



UFAL

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



CECA

LAÍNE CRISTINE GOMES SAMPAIO

**CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOLÓGICA, GERMINAÇÃO, VIGOR E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ANGICO-VERMELHO [*Parapiptadenia
pterosperma* (Benth.) Brenan].**

Rio Largo - AL
2012

LAÍNE CRISTINE GOMES SAMPAIO

**CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOLÓGICA, GERMINAÇÃO, VIGOR E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ANGICO-VERMELHO [*Parapiptadenia
pterosperma* (Benth.) Brenan].**

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

Orientador: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Vilma Marques Ferreira.

Rio Largo - AL
2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale

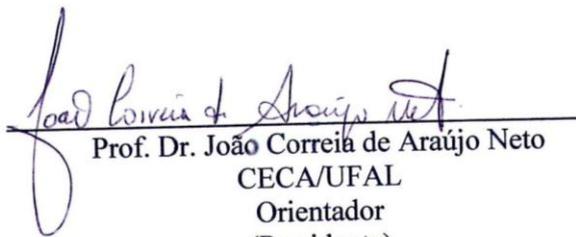
- S192c Sampaio, Laíne Cristine Gomes.
Caracterização biomorfológica, germinação, vigor e armazenamento de sementes de angico-vermelho [Parapiptadenia pterosperma (Benth.) Brenan] / Laíne Cristine Gomes Sampaio. – 2011.
72 f. : il.
- Orientador: João Correia de Araújo Neto.
Dissertação (Mestrado em Agronomia : Produção Vegetal e Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2012.
- Bibliografia: f. 64-72.
1. Angico-vermelho - Sementes. 2. Espécie nativa. 3. Morfologia. 4. Tetrazólio. 5. Longevidade. I. Título.

CDU: 63:582.737

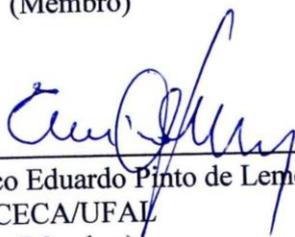
**CARACTERIZAÇÃO BIOMORFOLÓGICA, GERMINAÇÃO, VIGOR E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE ANGICO-VERMELHO [*Parapiptadenia
pterosperma* (Benth.) Brenan].**

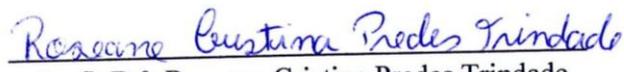
LAÍNE CRISTINE GOMES SAMPAIO
Matrícula: 10130297

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Agronomia (Área de Concentração em “Produção Vegetal”), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Agronomia, tendo sido aprovada pela seguinte Banca Examinadora:


Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
CECA/UFAL
Orientador
(Presidente)


Prof. Dr. José Vieira Silva
Arapiraca/UFAL
(Membro)


Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos
CECA/UFAL
(Membro)


Prof. Dr. Roseane Cristina Predes Trindade
CECA/UFAL
(Membro)

A Deus, fonte de toda força.

Aos meus exemplos de vida, Nilton de Brito Sampaio e Maria Nadege de Araújo Sampaio, que revendo o passado com gratidão e abraçando o presente com serenidade, ajudam a vislumbrar o futuro para seus filhos, netos e bisnetos. Obrigada por serem meus avós.

Aos meus pais, Nilton César de Araújo Sampaio e Adriana Gomes da Silva Sampaio, que trabalharam e sacrificaram seus sonhos em favor dos meus, vocês são responsáveis por este momento tão marcante em minha vida.

Ao meu sempre companheiro, amigo e marido, Marlos Jorge de Oliveira Silva, que me estimulou a dar este grande passo e sempre esteve ao meu lado me encorajando nas horas difíceis e me aplaudindo nos momentos de glória.

Aos meus filhos, Marlos César Sampaio Silva, que há seis anos me ensinou o significado de amor incondicional e Pedro Jorge Sampaio Silva, que já é muito amado mesmo antes de nascer, são os meus maiores incentivos.

E a todos os meus parentes que sempre estiveram presente em minha vida.

Família: meu bem mais precioso...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de ingresso no curso de graduação e pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao orientador, Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto, pelos ensinamentos, auxílio, disponibilidade e por fazer de mim uma pessoa e profissional mais capacitada.

À Prof^ª. Dr^ª. Vilma Marques Ferreira pela co-orientação neste trabalho, demonstrando sua alta capacidade como professora e pesquisadora, além de um espírito humanístico que a qualifica como um ser humano especial.

Aos membros da banca, Prof. Dr. José Vieira Silva, Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos e Prof^ª. Dr^ª. Roseane Cristina Predes Trindade, por terem aceitado participar da avaliação deste trabalho.

À Secretaria do curso da Pós-Graduação nas pessoas de Geraldo Lima, Marcos Antônio e Rinaldo Barros.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, José Gerônimo Torres, Cassimiro José dos Santos, Ana Maria de Goes Tavares e Simone Gazzaneo Gomes pela agradável convivência.

Aos colegas de Laboratório, Bruno França da Trindade Lessa, Jonhclécio Duarte Teixeira, Yolanda de Melo Oliveira e Maria Inajal Rodrigues da Silva das Neves por dividirem suas experiências de pesquisa e pela incontestável ajuda durante as colheitas das sementes e execução dos experimentos.

Aos colegas de Turma de mestrado por enfrentarmos juntos as dificuldades apresentadas no decorrer das disciplinas, sempre com dedicação e alegria.

Meus sinceros agradecimentos.

*"A natureza deve ser considerada como um todo,
mas deve ser estudada em detalhe."*

Mário Bunge

RESUMO

Objetivou-se caracterizar morfometricamente sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, estabelecer as melhores condições para a realização do teste de germinação e vigor, estudar o comportamento das sementes quanto à tolerância ao estresse e monitorar a sua qualidade fisiológica em função de diferentes condições de armazenamento. As sementes foram colhidas de árvores no município de Poço das Trincheiras, Alagoas. O grau de umidade das sementes foi determinado a 105 °C. Foram mensurados comprimento, largura, espessura e o peso de 1000 sementes. As mesmas foram submetidas às temperaturas de 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C e alternada de 20-30 °C na presença e ausência de luz. Para a morfologia, as sementes foram imersas por 24 horas em água destilada, para posterior análise de suas estruturas internas. No pós-seminal, avaliou-se todas as características do processo germinativo. Verificou-se o efeito de diferentes potenciais hídricos através dos potenciais osmóticos 0,0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa, obtidos com soluções aquosas de PEG 6000 e NaCl. Para tanto, foram avaliados, germinação, IVG, comprimentos da parte aérea e raiz e matéria seca através de regressão polinomial. Para o teste de tetrazólio as sementes foram submersas por 2, 3 ou 6 horas em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio nas concentrações de 0,075; 0,25; 0,5 ou 1%, em câmara regulada a 30 °C, no escuro. Elaborou-se um esquema de coloração das sementes, observando-se a presença e localização de danos e as condições físicas das estruturas embrionárias. As médias de germinação, tetrazólio e envelhecimento acelerado foram comparados entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o envelhecimento acelerado, as sementes foram distribuídas em “gerbox” adaptados e incubados a 41 °C por 24, 48, 72 e 96 horas. Após cada período as sementes foram colocadas para germinar em condições ideais. Nas sementes estressadas por 96 horas aplicou-se também o teste de tetrazólio (0,25%/3h). Para análise da longevidade, as sementes foram acondicionadas em embalagens de papel e frascos de vidro hermeticamente fechados. Em seguida, foram armazenadas em geladeira, câmara seca e condições não controladas. Sendo retirados nos períodos de 0, 1, 3, 6 e 9 meses para determinação do grau de umidade, testes de germinação, IVG, comprimento de plântulas e matéria seca. Para tanto, os resultados foram submetidos à regressão polinomial. As sementes com 8,7% de umidade apresentaram em média 14,8; 10,6; 0,85 mm para o comprimento, largura e espessura respectivamente. Um Kg contém aproximadamente 21.274 sementes. As sementes são exalbuminosas, o embrião é axial e os cotilédones são carnosos. A germinação é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonares. Verificou-se comportamento fotoblástico neutro facultativo e temperatura ótima de 30 °C. As sementes submetidas aos efeitos do PEG geminaram até o potencial osmótico de -0,6 MPa e àquelas tratadas com soluções de NaCl apresentaram germinação em todos os potenciais osmóticos estudados. A concentração de 0,25% da solução de tetrazólio por 3 horas foi adequada para avaliação da qualidade fisiológica e vigor das sementes. As sementes embaladas em papel ou vidro podem ficar armazenadas durante nove meses em ambientes de geladeira ou câmara seca sem perder sua qualidade fisiológica.

Palavras-chave: Espécie nativa. Morfologia. Tetrazólio. Longevidade.

ABSTRACT

This study aimed to characterize morphometrically seeds of *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, establish the best conditions for achieving for testing germination and vigor, study the behavior of seed tolerance to stress and monitor the physiological quality for different storage conditions. Seeds were collected from trees in Poço das Trincheiras, Alagoas. The moisture degree of seeds was determined at 105 °C. We measured length, width, thickness and weight of 1000 seeds. They were submitted to temperatures of 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C and 20-30 °C alternating in the presence and absence of light. For morphology to the seeds were dipped for 24 hours in distilled water, for further analysis of their internal structures. In the seminal post, we evaluated the whole process of germination. It was found the effect of different water potentials through osmotic potentials 0,0; -0,3; -0,6; -0,9 and -1,2 MPa, obtained with aqueous solutions of NaCl and PEG 6000. To this end, were evaluated, germination, IVG, length of shoot and root dry matter and through polynomial regression. For tetrazolium seeds were submerged for 2, 3 or 6 hours solution of 2, 3, 5 triphenyl tetrazolium chloride at concentrations of 0.075, 0.25, 0.5 or 1%, in chamber at 30 °C, in the dark. We developed a coloring scheme of seeds, observing the presence and location of damage and the physical conditions of embryonic structures. The averages of germination, tetrazolium and accelerated aging were compared by Tukey test at 5% probability. For the accelerated aging, seeds were distributed in *gerbox* adapted and incubated at 41 °C for 24, 48, 72 and 96 hours. After each period seeds were placed to germinate under ideal conditions. In stressed seeds for 96 hours is also applied the tetrazolium test (0.25%/3h). For analysis of longevity seeds were packed in paper and glass bottles hermetically sealed. They were then stored in the refrigerator, dry chamber and uncontrolled conditions. Being taken at 0, 1, 3, 6 and 9 months to determine moisture content, germination, IVG, seedling length and dry matter. To both, the results were submitted to polynomial regression. Seeds with 8.7% moisture had an average 14.8, 10.6 and 0.85 mm to length, width and thickness respectively. Contains one kilogram approximately 21.274 seeds. The seeds are unalbuminous, the embryo is axial and the cotyledons are invaginados. Germination is epigeous and the seedlings are fanerocotylar. It was observed behavior photoblastic optional neutral and temperature optimum of 30 °C. The seeds subjected to the effects of PEG geminaram to the osmotic potential of -0.6 MPa and those treated with NaCl solutions showed germination at all osmotic potentials studied. Concentration of 0.25% tetrazolium solution for 3 hours was adequate to evaluate the physiological quality and vigor the seeds. Seeds packed in paper or glass can be stored for nine months in environments refrigerator or dry chamber without losing its vigor.

Keywords: Native species. Morphology. Tetrazolium. Longevity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan, angico-vermelho.....	14
Figura 2	Sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan, angico-vermelho.....	27
Figura 3	Distribuição das frequências relativas do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan.....	35
Figura 4	Caracterização morfológica externa (A) e interna (B) de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan.....	36
Figura 5	Variação das fases do desenvolvimento das plântulas de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan, com um (A e B) e dois (C e D) dias após a semeadura.....	38
Figura 6	Variação das fases do desenvolvimento das plântulas de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan, quatro (C1, C2 e C3), seis (D1, D2 e D3) e quinze (E1, E2e E3) dias após a semeadura.....	39
Figura 7	Plântulas anormais (A, C, D, E) e sementes mortas e infestadas (B) de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan.....	40
Figura 8	Poliembrionia em sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan.....	42
Figura 9	Frequência relativa da germinação de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan na luz (♦) e no escuro (◇) em diferentes temperaturas.....	46
Figura 10	Porcentagem de germinação (A); índice de velocidade de germinação (B) de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan em função de diferentes potenciais osmóticos em soluções de PEG e NaCl.....	49
Figura 11	Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) e matéria seca (C) de plântulas de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan em função de diferentes potenciais osmóticos em soluções de PEG e NaCl.....	50

Figura 12	Sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan após o teste de tetrazólio. A-H. Classes para avaliação de vigor e viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio. A-D. Classes de sementes viáveis; E-H. Classes de sementes inviáveis. (A. Classe 1; B-C. Classe 2; D. Classe 3; E. Classe 4; F. Classe 5; G. Classe 6; H. Classe 7).....	52
Figura 13	Sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan submetidas ao teste de tetrazólio (0,25%/96h) após envelhecimento acelerado por 96 horas. A- sementes viáveis com pequenas necroses nos cotilédones; B e C- sementes inviáveis com deterioração em mais de 50% da região cotiledonar.....	53
Figura 14	Germinação (%) de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.....	56
Figura 15	Índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.....	58
Figura 16	Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.....	60
Figura 17	Comprimento da raiz de plântulas de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.....	61
Figura 18	Matéria seca das plântulas de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Concentração de PEG 6000 e NaCl em diferentes potenciais osmóticos a 30 °C.....	30
Tabela 2	Comprimento, largura e espessura de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan.....	33
Tabela 3	Estatística descritiva das pesagens (100 sementes por repetição) obtidas para o cálculo do peso de mil sementes.....	34
Tabela 4	Germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan, submetidas a diferentes temperaturas na presença e ausência de luz.....	45
Tabela 5	Valores médios (%) obtidos nos testes de germinação, tetrazólio na concentração de 0,25% por 3 horas sem e após 96 horas de estresse e envelhecimento acelerado por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas realizados em sementes de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan.....	53
Tabela 6	Grau de umidade (%) de sementes de angico-vermelho (<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante nove meses de armazenamento.....	55

SUMÁRIO

1	I NTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1	Caracterização da espécie estudada.....	14
2.2	Qualidade das Sementes.....	15
2.3	A importância dos biomorfológico das sementes e plântulas.....	15
2.4	A germinação das sementes.....	16
2.4.1	Efeito da temperatura na germinação.....	18
2.4.2	Efeito da luz na germinação.....	19
2.4.3	Efeito do estresse hídrico e salino na germinação.....	20
2.5	Vigor.....	23
2.6	Armazenamento de sementes.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Local de execução do experimento.....	27
3.2	Colheita e preparação das sementes.....	27
3.3	Caracterização biométrica das sementes.....	27
3.4	Desenvolvimento pós-seminal.....	28
3.5	Avaliação do comportamento fisiológico.....	28
3.6	Efeitos dos estresses hídrico e salino.....	29
3.7	Avaliação da metodologia para o uso do teste de tetrazólio.....	30
3.8	Monitoramento da qualidade fisiológica das sementes.....	32
3.9	Análise dos dados.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	Caracterização física e morfológica das sementes.....	33
4.2	Desenvolvimento pós-seminal.....	37
4.3	Efeito da temperatura e luz na germinação.....	43
4.4	Condições de estresse hídrico e salino.....	47

4.5	Melhores condições para a padronização do teste de tetrazólio.....	51
4.6	Monitoramento da qualidade fisiológica das sementes.....	54
5	CONCLUSÕES.....	63
	REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan (angico-vermelho) é nativa, secundária, pertence à família Fabaceae e é encontrada em parte das Regiões Nordeste e Sudeste. Sua madeira é indicada para a construção civil e confecções de móveis. Além disso, a árvore é ornamental e indicada para arborização paisagística (LORENZI, 2002). Porém, a espécie estudada não está inserida no padrão de germinação apresentado nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e faltam registros na literatura referentes à conservação de suas sementes.

Além da importância das florestas para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e o fornecimento de diversos produtos úteis ao homem, tem-se aumentado a necessidade da recuperação de áreas degradadas, devido aos problemas ambientais encontrados na atualidade. Entretanto, não há informações disponíveis para o manejo e conservação da maioria das espécies nativas. Ressalta-se, portanto, a importância de trabalhos com essas espécies para que as mesmas possam ser enquadradas nos padrões das Regras para Análise de Sementes com o propósito de facilitar sua comercialização e incluí-las em programas de reflorestamento.

Ressalta-se que o setor florestal contribui com uma parcela importante para a economia brasileira, gerando produtos para consumo direto ou para exportação, gerando impostos e emprego para a população e, ainda, atuando na conservação e preservação dos recursos naturais renováveis (LADEIRA, 2002).

Aguiar (1995) destaca a importância de preservar a qualidade das sementes por determinado período de tempo, principalmente para espécies que apresentam produção irregular de sementes, sendo abundante em determinado ano e escassa em outros anos, bem como para espécies cujas sementes perdem a viabilidade rapidamente. A utilização de sementes de baixa qualidade tem sido um dos fatores responsáveis pela formação inadequadas de mudas de espécies florestais, com reflexos negativos no estabelecimento e na uniformização dos povoamentos (CORVELLO et al., 1999).

Neste contexto, foram avaliados dados de biometria e morfologia de sementes; condições de temperatura e luz; sensibilidade ao estresse hídrico e salino; aplicações de testes de vigor e condições de ambientes e embalagens para conservação das sementes de angico-vermelho com o objetivo de caracterizar morfometricamente as sementes, estabelecer as melhores condições para a realização do teste de germinação e vigor, estudar o

comportamento das sementes quanto à tolerância ao estresse, além de monitorar a sua qualidade fisiológica em função de diferentes condições de armazenamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da espécie estudada

Parapiptadenia pterosperma (Benth.) Brenan, é uma espécie nativa secundária, semidecídua, heliófita até ciófito, seletiva xerófito, conhecida popularmente por angico-roxo, angico-de-flor-roxa e angico-vermelho (LORENZI, 2002). Pertence à família Fabaceae e ocorre no Nordeste (Bahia), Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro) – Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) (CARVALHO, 2002; MORIM, 2010). Encontra-se preferencialmente no interior de formações primárias e capoeirões, em elevação do terreno, meia-encosta e várzeas aluviais bem drenadas. Frequentemente também é encontrada como árvore isolada em áreas abertas, principalmente no norte do Espírito Santo (LORENZI, 2002).

Apresenta altura de 12 a 20 m, tronco ereto e mais ou menos cilindro, de 30 a 80 cm de diâmetro com casca rugosa. As Flores são apícolas de cor arroxeadas, fruto legume deiscente, achatado, ondulado, de coloração marrom-avermelhada, contendo de 4 a 8 sementes aladas. A madeira é indicada para a construção civil, como caibros e vigas, para confecção de móveis e esquadrias, rodas e arcos, marcos para portas e janelas, fôrmas para calçados e carrocerias. A árvore é ornamental e indicada para a arborização paisagística, produz anualmente abundante quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas pelo vento (Figura 1). Floresce durante os meses de outubro a novembro e os frutos amadurecem em agosto a setembro (LORENZI, 2002).

Figura 1: *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, angico-vermelho.



Fonte: Lorenzi, 2002.

2.2 Qualidade das Sementes

A semente é considerada o mais importante insumo agrícola. Em primeiro lugar, porque conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho do cultivar; ao mesmo tempo, contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande desejado, fornecendo a base para a produção rentável (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Peske (2011), 97% das plantas existentes produzem sementes, elas fornecem um meio mais seguro para a reprodução sexual, e apresentam enormes vantagens em ambientes secos, tanto em termos de resistência como em propagação em grandes distâncias.

Em abril de 1869, o professor Dr. Friedrich Nobbe deu início a uma análise científica das sementes comercialmente vendidas na Saxônia, Alemanha. Foram descobertos vários problemas na comercialização dessas sementes, o que comprometia a produção agrícola e a segurança alimentar do país. A partir daí foram lançados vários métodos para determinar a qualidade das sementes (MUSCHICK, 2010).

As espécies florestais nativas ocupam importante e crescente espaço no mercado de sementes. Porém, ainda existe uma lacuna para se formalizar as atividades de comercialização e controle de qualidade com sementes dessas espécies, tanto por falta de conhecimento do comportamento biológico, como de padrões estabelecidos para a sua comercialização. Apesar do grande número de espécies nativas comercializadas no Brasil para fins de recomposição florestal, poucas estão incluídas nas Regras para Análise de Sementes de 2009 (SARMENTO E VILLELA, 2010).

Segundo o mesmo autor, as pesquisas com sementes arbóreas nativas devem ser incrementadas, sobretudo quanto aos aspectos fisiológicos envolvidos na germinação, dormência e conservação da viabilidade mediante diferentes condições de armazenamento.

2.3 A importância dos estudos biomorfológicos das sementes e plântulas

O estudo da morfologia interna e externa das unidades dispersoras é necessário, pois fornece informações sobre, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983). Além de contribuir para o planejamento do tipo de beneficiamento da semente (GROTH E LIBERAL, 1988).

As variações em tamanho, forma, peso, aspecto superficial da testa e coloração das sementes, são consideradas de grande importância na identificação das mesmas (BELTRATI, 1994). Além disso, segundo Rodrigues et al. (2006), a caracterização biométrica é importante para diferenciação da intensidade de variação das espécies relacionada a fatores ambientais, além das reações das populações, quando estabelecidas em outro ambiente, principalmente

quando a espécie possui ampla distribuição geográfica e adaptação a diversos ecossistemas.

De acordo com Moraes (2007), estudos como esse, além de permitir informações prévias sobre a germinação das sementes, como, caracterizar problemas de dormência relacionados com a sua morfologia, como por exemplo, testa impermeável, que impossibilita a entrada de água e gases, ou mesmo dormência causada pela imaturidade do embrião. Também, facilitam pesquisas sobre banco de sementes do solo, bem como para auxiliar na identificação de espécies em estudos de regeneração natural de áreas degradadas.

Oliveira (1993) observou, através de estudos realizados, que as informações morfológicas comprovando a similaridade de plântulas de taxa diferentes podem prover dados para o estabelecimento de sinonímia de gêneros; da mesma forma, a diversidade de tipos de plântulas dentro de um gênero pode ser uma indicação de sua heterogeneidade na atual classificação e sistemática. Portanto, as sementes e plântulas, quando consideradas em conjunto, podem revelar muito acerca da história ecológica e evolutiva de qualquer grupo de plantas. A combinação de caracteres da semente e do adulto, representados na plântula, pode fornecer numerosos indícios para a identificação das espécies no campo e em amostras de sementes (BELTRATI, 1994).

Segundo Larcher (2004), o estágio de plântula é uma fase decisiva para a sobrevivência de um indivíduo e para a distribuição espacial de uma população, pois uma espécie somente é capaz de ocupar de maneira permanente um habitat na qual um indivíduo supere os estágios mais sensíveis do ciclo de vida.

Para a classificação das plântulas leva-se em consideração o comprimento do hipocótilo, a exposição e a natureza dos cotilédones. Na germinação epígea o crescimento do hipocótilo faz com que os cotilédones se elevem acima do solo, enquanto na hipógea o hipocótilo é curto, de modo que os cotilédones permanecem no solo. Uma planta é criptocotiledonar quando seus cotilédones permanecem envolvidos pelos tegumentos, e fanerocotiledonar quando estão livres. Cotilédones carnosos apresentam função principal armazenadora de energia, enquanto cotilédones foliáceos são predominantemente fotossintéticos, fazendo o papel de verdadeiras folhas (CARDOSO, 2008).

2.4 A germinação das sementes

Como as sementes constituem o principal veículo de multiplicação de espécies cultivadas, a base da produtividade agrícola está assentada na obtenção de populações adequadas de plantas por unidade de área, por isso, tornam-se importantes estudos que

venham aprimorar os conhecimentos sobre o processo de germinação e os efeitos de fatores que possam beneficiá-lo ou prejudicá-lo (MARCOS FILHO, 2005).

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela raiz primária. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é reconhecida como tal, desde que as plântulas apresentem tamanho suficiente para que se possa avaliar a normalidade de suas partes e a sua possibilidade de sobrevivência (LABORIAU, 1983). Tanto os botânicos como os tecnólogos consideram que a germinação tem início com a embebição (MARCOS FILHO, 2005). Do ponto de vista fisiológico, germinar é simplesmente sair do repouso e entrar em atividade metabólica (BORGES e RENA, 1993).

A germinação faz uso da energia proveniente da respiração, e como uma semente, por mais baixo que seja seu teor de água, nunca deixa de respirar, poder-se-ia, então, dizer que o processo de maturação/germinação é ininterrupto; o que ocorre entre essas duas etapas aparentemente distintas é apenas uma redução da intensidade do fenômeno a tal ponto que parece nada estar ocorrendo (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Devido ao baixo nível metabólico na semente seca, é necessário a embebição, para que haja aumento da respiração e se inicie o desdobramento das reservas, tanto no eixo embrionário como nos tecidos de armazenamento. A embebição também tem o papel de promover a expansão celular, o que determina fisicamente o crescimento do embrião e, conseqüentemente, a germinação (BORGES E RENA, 1993).

Segundo Cardoso (2008), em plena disponibilidade de água, a embebição apresenta em muitos casos um padrão trifásico: na fase I, o teor de água da semente aumenta rapidamente. Sendo um processo físico que depende somente da ligação da água a matriz da semente (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004); a fase II caracteriza-se pela estabilização no conteúdo de água e ativação dos processos metabólicos necessários para o início do crescimento do embrião e na fase III há outro aumento no teor de água, em decorrência do crescimento do embrião.

A germinação é uma seqüência de eventos fisiológicos influenciados por vários fatores intrínsecos e extrínsecos às sementes. Cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais (BORGES E RENA, 1993). As pesquisas sobre esses fatores são importantes não apenas sob o ponto de vista tecnológico, voltado a determinar as condições a serem adotadas no teste padrão de germinação, mas também sob o ponto de vista ecofisiológico, que possibilita compreender o comportamento das espécies em condições naturais (FIGLIOLIA; AGUIAR; SILVA, 2009).

2.4.1 Efeito da temperatura na germinação

As variações da temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). As sementes apresentam comportamento variável frente a esse fator, não havendo uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies (VALADARES E DE PAULA, 2008). Portanto, é de interesse ecofisiológico a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima (OLIVEIRA; ANDRADE; MARTINS, 2005). A temperatura mínima de germinação é a temperatura abaixo da qual as sementes não germinam, a temperatura máxima é a temperatura acima da qual também não ocorre germinação, e a temperatura ótima é a temperatura ou intervalo de temperatura na qual as sementes germinam mais rapidamente e/ou em maior porcentagem (LABORIAU, 1983).

As temperaturas acima da ótima aceleram a velocidade de germinação, mas o número de sementes que conseguem completa-lo vai caindo rapidamente, enquanto, temperaturas abaixo da ótima tendem a reduzir a velocidade de germinação, expondo a plântula por um maior período de tempo a fatores adversos do ambiente (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

Acima e abaixo dos limites máximo e mínimo, respectivamente, pode ocorrer a morte das sementes (BORGES E RENA, 1993). Ou ainda, variações de temperaturas acima ou abaixo da ótima, podem induzir o fenômeno de termoinibição (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000). Este, porém, não corresponde a uma inibição permanente; caso a temperatura retorne a níveis adequados, as sementes tornam-se aptas a reassumir o metabolismo em direção à germinação (SOUSA et al., 2008).

Há também espécies que exigem temperaturas alternadas, principalmente aquelas que não foram submetidas a processo intenso de domesticação (MARCOS FILHO, 2005). Essa alternância corresponde, provavelmente, a uma adaptação às flutuações naturais do meio ambiente (NASSIF; VIEIRA; FERNANDES, 1998).

A faixa de 20 a 30 °C mostra-se adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais (BORGES E RENA, 1993). A temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies florestais nativas vem sendo determinada por alguns pesquisadores. Como exemplos, foram definidas como ótima para germinação, a temperatura constante de 20 °C ou 30 °C ou alternada de 25-35 °C para sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (VALADARES E DE PAULA, 2008); a de 30 °C para as sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. e as de 20 °C, 25 °C ou 20-30 °C para as sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina* (FIGLIOLIA; AGUIAR; SILVA,

2009); Brancalion; Novembre; Rodrigues (2010), recomendam as temperaturas de 25 °C para as espécies do bioma Cerrado e Mata Atlântica e de 30 °C para as espécies do bioma Amazônia.

2.4.2 Efeito da luz na germinação

Outro fator estressante importante para a germinação das sementes de espécies florestais é a luz. Segundo Borges e Rena (1993), a sensibilidade das sementes à luz é bastante variável, de acordo com a espécie. Em geral, a luz vermelha estimula a germinação, ao passo que a vermelho-distante a inibe.

O responsável pela fotorreação, controlando a germinação, é um pigmento denominado fitocromo; trata-se de uma cromoproteína solúvel, presente no citoplasma de células do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 2005). As duas formas do fitocromo podem ser simbolizadas por Fv e Fve. A primeira, inativa, absorve luz vermelha, com pico de absorção máxima em 660 nm. Quando o Fv é ativado pela luz vermelha, converte-se na segunda forma, o Fve (pico de absorção máxima em 730 nm) que é a forma ativa e, para a maior parte das sementes fotoblásticas promove a germinação (ZAIDAN E BARBEDO, 2004). Por outro lado, a forma ativa (Fve) é convertida pela exposição da forma inativa (Fv), tanto pela ação da luz vermelho-distante como pela ausência de luz (escuro) (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

A luz branca, devido sua composição espectral e características de absorção do fitocromo, tem efeito semelhante ao da luz vermelha (BORGES E RENA, 1993).

As sementes, de acordo com a sua resposta à presença de luz, são classificadas em fotoblásticas positivas, beneficiadas pela luz, fotoblásticas negativas, prejudicadas, e não fotoblásticas ou indiferentes (MARCOS FILHO, 2005). Klein e Felipe (1991), denominaram o caráter fotoblástico positivo de preferencial, quando alguma germinação ocorre na ausência de luz, e de absoluto, quando a germinação é nula na ausência de luz.

Desta forma, Araújo Neto et al. (2002) classificaram as sementes recém-colhidas de *Guazuma ulmifolia* Lam. em fotoblásticas positivas preferenciais; Silva; Rodrigues; Aguiar (2002), consideraram as sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão como fotoblásticas negativas preferenciais. E as sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J.F. Macbr. (HENICKA et al., 2006) e *Solanum sessiliflorum* Dunal armazenadas por seis meses, (STEFANELLO et al., 2008) foram classificadas como fotoblásticas neutras;

A luz solar pode atuar estimulando ou inibindo o processo de germinação, em função da qualidade da luz, se alterada pelo sombreamento, ou pelas condições de nebulosidade e

pela sua fluência (TAKAKI, 2005). A luz filtrada pelo dossel (com baixa razão V/VE) reduz o fotoequilíbrio ou estado fotoestacionário do fitocromo (F_{ve}/fitocromo total) inibindo a germinação. Do mesmo modo, a ação da cobertura vegetal e/ou dos tecidos que envolvem as sementes, durante sua maturação na planta mãe podem fazer com que o fotoequilíbrio seja baixo ao final do seu desenvolvimento. Portanto, uma semente amadurecida num ambiente rico em VE (como sob dossel) pode ter sua germinação inibida e apresentar maior dormência (CARDOSO, 2008).

2.4.3 Efeito do estresse hídrico e salino na germinação

Em condições naturais e agrícolas, as plantas estão expostas a condições ambientais desfavoráveis, o que resulta em algum grau de estresse. O déficit hídrico e a salinidade estão entre os principais estressores que restringem o crescimento vegetal, de tal modo que as produtividades de biomassa ou agronômicas no final da estação expressam apenas uma fração do seu potencial genético (TAIZ E ZEIGER, 2009).

Estudos sobre relações hídricas são importantes para o conhecimento da biologia das sementes (VILLELA, 1998). Segundo Alpert e Oliver (2002), tolerância à dessecação é uma forma de tolerância à seca. No entanto, a capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas em relações a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al. 2005). Portanto, a habilidade de tolerar a dessecação que as sementes ortodoxas apresentam, podendo sobreviver durante longos períodos sob condições adversas, tem sido o mecanismo adaptativo que permite a distribuição de plantas em climas hostis (BRADFORD, 1995).

Para as plantas que não são verdadeiramente resistentes à seca, a sobrevivência durante períodos secos requer somente um programa apropriado para a produção de sementes resistentes a dessecação ou órgãos perenes especialmente resistentes à dessecação. No caso das *pluvioterófitas*, plantas efêmeras vasculares que germinam após forte chuvas e rapidamente completam seu ciclo de desenvolvimento, a maioria dessas espécies sobrevivem durante o período de seca na forma de sementes tolerantes a dessecação (LARCHER, 2004).

Um grande grupo de genes regulados por estresse osmótico foi descoberto pelo exame de embriões que se desidratam naturalmente durante a maturação da semente. Esses genes codificam as proteínas LEA (Late Embryogenesis Abundant) e suspeita-se que eles desempenhem um papel na proteção da membrana celular, pois se acumulam em tecidos vegetativos durante episódios de estresse osmótico. Seu papel protetor pode estar associado à capacidade de reter água e de evitar, durante a desidratação, a cristalização de importantes

proteínas e outras moléculas. Elas também podem contribuir para a estabilização de membranas (TAIZ E ZEIGER, 2009). Paralelamente, a longevidade das sementes ortodoxas também é associada aos níveis de carboidratos solúveis. Sugere-se que a sacarose atua na proteção de estrutura e funcionamento dos fosfolipídios durante a desidratação e a rafinose serviria para prevenir a cristalização da sacarose durante a secagem e, portanto, conferir proteção à membrana (MARCOS FILHO, 2005).

A solução de polietilenoglicol (PEG) tem sido utilizada em soluções aquosas, como meio osmótico para simular o estresse hídrico que ocorre no campo (CARVALHO et al., 2007). Trata-se de um polímero de elevado peso molecular (6.000 dalton), inerte, não tóxico, que não penetra nas células das sementes (HASEGAWA et al., 1984). Podendo também, reduzir a disponibilidade de oxigênio em virtude de sua alta viscosidade, afetando o processo germinativo (BRADFORD, 1995).

Além da seca, a salinidade é um problema cada vez maior para a agricultura, sendo que o aumento desta última prejudica a vegetação nativa em consequência dos efeitos tóxicos e osmóticos dos sais na germinação e crescimento das plantas (GHASSEMI; JAKEMAN; NIX, 1995). Segundo Freire (2000), a proporção de solos salinizados está aumentando em virtude do emprego incorreto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade transformando terras férteis e produtivas em terras impróprias para a agricultura. Entre os elementos que contribuem para a salinização dos solos, estão Ca, Mg, Na, K, Cl, S e o íon carbonato.

Entre os efeitos da salinidade, os iônicos resultam da elevada absorção de íons, especialmente Na^+ e Cl^- , que alteram a homeostase da célula quando em altas concentrações, enquanto os efeitos osmóticos, decorrentes da redução do potencial hídrico do meio de crescimento, acarretam a diminuição da disponibilidade de água para a semente, plântula ou planta (HASEGAWA et al., 2000).

Freire (2000) menciona que em concentrações elevadas, os íons Na^+ e Cl^- causam intumescimento do protoplasma, afetando a atividade enzimática, causando alterações quantitativas e qualitativas no metabolismo, o que resulta em baixa produção de energia, distúrbios na assimilação do nitrogênio, alterações no padrão de aminoácidos e no metabolismo das proteínas. As enzimas responsáveis pela germinação das sementes, como por exemplo, a α -amilase, só são ativas na presença de água. Desta forma, a restrição hídrica causada pelo aumento da salinidade pode afetar a atividade enzimática e a germinação das sementes (DANTAS et al., 2003).

De acordo com Paranychianakis e Chartzoulakis (2005), os efeitos negativos da salinidade sobre o crescimento das plantas estão associados a sua interferência nos processos de assimilação líquida por unidade de área foliar, de translocação de carboidratos para tecidos drenos e no desvio de fontes de energia para outros processos, tais como: ajustamento osmótico, síntese de solutos compatíveis, reparo de danos causados pela salinidade e manutenção dos processos metabólicos básicos.

Um grau moderado de resistência ao sal em plantas é útil na tentativa de utilização de solos afetados por sais em regiões secas. Considerando que aproximadamente um terço da superfície terrestre do planeta é árida ou semi-árida, e que dessa área, estima-se que metade seja afetada por sais (LARCHER, 2004). De acordo com Barros et al. (2004), no Nordeste brasileiro a área de insuficiência hídrica abrange uma superfície de 150 milhões de hectares e a maioria dos perímetros de irrigação nessa região, apresenta solos com alto teor de salinidade, que podem provocar desde a diminuição nos rendimentos das culturas até o abandono das áreas exploradas.

As halófitas são nativas de ambientes salinos e completam seu ciclo de vida naqueles ambientes. As glicófitas, não tem resistência ao sal no mesmo grau que as halófitas (TAIZ E ZEIGER, 2009). Estas apresentam sementes que permanecem dormentes sem perda de viabilidade, em altas concentrações salinas, e depois germinam prontamente quando a concentração de sal é reduzida, caracterizando uma resposta de recuperação (BASKIN E BASKIN, 2001).

Os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, e isto ocorre como resultado do retardamento na mobilização das reservas (GOMES FILHO et al., 1983) e distúrbios nas membranas celulares, o que causa um aumento na perda de substâncias de reserva (PRISCO, 1987), de forma que a taxa de crescimento e a produção de biomassa são bons critérios para avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta de superar o estresse salino (LARCHER, 2004).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), durante a dessecação do solo, a planta pode obter uma quantidade limitada de água do seu perfil, causando sempre decréscimo dos potenciais hídricos. Na maioria dos ambientes salinos, uma quantidade grande de água está disponível, a um potencial hídrico baixo e constante. Portanto, a principal diferença entre os ambientes de baixo potencial hídrico causado por salinidade *versus* dessecação do solo é a quantidade total de água disponível.

2.5 Vigor

Quando as condições ambientais se desviam das mais adequadas, cresce a importância da consistência da metodologia utilizada para a identificação do potencial fisiológico, recomendando-se a realização de um conjunto de testes (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Popinigis (1985), a qualidade de um lote de sementes compreende uma série de atributos que determinam seu valor para semeadura, sendo de natureza genética, física, fisiológica e sanitária. Os lotes vigorosos têm maior probabilidade de sucesso quando expostos a ampla variação das condições do ambiente. Porém, de acordo com Marcos Filho (2005), tais lotes podem fracassar em situações drásticas. Assim, mesmo sabendo que um lote apresenta alto vigor, não há garantia total de um desempenho superior ou favorável. Há apenas, maior probabilidade de um melhor desempenho em relação a lotes menos vigorosos.

O vigor de sementes é definido pela AOSA (1983) como uma das propriedades das sementes que determina seu potencial para uma emergência rápida e uniforme com o desenvolvimento de plântulas normais em uma ampla faixa de condições ambientais.

O teste de germinação conduzido de acordo com as Regras para Análise de Sementes tem alto grau de confiabilidade de reprodução de resultados, mas apresenta limitações quando o objetivo é estimar o potencial de emergência de plântulas em campo especialmente sob condições menos favoráveis de ambiente (MARCOS FILHO, 2011). Por esse e outros motivos, os testes de vigor assumem grande importância na composição de programas de controle de qualidade.

A deterioração das sementes é inevitável e o vigor diminui à medida que a deterioração aumenta. De acordo com Delouche (2002), a deterioração tem uma conotação negativa, enquanto o vigor tem uma conotação extremamente positiva; o vigor diminui à medida que a deterioração aumenta. Deterioração é o processo de envelhecimento e morte da semente, enquanto vigor é o principal componente da qualidade afetado pelo processo de deterioração. No entanto, a relação entre germinação com deterioração e vigor é similar.

A classificação de MacDonald Jr. (1975), segundo Marcos Filho (2005), separa os testes da seguinte maneira: (i) testes físicos: avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes possivelmente associadas ao vigor; (ii) testes fisiológicos: procuram determinar atividade fisiológicas específicas, cuja manifestação depende do vigor; (iii) testes bioquímicos: avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes e (iv) testes de resistência que avaliam o desempenho de sementes expostas a estresses.

O método da velocidade de germinação baseia-se no princípio de que os lotes que apresentam maior velocidade de germinação de sementes são os mais vigorosos, ou seja, que há relação direta entre a velocidade e o vigor das sementes (NAKAGAWA, 1999).

Segundo Marcos Filho (2011), a avaliação do comprimento de plântulas ou de suas partes (raiz primária, hipocótilo, epicótilo) geralmente segue as instruções para germinação contidas nas Regras para Análise de sementes. Com o propósito de que as sementes mais vigorosas originam plântulas mais desenvolvidas, traduzindo a eficiência da ação de mecanismos de reparo e da mobilização de reservas e síntese de novos tecidos durante a germinação.

Outra maneira de avaliar o crescimento da planta é através do teste de matéria seca. De acordo com Nakagawa (1999), as sementes vigorosas proporcionam maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria.

O teste de tetrazólio tem como objetivo principal distinguir as sementes viáveis das não viáveis. Uma avaliação cuidadosa, baseada nos padrões de coloração e de sanidade dos tecidos, torna possível separar diferentes categorias de sementes dentro desses dois grupos (BRASIL, 2009). Segundo esta, sementes viáveis são aquelas capazes de produzir plântulas normais em um teste de germinação sob condições favoráveis. Tais embriões colorem completamente e, se parcialmente coloridos, os padrões de coloração apresentados ainda indicam que a semente é viável. Sementes não viáveis apresentam colorações não bem caracterizadas ou definidas e, ainda, com estruturas essenciais flácidas ou não coloridas.

Ainda sobre o assunto, França Neto (1999) enfatiza que, o teste de tetrazólio apresenta as seguintes vantagens: não é afetado por diversas condições que podem alterar o teste padrão de germinação, como a presença de fungos; analisa as condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente individualmente; permite rápida avaliação da viabilidade; permite a identificação de diferentes níveis de viabilidade; fornece o diagnóstico da causa da perda da viabilidade das sementes; e requer equipamento simples e barato.

De acordo com Marcos Filho (2011), apesar da relativa subjetividade da interpretação, o aprimoramento da metodologia, produções de ilustrações detalhadas para a identificação das diferentes categorias de sementes e a intensificação do treinamento de analistas permitirá aprimorar os procedimentos e ampliar a abrangência das espécies envolvidas, constituindo iniciativas importantes para a diversificação da utilização do teste de tetrazólio.

2.6 Armazenamento de sementes

Depois que as sementes são colhidas, e antes de serem comercializadas ou utilizadas para sementeira, elas devem ser armazenadas adequadamente, a fim de reduzir ao mínimo o processo de deterioração. Assim, o armazenamento pode ser conceituado como a preservação da qualidade das sementes até que elas sejam utilizadas para sementeira (CARNEIRO E AGUIAR, 1993). Segundo este autor, as condições fundamentais para o armazenamento das sementes são a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento. As sementes da maioria das espécies conservam melhor sua qualidade quando mantidas em ambiente o mais seco e o mais frio possível.

Alguns fatores podem influenciar o potencial de armazenamento das sementes, são exemplos destes: a composição química e o grau de maturação no momento da colheita. Sendo assim, substâncias de reserva presentes na semente como os óleos, que são mais instáveis que o amido, podem causar a deterioração rápida da semente por meio do processo de peroxidação de lipídios (KRAMER E KOZLOWSKI, 1972); sementes colhidas antes ou depois do ponto de maturidade fisiológica tem menos potencial de armazenamento, ou por não terem atingido ainda o máximo vigor, ou por já terem iniciado o processo de deterioração (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

No entanto, entende-se que a deterioração não pode ser evitada, mas pode ser controlada, através do armazenamento adequado, que está entre as estratégias de conservação *ex situ* mais utilizadas, por preservar as características genéticas das sementes até que sejam semeadas (NODARI et al., 1998). Sobre os meios de conservação, Santos (2000) explica que a conservação *ex situ* se refere à manutenção de espécies vegetais fora do seu ambiente natural através de coleções de plantas no campo, em bancos de sementes, ou de coleções de plântulas em bancos *in vitro*; enquanto *in situ* refere-se à manutenção das espécies selecionadas no seu habitat, em parques e reservas ecológicas.

As sementes foram classificadas de acordo com Roberts (1973) em ortodoxas, conservam-se quando mantidas com teor de água baixo (aproximadamente 5%) e em ambiente com temperatura baixa (-18 °C). E recalcitrantes, as sementes são sensíveis à dessecação e a baixa temperatura do ambiente de armazenamento. Ellis; Hong; Roberts (1990) propuseram uma classificação intermediária entre as sementes ortodoxas e recalcitrantes criando a categoria das sementes intermediárias. Estas são conservadas com teores de água entre 10% e 12% e não sobrevivem em temperaturas baixas e durante período de tempo prolongado (HONG E ELLIS, 1996). Além disso, segundo estes autores, se há necessidade de conservação de sementes, é essencial saber se as espécies mostram

comportamento de armazenamento de sementes ortodoxo, intermediário ou recalcitrante, a fim de determinar em primeiro lugar, o ambiente de armazenamento mais adequado, e em segundo, uma probabilidade bem-sucedida para a duração do armazenamento.

Para a escolha da embalagem devem ser consideradas as condições envolvidas no estabelecimento do ponto de equilíbrio higroscópico entre as sementes e atmosfera circundante (PUPIM et al., 2009). De acordo com Carneiro e Aguiar (1993), as embalagens permeáveis podem ser utilizadas para armazenamento em câmara seca, devendo as sementes apresentar grau de umidade de 9 a 12%, dependendo da espécie; embalagens semipermeáveis podem ser utilizadas quando as condições não são demasiadamente úmidas e o período de armazenamento não é muito prolongado, enquanto que as sementes acondicionadas em embalagens impermeáveis podem ser armazenadas em qualquer condição de ambiente, devendo ser evitada temperatura excessivamente alta.

As sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC) resistem ao nitrogênio líquido quando desidratadas a 4,2% de água por pelo menos 360 dias (MARTINS et al., 2009). PUPIM et al. (2009), trabalharam com sementes de *Magnolia ovata* St. Hil., e as condições de 10,9% de água e 15 °C ou 20 °C de temperatura do ambiente favoreceram o armazenamento das mesmas. Benedito et al. (2011), recomendam embalagem de vidro ou saco plástico para o acondicionamento de *Piptadenia moniliformes* Benth. por 210 dias em ambiente controlado (18-25 °C, ±60% UR). Para obtenção de mudas de qualidade da espécie *Geoffroea spinosa* Jacq., e conservação ex situ, recomenda-se o acondicionamento das sementes em embalagens de plástico armazenadas em câmara fria até 60 dias (SOUZA et al., 2011).

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 (CECA) da Universidade Federal de Alagoas, no município de Rio Largo (09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude), Estado de Alagoas.

3.2 Colheita e preparação das sementes

As sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, angico-vermelho (Figura 2), foram colhidas manualmente de árvores pertencentes a vários fragmentos florestais localizados nas proximidades do município de Poço das Trincheiras, Alagoas. No período de agosto de 2011. Antes de iniciar os ensaios, procedeu-se a limpeza, homogeneização e determinação do grau de umidade das sementes, utilizando, duas amostras de 20 sementes, submetidas ao método estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ prescrito pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Figura 2: Sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, angico-vermelho.



Fonte: Autora, 2012.

3.3 Caracterização biométrica das sementes

Para a caracterização física, foram utilizadas oito repetições de 100 sementes, sendo determinados, comprimento (mm), largura (mm) e a espessura (mm) das sementes, para tanto, os dados foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital, sendo o comprimento medido da base até o ápice e a largura e espessura medidas na linha mediana das sementes. Para cada variável, foram calculados a média, a moda, a mediana, a amplitude de variação, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação, segundo Banzato e Kronka (1992).

Os dados de comprimento, largura e espessura de sementes foram agrupados em classe para melhor apresentação no histograma de frequência. 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

A determinação do peso de mil sementes foi realizada pela pesagem de oito repetições de 100 sementes, em seguida, calculou-se a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Como o coeficiente de variação não excedeu 4% multiplicou-se a média por 10, e assim obteve-se o peso de mil sementes, conforme a RAS (Brasil, 2009).

3.4 Desenvolvimento pós-seminal

Neste ensaio, foram descritos e ilustrados, diariamente, os estádios de desenvolvimento e diferenciação das plântulas, com base em Oliveira (1993). Foram observados também o tipo de germinação, bem como as anormalidades que podem ocorrer nas plântulas durante os testes de germinação. Para tanto, quatro repetições de 15 sementes de *P. pterosperma*, foram semeadas em duas folhas de papel “germitest” previamente autoclavado, e cobertas por uma terceira folha. O conjunto foi enrolado e acondicionado em sacos de plástico para posterior colocação em germinador a 30 °C, sob luz constante. Sendo, umedecidas com água destilada em quantidade equivalente a 2 vezes o seu peso.

3.5 Avaliação do comportamento fisiológico

Por ocasião do teste de germinação, foi realizada assepsia nas sementes utilizando álcool 70%, durante um minuto com posterior lavagem em água destilada, e em seguida, as mesmas foram semeadas em duas folhas de papel de filtro autoclavado, umedecido diariamente em água destilada. Para tanto, as sementes foram postas em caixas de plástico do tipo “gerbox” (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) transparente para os tratamentos com luz e preto para os tratamentos de escuro. Em seguida, foram incubadas em câmara de germinação (B.O.D.) nas temperaturas de 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, e alternada de 20-30 °C (12h/12 horas).

Conjuntamente com o teste de germinação, calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG), considerou-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais, com suas estruturas essenciais, mostrando potencial para continuar seu desenvolvimento (BRASIL, 2009; LABOURIAU, 1983). Utilizou-se para o cálculo do IVG a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ sendo que:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

G = número de plântulas normais computadas nas contagens;

N = número de dias da semeadura.

3.6 Efeitos dos estresses hídrico e salino

Para verificar o efeito de diferentes potenciais hídricos no processo germinativo, o polietileno glicol (PEG 6000) foi utilizado como agente osmótico, sendo as soluções preparadas de acordo com Vilella; Doni-Filho e Sequeira (1991). Para o estresse salino, utilizou-se o NaCl, e as soluções salinas preparadas a partir da equação de Van't Hoff:

$\psi_s = - CiRT$, em que:

ψ_s = potencial osmótico (MPa);

C = concentração de solutos da solução (mol/L).

i = constante de dissociação (= 1,8 para o NaCl)

R = constante geral dos gases perfeitos ($0,0083 \text{ Mpa} \times 1 \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$);

T = temperatura absoluta ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$);

Estabeleceram-se os potenciais osmóticos 0,0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa, obtidos com soluções aquosas de PEG 6000 e NaCl (g/L de água destilada). As quantidades calculadas de cada soluto foram colocadas em balão volumétrico com capacidade de 1000 ml (molalidade), cobertos com papel alumínio e conservados em geladeira. As concentrações de PEG 6000 e NaCl, em gramas/litro de água destilada, utilizadas para obter cada tratamento, encontra-se na Tabela 1.

Por ocasião do teste de germinação, as sementes foram submetidas a uma assepsia em álcool 70% e em seguida lavadas em água destilada. Posteriormente, as sementes foram postas em papel “germitest” previamente autoclavado e umedecido com as soluções em quantidade equivalente a 2 vezes o seu peso, sendo distribuídas sobre duas folhas de papel e cobertas com uma terceira folha; o conjunto foi enrolado e acondicionado em sacos de plástico para posterior colocação em germinador a 30°C, sob luz constante. Para garantir a

concentração inicial das soluções, foram realizadas trocas de papel a cada três dias a contar da sementeira.

O IVG foi calculado, levando-se em conta o número de sementes germinadas diariamente, a partir do dia em que surgiram as primeiras plântulas normais até aos 15 dias, quando se estabilizou a germinação. Os índices foram obtidos de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Aos 15 dias após a sementeira foi avaliado o comprimento da parte aérea (a partir do colo até a inserção dos cotilédones) e da raiz (a partir do colo até a extremidade da raiz) das plântulas normais de cada repetição com uma régua graduada em centímetros. Após a mensuração do comprimento, para a obtenção da matéria seca total, as plântulas inteiras (sem remoção dos cotilédones) foram acondicionadas em sacos de papel do tipo “Kraft” e levadas à estufa regulada a 65 °C, onde permaneceram até atingir massa constante. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg/planta.

Tabela 1: Concentração de PEG 6000 e NaCl em diferentes potenciais osmóticos a 30 °C.

Potencial Osmótico (MPa)	Concentração PEG 6000 (g/L)	Concentração NaCl (g/L)
0,0	0,0	0,0
-0,3	160,511	3,68
-0,6	234,637	7,72
-0,9	291,625	11,58
-1,2	339,705	15,44

Fonte: Autora, 2012.

3.7 Avaliação de metodologias para o uso do teste de tetrazólio

As sementes foram pré-condicionadas, sendo imersas em água destilada por 48 horas. Após este período, os tegumentos foram removidos e as sementes foram manualmente seccionadas longitudinalmente entre os cotilédones. Posteriormente, as sementes foram submersas por 2, 3 ou 6 horas em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio (pH 6,5 a 7,0) nas concentrações de 0,075; 0,25; 0,5 ou 1%, em câmara regulada a 30°C, no escuro. Utilizaram-se quatro repetições de 15 sementes para cada concentração da solução de tetrazólio, e período de coloração. As sementes foram imersas nas soluções de tetrazólio em

quantidade suficiente para cobri-las, sendo para cada repetição, a solução colocada em recipientes plásticos de 50 ml, as mesmas foram distribuídas em “gerbox” preto de acordo com as combinações (concentração x tempo). Ao término de cada período de coloração, a solução foi drenada, as sementes lavadas em água corrente e mantidas submersas em água em ambiente refrigerado até o momento da avaliação.

As sementes foram fotografadas, analisadas uma a uma e identificado cada parte do eixo embrionário colorido pelo sal. Para a caracterização das classes de coloração, elaborou-se um esquema de coloração das sementes, observando-se a presença e a localização de danos, além das condições físicas das estruturas embrionárias. As classes previstas foram: Classe 1 (viável): sementes com coloração uniformes, todos os tecidos com aspecto normal; Classe 2 (viável): pequenas necroses nos cotilédones; Classe 3 (viável): extremidade da radícula sem coloração, mas não atingindo o cilindro central; Classe 4 (inviável): região da radícula sem coloração atingindo o cilindro central; Classe 5 (inviável): sementes com deterioração em mais de 50% da região cotiledonar; Classe 6 (inviável): sementes totalmente sem coloração na região cotiledonar e embrionária; Classe 7 (inviável): eixo embrionário e mais de 50% da região cotiledonar com excesso de coloração, caracterizando processo acentuado de deterioração.

A diferenciação de cores dos tecidos foi observada de acordo com os critérios estabelecidos para o teste de tetrazólio (DELOUCHE et al., 1976; BHÉRING et al., 1996; FRANÇA NETO, 1999): vermelho brilhante ou rosa (tecido vivo e vigoroso), vermelho carmim forte (tecido em deterioração) e branco leitoso ou amarelado (tecido morto).

Na segunda fase do experimento, a eficácia do teste de tetrazólio na estimativa da viabilidade de sementes de angico-vermelho foi avaliada através da comparação dos resultados dos testes de germinação, tetrazólio e envelhecimento acelerado por 24, 48,72 e 96 horas. Para o teste de germinação quatro repetições de 15 sementes foram distribuídas em duas folhas de papel “germitest” e cobertas por uma terceira folha. Após confecção dos rolos, os mesmos foram embalados em sacos plásticos e incubados em germinador, a temperatura de 30 °C.

Para o envelhecimento acelerado, as sementes foram distribuídas sobre a tela do interior de mini-câmaras (“gerbox” adaptado com 40 ml de água destilada em seu fundo) e mantidas em germinador a temperatura de 41 °C por 24, 48, 72 e 96 horas. Após os respectivos períodos de estresse, as sementes foram postas para germinar em condições ideais de germinação, como descrito anteriormente. Nas sementes estressadas por 96 horas aplicou-se também o teste de tetrazólio (0,25%/3h) para avaliar o vigor das mesmas.

3.8 Monitoramento da qualidade fisiológica das sementes

Para avaliação da longevidade, as sementes de angico-vermelho foram armazenadas com grau de umidade de 8,0%, sendo acondicionadas em dois tipos de embalagens, compostas por duas folhas de saco de papel do tipo “Kraft” e frascos de vidro hermeticamente fechados. Em seguida, foram armazenadas em geladeira (7 °C de temperatura), câmara seca (25 °C de temperatura ambiente 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, 3, 6 e 9 meses para a determinação do grau de umidade, testes de germinação, IVG, comprimento de plântulas e matéria seca.

Após o tratamento asséptico, as sementes foram colocadas em duas folhas de papel “germitest” e cobertas por uma terceira folha. Após confecção dos rolos, os mesmos foram embalados em sacos plásticos e incubados a temperatura de 30 °C sob luz constante. A contagem de germinação foi realizada diariamente e no final dos ensaios foi avaliado o comprimento da parte aérea e raiz das plântulas normais de cada repetição com uma régua graduada em centímetros.

Após a mensuração do comprimento, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel do tipo “Kraft”, sem remoção dos cotilédones e levadas à estufa regulada a 65 °C, onde permaneceram até atingir massa constante. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg/planta.

3.9 Análise dos dados

Foi utilizado o programa ESTAT – Sistemas para análises estatísticas v. 2,0 (UNESP – FCAV – Campos de Jaboicabal) em todas as avaliações estatísticas dos dados.

Para efeito de análise estatística, os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e submetidos à análise de variância (ANOVA).

Para o teste de temperatura e luz, os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial (6X2) com quatro repetições de 15 sementes. Sendo para esta análise os dados de percentagem de germinação transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

Nas avaliações de estresse e armazenamento os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, ambos distribuídos em quatro repetições de 15 sementes.

As médias dos testes realizados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização física e morfológica das sementes

Por ocasião da colheita, as sementes de *Parapiptadenia pterosperma* apresentaram 8,7% de umidade. As sementes apresentaram em média 14,8 mm de comprimento; 10,6 mm de largura e 0,85 mm de espessura. Os valores de comprimento, largura e espessura apresentaram amplitude de variação de 11,57; 8,39 e 1,78 mm respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2: Comprimento, largura e espessura de sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan.

Medidas Estatísticas	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	14,75	10,60	0,85
Moda	15,02	10,11	0,80
Mediana	14,91	10,57	0,81
Mínimo	8,80	7,06	0,19
Máximo	20,37	15,45	1,97
Desvio Padrão	1,48	1,20	0,18
CV (%)	10,05	11,28	21,32

Fonte: Autora, 2012.

O peso aproximado de mil sementes foi 47,005g, correspondendo aproximadamente 21 mil sementes por quilograma. Os dados obtidos para o peso de mil sementes apresentaram coeficiente de variação inferior a 4% (Tabela 3), máximo exigido pelas regras (BRASIL, 2009). No entanto, esses dados não apresentaram semelhança aos verificados por Lorenzi (2002), onde o autor mencionou um total de aproximadamente 15 mil unidades em um quilograma. A diferença entre os resultados pode estar relacionada ao grau de umidade da semente, que é variável em função da época e local de colheita.

Portanto, 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 3: Estatística descritiva das pesagens (100 sementes por repetição) obtidas para o cálculo do peso de mil sementes.

Medidas Estatísticas	Peso de Mil Sementes
Média das repetições	4,7005g
Variância (s^2)	0,0093
Desvio Padrão (s)	0,0964
CV (%)	2,05

Fonte: Autora, 2012.

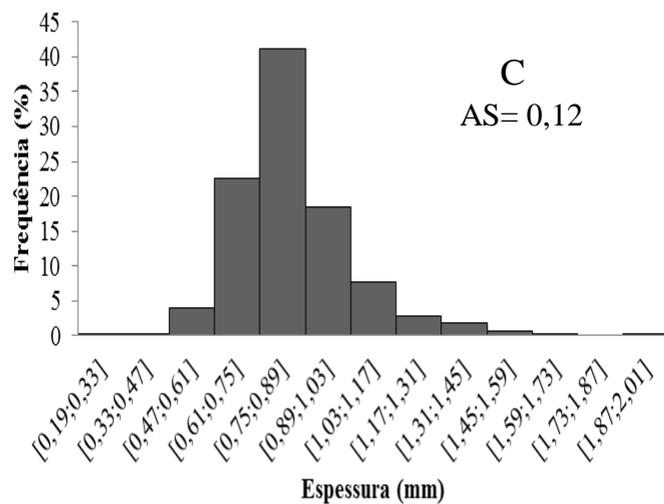
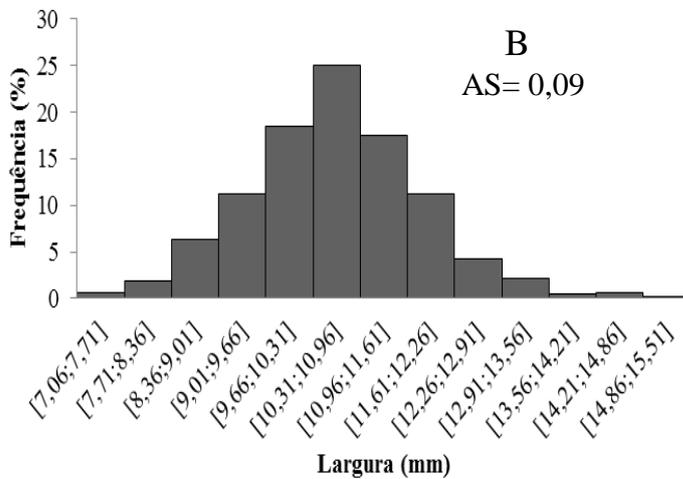
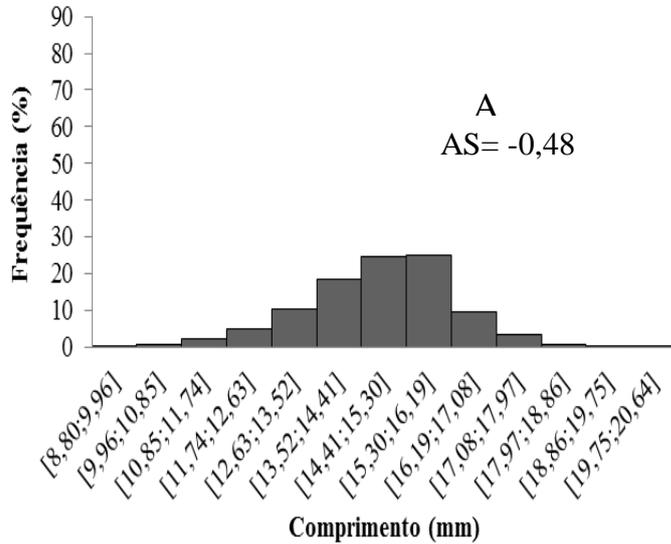
Com base nos histogramas de frequências correspondentes aos dados de comprimento, largura e espessura (Figuras 3A, 3B e 3C) de sementes de angico-vermelho, observa-se que 25% do comprimento estavam distribuídos entre 15,30 a 16,19 mm; 25% da largura entre 10,31 a 10,96 e 41,25% da espessura entre 0,75 e 0,89 mm. Com grau de assimetria que foram classificados, respectivamente, em: assimetria moderada negativa, assimetria pequena positiva e assimetria pequena positiva.

Sobre a assimetria apresentada (Figura 3), Ferreira (2000) menciona que, quando os dados são assimétricos, tanto à direita (positiva) quanto à esquerda (negativa), a mediana é frequentemente a melhor medida de tendência central. Por ser sensível às observações extremas, a média é puxada em direção dos valores atípicos e, conseqüentemente, poderia terminar excessivamente aumentada ou reduzida.

Estudos como esse que buscam apresentar as classes dos valores mais representativos para o comprimento, largura e espessura das sementes de *P. pterosperma* podem facilitar a semeadura por meio do ajustamento adequado das máquinas para essas características.

Figura 3: Distribuição das frequências relativas do comprimento (A), largura (B) e espessura (C) de sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan.

Legenda: (A) – Assimetria moderada negativa; (B) – Assimetria pequena positiva; (C) – Assimetria pequena positiva.



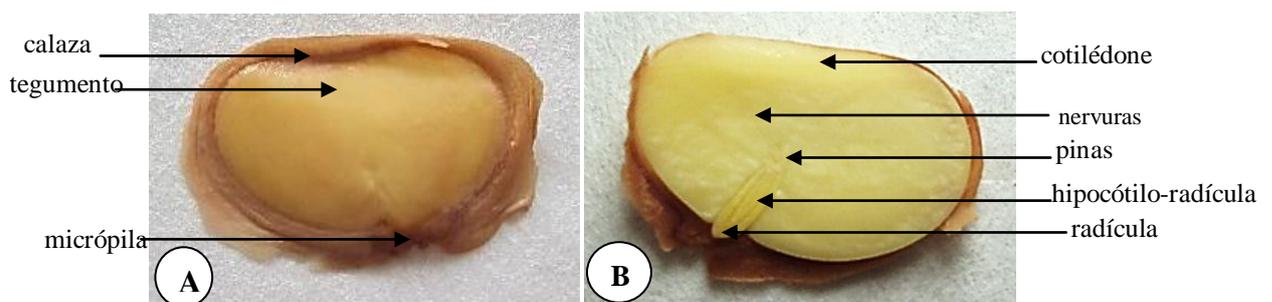
A semente de *P. pterosperma* é comprimida, alada, de coloração variando de amarelo a amarronzada, a cor da epiderme varia de bege a marrom claro, sendo lisa e polida (Figura 4A). Como observado por Beltrati e Paoli (2003), as sementes aladas são quase sempre anemocóricas, isto é, dispersadas pelo vento, e ocorrem, por exemplo, em *Cariniana estrellensis*, *Luehea divaricata* e em muitas bignoniáceas.

A semente apresenta uma reentrância na região hilar, sendo o hilo e a micrópila circulares, basais e homocromos (Figura 4A). O embrião é axial, contínuo e amarelado, cujo eixo embrionário apresenta-se reto, cilíndrico e ocupa metade dos cotilédones. Os cotilédones são carnosos, amarelos, lisos, reniformes e apresentam nervuras (Figura 4B). Estas estruturas são formadas por células procambiais e se mostram mais alongadas em relação às meristemáticas que formam as folhas cotiledonares (AQUILA, 2004).

Sobre os cotilédones ressaltam-se que, a reserva das sementes e o tipo funcional dessas estruturas interferem, significativamente, no estabelecimento e no desenvolvimento das plântulas. De modo que, cotilédones de reserva garantem energia e nutrientes para o desenvolvimento da plântula, enquanto que, a produção de fotossintatos é limitada, entretanto, plântulas com cotilédones fotossintetizantes se desenvolvem mais rapidamente que as possuidoras de cotilédones de reserva (MELO et al., 2004).

PEREZ (2004) menciona que, existe uma associação entre a espessura da casca e o grau de domesticação da espécie, uma vez que muitas espécies selvagens apresentam tegumentos mais espessos, além disso, os envoltórios da semente sofrem influência do ambiente, que provoca alterações em sua espessura e em sua composição. Diferente desse comportamento a *P. pterosperma*, apesar de ser uma espécie selvagem apresenta tegumento fino, sendo desprovida de dormência.

Figura 4: Caracterização morfológica externa (A) e interna (B) de sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan.



Fonte: Autora, 2012.

4.2 Desenvolvimento pós-seminal

Nas sementes de angico-vermelho, as primeiras manifestações de germinação iniciaram-se um dia após a sementeira, caracterizada por intumescimento (Figura 5A) e protrusão da raiz primária (Figura 5B). Observou-se uma raiz primária inicialmente robusta, de crescimento rápido, com 8,67 mm de comprimento, de cor branca sendo amarelada na coifa.

Ao passo que, aos dois dias após a sementeira ocorreram prolongamento da raiz primária, diferenciação do colo e hipocótilo e rachadura no tegumento, como ilustrado nas Figuras 5C e 5D. A região do colo foi caracterizada por uma mudança na cor da epiderme, podendo ser classificado como reto. Conforme Oliveira (1993), essa estrutura constitui um elemento de identificação nas plântulas tendo apresentado forma constante nas espécies em que ocorre; de maneira semelhante ao encontrado neste trabalho, o mesmo autor menciona que nas de hipocótilo longo, em geral, o colo é reto, enquanto que, nas espécies com hipocótilo curto ou ausente, tende a ser geniculado. Ainda no segundo dia, observou-se um hipocótilo cilindro e esverdeado medindo 10,77 mm de comprimento. Considerou-se germinadas pelo critério tecnológico as sementes que apresentaram 50% dos cotilédones expostos do tegumento (Figura 5D).

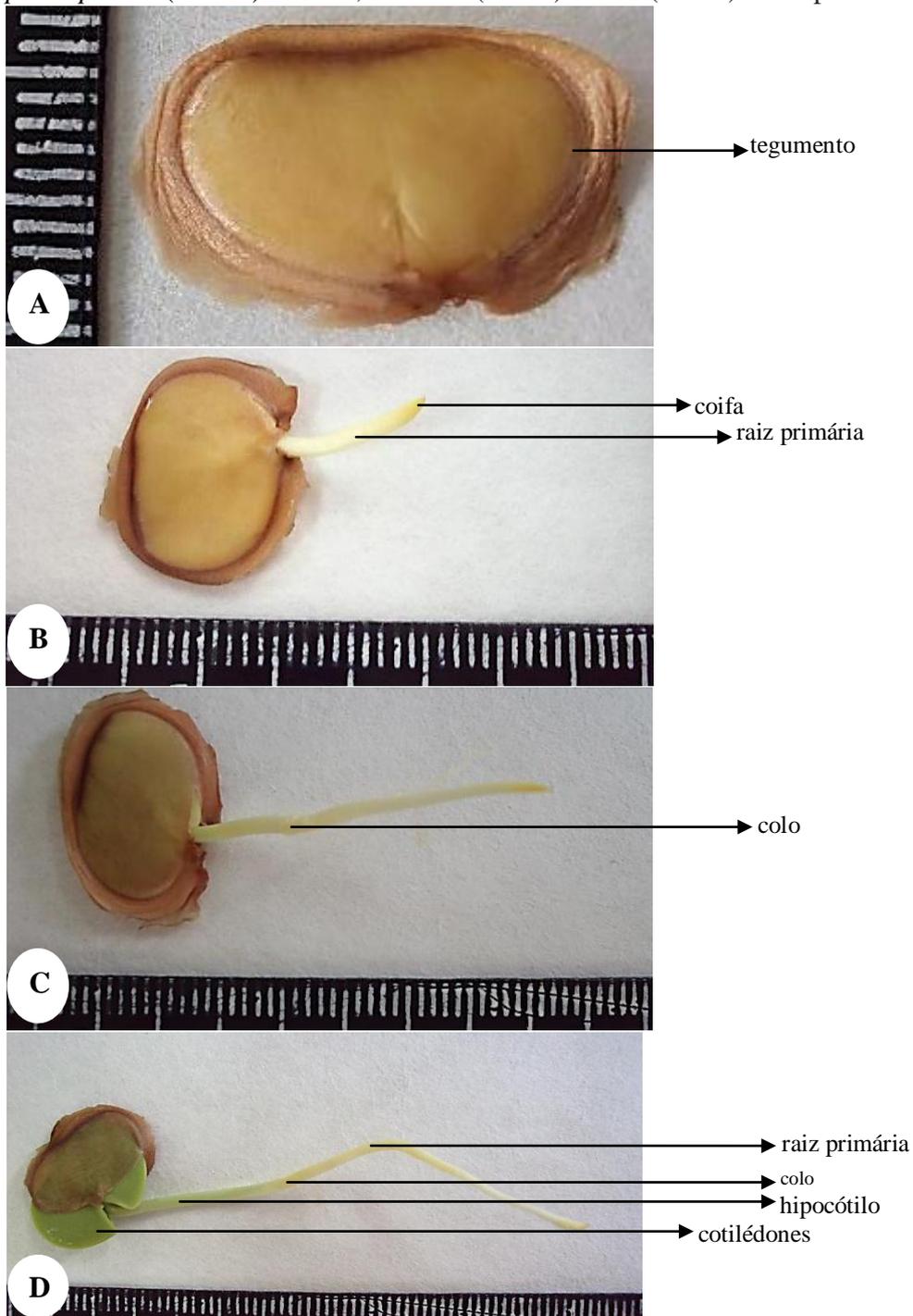
Aos quatro dias após a sementeira, as plântulas apresentaram cotilédones totalmente visíveis e abertos, sistema radicular do tipo pivotante, grande desenvolvimentos do hipocótilo e surgimento da plúmula (Figuras 6E e 6F). O tipo de germinação observada foi epígea fanerocotiledonar e os cotilédones de reserva eram livres, opostos, carnosos e apresentaram coloração verde em ambas as partes. Aos seis dias após a sementeira observou-se crescimento do epicótilo, formaram-se raízes secundárias em toda zona de alongamento (Figura 6G) e observou-se redução no tamanho dos cotilédones, conforme Figura 6H.

As plântulas normais de angico-vermelho apresentaram aos quinze dias após a sementeira uma média de 3,82 mm de comprimento da parte aérea, considerando todo o hipocótilo até o eixo de inserção dos cotilédones e 4,49 mm de raiz, presença de cotilédones e desenvolvimento do segundo eófilo e raízes secundárias (Figura 6I).

Apesar da espécie *P. pterosperma* está classificada como secundária de acordo com o seu estágio sucessional (LORENZI, 2002), observa-se em todos os períodos avaliados (Figuras 5 e 6) que as sementes de angico-vermelho apresentaram rápida germinação e crescimento das plântulas, características essas de espécies pioneiras (MELO et al., 2004).

Plântulas anormais de *P. pterosperma* decorrentes de má formação congênita (Figura 7A), ocorrem com menos frequência nos experimentos realizados em condições normais do que naqueles em que o NaCl foi adicionado ao substrato (Figuras 7C, 7D, 7E). Sementes de angico-vermelho mortas e infestadas por fungos (Figura 7B) foram observadas apenas nos ensaios realizados a 40 °C ou naqueles em que os estresses hídrico e salino foram simulados.

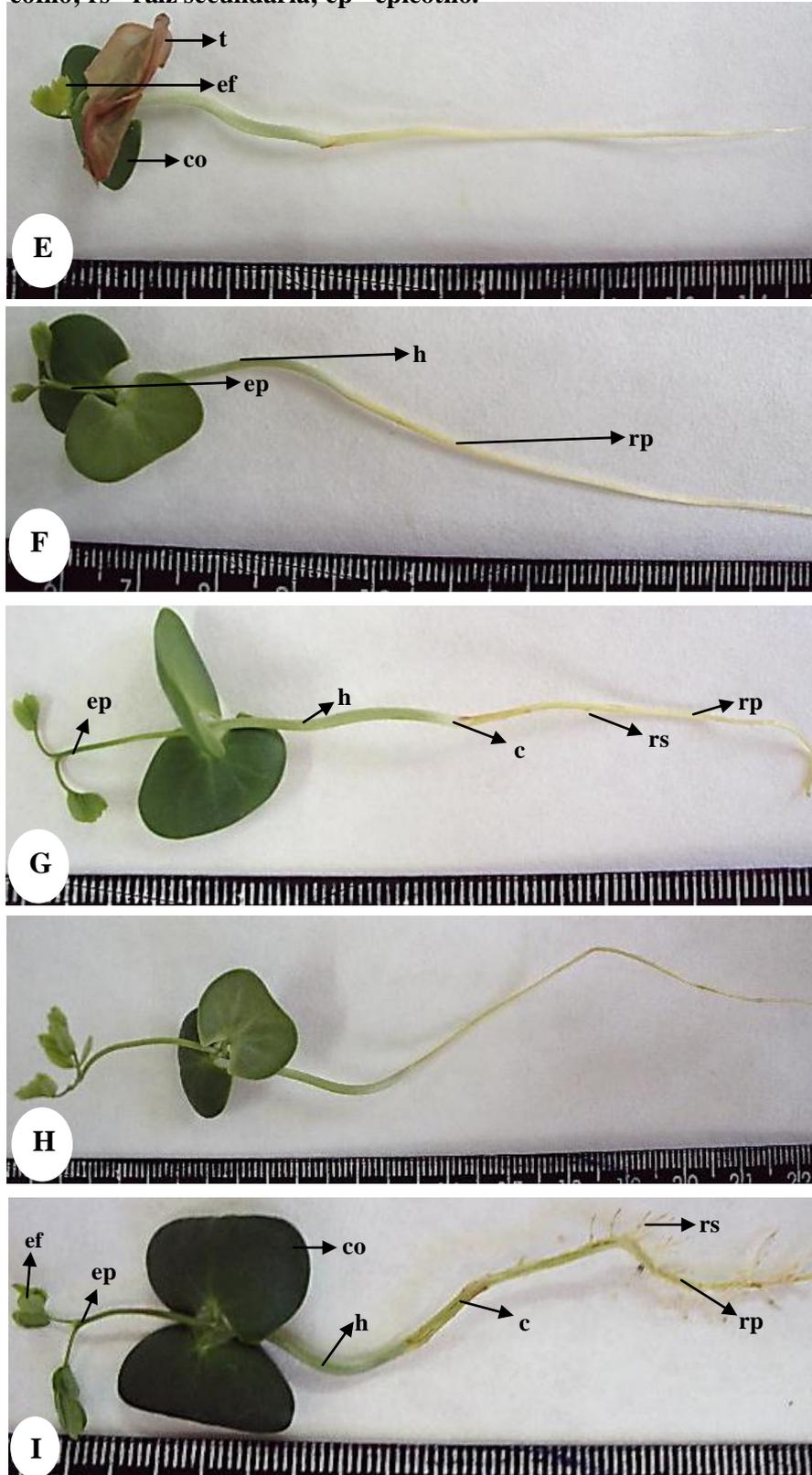
Figura 5: Variação das fases do desenvolvimento das plântulas de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, com um (A e B) e dois (C e D) dias após a sementeira.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 6: Variação das fases do desenvolvimento das plântulas de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, quatro (E, F), seis (G e H) e quinze (I) dias após a semeadura.

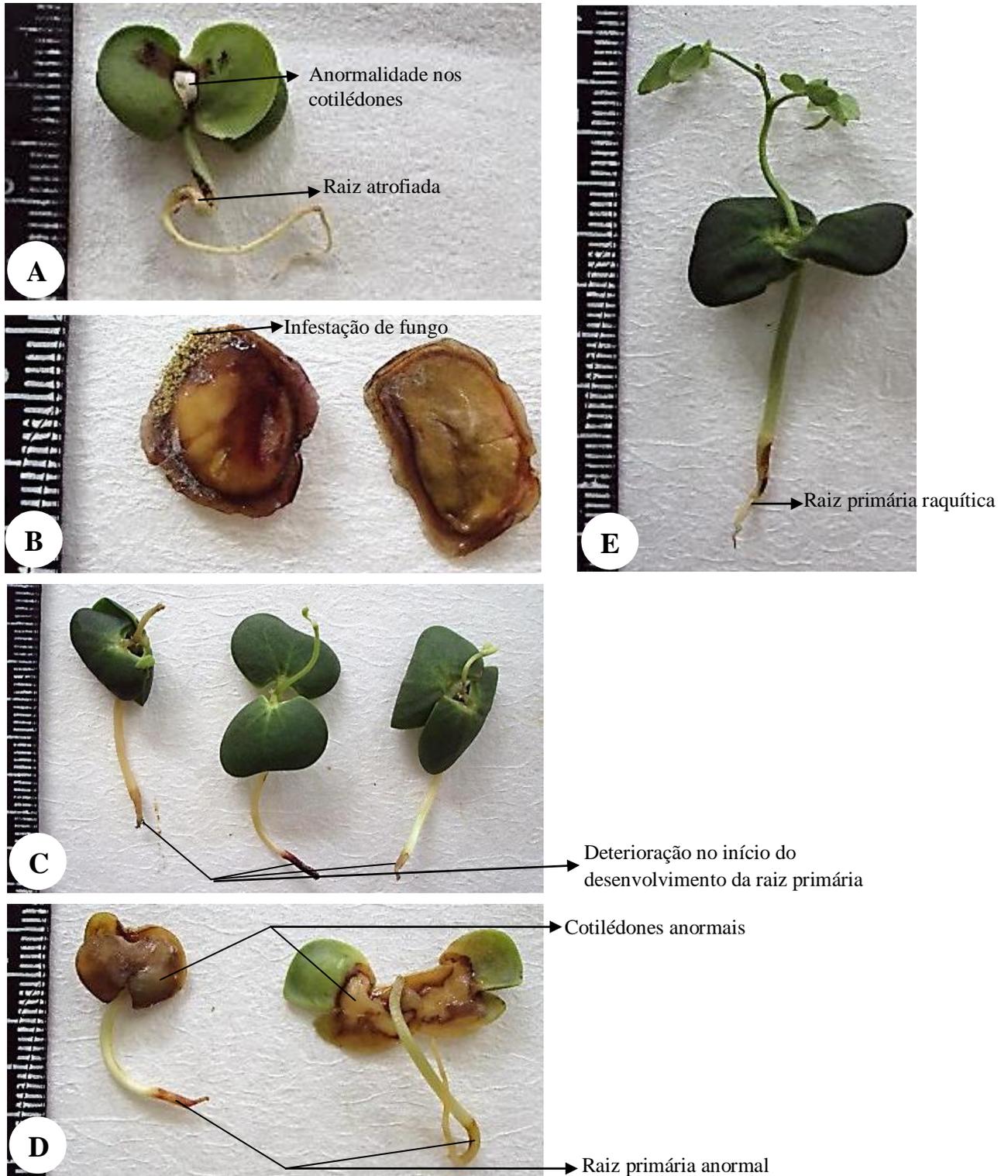
Legenda: t= tegumento; co= cotilédone; h= hipocótilo; c= colo; rp= raiz primária; ef= eófilo; rs= raiz secundária; ep= epicótilo.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 7: Plântulas anormais (A, C, D, E) e sementes mortas e infestadas (B) de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan.

Legenda: A= plântula com anormalidade nos cotilédones e raiz principal atrofiada; B= sementes mortas e infestadas; C= plântulas deterioradas no início do desenvolvimento da radícula; D= plântulas raquíticas com anormalidades nos cotilédones e raiz; E=plântula aparentemente normal, porém com raiz raquítica;



Fonte: Autora, 2012.

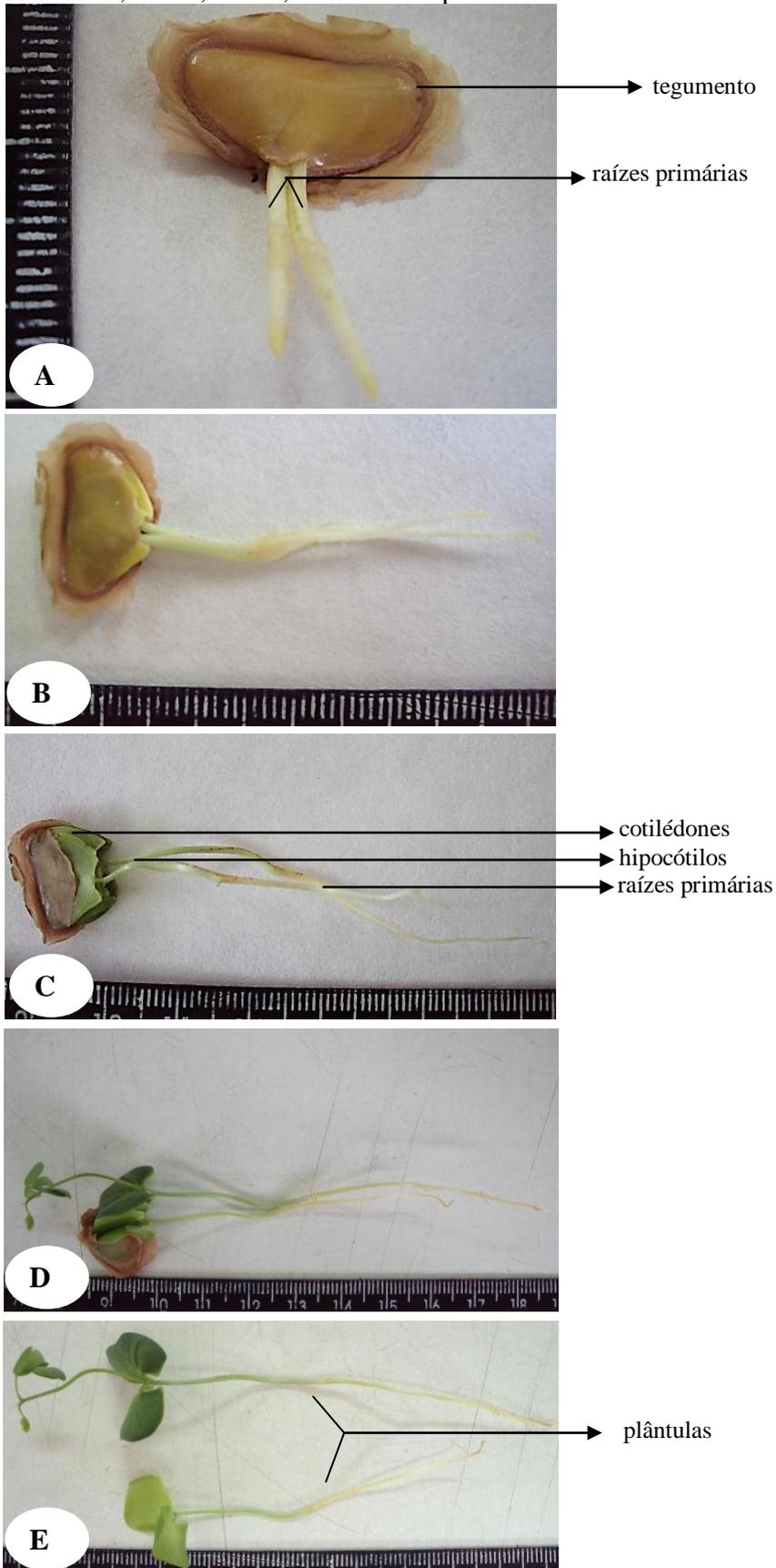
Ao longo dos ensaios realizados, observaram-se dois casos de poliembriõnia em tratamentos diferentes, sendo os embriões orientados na mesma direção no interior da semente, e as raízes primárias no segundo dia após a sementeira, emergiram da semente de um mesmo ponto (Figura 8A). Este tipo é o que acontece normalmente, segundo Dorman (1976) são raros os casos em que os embriões estão invertidos no interior da semente. Entretanto, nada pode ser afirmado quanto à origem destes. De acordo com Costa et al. (2004), embriões sexuais e adventícios podem se desenvolver juntos, numa mesma semente, até a maturidade da mesma.

Moreira; Gurgel; Arruda (1947) mencionam que, para que se obtenha uma ideia exata sobre o grau de poliembriõnia de uma variedade ou forma cítrica é necessário que sejam examinadas muitas sementes, provenientes de vários frutos produzidos em diversas plantas e de mais de uma colheita. A determinação deve ser feita pela contagem direta dos embriões nas sementes, visto que na contagem em sementeira após a germinação, sempre se obtém um grau de poliembriõnia inferior ao real.

Beltati (1994) ressalta que, a poliembriõnia tem grande significado na hibridação de plantas e horticultura. Como indivíduos diploides homozigotos podem surgir de haploides, podem-se obter plantas geneticamente puras pelo uso de embriões adventícios. Porém, as causas de poliembriõnia são praticamente desconhecidas. E estudos aprofundados que apresentem porcentagens de sementes poliembriônicas de angico-vermelho tornam-se importantes e poderão interferir no melhoramento genético dessa espécie.

Nota-se uma diferença no desenvolvimento das plântulas, sendo uma mais vigorosa que a outra aos 11 dias após a sementeira (Figura 8E). Este comportamento se assemelha a ideia discutida por Dorneles; Ranal; Santana (2005), segundo eles do ponto de vista biológico, a poliembriõnia pode aumentar a chance de estabelecimento de um indivíduo na população, mas do ponto de vista agrônomo, a partição de recursos da semente entre os vários embriões pode diminuir o vigor de todos eles, em relação à monoembriõnia.

Figura 8: Poliembriõnia em sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan aos A e B = 2; C = 6; D = 8; E = 11 dias após a sementeira.



Fonte: Autora, 2012.

4.3 Efeito da temperatura e luz na germinação

Os dados de porcentagem de germinação foram semelhantes quanto à presença ou ausência de luz (Tabela 4), com exceção da temperatura de 20 °C (Tabela 4). No entanto, as sementes de angico-vermelho podem ser classificadas como fotoblásticas neutras facultativas.

Ao passo que para a velocidade de germinação, a temperatura de 30 °C proporcionou valores superiores quando na presença de luz, e na ausência o mesmo tratamento não diferiu daqueles onde a temperatura foi 25 °C e 20-30 °C (Tabela 3). Observou-se ainda que, a temperatura de 30 °C foi mais eficiente na presença do que na ausência.

Com base na faixa de temperatura para a germinação das sementes, Larcher (2004) menciona que, no início da germinação, esta faixa é extensa nas espécies com ampla distribuição, e nas espécies adaptadas há grandes flutuações de temperatura em seu habitat. Já em relação à luz, a germinação das sementes é uma resposta ecofisiológica da espécie, que está correlacionada com o seu posicionamento no estágio sucessional da floresta (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000). A possibilidade de ocorrência de germinação em condições de baixa luminosidade ou na ausência de luz permite a ocupação de vários microhabitats existentes nas matas ou no próprio solo, que muitas vezes encontram-se recobertos por pedras ou com acúmulo de folhas (MERCIER E GUERREIRO FILHO, 1990).

Segundo Cardoso (2008), sementes maiores, ou de espécies em estágio sucessionais mais avançados, tendem a ser indiferentes, assim como as de *P. pterosperma*, ou ter a germinação inibida pela luz branca, enquanto que, as sementes pequenas ou de plantas pioneiras, necessitam de luz para germinar.

As temperaturas de 15 °C, 20 °C seguidas por 35 °C e 20-30 °C foram as que mais afetaram a velocidade de germinação na presença de luz. O mesmo ocorreu na temperatura de 20 °C na ausência de luz (Tabela 4). Bewley e Black (1994) mencionaram que, a temperatura influencia a velocidade e a porcentagem de germinação, pois altera a velocidade de absorção de água e a velocidade das reações metabólicas necessárias para a sobrevivência da plântula.

As sementes submetidas às temperaturas de 10 °C e 40 °C, (Tabela 4), não apresentaram germinação, tanto na luz como no escuro. Indicando que a temperatura mínima para a germinação das sementes dessa espécie se situa entre 10 e 15 °C e a máxima entre 35 e 40 °C. Contudo, após transferência para a temperatura de 30 °C as sementes que foram submetidas à temperatura mínima de 10 °C por onze dias apresentaram acréscimo em sua germinação, média de 98,33% (dado não apresentado) na presença de luz e 91,67% (dado não apresentado) na ausência, já as sementes provenientes da temperatura máxima de 40 °C não germinaram. Borghetti (2005), ao analisar estudos que têm determinado a temperatura

mínima de germinação para diversas espécies nativas. Comentou que, embora possa não ser permissível a germinação, temperaturas baixas aplicadas por certo tempo, em geral, não comprometem a viabilidade das sementes.

Porém, quando ocorrem injúrias por resfriamento, estas provavelmente, estão relacionadas a danos no sistema de membranas, porque os eixos embrionários submetidos a baixas temperaturas (próximas à mínima) perdem substâncias orgânicas. Isso vai depender do período de exposição a essas temperaturas, quando breves, os efeitos são pouco acentuados (MARCOS FILHO, 2005). No entanto, o que ocorreu com as sementes de angico-vermelho submetidas a 10 °C pode ser caracterizado pelo fenômeno de termoinibição que não corresponde a uma inibição permanente; caso a temperatura volte a níveis adequados, as sementes tornam-se aptas a reassumir o metabolismo em direção à germinação (CANTLIFE; SUNG; NASCIMENTO, 2000).

Ao final do experimento, observou-se que na temperatura de 40 °C houve deterioração de grande parte das sementes, resultando em queda da qualidade fisiológica, indicada pela consistência do tegumento amolecido, extravasamento de substâncias de odor desagradável no substrato e proliferação de fungos, o que permitem constatar que temperaturas acima de 40 °C são desfavoráveis à germinação das sementes, principalmente, quando comparada às temperaturas mínima e ótima.

Este comportamento das sementes de angico-vermelho, acondicionadas a 40 °C pode ser explicado por Larcher (2004), ao ressaltar que, quando os valores críticos de temperaturas são ultrapassados, as estruturas e as funções celulares podem ser repentinamente danificadas e, nessa situação, o protoplasma é morto imediatamente. Ainda de acordo com o autor, em outros casos, a injúria pode desenvolver-se de maneira gradual, com um ou mais processos fora do equilíbrio e sofrendo impedimentos até o momento em que importantes funções vitais cessem e a célula morra.

Ao analisar a frequência relativa de germinação, percebe-se que o melhor comportamento germinativo das sementes de angico-vermelho, na presença e ausência de luz, ocorreu na temperatura de 30 °C (Figura 9). Observa-se que essa temperatura favoreceu a sincronização da germinação e reduziu o tempo necessário para o início da mesma. Como observado por Ferraz-Grande e Takaki (2001), a distribuição da frequência de germinação tende a ser unimodal na temperatura ótima. Os resultados indicam que em temperaturas abaixo ou acima da ótima a germinação das sementes de *P. pterosperma* tende a ocorrer de forma heterogênea (Figura 9).

O mesmo comportamento heterogêneo ocorreu com sementes de mutamba, *Guazuma ulmifolia* Lam., na presença de luz (ARAÚJO NETO et al., 2002); e *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer, para temperaturas baixas (15 e 20 °C), tanto na presença como na ausência de luz (VIEIRA; SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2007). Esse tipo de comportamento pode ser importante para a manutenção do banco de sementes no solo (FACELLI; CHESSON; BARNES, 2005).

Tabela 4: Germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Parapiptadenia pterosperma*, submetidas a diferentes temperaturas na presença e ausência de luz.

Temperatura	%G•		IVG	
	Presença de Luz	Ausência de Luz	Presença de Luz	Ausência de Luz
10 °C	-	-	-	-
15 °C	69,39 Aab	74,56 Aa	1,89 Ac	1,94 Ab
20 °C	82,80 Aa	33,33 Bb	1,90 Ac	0,39 Bc
25 °C	69,39 Aab	70,52 Aa	2,90 Ab	2,48 Aab
30 °C	80,12 Aab	70,20 Aa	4,54 Aa	3,07 Ba
35 °C	61,25 Ab	64,78 Aa	1,99 Abc	1,90 Ab
20-30 °C	74,08 Aab	76,98 Aa	2,19 Abc	2,19 Aab
40 °C	-	-	-	-
F para temperaturas (T)		4,13 **		29,35 **
F para qualidade de luz (L)		7,63 **		17,05 **
F para a interação TxL		9,39 **		4,54 **
Coefficiente e variação (%)		14,14		20,1

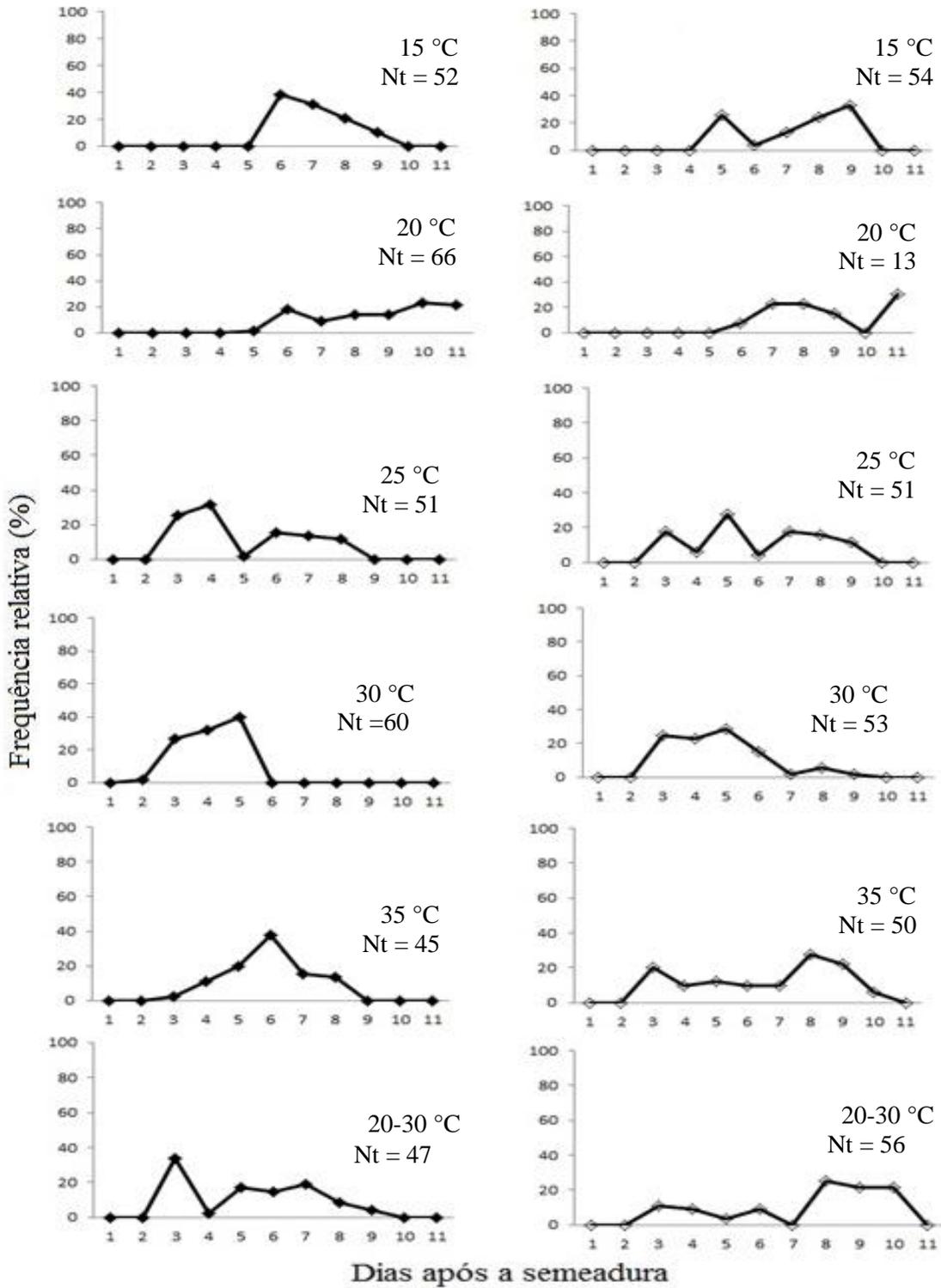
- Dados não incluídos na estatística por não apresentar germinação.

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

***Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (qualidade de luz), na horizontal, e minúscula (temperaturas), na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: Autora, 2012.

Figura 9: Frequência relativa da germinação de sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan na luz (◆) e no escuro (◇) em diferentes temperaturas. **Legenda:** Nt = número total de sementes germinadas em quatro repetições de 15 sementes.



Fonte: Autora, 2012.

4.4 Condições de estresse hídrico e salino

A porcentagem e a velocidade de germinação, bem como o comprimento e a matéria seca das plântulas foram inversamente proporcionais ao aumento da concentração de PEG (Figuras 10 e 11), onde o limite obtido para a germinação das sementes foi entre -0,6 e -0,9 MPa (Figura 10A). Carvalho e Nakagawa (2000) mencionaram que este comportamento está relacionado ao efeito do potencial hídrico no alongamento celular e na síntese de parede, e para cada espécie existe um valor de potencial hídrico crítico, abaixo do qual a germinação não ocorre (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

O comportamento de redução da germinabilidade quando o potencial osmótico se torna mais negativo (Figura 10A), pode ser em razão do aumento no tempo correspondente à fase dois do processo de embebição de acordo com padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994). Em virtude da menor atividade enzimática (JELLER E PEREZ, 2001), o que segundo Hadas (1976), pode resultar em menor desenvolvimento meristemático, redução da atividade respiratória (PAULINO; TSUHAKO; PAULINO, 2004) ocasionando um atraso na protrusão da raiz primária. Pois, é a partir do processo de respiração que seriam formadas moléculas de ATP necessárias ao desencadeamento dos processos germinativos (BRACCINI et al., 1998).

Observa-se a partir de -0,3 MPa diminuição nos comprimentos (Figuras 11 A, B) e matéria seca das plântulas (Figura 11C). Sobre este comportamento Taiz e Zeiger (2009), de maneira geral, relatam 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. Dell'aquilla (1992) atribui esta diminuição no crescimento a mudanças na turgência celular, em decorrência da redução da síntese de proteínas no embrião em situação de estresse hídrico.

Em soluções salinas houve germinação em todos os potenciais osmóticos estudados, ocorrendo redução gradual na porcentagem e velocidade de germinação e comprimentos de plântulas à medida que o potencial osmótico da solução tornou-se mais negativo (Figuras 10 A, B; 11 A, B). E a análise de matéria seca foi afetada a partir de -0,6 MPa (Figura 11C).

O decréscimo na germinação e vigor que se observa para o estresse salino (Figuras 10 e 11) pode está relacionado com o fato de que a redução do potencial hídrico e os efeitos tóxicos dos sais interferem inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando a germinação (BLISS; PLATT-ALOIA; THOMPSON, 1986). A constante adição desses íons tende a causar intumescência protoplasmática, afetando a atividade

enzimática e resultando principalmente na produção inadequada de energia por distúrbios na cadeia respiratória (LARCHER, 1986).

Observa-se que o comprimento da raiz também foi bastante afetado a partir de -0,3 MPa em condições de estresse salino (Figura 11B). O excesso de sais causa toxidez possível de alterar o metabolismo do sistema radicular reduzindo a síntese e/ou translocação de hormônios sintetizados neste órgão da planta, os quais são necessários ao metabolismo foliar (ROMERO E OLIVEIRA, 2000).

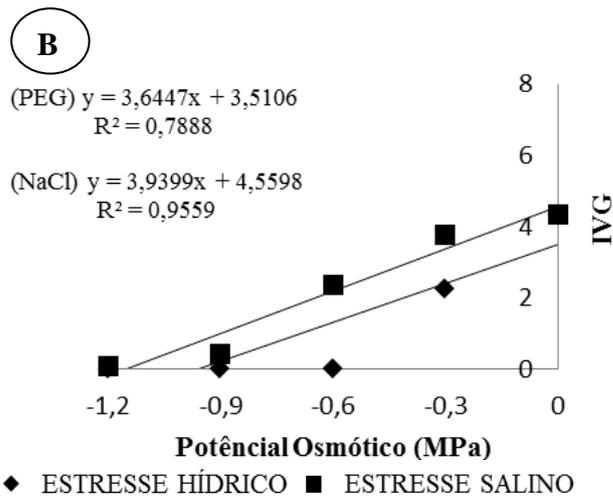
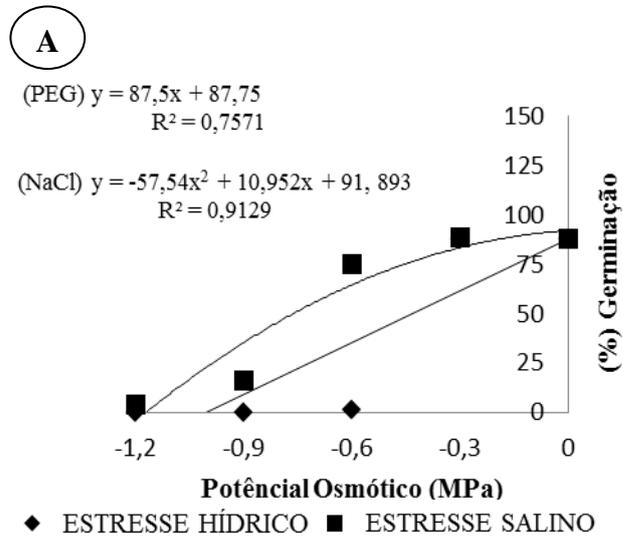
A maioria das plântulas de *P. pterosperma*, consideradas anormais apresentaram clorose e necrose apical. Sintomas comuns, caso as plântulas não possuam adaptações para a salinidade, como ajuste osmótico, glândulas de sal ou compartimentalização iônica (MELO et al., 2004). Sobre as anormalidades das plântulas, Torres; Vieira e Marcos Filho (2000) constataram que, o fato ocorre em virtude da ação tóxica dos sais sobre as sementes, resultante da concentração de íons no protoplasma, ocasionando distúrbios fisiológicos à semente, podendo causar até a sua morte.

Entretanto, a germinabilidade foi mais afetada pelo PEG do que o NaCl (Figura 10A). Embora o PEG não seja absorvido em virtude do seu alto peso molecular, as soluções preparadas com tal substância podem apresentar alta viscosidade, que somada à baixa difusão de O₂, podem comprometer a disponibilidade de oxigênio para as sementes, durante o processo germinativo (HASEGAWA et al., 1984).

Na Figura 11C, nota-se que a matéria seca das plântulas decresceu com a diminuição dos potenciais osmóticos nas duas situações de estresse. Com base em Bewley e Black (1994), a redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica se dá devido à demora dos processos fisiológicos e bioquímicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes.

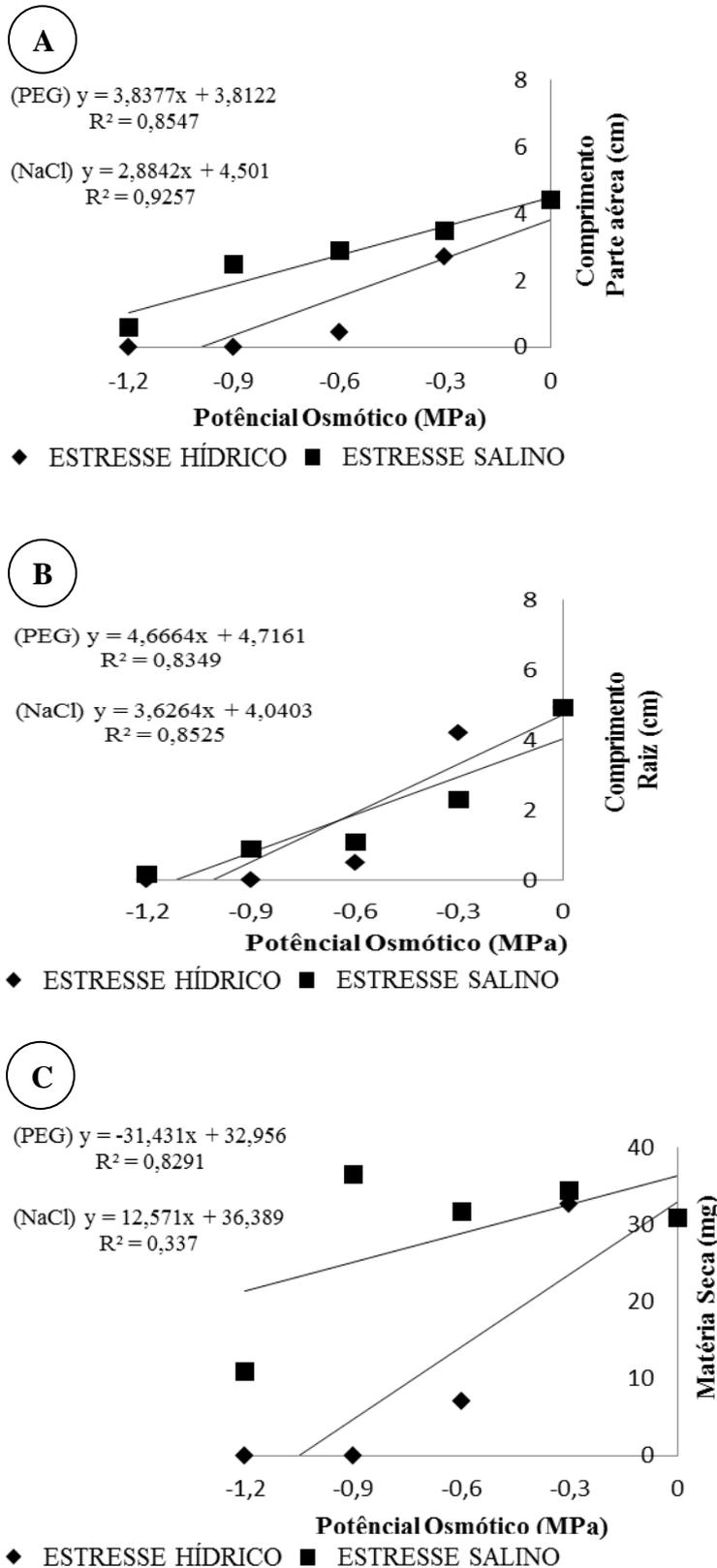
Os resultados observados nas Figuras 10 e 11 são condizentes com o esperado, pois de acordo com Rosa et al. (2005), a concentração do polímero PEG e do sal NaCl no meio de germinação, controla a absorção de água pelos tecidos da semente, dificultando ou impedindo o início do processo germinativo.

Figura 10: Porcentagem de germinação (A); índice de velocidade de germinação (B) de sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan em função de diferentes potenciais osmóticos em soluções de PEG e NaCl.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 11: Comprimento da parte aérea (A) e raiz (B) e matéria seca (C) de plântulas de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan em função de diferentes potenciais osmóticos em soluções de PEG e NaCl.



Fonte: Autora, 2012.

4.5 Melhores condições para a padronização do teste de tetrazólio

Por ocasião do experimento, as sementes de angico-vermelho apresentaram uma média de 95% de germinação (dado não apresentado).

A concentração de 0,25% da solução de tetrazólio por 3 horas permitiu uma melhor avaliação das condições em que se encontravam os tecidos das sementes e apresentaram uma média de 98% de sementes viáveis. Desta forma, o teste de tetrazólio proporcionou resultados semelhantes ao teste de germinação, comprovando a viabilidade das sementes. As demais combinações apresentaram coloração pouco intensa, ou predomínio de sementes com excesso de coloração, impossibilitando uma correta avaliação das mesmas.

O efeito das diferentes combinações, concentração (0,075%, 0,25%, 0,5% e 1%) e tempo (2, 3 e 6 horas), nas sementes de *P. pterosperma* permitiram a descrição visual das classes de viabilidade (Figura 12), conforme definido a seguir:

Classe 1- Viável: sementes com coloração uniforme, todos os tecidos com aspecto normal (Figura 12A);

Classe 2- Viável: pequenas necroses nos cotilédones (Figura 12 B, C);

Classe 3- Viável: extremidade da radícula sem coloração, mas não atingindo o cilindro central (Figura 12D);

Classe 4- Inviável: região da radícula sem coloração atingindo o cilindro central (Figura 12E);

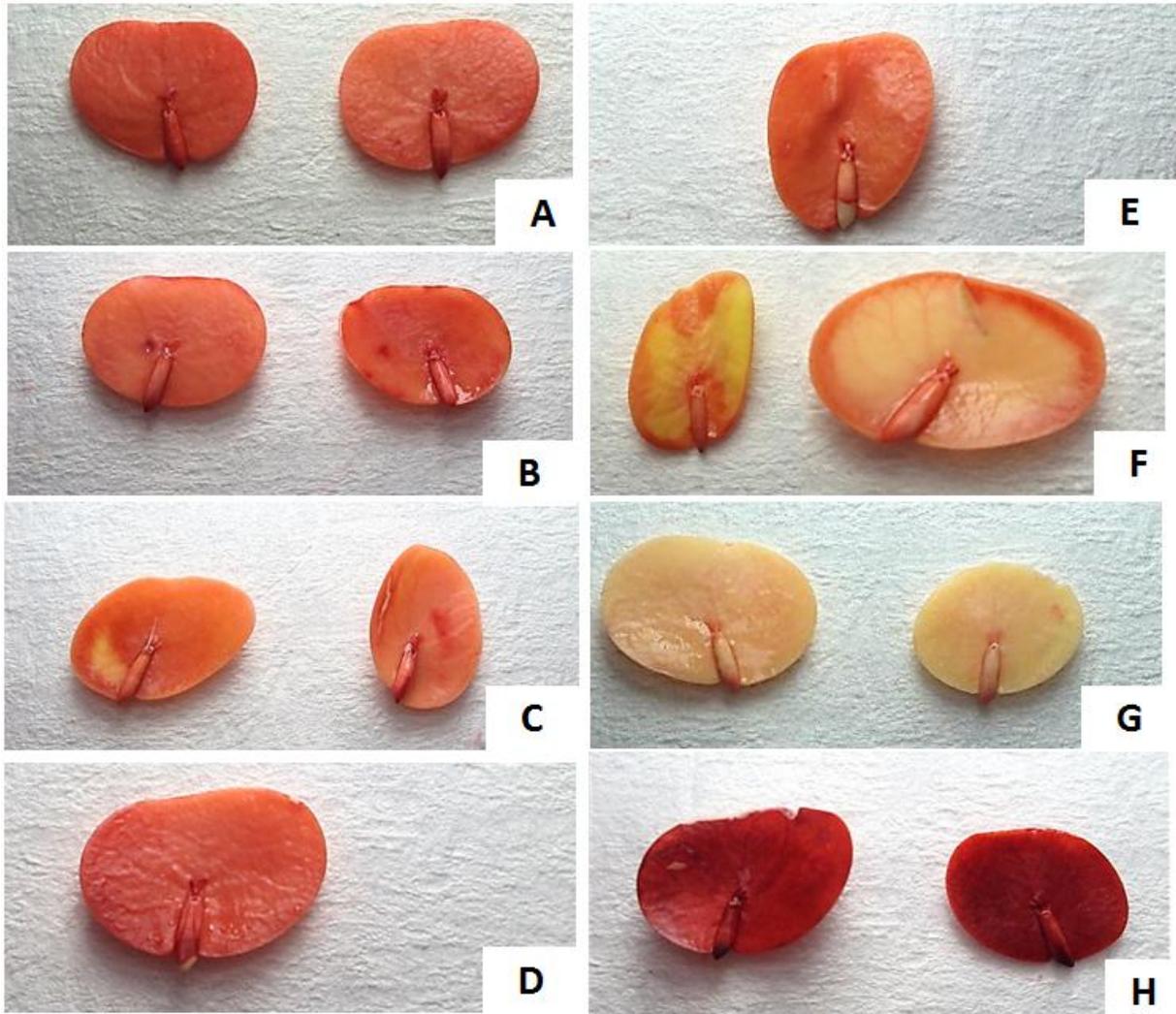
Classe 5- Inviável: sementes com deterioração em mais de 50% da região cotiledonar (Figura 12F);

Classe 6- Inviável: sementes totalmente sem coloração na região cotiledonar e embrionária (Figura 12G);

Classe 7- Inviável: eixo embrionário e mais de 50% da região cotiledonar com excesso de coloração, caracterizando processo acentuado de deterioração (Figura 12H).

O teste de tetrazólio é recomendado para a avaliação de várias espécies florestais, por se tratar de um teste rápido e confiável na análise de sementes, fornecendo informações mais rapidamente que o teste de germinação (AMARAL E ALCALAY, 1997; FOGAÇA et al., 2006)

Figura 12. Sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan após teste de tetrazólio. A-H. Classes para avaliação de vigor e viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio. A-D. Classes de sementes viáveis; E-H. Classes de sementes inviáveis. (A. Classe 1; B-C. Classe 2; D. Classe 3; E. Classe 4; F. Classe 5; G. Classe 6; H. Classe 7).



Fonte: Autora, 2012.

A metodologia aplicada para o teste de tetrazólio foi eficiente para determinar o vigor das sementes de angico-vermelho (Tabela 5). Sendo necessário um período de 96 horas de estresse para afetar a qualidade das mesmas.

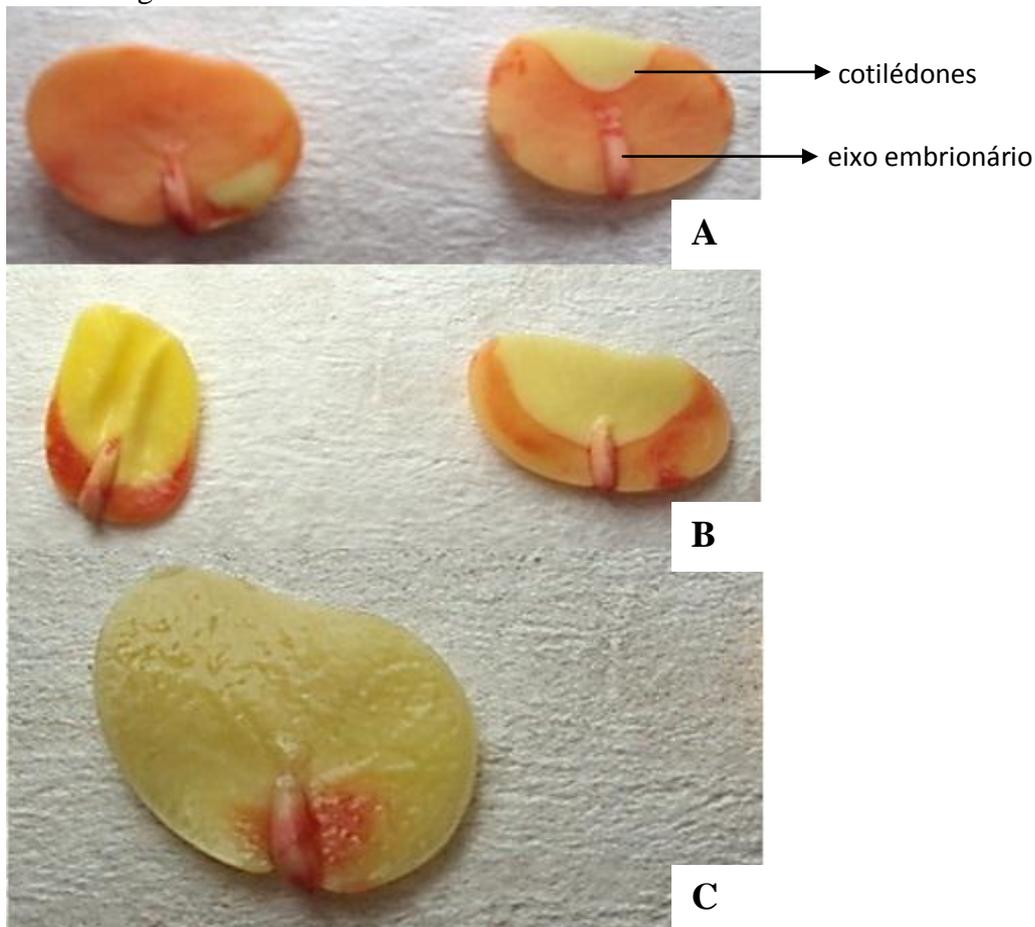
As sementes envelhecidas por 96 horas não apresentaram coloração, principalmente na região dos cotilédones (Figura 13). Esse comportamento provavelmente deve-se ao fato dessas regiões estarem mais expostas à condição de estresse (LAMARCA; LEDUC; BARBEDO, 2009).

Tabela 5: Valores médios (%) obtidos nos testes de germinação, tetrazólio na concentração de 0,25% por 3 horas sem e após 96 horas de estresse e envelhecimento acelerado por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas realizados em sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan.

Testes	Médias
Germinação	96,0 A
Tetrazólio (0,25%/3h)	98,3 A
Envelhecimento acelerado/24h	96,0 A
Envelhecimento acelerado/48h	92,0 A
Envelhecimento acelerado/72h	96,0 A
Envelhecimento acelerado/96h	22,67 B
Tetrazólio (0,25%/3h) após enve. acel./96h	11,66 B
Teste “F” para tratamentos	109,49**
Coeficiente de Variação (%)	8,7

Fonte: Autora, 2012.

Figura 13: Sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan submetidas ao teste de tetrazólio (0,25%/96h) após envelhecimento acelerado por 96 horas. A- sementes viáveis com pequenas necroses nos cotilédones; B e C- sementes inviáveis com deterioração em mais de 50% da região cotiledonar.



Fonte: Autora, 2012.

4.6 Monitoramento da qualidade fisiológica das sementes

AS sementes de angico-vermelho foram armazenadas com 8% de umidade. No entanto, este valor inicial sofreu variações durante todo período do experimento quando as sementes foram acondicionadas em condições não controladas, independente da embalagem utilizada (Tabela 6). Quando acondicionadas em geladeira (7 °C de temperatura), os dados de umidade apresentaram comportamento estável por todo o período de armazenamento; em câmara seca (25 °C de temperatura e 45% de umidade relativa), foi observado o mesmo comportamento até seis meses de armazenamento (Tabela 6).

Esta variação no teor de água ocorre devido à troca de água entre a semente e o ambiente externo. De acordo com Carneiro e Aguiar (1993), sendo um material higroscópico, a semente pode absorver ou ceder umidade para o ambiente, até que seja atingido o ponto de equilíbrio higroscópico.

O aumento do grau de umidade constatado nas embalagens impermeáveis pode ser atribuído ao fato de que elas eram abertas no final de cada período, para a retirada das amostras. Segundo Almeida; Fonseca; Gouveia (1999) esse tipo de metodologia é aplicada entre os pequenos produtores.

Verificou-se que os acréscimos de teores de água reduziram de forma drástica a germinação das sementes em condições não controladas, a partir de três meses de armazenamento, independente da embalagem utilizada (Tabela 6 e Figura 14C). Entretanto, nos ambientes de geladeira e câmara seca, as sementes apresentaram melhores desempenhos germinativos, sendo superior em mais de 48% ao observado no ambiente não controlado (Figuras 14 A, B).

Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), a capacidade de armazenamento das sementes está associada à sua qualidade inicial e às condições do local de armazenamento. Segundo o mesmo autor, cada variação de aumento no grau de umidade das sementes, acima de uma determinada porcentagem crítica, acelera a deterioração. Esta porcentagem crítica não é a mesma para todos os lotes de sementes e para todas as condições de armazenamento e é sempre mais alta para níveis mais baixos de temperatura (CARNEIRO E AGUIAR, 1993).

Diferentes níveis de umidade nas sementes criam condições adversas para o armazenamento e, em sementes armazenadas com o grau de umidade entre 12-14% e 18-20%, pode ocorrer o desenvolvimento de microrganismos, principalmente fungos. Além disso, a semente também respira com maior intensidade, o que causa rápida perda de germinação e de vigor (MARCOS FILHO, 2005). A viabilidade das sementes foi conservada por maior

período quando armazenadas em geladeira e câmara seca, com teor de umidade inicial de 8% (Figura 14 e Tabela 6). Nestas condições, foi obtida germinação das sementes durante os nove meses, enquanto que, em ambiente com condições não controladas, não ocorreu germinação a partir da avaliação efetuada aos seis meses, para as sementes mantidas em papel, e aos nove, para àquelas acondicionadas em vidro. Pode-se constatar, portanto, que, o grau de umidade entre 15,2-15,5% (Tabela 6 e Figura 14C) não é recomendado para o armazenamento das sementes de angico-vermelho por um período maior do que três meses.

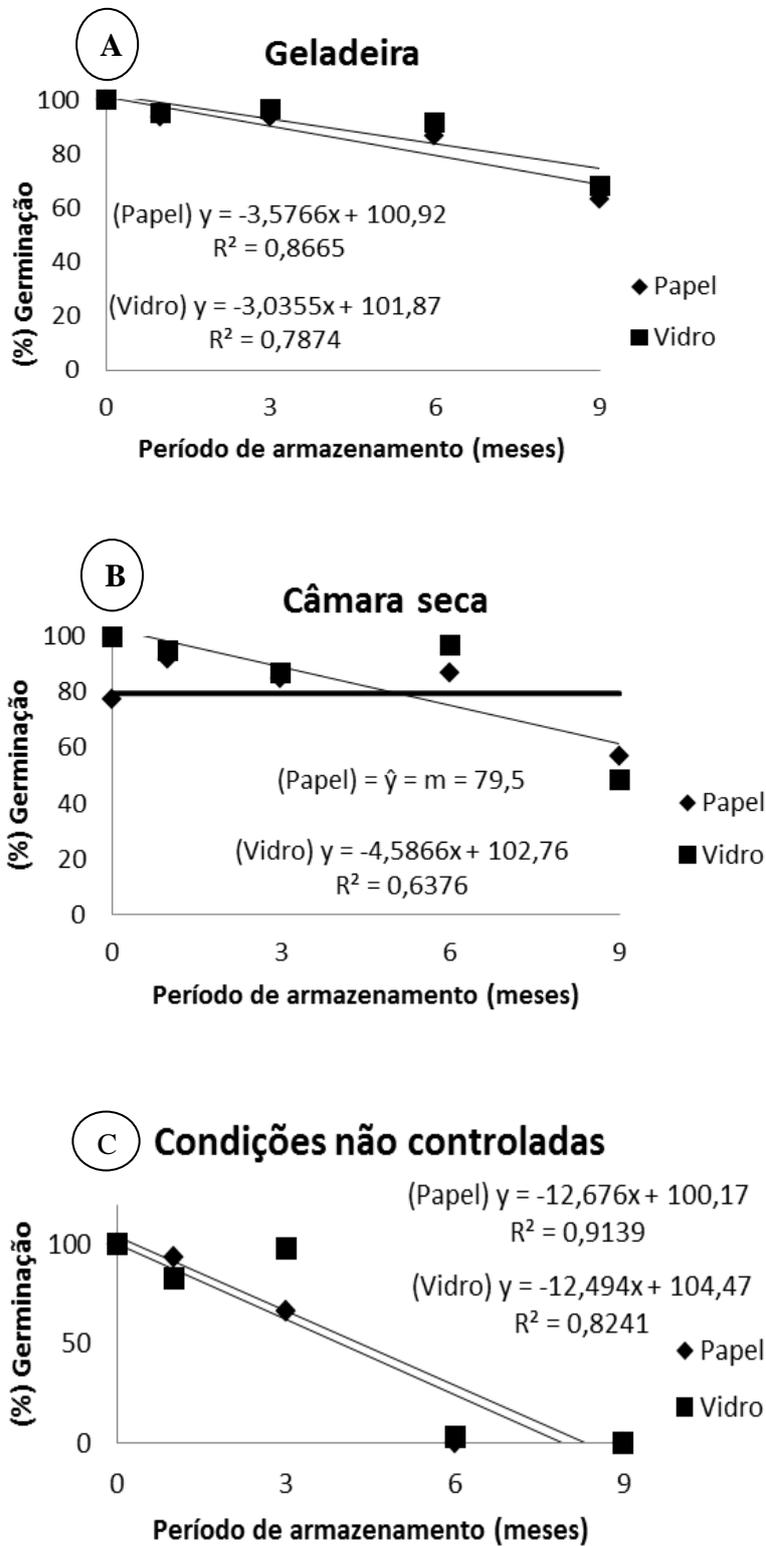
Observa-se que a interação papel x período de armazenamento, em ambiente de câmara seca, não apresentou efeito significativo sobre a germinação das sementes (Figura 14B). Este resultado pode indicar que durante os nove meses de armazenamento a qualidade fisiológica das sementes armazenadas em papel não foram afetadas.

Tabela 6: Grau de umidade (%) de sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante nove meses de armazenamento.

Ambiente	Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
		0	1	3	6	9
Geladeira	Papel	8,0	7,2	7,6	7,0	7,6
	Vidro	8,0	10,0	9,6	7,9	7,8
Câmara seca	Papel	8,0	7,8	7,8	9,5	13,5
	Vidro	8,0	7,6	8,3	6,0	10,2
Condições não controladas	Papel	8,0	11,9	14,6	17,7	15,6
	Vidro	8,0	10,5	12,4	15,2	15,5

Fonte: Autora, 2012.

Figura 14. Germinação (%) de sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.



Fonte: Autora, 2012.

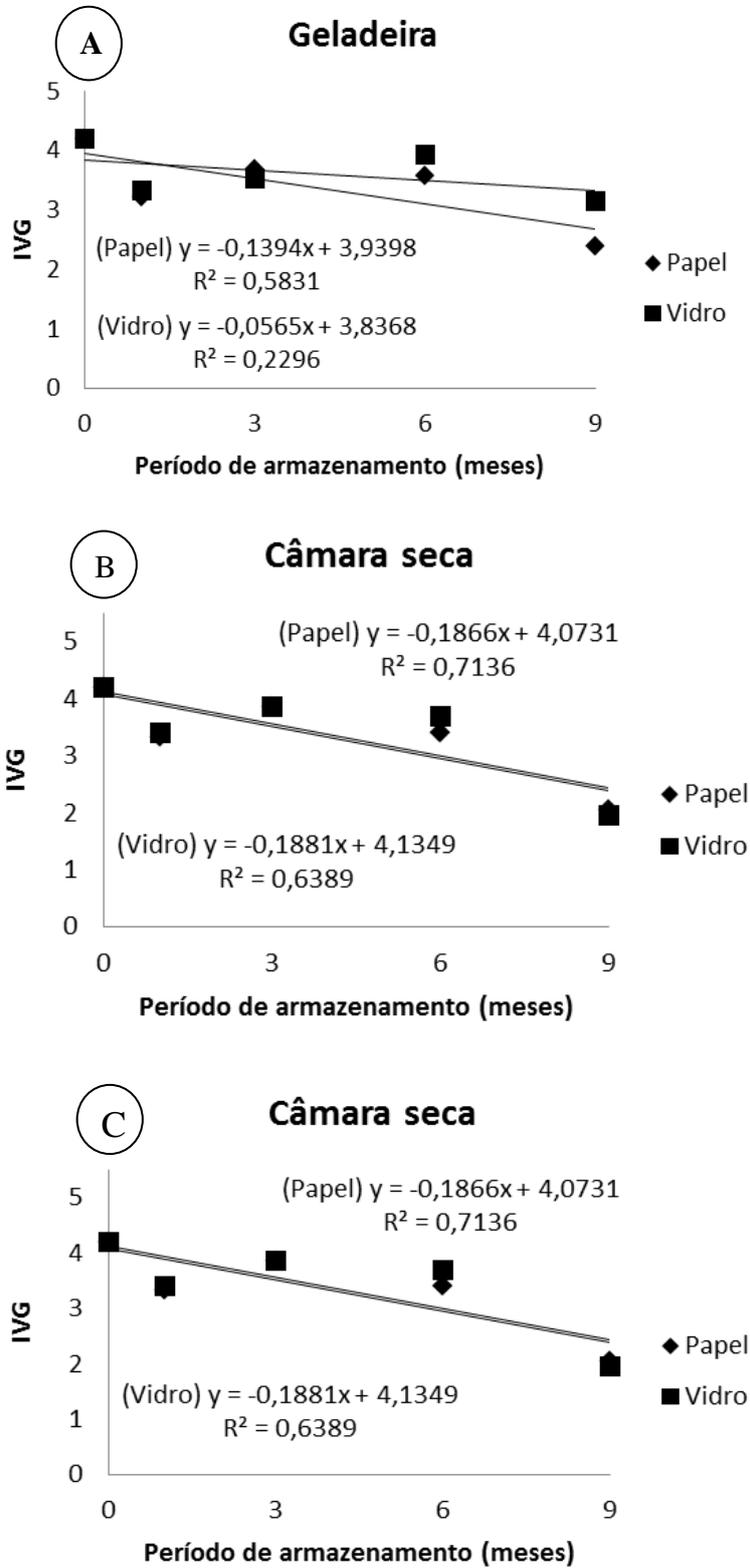
Nas sementes ortodoxas, o teor de água é um dos fatores mais importantes para a manutenção da sua viabilidade ao longo do tempo. A redução no teor de água das sementes causa diminuição da sua atividade metabólica, o que prolonga a viabilidade delas (FOWLER, 2000). Figliolia (1988) classificou sementes do gênero *Tabebuia* como ortodoxa e deveriam ser armazenadas com teor de água em torno de 8%. Benedito et al. (2011) armazenou sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. com umidade inicial de 9%.

Semelhante ao comportamento das sementes de *Cedrela angustifolia* S. ET. MOC) durante o armazenamento em câmara fria-seca (10 °C e 65% UR), (PIÑA-RODRIGUES E JESUS, 1992) as sementes de angico-vermelho armazenadas nos ambientes de geladeira e câmara seca mantiveram sua capacidade de germinar por maiores períodos, mesmo que em níveis inferiores ao inicial.

Os testes de vigor (Figuras 15, 16, 17 e 18), a exemplo do ocorrido com o teste de germinação, revelaram que os ambientes com condições controladas (geladeira e câmara seca) preservaram melhor o vigor das sementes. Contudo, as sementes armazenadas em geladeira apresentaram os maiores índices de velocidade de germinação durante os nove meses de armazenamento (Figura 15A), principalmente quando embaladas em vidro.

Entretanto, as sementes armazenadas em condições não controladas, acondicionadas em papel e vidro, apresentaram maior perda de vigor ao longo do armazenamento. De maneira semelhante ao ocorrido na análise de germinação, esse comportamento confirma que as maiores oscilações de temperatura e de umidade a que as sementes estiveram submetidas neste tipo de ambiente, interferiram na atividade metabólica destas, reduzindo sua longevidade. Segundo Vieira; Carvalho; Sader (1994), isto ocorre porque altas temperaturas e umidades durante o armazenamento promovem alterações degenerativas como a desestabilização nas atividades de enzimas e a desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares, causada, principalmente, pela peroxidação de lipídios.

Figura 15. Índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.



Fonte: Autora, 2012.

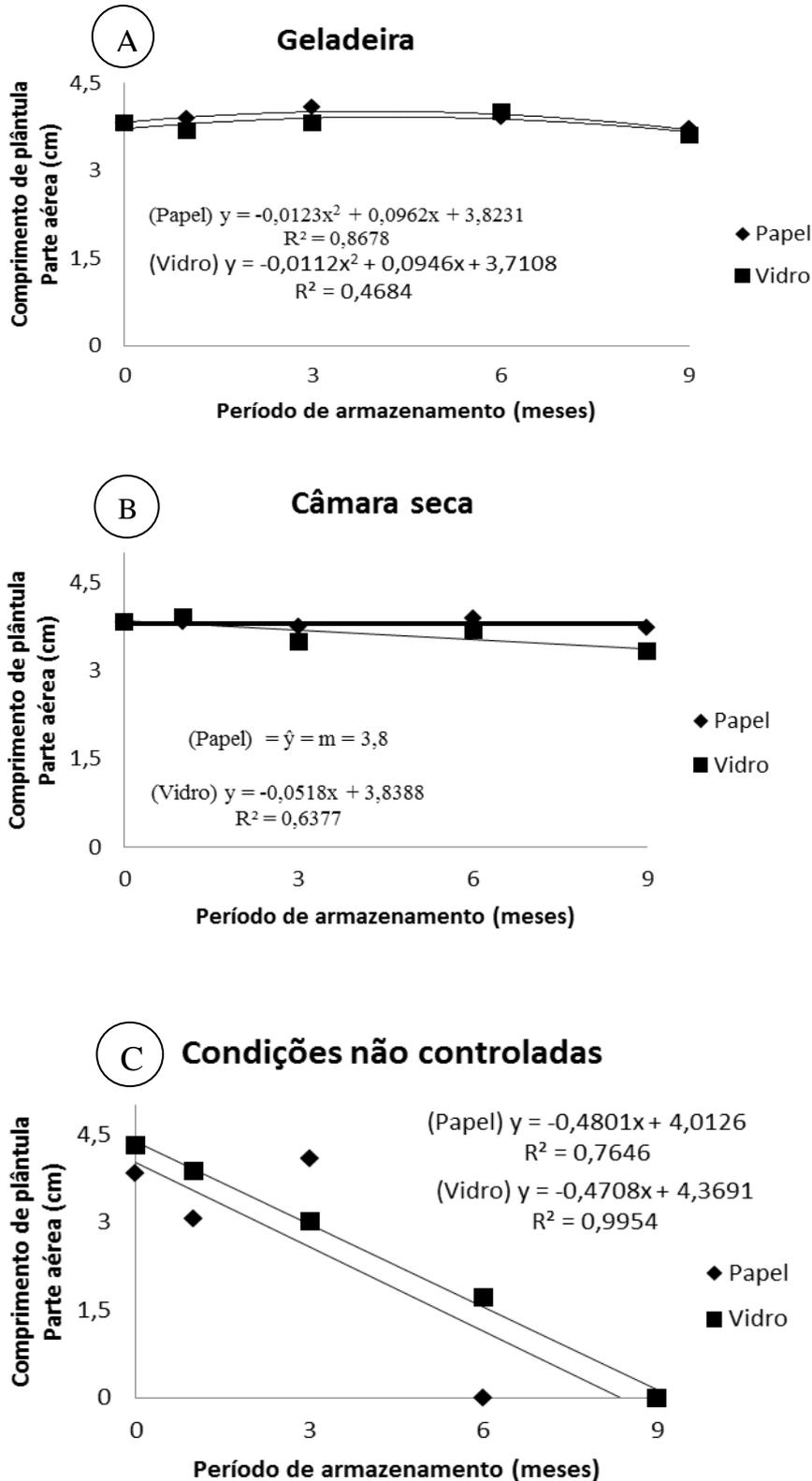
Os dados de comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e matéria seca das plântulas mostram que as sementes foram capazes de produzir plântulas normais durante os nove meses de armazenamento quando mantidas em condições controladas, independente da embalagem utilizada (Figuras 16 A, B; 17 A, B e 18 A, B). Sobre este comportamento Vieira e Carvalho (1994) mencionam que os tratamentos que apresentam maiores valores de comprimento médio de plântulas normais ou das partes destas, são constituídos de sementes vigorosas, estas por sua vez, originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentar maior capacidade de translocação de suas reservas e assimilação destas pelo eixo embrionário.

Não houve interação significativa entre papel x período de armazenamento quanto ao comprimento da parte aérea em ambiente de câmara seca (Figura 16B). Constatou-se, portanto, que o ambiente exerceu maior influência do que a embalagem sobre o vigor das plântulas.

Em condições não controladas as análises realizadas para avaliar o vigor das plântulas estiveram próximo da testemunha apenas até os três meses de armazenamento nas duas embalagens testadas (Figuras 16C, 17C e 18C).

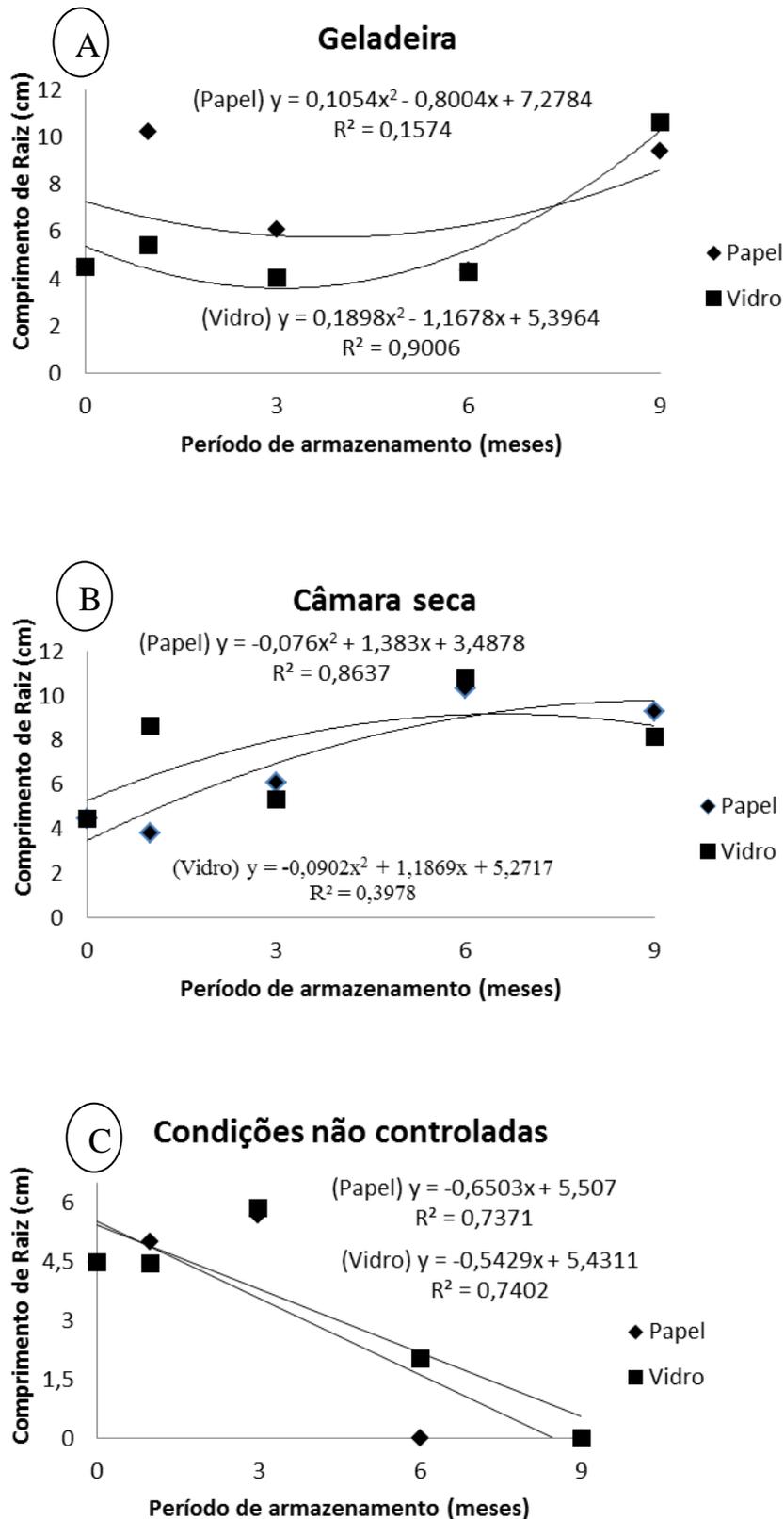
Segundo Silva e Moraes (1986), as sementes de angico-branco (*Parapiptadenia rigida*) que pertencente ao mesmo gênero do angico-vermelho (*P. pterosperma*), são armazenadas no Instituto Florestal do Estado de São Paulo em sacos plásticos impermeáveis em câmara fria. De maneira semelhante, as sementes de *P. pterosperma* analisadas neste estudo podem ser armazenadas em ambiente com baixa temperatura (geladeira) utilizando embalagem impermeável (vidro).

Figura 16. Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.



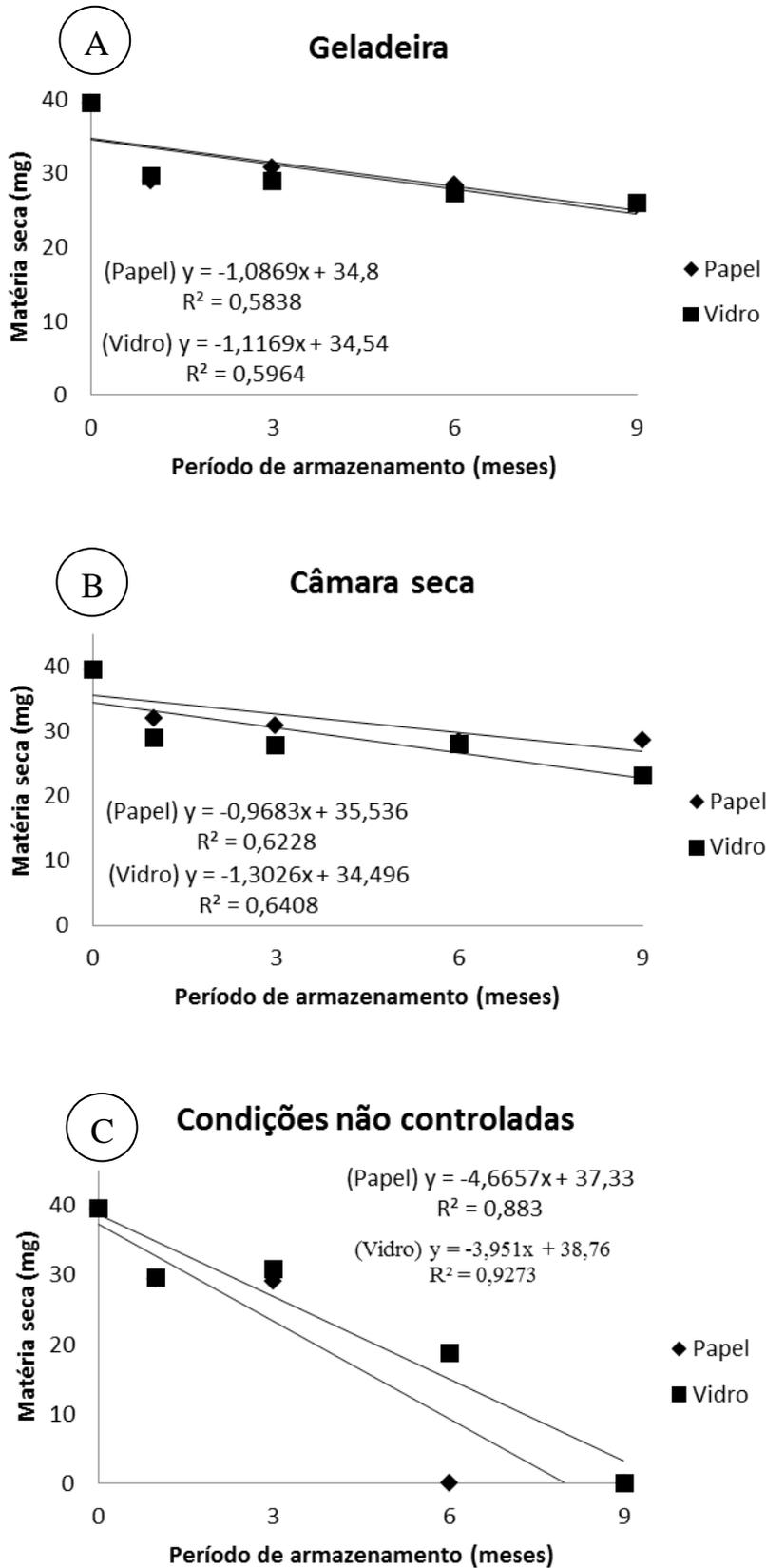
Fonte: Autora, 2012.

Figura 17. Comprimento da raiz de plântulas de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.



Fonte: Autora, 2012.

Figura 18. Matéria seca das plântulas de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan recém colhidas e a 1, 3, 6 e 9 meses de armazenamento em três ambientes e dois tipos de embalagem.



5 CONCLUSÕES

As sementes de angico-vermelho com 8,7% de umidade apresentam em média 14,8 mm de comprimento; 10,6 mm de largura e 0,85 mm de espessura. Um quilograma contém aproximadamente 21 mil sementes.

As sementes possuem embrião é axial, linear, reto, e os cotilédones são carnosos.

A germinação das sementes é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonares.

Apresenta comportamento fotoblástico neutro facultativo, temperatura ótima de germinação a 30 °C, mínima entre 10-15 °C e máxima entre 35- 40 °C, tanto na presença como na ausência de luz.

As sementes submetidas aos efeitos do PEG geminaram até o potencial osmótico de - 0,6 MPa e àquelas tratadas com soluções de NaCl apresentaram germinação em todos os potenciais osmóticos estudados.

A concentração de 0,25% da solução de 2,3,5 trifetil cloreto de tetrazólio por 3 horas é adequada para avaliação da qualidade fisiológica e vigor das sementes de acordo com as condições realizadas.

As sementes de angico-vermelho acondicionadas em papel ou vidro podem ficar armazenadas por nove meses em ambientes de geladeira ou câmara seca sem perder sua qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I.B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PINA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995, p. 33-44 (Série Registros, 14).
- ALMEIDA, F.A.C.; FONSECA, K.S; GOUVEIA, J.P.G. Influencia da embalagem e do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 3, n. 2,1999, p. 195-201.
- ALPERT, P.; OLIVER, M.J. Drying without dying. In: Black, M.; Pritchard, H.W. (Eds.) **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford, CABI Publishing, 2002, p. 4-43.
- AMARAL, D.M.L.; ALCALAY, N. Emprego do teste de tetrazólio em cinco espécies florestais do Rio Grande do Sul. **Informativo ABRATES**, Curitiba, PR, v. 7, n. 1/2, 1997, p. 221.
- ANA, D.L.C. Avaliação da Qualidade de Sementes. **Seed News – A Revista Internacional de Sementes**, Pelotas, RS, v. 5, n. 3, 2001. Disponível em: <<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed53/artigocapa53.shtml>>. Acesso em: 5 dez. 2011.
- 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, 2004, p. 69-92.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigor testing handbook**. Contribution n. 32 to the Handbook on Seed Testing, 1983, 88 p.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 3, 2002, p. 460-465.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 246p.
- BARROS, M.F.C.; FONTES, M.P.F.; ALVAREZ, V.H.; RUIZ, H.A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 8, n. 1, 2004, p. 59-64.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy, and germination. San Diego, CA: Academic Press, 2001, 666p.
- BELTRATI, C.M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: Departamento de Botânica da UNESP, 1994, 108p.
- BELTRATI, C.M.; PAOLI, A.A.S. Sementes. In: **Anatomia vegetal**. Apezato-da-Glória, B.; Carmello-Guerreiro (editoras). Viçosa: UFV, 2003, p. 399-412.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2 ed., New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BENEDITO, C.P.; RIBEIRO, M.C.C.; TORRES, S.B.; CAMACHO, R.G.V.; SOARES, A.N.R.; GUIMARÃES, L.M.S. Armazenamento de sementes de Catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 33, n. 1, 2011, p. 028-037.

BHÉRING, M.C.; SILVA, R.F.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.N.F.S.; PENA, M.F. Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio. **Boletim Técnico UFV**, Viçosa, 1996, 27p.

BLISS, R.D.; PLATT-ALOIA, K.A; THOMPSON, W.W. **Plant cell environment**. 1986, 727p.

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

BORGUETTI, F. 2005. Temperaturas extremas e a germinação das sementes. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (Eds.). **Estresses ambientais, danos e benefícios em plantas**. Recife: MXM Gráfica e Editora, 2005, p. 207-218.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V.S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 9, 1998. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/1369aa7a4f8bbb9d03256508004f4e1d/bb224e33333ed7bf832566be006f4b84?OpenDocument>>. Acesso em: 08 de mai. de 2012.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995, p.351-396.

BRANCALION, P.H.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C; RODRIGUES, R.R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, PR, v. 32, n. 4, 2010, p. 015-021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009, 399p.

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

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

CARNEIRO, J.G.A; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B. DE, PIÑA-RODRIGUES, F.C.M., FIGLIOLA M.B. (Coord.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, cap. 9, 1993, p. 333-350.

- CARVALHO, D.M.; VIRGENS, I.O.; TEIXEIRA, N.C.; FERNADEZ, L.G.; CASTRO, R.D.; LOUREIRO, M.B. Avaliação do efeito do estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL. (Anacardiaceae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais...** Caxambu: Sociedade de ecologia do Brasil (SEB), 2007, 3p.
- CARVALHO, P.E.R. Angico-Gurucaia. Colombo-PR: EMBRAPA FLORESTAS, 2002, 14p. (EMBRAPA FLORESTAS. Circular Técnica, 58).
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes. **Ciência, tecnologia e produção**. 4 ed., Jaboticabal, SP: Funep, 2000, 588p.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap. 9, 2004, p. 149-162.
- CORVELLO, W. B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 21, 1999, p. 28-34.
- COSTA, M.E.; SAMPAIO, D.S.; PAOLI, A.A.S.; LEITE, S.C.A.L. Poliembrião e aspectos da embriogênese em *Tabebuia ochracea* (Chamisso) Standley (Bignoniaceae). **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, 2004, p. 395-406.
- DANTAS, J.P; FERREIRA, M.M.M.; MARINHO, F.J.L.; NUNES, M.S.A.; QUEIROZ, M.F.; SANTOS, P.T.A. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n. 2, 2003, p. 119-130.
- DELL'AQUILLA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**. Camberra, v.69, n. 2, 1992, p. 167-171.
- DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed news**, Pelotas, v. 6, n. 6, 2002. Disponível em: < <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed66/artigocapa66.shtml>>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976, 103p.
- DORMAN, K.W. **The genetics and breeding of Southern pines**. Washington: USDA, 1976, 407p.
- DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, 2005, p. 399-408.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffe. **Journal of experimental of botany**, Curitiba, PR: TECPAR, v. 41, n. 230, 1990, p. 1167-1174.

FACELLI, J.M.; CHESSON, P.; BARNES, N. Differences in seed biology of annual plants in arid lands: a key ingredient of the storage effect. **Ecology**, v. 86, n. 11, 2005, p. 2998-3006.

FALLERI, E. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, 1994, p. 591-599.

FERRAZ-GRANDE, F.G.A; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, 2001, p. 401-404.

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

FIGLIOLIA, M.B. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim técnico**, 42, São Paulo: Instituto Florestal, 1988, 18p.

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

FOGAÇA, C.A.; MALAVASI, M.M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U.C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *gleditschia amorphoides* taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, vol. 28, n. 3, 2006, p. 101-107.

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, 2000, p. 77-99.

FRANÇA NETO, J. B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999, 218p.

FREIRE, A.L.O. **Fixação do nitrogênio, crescimento e nutrição mineral de leucena sob condições de salinidade**. 2000. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

GHASSEMI, F.; JAKEMAN, A.F.; NIX, M.A. **Salinization of land and water resources**, England: CAB International wallin ford, 1995, 381p.

GOMES FILHO, E.; PRISCO, J.T.; CAMPOS, F.A.P.; ENÉAS FILHO, J. Effects of NaCl salinity *in vivo* and *in vitro* on ribonuclease activity of *Vigna unguiculata* cotyledons during germination. **Physiologia Plantarum**, v. 59, 1983, p. 183-188.

GROTH, D.; LIBERAL, O.H.T. **Catálogo de identificação de sementes**, Campinas: Fundação Cargil, 1988, 182p.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solutions. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 27, n. 98, 1976, p. 480-489.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; HANDA, S.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, St. Joseph, v. 19, n. 3, 1984, p. 371-7.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.; BOHNERT, H.J. Plant cellular and molecular response to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, 2000, p. 463-499.

HENICKA, G.S.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; CARVALHO, M.A.C. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J.F. MACBR.: Temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-ambientais**, Alta Floresta, MT, v. 4, n. 1, 2006, p. 37-46.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behavior. **Technical Bulletin**, 1, Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996, 55p.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação da giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 11, n. 1, 2001, p. 93-104.

KLEIN, A.; FELIPPE, G.M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, 1991, p. 955-966.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972, 745p.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta de araucária**. 1983. 233f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LABOURIAU, L.G. **A germinação da semente**. Washington: Secretaria Geral da O. E. A., 1983, 173p.

LADEIRA, H. P. **Quatro décadas de Engenharia Florestal no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2002. 207p.

LAMARCA, E.V.; LEDUC, S.N.M.; BARBEDO, C.J. Viabilidade e vigor de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil – Leguminosae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 4, 2009, p. 793-803.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986, 319p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**, São Carlos: RiMa Artes e textos, 2004, 531p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Plantarum, Nova Odessa, SP, v. 2, 2002, p. 192-193.

MACDONALD JÚNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Geneva, NY, v. 65, 1975, p. 109-139.

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

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

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: dimensão e perspectivas. **Seed News – A revista internacional de sementes**, Pelotas, RS, ano XV, n. 1, 2011, p. 22-27. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=92>. Acesso em: jan. 2012.

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; ANDRADE, A.C.S.; SALES, W.R.M. Conservação de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.) em nitrogênio líquido. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, PR, v. 31, n. 2, 2009, p. 071-076.

MELO, F.P.L.; AGUIAR NETO, A.V.; SIMABUKURO, E.A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, cap. 15, 2004, p.237-250.

MERCIER, H.; GUERREIRO FILHO, O. Propagação sexuada de algumas bromélias nativas da Mata Atlântica: efeito da luz e da temperatura na germinação. **Hoehnea**, Água Funda, SP, vol. 17, n. 2, 1990, p. 19-26.

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.

MOREIRA, S.; GURGEL, J.T. A; ARRUDA, L.F. Poliembrionia em citrus. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 7, n. 3, 1947, p. 69-106.

MORIM, M.P. *Piptadenia*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB018919>>. Acesso em: 12 de set. 2011.

MUSCHICK, M.A. Evolução e a importância da análise de sementes. In: Tratamentos de sementes. **Seed News – A Revista Internacional de Sementes**, Pelotas, RS, ano XIV, n. 2, 2010, p. 20-21.

NAKAGAWA, J. Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. DE B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, cap. 2, 1999, p. 2-24.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. **IPEF – Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**. 1998. (Informativo Sementes IPEF). Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>. Acesso em: 11 de mar. 2012.

NODARI, R.O; FANTINI, A.C; GUERRA, M.P; REIS, M.S; SCHUCH, O. Conservação de frutos de palmito (*Euterpe edulis* Martius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, 1998, p.1-10.

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, 1993, p.175-213.

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**. Jaboticabal, SP, v. 27, n. 2, 2005, p. 344-345.

PARANYCHIANAKIS, N.V.; CHARTZOULAKIS, K.S. Irrigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Zürich, v. 106, 2005, p. 171-187.

PEREZ, S.C.J.G.A. Envoltórios. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap. 7, 2004, p.125-134.

PESKE, F.B. A estrutura da semente e sua proteção natural. In: Teste de vigor perto da padronização. **Seed News – A Revista Internacional de Sementes**, Pelotas, RS, ano XV, n. 1, 2011, p. 12-15.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; JESUS, R.M. Comportamento das sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. ET. MOC) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 14, n. 1, 1992, p. 31-36.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**, Brasília: ABEAS, 1985, 289p.

PRISCO, J.T. Contribuição ao estudo da fisiologia do estresse salino durante a germinação e estabelecimento de plântula de uma glicófita [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. 1987. 65p. (Concurso para Professor Titular) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

PUPIM, T.L.; NOVENBRE, A.D.L.C.; BRANCALION, P.H.S.; MORAES, M.H.D.; MONDO, V.H.V.; LABONIA, V.D.S. Conservação de sementes de *Magnolia ovata* St. Hil. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, PR, v. 31, n. 3, 2009, p. 96-105.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, n.4, 1973, p. 499-514.

RODRIGUES, A.C.C.; OSUNA, J.T.A.; QUEIROZ, S.R.O.D.; RIOS, A.P.S.R. 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, 2006, 15p. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/florestal08/pages/artigos/artigo02.pdf>>. Acesso em: 10 de Out. 2011.

ROMERO, R.E.; OLIVEIRA, T.S. Imobilização de nutrientes e produção de matéria seca em condições de salinidade e sodicidade crescentes no solo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 18, n. 272, 2000, p. 363-373.

ROSA, L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, 2005, p. 306-314.

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

SARMENTO, M.B.; VILLELA, F.A. Sementes florestais nativas do Brasil. In: O laboratório de sementes. **Seed News – A Revista Internacional de Sementes**, Pelotas, RS, ano XIV, n. 4, 2010, p. 34-37.

SILVA, A.; MORAES, E. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais desenvolvido pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: ABRATES, 1986, p. 35-57.

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

SOUSA, M.P; BRAGA, L.F.; BRAGA, J.F.; DELACHIAVE, M.E.A. Germinação de sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae): temperatura e fotoblastismo. **Revista árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, 2008, p. 51-57.

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; CRUZ, F.R.S.; FABRICANTE, J.R; OLIVEIRA, L.S.B. Conservação de sementes de Marizeiro *geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência do Florestal**, Santa Maria, v.21, n.1, 2011, p. 93-102.

STEFANELLO, S.; CHRISTOFOLLI, P.; FRANTZ, G.; ROCHA, A.C.S; SILVA, J.M.; STEFANELLO, R.; SCHUELTER, A.R. Germinação de sementes armazenadas de cubiu sob diferentes condições de luz. **Scientia agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, 2008, p. 363-367.

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

TAKAKI, M. A luz como fator de estresse na germinação de sementes. In **Estresses ambientais, danos e benefícios em plantas**. NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (Eds.), Recife: MXM Gráfica e Editora, 2005, p. 243-248.

TORRES, S.B.; VIEIRA, E.L.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, 2000, p. 39-44.

SILVA, A.; MORAES, E. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais desenvolvido pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: ABRATES, 1986, p. 35-57.

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, 2008, p. 164-170.

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

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.31-47.

VIEIRA, D.C.M; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista brasileira de botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, 2007, p. 183-188.

VILLELA, F.A. Water relations in seed biology. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 55, n. spe, 1998, p. 98-101.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 11/12, 1991, p. 1957-1968.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, cap. 8, 2004, p. 135-145.