foi verificado que as sementes que não germinaram encontravam-se em estágio de deterioração, caracterizado pelo amolecimento, exsudação e odor desagradável; quando houve germinação (35°C) as plântulas estavam com danificações nas raízes, sendo observado ressecamento dos tecidos (Figuras 6A e B).

Figura 6: Efeito das temperaturas de 40 e 35°C nas sementes (A) e plântulas (B) de *Triplaris brasiliiana* Cham.



Fonte: Autor, 2014.

Tabela 6: Comprimento (parte aérea e raiz) e massa seca de plântulas de *Triplaris brasiliiana* Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), em diferentes temperaturas.

Temperaturas (°C)	Parte aérea (cm)		Raiz (cm)		Massa seca (mg)	
	Intactas	Escarificadas	Intactas	Escarificadas	Intactas	Escarificadas
20	-	-	-	-	-	-
25	1,80 Bb	3,14 Aa	1,46 Bab	2,18 Aab	4,18 Bab	5,64 Aa
30	3,05 Aa	3,44 Aa	1,80 Ba	2,71 Aa	5,32 Aa	6,25 Aa
35	1,76 Ab	1,88 Ab	0,90 Ab	1,02 Ac	3,25 Bb	4,88 Aa
20-30	2,15 Ab	2,68 Aab	1,40 Aab	1,71 Ab	4,08 Aab	5,25 Aa
40	-	-	-	-	-	-
F para Temperatura (T)	14,7681**		19,1336**		5,5985**	
F para Escarificação (E)	15,1835**		17,1565**		18,4891**	
F para a interação (T x E)	2,9928 <sup>ns</sup>		2,1631 <sup>ns</sup>		0,2647 <sup>ns</sup>	
CV (%)	17,19		21,31		17,58	

-Dados não incluídos na estatística por não houve germinação.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (tratamentos pré-germinativos) na horizontal e, minúscula (temperaturas) na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01).

<sup>ns</sup>Não significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

Fonte: Autor, 2014.

Diversos fatores podem estar relacionados aos danos causados pelas altas temperaturas, pois quando os valores críticos de temperaturas são ultrapassados pode ocorrer uma rápida danificação estrutural e funcional das células, levando a morte do protoplasma (LACHER, 2004). Esses danos podem estar relacionados ao processo de desnaturação das proteínas e alteração nas membranas causadas pelas altas temperaturas, levando a uma deterioração progressiva da semente (MARCOS FILHO, 2005). Uma provável explicação para a falta de germinação das sementes da espécie em estudo na temperatura de 40°C foi a relação direta com a intensidade dos danos ocasionados pela embebição acelerada em sementes excessivamente secas, levando a lixiviação de conteúdos celulares, ocasionada pelo comprometimento do sistema de membranas.

Quanto aos efeitos do resfriamento, provavelmente estão relacionadas também a danos no sistema de membranas, porque os eixos embrionários submetidos a baixas temperaturas (próximas à mínima) perdem substâncias orgânicas, que vai depender do período de exposição a essas temperaturas, pois quando breves os efeitos são pouco acentuados

(MARCOS FILHO, 2005). Além de causar o fenômeno de termoinibição, não se caracterizando como uma inibição irreversível, que voltando a temperatura a níveis adequados, as sementes reativam o metabolismo que leva ao processo da germinação (CANTLIFE, SUNG e NASCIMENTO, 2000).

Na Tabela 6 é possível observar a influência das temperaturas no crescimento das plântulas de *T. brasiliiana*, tendo-se verificado nas temperaturas de 25, 30 e 20-30°C o melhor desenvolvimento da parte aérea das plântulas oriundas das sementes escarificadas (3,14; 3,44 e 2,68 cm, respectivamente), sendo que na ausência desse tratamento, apenas incubação a 30°C proporcionou plântulas com parte aérea mais desenvolvida, diferindo estatisticamente das demais temperaturas testadas.

A realização do tratamento para superação da dormência, aliado às temperaturas de 25 e 30°C proporcionaram um melhor desenvolvimento do sistema radicular, com 2,18 e 2,71 cm de comprimento, respectivamente. Nesse mesmo tratamento, independente da temperatura foram observados os maiores acúmulos de massa nas plântulas de *T. brasiliiana*, enquanto as sementes não escarificadas originaram plântulas com maior conteúdo de massa seca apenas nas temperaturas de 30°C e na alternada de 20-30°C (Tabela 6).

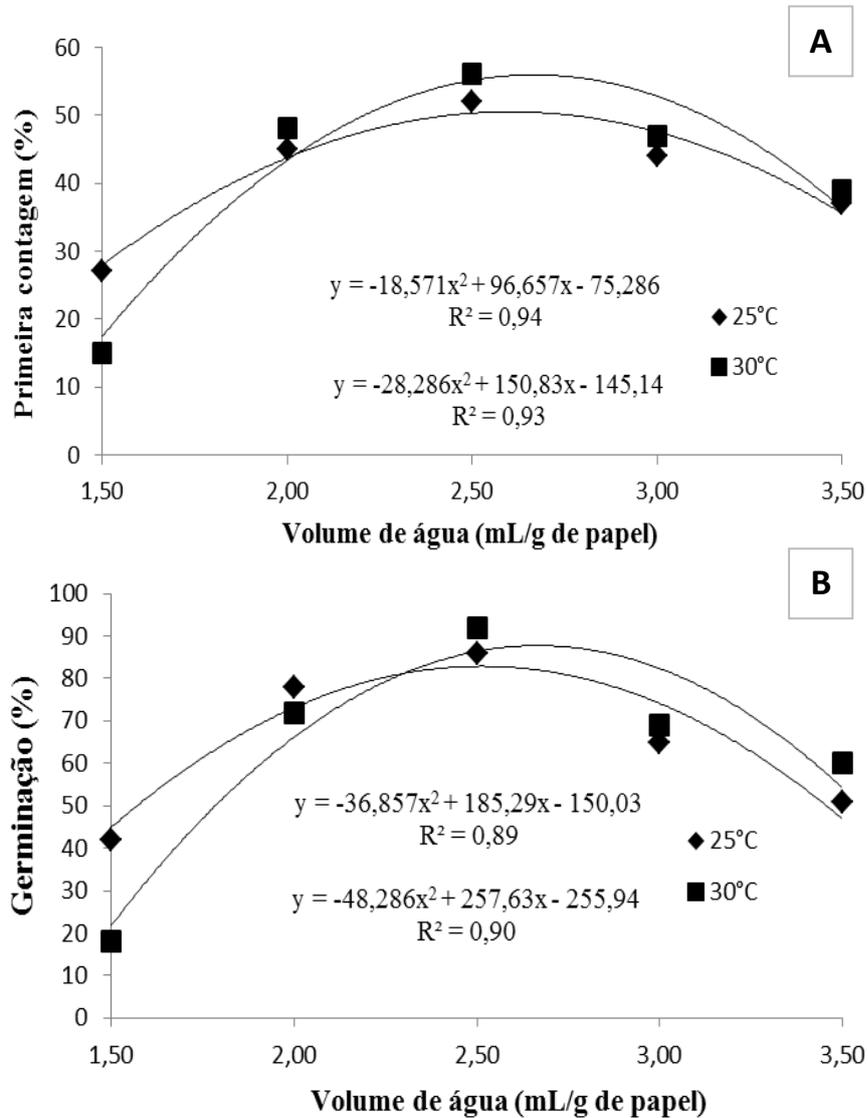
Vale ressaltar que, independente da realização ou não da escarificação com ácido sulfúrico, quando houve germinação e as sementes formaram plântulas normais, a temperatura de 35°C prejudicou o crescimento e desenvolvimento das mesmas, sendo verificadas nessa temperatura as plântulas com menores tamanhos e massa seca (Tabela 6).

#### **4.3 Volume de água do substrato**

Os resultados obtidos submetendo as sementes de *T. brasiliiana* a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas indicaram que as interações entre esses fatores exerceram influência sobre a germinação e o crescimento das plântulas (Figuras 7A e B e 8A, B e C).

Pelos dados referentes ao vigor das sementes de *T. brasiliiana*, determinados pela primeira contagem de germinação (Figura 7A) observou-se, nas temperaturas de 25 e 30°C, as maiores porcentagens de germinação no volume de água igual a 2,5 vezes a massa do substrato seco (52 e 56%, respectivamente). Nesse volume de água também foram obtidos os maiores percentuais finais de germinação, com 86% (25°C) e 92% (30°C) (Figura 7B).

Figura 7: Primeira contagem (A) e porcentagem de germinação (%) (B) de sementes de *Triplaris brasiliiana* Cham., submetidas a diferentes temperaturas, 25°C (◆) e 30°C (■) e volumes de água no substrato.



Fonte: Autor, 2014.

Por esses resultados constata-se que o volume de água igual a 2,5 vezes a massa do substrato seco disponibilizou, de forma mais adequada, a umidade necessária para a ativação das reações químicas relacionadas ao metabolismo, desencadeando o processo de retomada do desenvolvimento do embrião (BECKERT, SILVA, 2002). Um exemplo dessas reações são as hidrólises dos triglicerídeos pelas lipases, formando glicerol e ácidos graxos; parte destes é

transformada posteriormente em açúcares, liberando energia para a germinação (BEWLEY e BLACK, 1994; BUCKERIDGE et al., 2004).

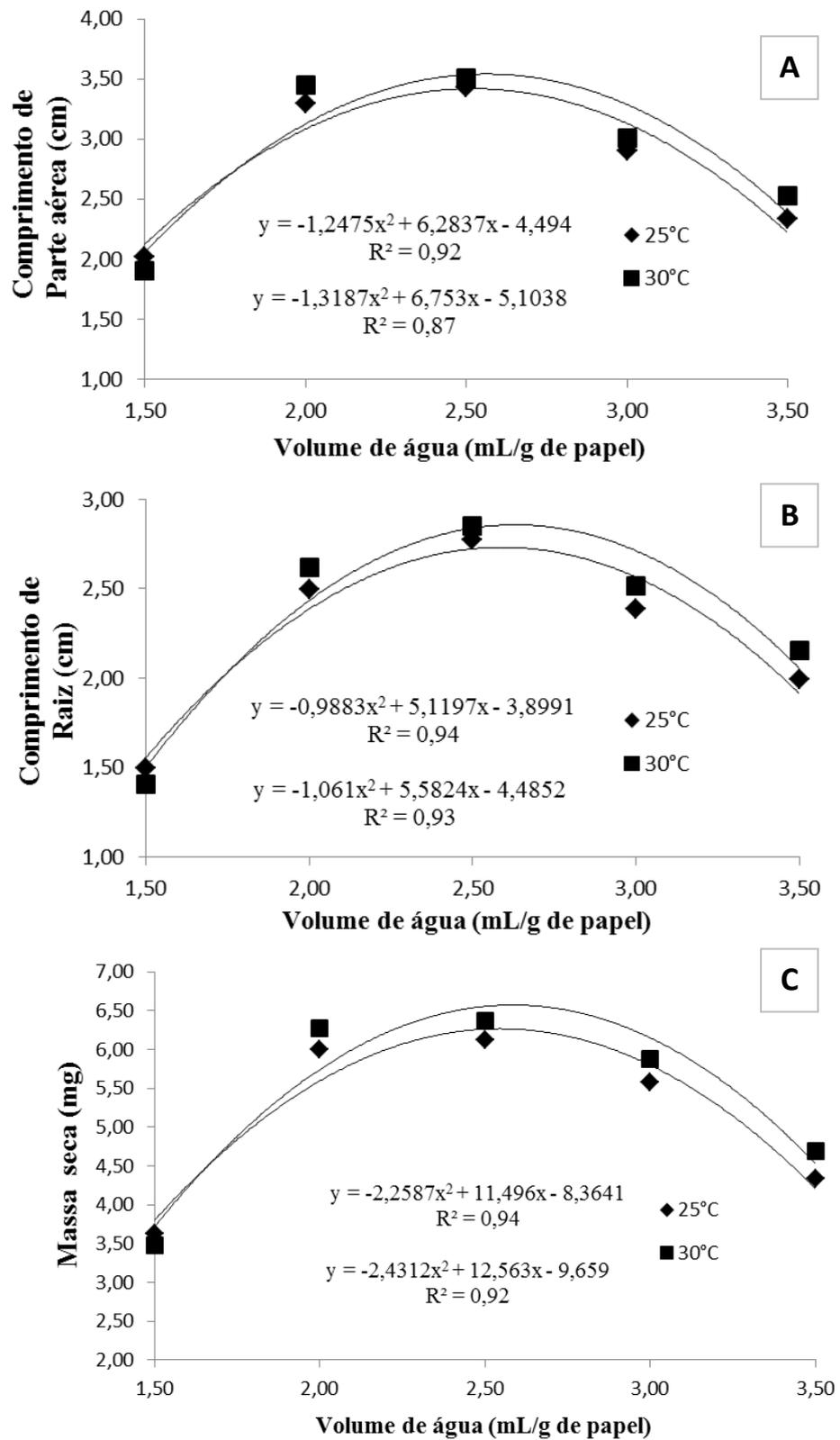
Assim como para as sementes de *T. brasiliiana*, o melhor desempenho germinativo das sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex. Ducke) (Caesalpinioideae) foi observado com as quantidades de água de 2,5 e 3,0 vezes a massa do papel seco (RAMOS, VARELA e MELO, 2006). O volume de água de 2,5 vezes a massa do substrato seco e as temperaturas de 25 e 30°C foram os mais adequados para germinação das sementes de *Peltogyne paniculata* Benth. (Caesalpinioideae) (RAMOS et al., 2007). Para *Parkia platycephala* Benth. (Mimosoideae), Gonçalves et al. (2008) verificaram que a utilização dos volumes de água equivalente a 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 vezes a massa do papel seco e as temperaturas de 25, 30 e 35°C proporcionaram melhor expressão do potencial fisiológico de suas sementes.

Quando comparadas às temperaturas verificou-se que quando umedecidas com o menor volume de água (1,5 vezes a massa do substrato seco), tanto o desempenho germinativo quanto o crescimento de plântulas de *T. brasiliiana* foram favorecidos quando submetidas à temperatura de 25°C. Contudo, na medida em que o volume de água foi sendo elevado, melhores resultados ocorreram com as sementes incubadas a 30°C (Figuras 7 e 8) corroborando com Khazaei e Mohammadi (2009); Rahman, Ahammad e Alam (2011), que relataram que temperatura de hidratação pode alterar acentuadamente a viabilidade e o vigor das sementes, cujo período de embebição das sementes aumenta com a diminuição da temperatura, ocorrendo mais rapidamente em temperaturas elevadas.

A água tem um papel-chave no processo de desenvolvimento, na medida em que a semente muda de um estado metabolicamente ativo para um inativo após a maturação, por efeito da dessecação retornando ao estado metabolicamente ativo durante a germinação (FERREIRA, BORGHETTI, 2004).

Quanto ao crescimento e massa seca das plântulas de *T. brasiliiana*, com o aumento no volume de água de 1,5 para 2,5 vezes a massa do substrato seco, as plântulas também obtiveram melhor desenvolvimento, chegando aos comprimentos de 3,43 e 3,53 cm de parte aérea e 2,78 e 2,85cm de raiz, nas temperaturas de 25 e 30°C, respectivamente (Figuras 8A e B). Para o ganho de massa seca, as plântulas passaram de 3,62 para 6,12 mg, na temperatura de 25°C e de 3,48 para 6,36 mg, na temperatura de 30°C (Figura 8C).

Figura 8: Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) e massa seca de plântulas de *Triplaris brasiliana* Cham., submetidas a diferentes temperaturas, 25°C (♦) e 30°C (■) e volumes de água no substrato.



Fonte: Autor, 2014.

Quando o umedecimento do substrato ultrapassou o volume de 2,5 vezes a sua massa seca (3,0 e 3,5) houve comprometimento no potencial fisiológico das sementes de *T. brasiliiana* independente da temperatura utilizada, interferindo tanto o processo germinativo quanto no crescimento das plântulas (Figuras 7 e 8). Esses resultados podem ser explicados devido ao provável comprometimento da entrada de oxigênio na semente pelo excesso de água no meio germinativo, levando a diminuição da respiração, provocando um atraso ou paralisando a germinação (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Outro ponto que deve ser destacado é que, nesses níveis elevados de umidade do substrato foi observada uma maior infecção de fungos, levando a deterioração das sementes.

As maiores médias do comprimento do hipocótilo de plântulas de *Jacaranda copaia* (D. Don – Bignoniaceae) foram obtidas quando as sementes foram submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C, não havendo diferença estatística na quantidade de água e na interação entre os fatores (ABENSUR et al., 2007). Em sementes de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) o melhor desempenho foi com o substrato papel germitest umedecido com volume de água na faixa de 2,0 a 2,5 vezes a sua massa seca, ocorrendo redução da germinação e vigor quando o substrato foi umedecido com valores superiores a estes (SILVA et al., 2008). Nos estudos com sementes de *Amburana cearenses* (Fr. Allem.) A.C SMITH (Fabaceae - Faboidea), Guedes et al. (2010b) constataram que o volume de água de 3,5 vezes a massa do substrato seco e a temperatura de 30°C foram mais adequados para o crescimento das plântulas.

Por outro lado, o volume de água de 1,5 vezes a massa do substrato seco proporcionou as menores porcentagens de germinação em ambas as temperaturas estudadas, contudo, na temperatura de 30°C esses percentuais ficaram abaixo de 20%, enquanto na temperatura de 25°C os percentuais finais de germinação ficaram em torno de 40% (Figura 7B), sendo possível perceber o efeito mais acentuado da temperatura na germinação, quando os níveis de água foram superiores aos exigidos pelas sementes dessa espécie. Entretanto, esses resultados diferiram dos encontrados por Varela et al. (2005), que constataram que o volume de água equivalente a 1,5 vezes a massa do papel seco, nas temperaturas de 25 e 30°C proporcionou altas porcentagens de germinação das sementes de *D. excelsa* (95 e 91%, respectivamente) e maiores comprimentos de raiz primária.

Sobre estes comportamentos, de maneira geral, Taiz e Zeiger (2009) relataram que a deficiência hídrica além de afetar o processo germinativo das sementes, ocasiona redução no

crescimento de plântulas pelo fato de diminuir a pressão celular. Com base em Bewley e Black (1994), a redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica ocorre devido à demora dos processos fisiológicos e bioquímicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes.

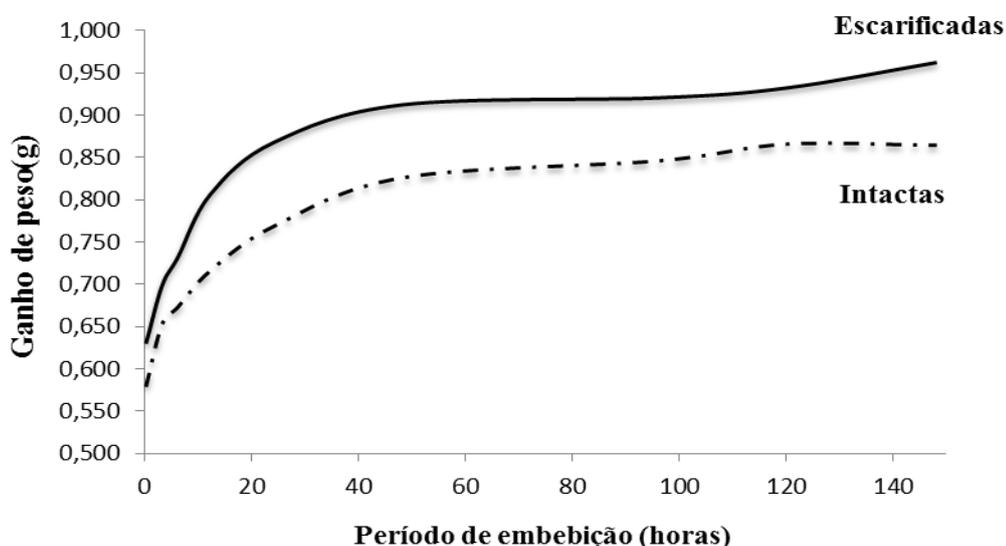
#### **4.4 Desenvolvimento pós-seminal das sementes de *Triplaris brasiliana* Cham.**

Com a realização da curva de embebição das sementes de *T. brasiliana*, intactas e escarificadas com ácido sulfúrico foi possível verificar que na ausência do tratamento pré-germinativo, o processo de absorção de água ocorreu de forma reduzida, quando comparado com aquelas que passaram pela escarificação (Figura 9). Esse comportamento evidencia a presença de restrições à hidratação das sementes causadas pelo tegumento, ressaltando assim a importância da realização de curva de embebição na identificação do período e tipo de dormência da semente, levando em consideração a impermeabilidade e dureza do tegumento (LULA et al., 2000).

Quando submetidas à escarificação, o padrão trifásico da curva de embebição das sementes foi bem definido (Figura 9), com uma rápida absorção de água nas primeiras 38 horas após a semeadura (Fase I). Esta fase é um processo físico dependente apenas da ligação da água com a matriz da semente, morta ou viva, que contenha sítios de ligação ou de afinidade pela água (CASTRO, BRADFORD, HILHORST et al., 2004). Este acelerado ganho de umidade observado nessa fase se deve, provavelmente, à presença de matrizes hidrofílicas, como proteínas (SEIFFERT, 2003), pois nesse período surgem os primeiros sinais da reativação do metabolismo, com aumento acentuado da atividade respiratória, liberação de energia para a germinação e ativação de enzimas (MARCOS FILHO, 2005).

Transcorridas 40 horas da semeadura observou-se uma diminuição no ganho de umidade das sementes, atingindo, assim, a fase II (Figura 6), que é caracterizada pela redução da velocidade de embebição aliada à elevação gradativa da respiração, cuja ocorrência e duração são variáveis de acordo com a espécie (ALBURQUEQUE et al., 2009). Em comparação com a fase I, essa é a mais longa, caracterizada pela mobilização das substâncias que foram desdobradas nos tecidos de reserva para os tecidos meristemáticos (BEWLEY e BLACK, 1994).

Figura 9: Curva de embebição de sementes de *Triplaris brasiliana* Cham., intactas e escarificadas com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).



Fonte: Autor, 2014.

Para as sementes de *T. brasiliana*, a fase II foi completada 98 horas após o início da embebição, iniciando assim a terceira fase do padrão trifásico, sendo caracterizada por um aumento do peso das sementes, causada pela elevação da taxa de absorção de água (Figura 9). Esse ganho está associado diretamente à expansão e divisão celular, levando ao alongamento do eixo embrionário (FERREIRA e BORGHETTI, 2004), culminando com o rompimento do tegumento e protrusão da raiz primária (Figura 10A).

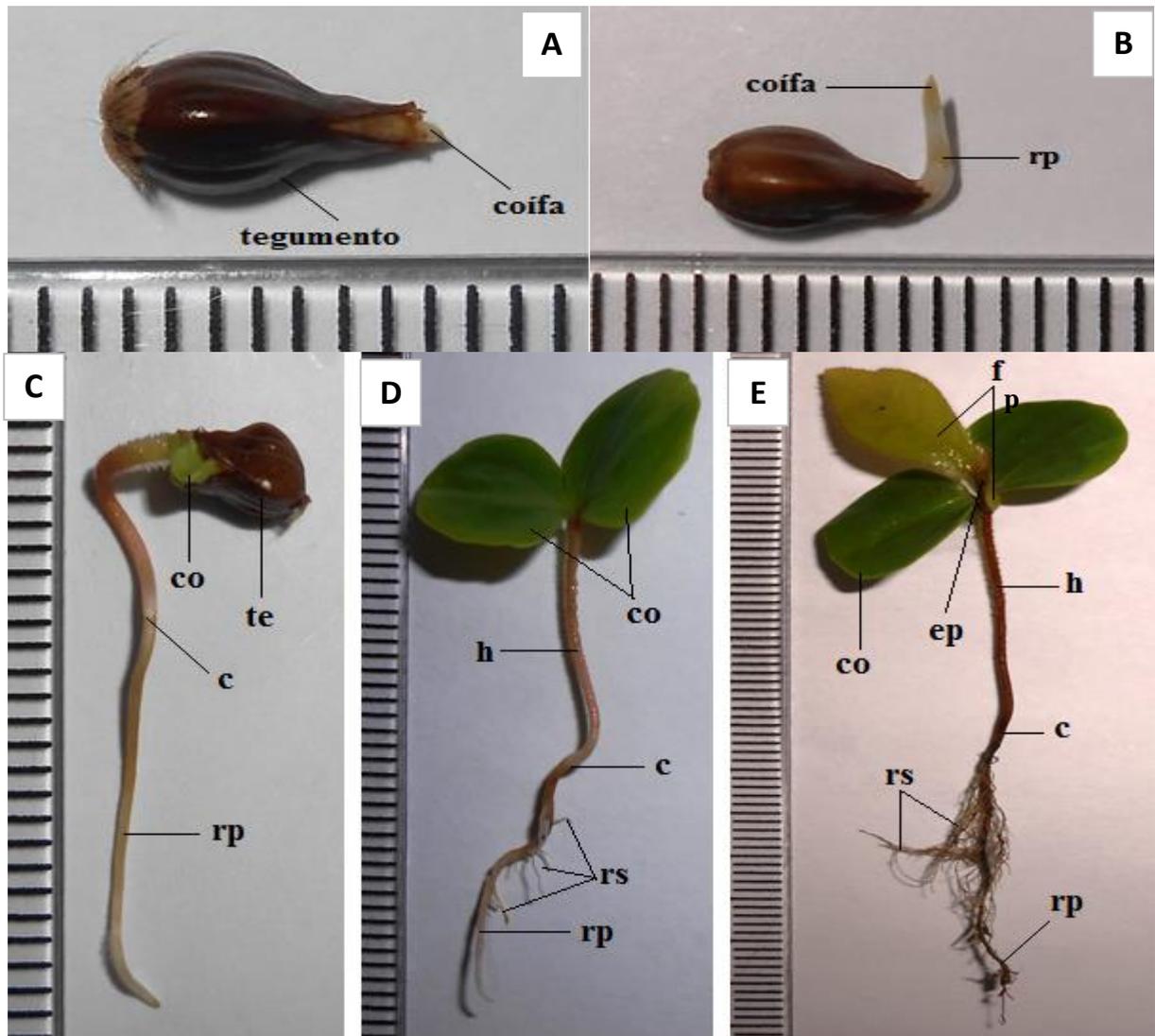
Assim como para as sementes de *T. brasiliana*, esse padrão trifásico da curva de embebição foi verificado em diversas espécies pioneiras encontradas no Nordeste brasileiro, tais como *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae) (DANTAS et al., 2007), *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) (DAVIDE et al., 2008), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Papilionidae) (ALBUQUERQUE et al., 2009), *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Caesalpinioideae) (PEREIRA et al., 2011) e *Erythrina velutina* Willd. (Papilionidae) (SOUZA JUNIOR et al., 2012).

Aos cinco dias após a semeadura observou-se o crescimento da raiz primária com aproximadamente 0,6 cm de comprimento, coloração esbranquiçada, evidenciando a coifa de coloração amarela claro (Figura 10B). Aos sete dias, com o alongamento da raiz primária foi possível observar o estabelecimento do hipocótilo, de epiderme alaranjada e medindo 1,5 cm de comprimento. A diferenciação do colo foi percebida através de um clareamento discreto na

base do hipocótilo, contrastando com a região amarelada da raiz (Figura 10C), sendo que ainda nesse estágio de desenvolvimento verificou-se a ruptura do tegumento, que favoreceu a visualização dos cotilédones de cor verde.

Figura 10: Fases do desenvolvimento das plântulas de *Triplaris brasiliana* Cham., com quatro (A), cinco (B), sete (C), 10 (D) e 20 dias após a semeadura.

Legenda: c = colo; co = cotilédones; te = tegumento; h = hipocótilo; ep = epicótilo; fp = folhas primária; rp = raiz primária; rs = raiz secundária.



Fonte: Autor, 2014.

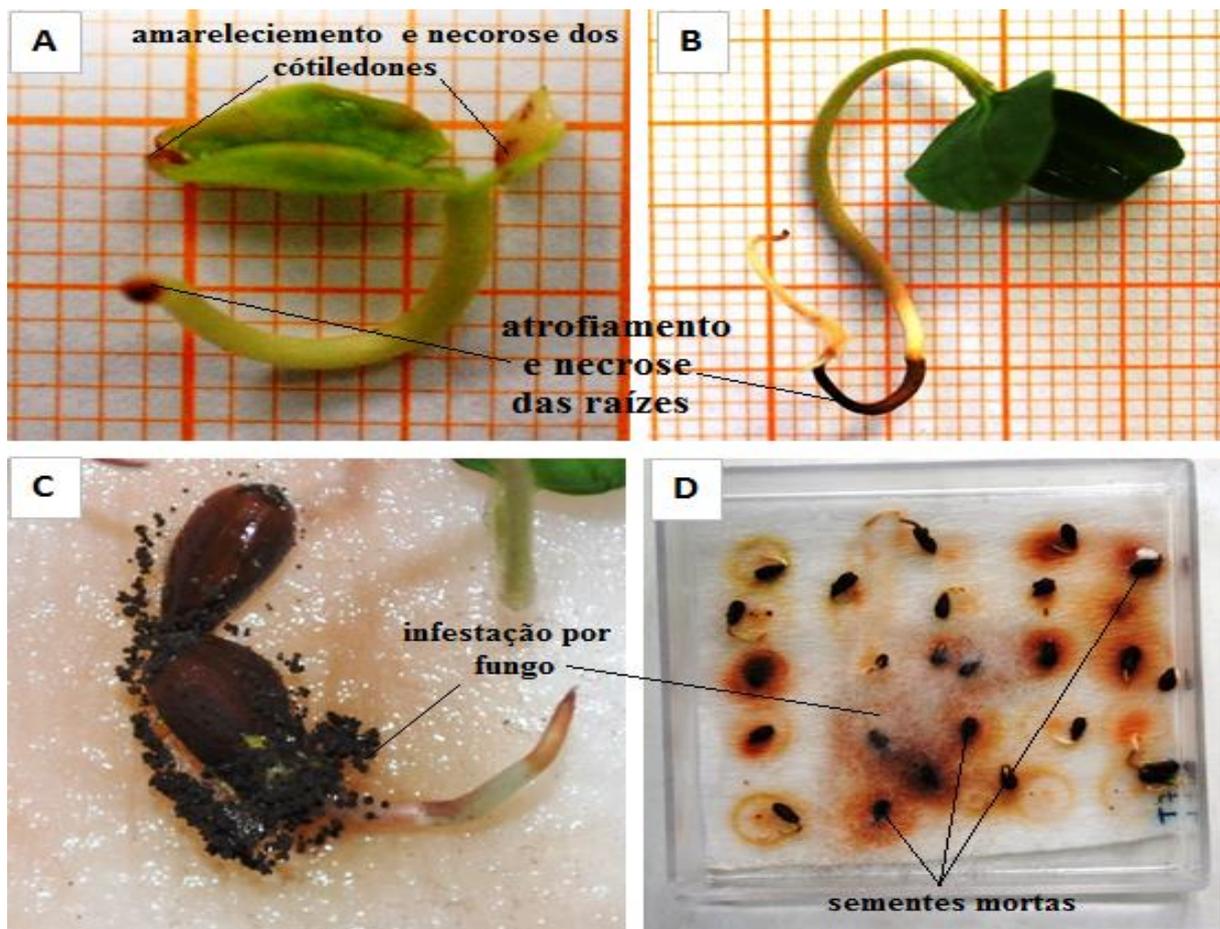
No décimo dia após a semeadura observou-se um maior desenvolvimento do sistema radicular das plântulas de *T. brasiliana*, sendo mais alongado, com a raiz principal medindo 1,68 cm de comprimento, sendo evidenciadas as primeiras raízes secundárias (Figura 10D).

No vigésimo dia, as plântulas normais estavam, em média, com 3,44 cm de comprimento da parte aérea (região do colo até o eixo de inserção dos cotilédones) e 2,70 cm de raiz, cotilédones, par de folhas primárias e raízes secundárias bem desenvolvidas (Figura 10E).

No decorrer do processo germinativo das sementes de *T. brasiliiana* pôde-se constatar que a germinação é do tipo epígea e as plântulas fanerocotiledonares, com cotilédones totalmente expandidos e desprendidos do tegumento. Em todos os períodos avaliados (Figuras 10 A, B, C, D e E) observou-se rápida germinação das sementes e crescimento das plântulas, características essas de espécies pioneiras (MELO et al., 2004).

As plântulas anormais observadas no teste de germinação tinham atrofiamento do hipocótilo e raiz, cotilédones amarelados (Figura 11A) e necroses na raiz primária, com aspecto de ressecamento e coloração marrom (Figura 11B); durante o teste a infestação por fungos provocou à morte de sementes (Figura 11C e D).

Figura 11: Plântulas anormais (A e B) e sementes de *Triplaris brasiliiana* Cham. infestadas por fungos.

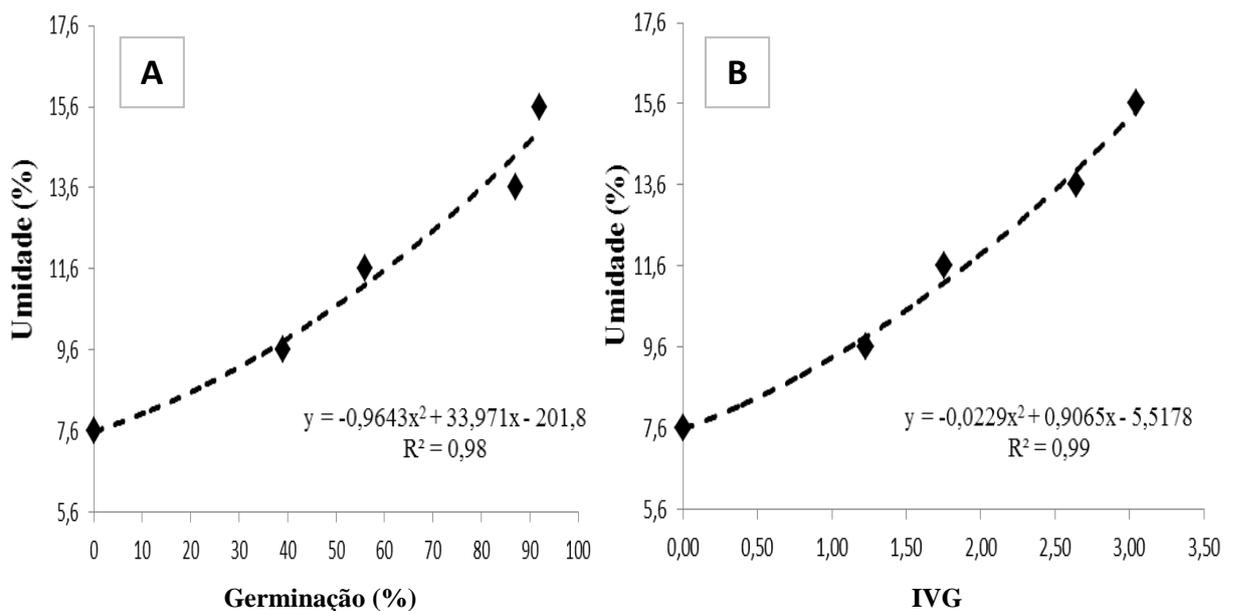


Fonte: Autor, 2014.

#### 4.5 Tolerância à secagem das sementes de *Triplaris brasiliana* Cham.

Tomando como base a umidade inicial das sementes de *T. brasiliana* (15,6%) foi possível observar que a secagem influenciou significativamente o potencial germinativo, o crescimento e massa seca das plântulas em todos os níveis de umidade estudados. Constatando-se que a exposição das sementes à dessecação, nas condições em que foi executado o experimento interferiu negativamente nessas variáveis, indicando que a semente é pouco tolerante a perda de umidade (Figuras 12 e 13). Essa tolerância é definida como a capacidade de recuperação de funções biológicas da semente, após passarem pelo processo de secagem até o ponto em que não há fase líquida nas células (BLACK, OBENDORF, PRITCHARD, 2002).

Figura 12: Porcentagem (A) e índice de velocidade de germinação (B) de sementes de *Triplaris brasiliana* Cham. em função de diferentes níveis de umidade.



Fonte: Autor, 2014.

Pelos dados das Figuras 12 A e B constata-se que, ao reduzir a umidade inicial das sementes para 13,60% a porcentagem e velocidade da germinação também foram reduzidas (92 para 87% e 3,05 para 2,64, respectivamente). Para tanto, com o avanço do processo de secagem, a diminuição desses valores foi ainda mais acentuada, de forma que, ao atingirem o

nível mais baixo de umidade (7,6%) verificou-se perda total da capacidade germinativa dessas sementes.

Esse comportamento das sementes de *T. brasiliiana* é indiferente aos de sementes ortodoxas, onde as mesmas toleram à secagem a níveis baixos de umidade (4 a 10%), preservando por mais tempo sua qualidade fisiológica quando submetidas a baixas temperaturas, proporcionando maior tempo de armazenamento (FERREIRA, BORGHETTI, 2004).

Em contrapartida, a manutenção do potencial germinativo das sementes de *T. brasiliiana* com umidade superior a 13% assemelha-se as características inerentes às sementes classificadas como intermediárias, que têm tolerância moderada à dessecação até atingirem 12% de umidade. Níveis abaixo desse valor, bem como o armazenamento em temperaturas menores que 15°C afetam negativamente à sua longevidade (MEDEIROS, EIRA, 2006).

A capacidade de suportar o dessecamento e, conseqüentemente, prolongar o período de armazenamento varia entre as espécies, além de está relacionada com a capacidade de a semente tolerar o estresse da redução de água a níveis mínimos e da reidratação, reduzindo seu metabolismo e assim acumulando altos níveis de açúcares (GROOT et al., 2003; HOEKSTRA, GOLOVINA, NIJSSE, 2003).

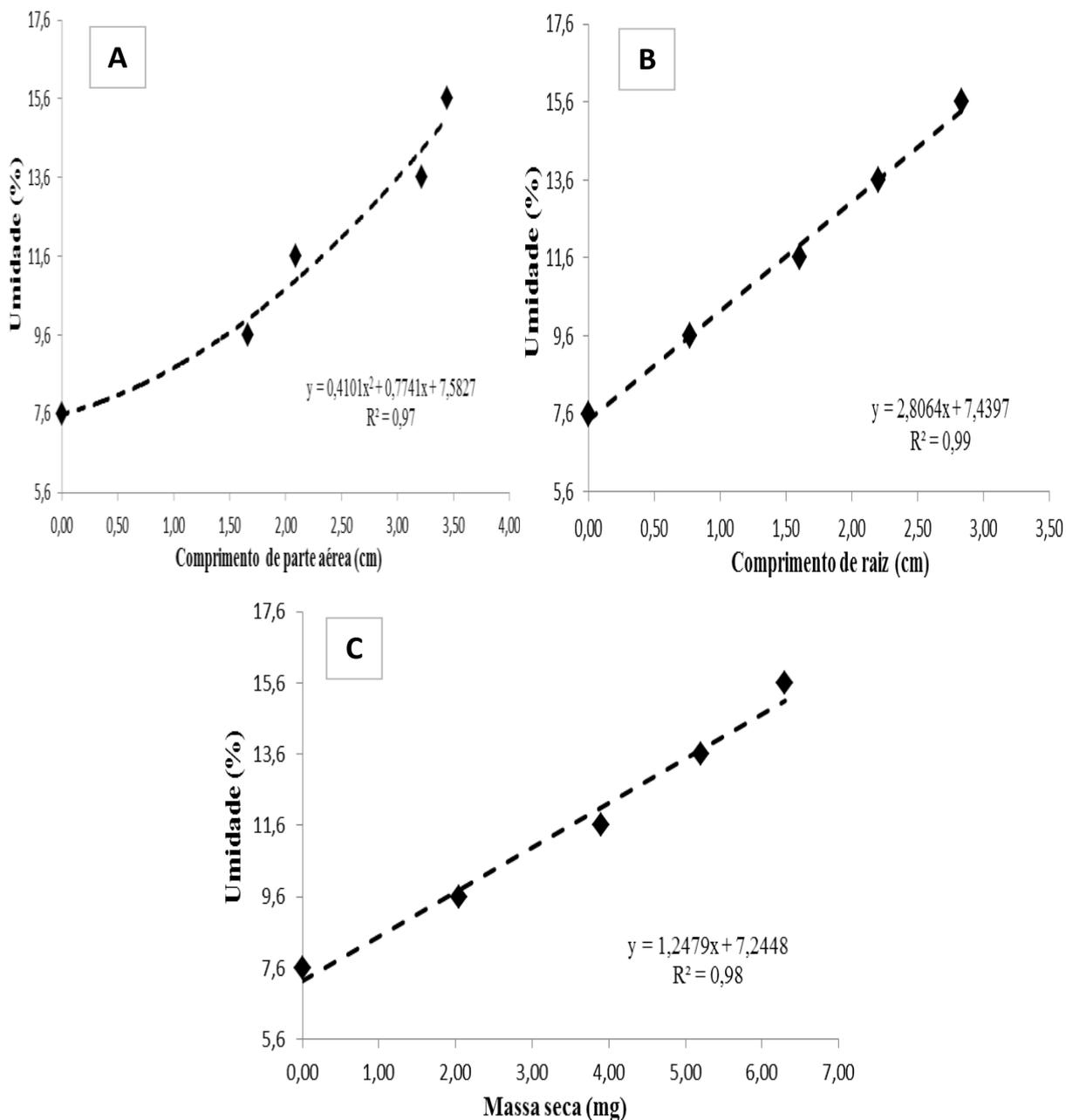
O ambiente em que as sementes se desenvolvem é importante para determinar o padrão de tolerância à dessecação, pois a umidade relativa do ar quando reduz no momento da dispersão da semente pela planta-mãe favorece a síntese de mecanismos de reparos, os quais irão conferir às sementes, maior ou menor tolerância à dessecação (NASCIMENTO, NOVENBRE, CICERO, 2007).

Uma das propriedades fundamentais que caracterizam as sementes é a tolerância à dessecação, a qual permite a sobrevivência durante o armazenamento, assegurando a disseminação da espécie (MEDEIROS, EIRA, 2006). Nesse caso, o maior desafio é manter as propriedades fisiológicas das sementes após certo tempo, visto que não é possível retomar a qualidade inicial, mesmo em condições favoráveis (VILLELA, PERES, 2004).

Os comprimentos da parte aérea das plântulas nos níveis de umidade mais elevados (15,60 e 13,60%) foram semelhantes (3,44 e 3,21 cm, respectivamente), entretanto, esse comprimento foi sendo reduzido consideravelmente na medida em que o grau de umidade foi decrescendo. Para o comprimento da raiz e acúmulo de massa seca foi observado um

decréscimo linear, havendo redução significativa logo no primeiro decréscimo de umidade (Figura 13B e C).

Figura 13: Comprimento da parte aérea (A), raiz (B) e massa seca (C) das plântulas de *Triplaris brasiliensis* Cham. em função de diferentes níveis de umidade.



Fonte: Autor, 2014

Uma das principais causas para a perda da viabilidade das sementes submetidas à secagem, provavelmente é consequência de um desequilíbrio durante a desidratação e danos

pela saída de água, uma vez que a manutenção da umidade é essencial para a integridade de estruturas intracelulares (BERJAK, PAMMENTER, 2003). Marcos Filho (2005) ainda explicou que os mecanismos de proteção que deveriam atuar em nível celular são ineficientes ou inexistentes nas sementes com intolerância à desidratação.

Diante desses resultados, ainda que o comportamento das sementes de *T. brasiliiana* seja característico de sementes recalcitrantes, a escassez de estudos sobre essa espécie não possibilita afirmar que suas sementes sejam recalcitrantes. Assim há necessidade de avaliações mais profundas, no tocante a tolerância das sementes dessas espécies à desidratação.

#### **4.6 Armazenamento das sementes *Triplaris brasiliiana* Cham.**

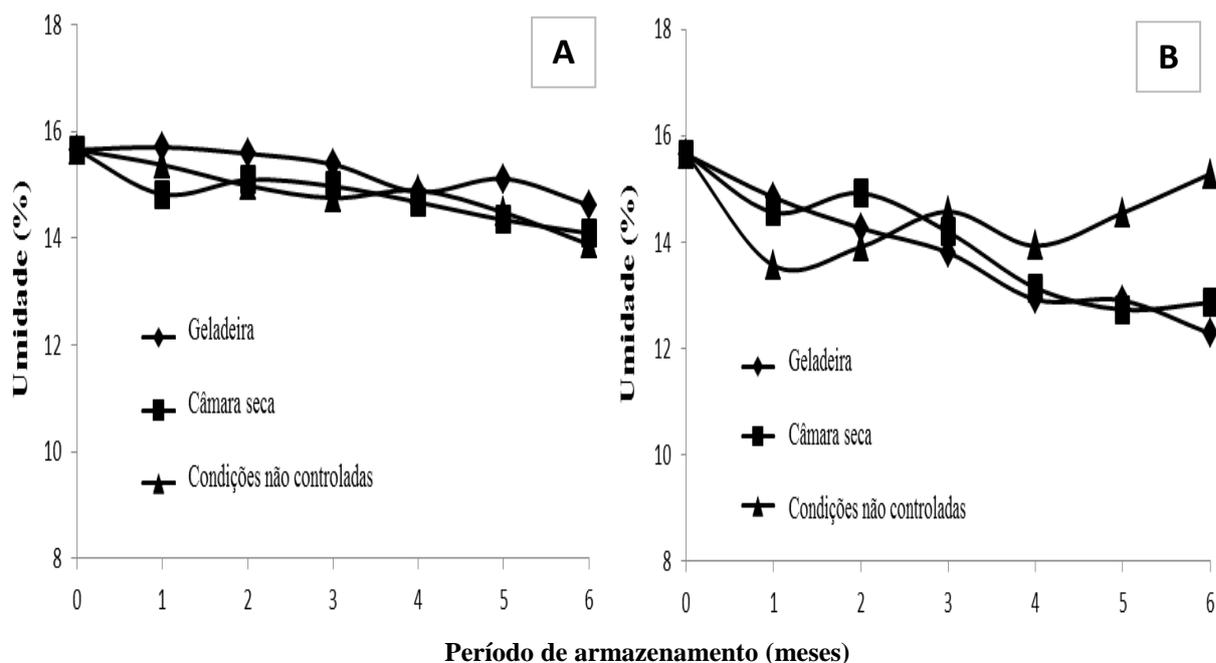
As sementes de *T. brasiliiana* foram armazenadas com grau de umidade inicial de 15,65%, contudo foram observadas variações desse valor durante todo o período de armazenamento (Figura 14A e B). O acondicionamento das sementes em embalagem de vidro, em todos os ambientes estudados proporcionou menores flutuações do grau de umidade das sementes. Possivelmente, por se tratar de uma embalagem impermeável à troca de vapor d'água, levando ao impedimento do estabelecimento do equilíbrio entre a umidade da semente e do ambiente, nas sementes armazenadas os teores de água estavam próximos aos das recém-colhidas (15,65%) (Figura 14A).

Em contrapartida, quando as sementes de *T. brasiliiana* foram armazenadas em sacos de papel, as oscilações no grau de umidade foram maiores, principalmente em condições normais de laboratório, onde não houve controle da temperatura e umidade do ar. Nesse ambiente foi possível observar um decréscimo de mais de 2% no grau de umidade das sementes ainda no primeiro mês e, a partir do terceiro mês, a umidade das sementes elevou-se de 13,56 para 15,28% no sexto mês de armazenamento (Figura 14B). Provavelmente esse ganho de umidade é explicado pelo início do inverno durante o segundo mês de armazenamento, levando a uma elevação da umidade relativa do ar.

Uma provável explicação para as variações no grau de umidade das sementes nesse ambiente é a permeabilidade da embalagem aliada à ausência do controle da temperatura e umidade relativa do ar, que podem ocasionar fissuras no tegumento das sementes devido às flutuações de umidade e secagem excessiva do mesmo, afetando a capacidade de regulação

das trocas hídricas na semente, além de facilitar a penetração de microrganismos (VILELLA, PERES, 2004).

Figura 14. Grau de umidade (%) de sementes de *Triplaris brasiliiana* Cham. acondicionadas em embalagens de vidro (A) e papel (B) e armazenadas em diferentes ambientes.



Fonte: Autor, 2014

Quando armazenadas em geladeira (7°C) e câmara seca (25°C e 45% de umidade relativa), nas sementes acondicionadas em saco de papel ocorreu pequena troca de umidade com o ambiente durante todo o período de armazenamento, sendo observada uma redução no grau de umidade das sementes, com exceção do leve aumento de umidade aos 60 dias de armazenamento das sementes armazenadas em câmara seca (Figura 14B).

Possivelmente essa diminuição da umidade foi influenciada pelo tipo de embalagem utilizada, pois que sendo uma embalagem permeável, o saco de papel permite a troca de vapor d'água entre as sementes e seu ambiente de armazenamento (GARCIA, LIMA, 2000). Estudos como os de Benedito et al. (2011) com sementes *Piptadenia moniliformis* Benth. (Mimosoideae), de Neves (2014) com sementes de *Tabebuia aurea* Benth. & Hook. (Bignoniaceae) e de Nery (2006) com sementes de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Clusiaceae) enfocaram a influência de diferentes embalagens na manutenção da umidade das sementes durante o armazenamento.

Isso se deve ao fato de o grau de umidade da semente ter relação direta com a umidade relativa do ar, havendo permanente troca de água por diferença de potenciais hídricos, até que seja atingido o equilíbrio higroscópico (MARCOS FILHO, 2005). Assim, de acordo com Davide e Silva (2008), o conhecimento dos limites tolerados de perda de água auxilia na manutenção da qualidade fisiológica das sementes e no correto armazenamento.

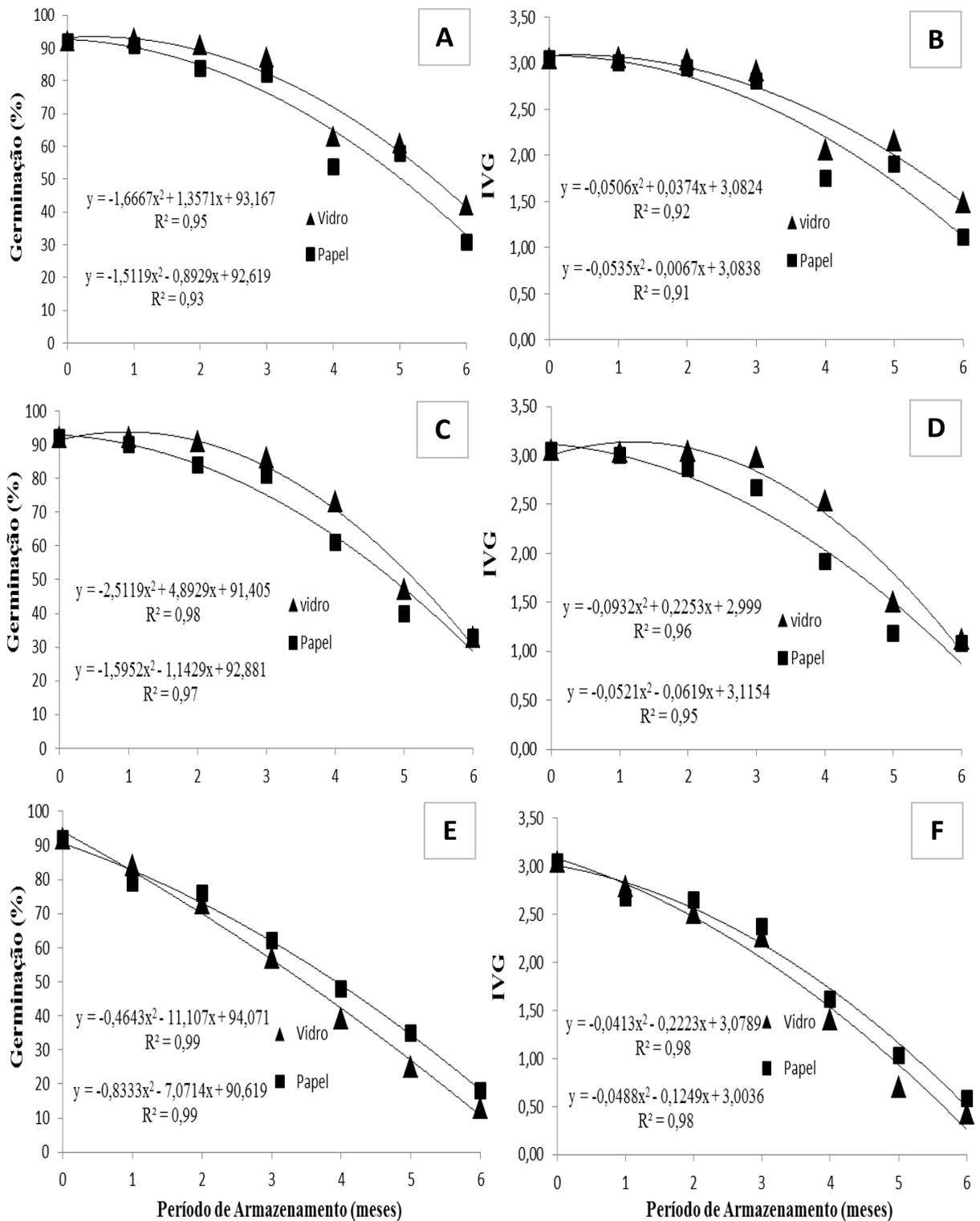
O potencial de armazenamento das sementes está diretamente associado a sua qualidade inicial e as condições de armazenamento, de forma que elevações no grau de umidade das sementes acima de uma determinada porcentagem crítica acelera o processo de deterioração, afetando a longevidade das mesmas (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000).

Para as variáveis porcentagem e índice de velocidade de germinação observou-se que mesmo havendo diferença entre as embalagens utilizadas, no tocante à permeabilidade as trocas de vapor d'água, nos ambientes de geladeira e câmara seca, o comportamento das sementes foi semelhante, sendo realizado ajuste dos dados a modelo de equação de segundo grau para essas variáveis (Figuras 15A, B, C e D).

Nesses ambientes, os valores de germinação foram conservados acima de 80% até os três primeiros meses de armazenamento, valores esses próximos aos das sementes recém-colhidas (92%). Contudo, a partir do quarto mês a porcentagem de germinação foi reduzindo até atingir valores mínimos de 42% (vidro) e 31% (papel), quando armazenadas em geladeira, e 33% em câmara seca, independente da embalagem utilizada (Figuras 15A e C). Redução essa também observada no vigor das sementes armazenadas por mais de 90 dias, pois na medida em que esse período foi sendo prolongado, as sementes levaram um tempo maior para iniciar o processo germinativo (Figuras 15B e D).

Entretanto, independente da embalagem utilizada, o armazenamento das sementes em condições não controladas reduziu intensamente a porcentagem de germinação, com perda de vigor considerável no segundo mês de armazenamento. Os maiores decréscimos no desempenho germinativo foram observados quando utilizou-se a embalagem de vidro, com redução da germinação de 92 para 13% e do IVG de 3,05 para 0,47 no sexto mês de armazenamento, enquanto na embalagem de papel, os valores mínimos foram de 18% e 0,54 para germinação e IVG, respectivamente (Figuras 15E e F).

Figura 15: Porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Triplaris brasiliensis* Cham. recém-colhidas e após armazenamento em embalagens de vidro (▲) e papel (■) e três ambientes: geladeira (A e B), câmara seca (C e D) e condições não controladas (E e F).



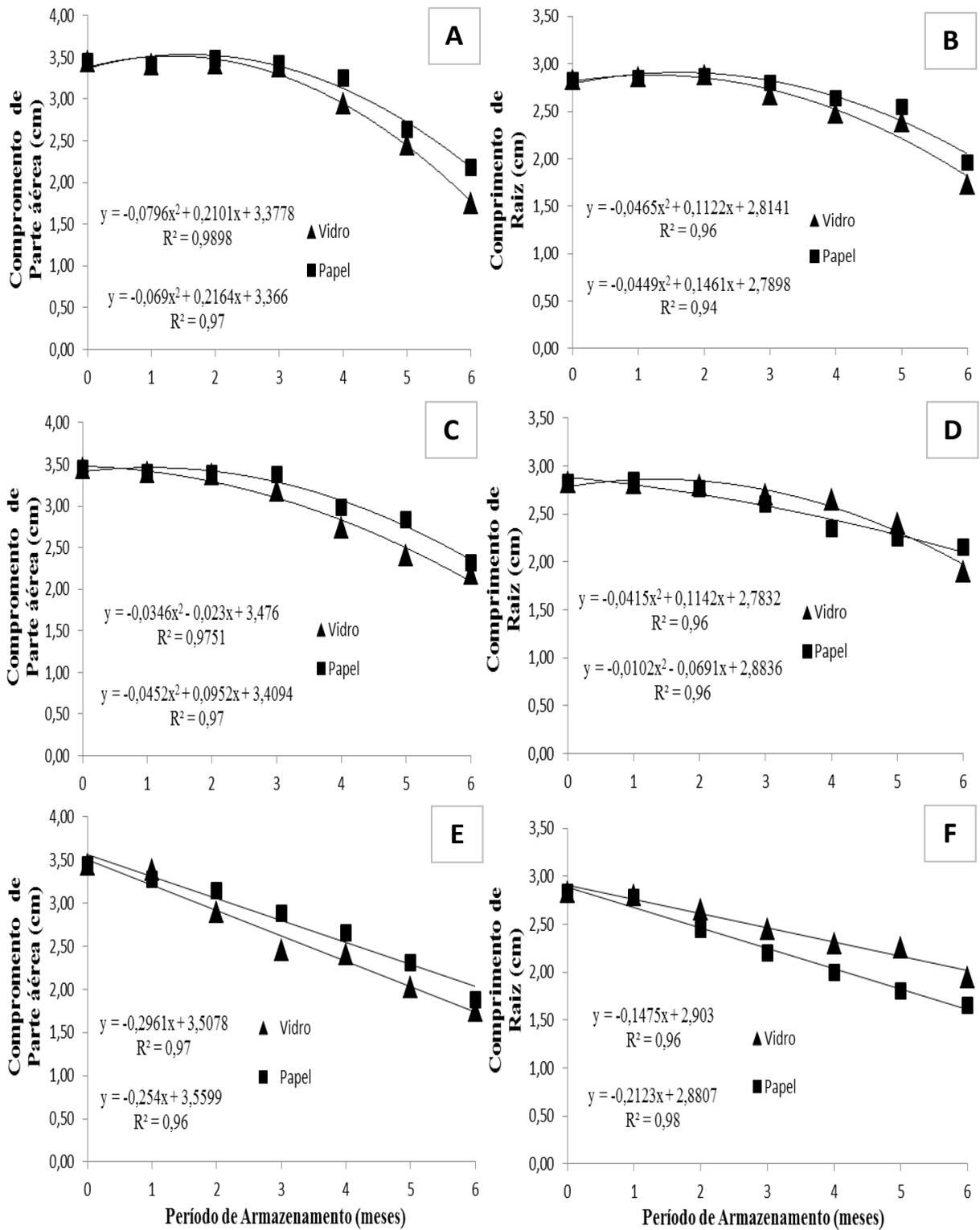
Fonte: Autor, 2014

Assim como para as sementes de *T. brasiliiana*, Souza, Bruno e Andrade (2005) constataram menor redução no vigor ao longo do armazenamento das sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols. (Bignoniaceae) mantidas em refrigerador, quando comparada àquelas armazenadas no laboratório (condições naturais). Borba-Filho e Perez (2009) também verificaram perda da viabilidade das sementes de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. (Bignoniaceae) e de *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl (Bignoniaceae) armazenadas em ambiente de laboratório. Pinho et al. (2009), estudando a germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg (Mimosaceae) verificaram manutenção da germinação a 5 e 20°C durante 10 meses de armazenamento. Diante destes resultados, as sementes de *T. brasiliiana* armazenadas em geladeira e câmara seca, onde se tem maior controle nas variações de temperatura e umidade relativa do ar, preservaram a porcentagem e velocidade de germinação por mais tempo de armazenamento, provavelmente porque nesses ambientes ocorreu uma redução na atividade respiratória, levando a um menor consumo das reservas necessárias para manter a viabilidade da semente. Contudo, quando armazenadas em ambiente não controlado observou-se diminuição considerável do potencial germinativo das sementes, na medida em que o tempo de armazenamento foi se prolongando.

Quanto aos dados de comprimento e massa seca de plântulas de *T. brasiliiana* foi possível observar que as sementes armazenadas em condições controladas (geladeira e câmara seca) produziram plântulas normais durante os seis meses de armazenamento, independente da embalagem utilizada, havendo um ajuste da equação de sendo grau (Figuras 16 A, B, C e D; 17A e B). As sementes mais vigorosas originam plântulas com alta taxa de crescimento, devido a maior capacidade de translocação de suas reservas e maior assimilação destas pelo eixo embrionário (SOUZA, BRUNO, ANDRADE, 2005).

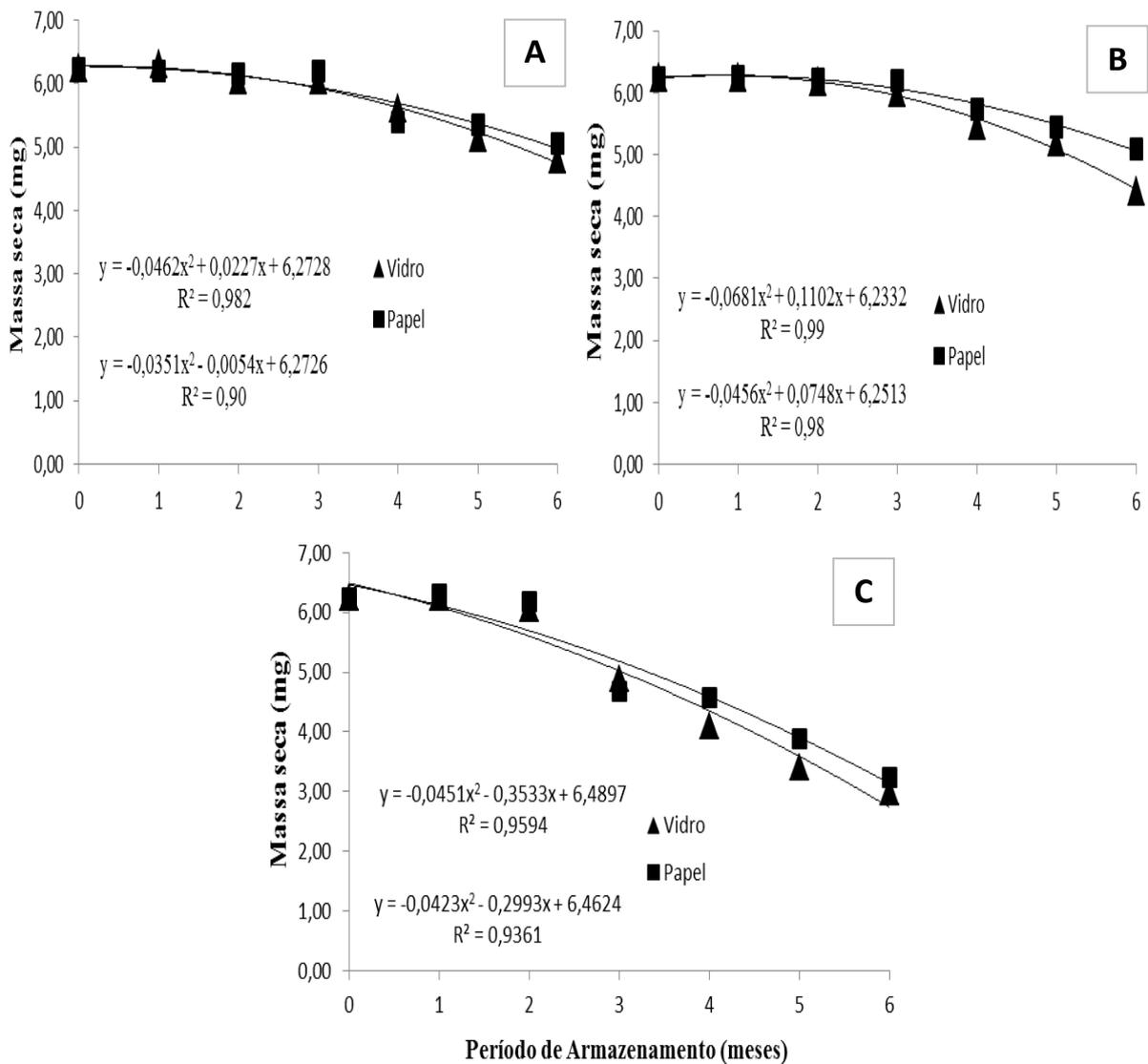
Tanto para o armazenamento das sementes em geladeira quanto em câmara seca, a redução do crescimento da parte aérea foi mais acentuada transcorrido o terceiro mês de armazenamento, sendo os maiores comprimentos nas plântulas oriundas de sementes acondicionadas em sacos de papel (Figuras 16A e C). Para o comprimento de raiz, os valores foram próximos aos do início do armazenamento durante cinco meses, sendo que no último mês houve uma redução significativa (Figuras 16B e D).

Figura 16: Comprimento da parte aérea e raiz (cm) de plântulas de *Triplaris brasiliiana* Cham. recém-colhidas e após armazenamento em embalagens de vidro (▲) e papel (■) e três ambientes: geladeira (A e B), câmara seca (C e D) e condições não controladas (E e F).



Fonte: Autor, 2014.

Figura 17: Massa seca das plântulas de *Triplaris brasiliana* Cham. recém-colhidas e após armazenamento em embalagens de vidro (▲) e papel (■) e três ambientes: geladeira (A), câmara seca (B) e condições não controladas (C).



Fonte: Autor, 2014.

Assim como na germinação, o ambiente em condições não controladas afetou negativamente o crescimento das plântulas de *T. brasiliana* ao longo do período de armazenamento em ambas as embalagens, com uma redução linear do comprimento da parte aérea e raiz, bem como, do acúmulo de massa seca das plântulas (Figuras 16E, F e 17 C). O processo de deterioração das sementes durante o armazenamento ocasiona queda progressiva na porcentagem de plântulas normais (VIEIRA, CARVALHO, 1994), porque nessas

condições há aumento das atividades respiratórias das sementes que reduzem a qualidade das mesmas, como consequência do esgotamento de suas reservas (CARNEIRO, AGUIAR, 1993).

Diante disto percebe-se que as constantes oscilações de temperatura e umidade relativa do ar desse ambiente (condições não controladas) onde as sementes de *T. brasiliiana* estiveram submetidas afetaram a atividade metabólica destas, reduzindo sua longevidade. Antonello et al. (2009) ainda explicaram que além das flutuações térmicas, a supressão de oxigênio das embalagens hermeticamente fechadas pode interferir no potencial ficológico das sementes durante o armazenamento.

## 5 CONCLUSÕES

As sementes de *T. brasiliiana* apresentam pouca variação das características biométricas de comprimento e espessura;

O embrião é axial, contínuo e esbranquiçado, sendo o eixo embrionário localizado na parte central da metade inferior da semente, cuja germinação é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonares;

As temperaturas de 25 e 30°C são ideais para a germinação das sementes de *T. brasiliiana*;

A semeadura sobre duas folhas de papel umedecidas com volume de água (mL) de 2,5 vezes a massa do substrato seco é mais adequada para condução de teste de germinação;

As sementes são intolerantes ao processo de dessecação;

As sementes de *T. brasiliiana* acondicionadas em papel ou vidro ficam armazenadas por quatro meses em ambientes de geladeira ou câmara seca sem perda considerável da sua qualidade fisiológica.

## REFERÊNCIAS

- ABENSUR, F.O. et al. Tecnologia de sementes e morfologia da germinação de *Jacaranda copaia* D. Don (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.60-62, 2007.
- AGUIAR, I. B., PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: Abrates, 350p. 1993.
- ALBUQUERQUE, K.S. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de Sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.12-19, 2009.
- ALMANSOURI, M.; KINET, J. M.; LUTTS, S. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). **Plant and Soil**, v. 231, n.2, p. 243-254. 2001.
- ALVES, E. U. et al. Escarificação ácida na superação da dormência de sementes de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tu. var. *leiostachya* Benth.). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 37- 47, 2009.
- ALVES, E. U. et al. Ácido sulfúrico na superação de dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, v. 30, n.2, p. 187-195, 2006.
- AMARAL, L.I.V.; PAULILO, M.T.S. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudim. **Insula Revista de Botânica**, v. 21, p.59-86, 1992.
- ANTONELLO, L.M. et al. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p- 75-86, 2009.
- ARRUDA, D.M. et al. Germinação de sementes de *ruprechtia fagifolia* Meisn. (polygonaceae) sob efeito de diferentes Tratamentos de escarificação e ao ataque de Herbívoros. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu - MG, 23 a 28 de Setembro de 2007.
- AQUILA, M.E.A. Tipos de diásporos e suas origens. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap. 4, p. 69-92., 2004.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 246p., 1992.
- BARBOSA, M. D. **Armazenamento de sementes de craibeira (Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth & Hook. F. ex S. Moore)**. 2004. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 2004.
- BARROSO, G. M. *Sistemática de angiospermas do Brasil*. São Paulo: EDUSP, v.1, 309p., 1978.

BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 443 p., 1999.

BELTRATI, C.M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: Departamento de Botânica da UNESP, 108p., 1994.

BENEDITO, C.P. et al. Armazenamento de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1 p. 028 - 037, 2011.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Chapter 4: orthodox and recalcitrant seeds. In: USDA Forest service's/ reforestation, nurseries, e genetics resources. **Tropical Tree Seed Manual**, v. 4, n. 1, p. 137-147, 2003.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 445 p. 1994.

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 3, p.87-95, 1981.

BIRUEL, R.P.; AGUIAR, I.B. de; PAULA, R.C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista brasileira de sementes**, v.29, n. 3, p.134-141, 2007.

BLACK, M.; OBENDORF, R. L.; PRITCHARD, H. W. Damage and tolerance in retrospect and prospect. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. (Ed.). Desiccation and survival in plants: drying without dying. Wallingford: CABI, p. 367-382, 2002.

BONNER, F. T. Storage of seeds. In: BONNER, F. T.; KARRFALT, R. P. (Ed.). **The woody plant seed manual**. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, p. 85-95, 2008.

BORBA-FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.259-269, 2009.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA RODRIGUEZ, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.83-135, 1993.

BORGES, E.E.L. et al. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4 n.1 p.9-12, 1982.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v. 32, n. 4 p. 15 - 21, 2010.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENO, J.P.; MACEDO, J.F. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 528 p., 2002.

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

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAR, M. P. Mobilização de reservas. IN: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 324 p., 2004.

CANTLIFE, D.J.; SUNG, Y.; NASCIMENTO, W.M. Lettuce seed germination. **Horticultural reviews**, v. 24, p. 229-275, 2000.

CARDOSO, V.J.M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**, 2. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 20, p. 384-408, 2008.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑARODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. ABRATES, p. 333 – 350, 1993.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p, 2000.

CASTRO, R.D; BRADFORD, J.K; HILHORST, W.M.H. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.149-162, 2004.

CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. **Design of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome: IPGRI, 100p, 1985.

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 - Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 25, n. 2, p.89-96, 2003.

DANTAS, B.F. et al. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 28, n. 3, p.214-219, 2007.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: \_\_\_\_\_. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, p. 11-82. 2008.

DAVIDE, A.C. et al. Estudos morfo-anatômicos, bioquímicos e fisiológicos durante a germinação de sementes de candeia (*Eremanthus erythropappus*) (DC.) Macleish. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.171-176, 2008.

DAVIDE, C. D. et al. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 29-35, 2003.

DIAS, D.C.F.S. Dormência em Sementes: mecanismos de sobrevivência das espécies. **Seed News**. Pelotas/RS, ano. IX, n. 4, jul./ago, 2005. Disponível em: <[http://www.seednews.inf.br/\\_html/site/content/edicoes\\_anteriores/edicoes\\_antigas.ph?codigo=94&janela=reportagemCapa](http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/edicoes_anteriores/edicoes_antigas.ph?codigo=94&janela=reportagemCapa)>. Acesso em: 28 nov., 2013.

DOUSSEAU, S. et al. Superação de dormência em sementes de *Zeyheria montana* Mart. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 6, p. 1744-1748, 2007.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M.; DINIZ, F. O. Germinação de sementes de *Senna siamea* (lam.) H.S. Irwin e Barneby Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 160-164, 2007.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behavior? I. coffee. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 41, n. 9, p. 1.167-1.174, 1990.

EUCATEX. **Isolantes, condicionadores de solo e substratos**. Minério de vermiculita crua concentrada. 2009. Disponível em: <<http://www.eucatex.com.br/eucatex/descricao.asp?B2=&A1=15&A2=104>>. Acessado em: 27 de set de 2013.

FENNER, M. **Seed ecology**. Chapman e Hall, London, 151p. 1993.

FERRAZ-GRANDE, F.G.A.; TAKAKI, M. Efeito da luz, temperatura e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Caesalpinoideae). **Bragantia**, v.65, n.1, p.37-42, 2006.

FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. B. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, C.D. et al. Avaliações biométricas e germinação de sementes de Coaçu (*Triplaris surinamensis* Cham). **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.147-162, 2012.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados (SISVAR). Pacote computacional**. Lavras: UFLA; 2000.

FERREIRA, P.V. Medidas de tendência central e de variabilidade de dados In: **Estatística experimental aplicada à agronomia**, Maceió: EDUFAL, 3 ed., cap. 3, p. 77-121., 2000.

FERREIRA, R.A. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. – faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 24, n.3, p.303-309, 2001.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. SILVA, A. da. **Germinação de sementes de três espécies arbóreas brasileiras**. Revista Instituto Florestal, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 107- 115, jun. 2009.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Santa Rosa, (Caderno didático, nº2). 19p, 2004.

FOWLER, J.A.P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**, Brasília: Embrapa; Colombo, PR: Embrapa Florestas, p. 77-99, 2000.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 27 p. (Documentos, 40). 2000.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, (EMBRAPA Florestas, documentos, 58) 25p., 2001.

FREITAS, A.R. et al. Superação da dormência de sementes de jatobá. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 33, n. 73, p. 85-90, jan./mar. 2013.

GARCIA, D.C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

GARCIA, L.C.; LIMA, D. de. Comportamento de sementes de *Copaifera multijuga* durante o armazenamento. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 3, p. 369 - 375, 2000.

GASPARIN, E. et al. Identificação de substrato adequado para germinação de sementes de *Allophylus edulis* (a. st.-hil., a. juss. & cambess.) radlk. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 625-630, jul. set., 2012.

GONÇALVES, E.P. et al. Potencial fisiológico de sementes de *Parkia platycephala* Benth. CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 3., 2008, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza - CE, 2008. (Cd Rom).

GROOT, S.P.C. et al. Gene expression during loss and regaining of stress tolerance at seed priming and drying. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K.J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H.D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances**. Cambridge: CAB International, p.279-287, 2003.

GUARDIA, M.C.; LAMARCA, E.V. Germinação de sementes de *Maclura tinctoria* (Moraceae) sob diferentes regimes térmicos influenciados pela luz. **Hoehnea**. v.40, n.2, p.373-380, 4 tab. 2013.

GUEDES, M.C.; ALVES, E. U. Substratos e temperaturas para o teste de germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* (O. Kuntze). **Revista Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 525-531, out./dez. 2011.

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

GUEDES, R.S. et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de *amburana cearensis* (all.) a.c. Smith. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.3 p. 116-122, 2010b.

GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M.I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Revista Cerne**, v. 12, n 4, p. 322-328, 2006.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA, E. M. Biometria de frutose endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich ex. A. Juss.). **Revista Cerne**. v.12, n.1, p.84-91, 2006.

HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in germination and amino acid leakage of seed with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**. v.58, n.1, p.7-11, 1976.

HOEKSTRA, F.A.; GOLOVINA, E.A.; NIJSSE, J. What do we know about desiccation tolerance mechanism? In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K.J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H.D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances**. Cambridge: CAB International, p.259-270, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET, 2014. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em: 12 de jan de 2014.

IOSSI, E. et al. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**. v.25, n.2, p.63-69, 2003.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Shard. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 431 p.

KHAZAEI, J.; MOHAMMADI, N. Effect of temperature on hydration kinetics of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Food Engineering**, v. 91, n.4, p.542-552, 2009.

KISSMANN, C. et al. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. **Revista Ciências Agrotecnologia**. v. 32, n. 2, p. 668-674, 2008.

KOHAMA, S. et al. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**. v.28, n. 1, p. 72- 78, 2006.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. 1983. 233 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 1983.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calatropis procera* (Ait.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Sao Carlos: Rima, 2004. 531p.

LEISHMAN, M.R. et al. The evolutionary ecology of seed size.. In: Fenner, M (ed.). **Seeds – the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, CAB International. p. 31-57, 2000.

LIMA, C. R. et al. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 33, n. 2 p. 216 - 222, 2011.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; MACEDO, C. M. P. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Ormosia nitida* Vog. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.171-177, 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. v.2. ed. 2. Editora Plantarum. Nova Odessa – SP. 368 p. 2002.

LULA, A. A. et al. Estudos de agentes químicos na quebra da dormência de *Paspalum paniculatum* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 2, p. 358-366, 2000.

MACHADO, C.F. et al. Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, v.8, n.2, 18-27p, 2002.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 405p.

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**. v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

MARTINS, C.C. et al. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 421-427, jul.-set., 2011.

MARTINS, C.C. et al. Método de colheita e superação de dormência na qualidade fisiológica de sementes de *Cassia ferrugínea*. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33, n. 2, p. 491-498, abr. 2012.

MEDEIROS FILHO, S.; FRANÇA, E. A.; INNECO, R. Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Fawel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 24, n. 2, p. 102-107, 2002.

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 13 p. (Circular Técnica, 127.), 2006.

MELO, E. de. Levantamento da família Polygonaceae no estado da Bahia, Brasil: espécies do semi-árido. **Rodriguésia**. v.50, n.76/77, p. 29-47, 1999.

MELO, E. Polygonaceae da cadeia do Espinhaço, Brasil. **Botânica Brasilica**. v. 14, n. 3, p. 273-300, 2000.

MELO, F.P.L. et al. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, cap. 15, p.237-250, 2004.

MORAES, J.V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Benth (fabaceae - faboideae)**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em agronomia: produção e tecnologia de sementes) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal - SP, 2007.

MORAES, L. A. C. et al. Indução de brotação apical em mudas provenientes de sementes e do enraizamento de estacas de mangostãozeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, n.1, p.665-669, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, p. 21 – 24, 1999.

NASCIMENTO, W. M. O.; NOVEMBRE, A. L. C.; CICERO, S. M. Conseqüências fisiológicas da dessecação em sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), **Revista Brasileira de Sementes**. v. 29, n. 2, p. 38-43, 2007.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes IPEF**, Abr. -1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>. Acesso em: 03 Dez. 2012.

NERY, F. C. **Aspectos da germinação, armazenamento de sementes, crescimento inicial e anatomia de plantas jovens de (*Calophyllum brasiliense* Cambess.)**. 173 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

NEVES, G. et al. Viabilidade e longevidade de sementes de tabebuia aurea benth. & hook. Submetidas a diferentes métodos de armazenamento. **Bioscience Journal**. v. 30, n. 3, p. 737-742, 2014.

- NICOLA, P.A. et al. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schlecht.) D. Dietrich, provenientes do solo e das fezes de *Brachyteles arachnoides* (E. Geoffroy, 1806) (Atelinae – Primates). **Estudo Biologia**. v.34, n.82, p.67-73, 2012.
- NODARI, R.O. et al. Conservação de frutos de palmitero (*Euterpe edulis* Martius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**. v. 22, n. 1, p.1-10, 1998.
- OLIVEIRA, E.C. Morfologia de Plântulas. In: AGUIAR, I.B. DE, PIÑA-RODRIGUES, F.C.M., FIGLIOLA M.B. (coord.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, cap. 5, p.175-213., 1993.
- OLIVEIRA, A.K.M.; SCHLEDER, E.D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth e Hook. F. ex. S. Moore. **Revista Árvore**. v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.
- OLIVEIRA, I.V.M.; ANDRADE, R.A.; MARTINS, A.B.G. Influência da temperatura na germinação de sementes de *Annona montana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 27, n. 2, p. 344-345. 2005.
- OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para a quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.597-603, 2003.
- 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**. v. 24, n. 1, p.85-97, 2001.
- PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.359-367, 2006.
- PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**. v. 18, n. 2, p.143-150, 2008.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P. Métodos para superação da dormência tegumentar em sementes de *Apeiba tibourdou* Aubl. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 4, n.1, p.62-66, 2009.
- PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, p. 56-69, 2000.
- PASSOS, M. A.; TAVARES, K. M. P.; ALAVES, A. R. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.2, n.1, p.51 56, 2007.

PEREIRA, M. V. et al. Avaliação de Métodos de Escarificação na Superação de Dormência de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2011.

PINHO, D. S. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. durante o armazenamento. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 27-33, 2009.

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**, v. 4, n. 2, p. 117-124, 2011.

RAMOS, J. D., et al. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, v.23, n.216, p.64-72, 2002.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da água sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber Ex Ducke - Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**. v.28, n.1, p.163-168, 2006.

RAMOS, M.B.P.; FERRAZ, I.D.K. Estudos morfológico de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoidae). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 31, n. 2, p. 227-235, 2008.

RAMOS, M.B.P.; VARELA, V.P.; RIBEIRO, M.N.; MAFRA, R.M.; BATALHA, L.F.P. Volume de água no substrato e temperatura na Germinação de sementes de mulateiro (*peltogyne paniculata* Benth.) **Ciências Agrária**. n. 48, p. 193-203, jul./dez. 2007.

REIS, D.N.; DAVIDE, A.C.; SOUZA, L.A. Classificação de sementes de *Dendropanax cuneatus* (D.C.) Don. Et PLanch quanto à capacidade de armazenamento. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 15, n. 1, 2, 3, p 317, 2005.

REIS, P.S. et al. Efeito de diferentes substratos na germinação das sementes de *Triplaris americana* L. (Poligonaceae). **Cadernos de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p.01-05, 2012.

RILEY, G.J.P. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**. v.15, n.1, p.75-80, 1981.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life seeds. **Seed Science and Technology**, Switzerland, v. 1, p. 499-514, 1973.

RODRIGUES, A.C.C. et al. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (vell.) Brenan var. *Cebil* (griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano IV, n. 8, 15p. 2006.

ROSS, J.D. Metabolic aspects of dormancy. In: MURRAY, D.R. **Seed physiology**. 2.ed. Melbourne: CRC PRESS, p.45-75. 1943.

SANTARELLI, E.G. **Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2. ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004.

SANTOS, I.R.I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12 p.70-84, 2000.

SCALON, S. P. Q. et al. Potencial germinativo de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. **Cerne**, v. 13, n. 3, p. 321-328, 2007.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical seed**. Humlebaek, Danida Forest Seed Centre, 511 p., 2000.

SEIFFERT, M. **Alguns aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes e anatomia foliar de *Protium widgrenii* Engler**. 2003. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA, A.; FIGLIOLA, M.B.; AGUIAR, I.B. Secagem, extração e beneficiamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 303p., 1993.

SILVA, E.A. et al. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41, n. 2, p. 279-285, 2011.

SILVA, H.P.; et al. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista caatinga**. v.21 n.5, p.178-184, 2008.

SILVA, K.B. **Tecnologia de sementes de *Erythrina velutina* Willd.** 2008, 138f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de sementes) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2008.

SILVA-BRAMBILLA, M.G.; MOSCHETA, I.S. Anatomia foliar de Polygonaceae (Angiospermae) da planície de inundação do alto rio Paraná. **Scientiarum**. v. 23, n. 2, p. 571-585, 2001.

SOUZA JUNIOR, V.T. et al. *Erythrina velutina* willd. (leguminosae-papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude de pernambuco: biometria, embebição e germinação. **Revista Árvore**. v.36, n.2, p.247-257, 2012.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, n. 6, p. 833-841, 2005.

STOCKMAN, A. L. et al. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba*(Ridl.) Sand. – Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**. v.29, n. 3, p.139-143, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009, 819p.

TEDESCO, S.B. et al. Superação de dormência em sementes de espécies de *Adesmia* DC. (Leguminosae). **Revista Brasileira de Agrociência**. v.7 n. 2, p. 89-92, 2001.

VALADARES, J.; DE PAULA, R.C. Temperaturas para germinação de sementes de *Poecilanthe paviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae). **Revista brasileira de sementes**, Londrina, PR, v. 30, n. 2, p. 164-170, 2008.

VARELA, V.P.; RAMOS, M.B.P.; MELO, M.F.F. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Dinizia excelsa* Duckering. **Journal of Agrarian Sciences**. n. 46, p.171-179, 2006.

VARELA, P.V. et al. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Duckering). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 27, nº 2, p.130-135, 2005.

VAUGHTON, G.; RAMSEY, M. Sources and consequences of seed mass variation in *Banksia marginata* (Proteaceae). **Journal of Ecology**. v.86, n.4, p.563-573, 1998.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de semillas em la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtles”, Veracruz, México. **Revista de Biología Tropical**. v.35, n.S1, p.85-96, 1987.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 164 p., 1994.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado** Porto Alegre: Artmed, p. 265-281, 2004.

WESLEY-SMITH et al. The effects of two drying rates on the desiccation tolerance of embryonic axes of recalcitrant jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) seeds. **Annals of Botany**, London, v. 88, n. 4, p. 653-664, July 2001.

ZAIA, J.D.; TAKAKI, M. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (melastomataceae). **Acta Botânica Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 221-229, nov. 1998.