



UFAL

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



CECA

MARIA INAJAL RODRIGUES DA SILVA DAS NEVES

**Teste de germinação e conservação de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex
Correa**

Rio Largo - AL
2013

MARIA INAJAL RODRIGUES DA SILVA DAS NEVES

**Teste de germinação e conservação de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex
Correa**

**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 Leila de Paula Rezende.

Rio Largo - AL
2013

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

N518t Neves, Maria Inajal Rodrigues da Silva das.
 Teste de germinação e conservação de sementes de *Thespesia populnea* (L.)
Soland. ex Correa / Maria Inajal Rodrigues da Silva das Neves. – 2013.
60 f. : il.

 Orientador: João Correia de Araújo Neto.
 Co-orientadora: Leila de Paula Rezende.
 Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal) – Universidade
Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2013.

 Bibliografia: f. 50-60.

 1. Algodão-da-praia – Espécie florestal. 2. Sementes – Secagem.
3. Sementes – Armazenamento. I. Título.

CDU: 631.53.02

A Deus pelo dom da vida, por sempre me proporcionar força para lutar pelos meus ideais.

Aos meus pais, José Edson Rodrigues das Neves e Marlene Rodrigues da Silva das Neves; pelos ensinamentos durante minha vida.

Às minhas irmãs, Danúbia Malvina da Silva das Neves, Camila Rodrigues da Silva das Neves e Maria Joaquina do Nascimento Rocha; pela amizade e amor dividido em todas as etapas de minha vida.

Aos meus amigos, Lívia França, Séris Darlley, Letice Souza, Tatiana de Lima, Djison Silvestre, Benigno França, William Rodrigues, Lucas Medeiro, Jadilson Macedo, Aline Rodrigues, Polyana Geysa, Thayse Araújo e Nelson Geraldo de Oliveira; pessoas especiais em minha vida.

Ao meu namorado, João Paulo Pereira Tojal, pelo companheirismo e amizade.

A todos que fizeram parte da minha vida e que me apoiaram de maneira singular para esta realização.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade de me acolher durante os anos de Graduação e Mestrado de forma pública e gratuita;

Ao Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto, pela orientação, ensinamentos e dedicação durante esses dois anos; contribuindo para minha formação;

À Prof.^a. Dr.^a. Leila de Paula Rezende pela co-orientação neste trabalho, amizade e dedicação durante todos esses anos;

À Prof.^a. Dr.^a. Vilma Marques Ferreira, pelos seus ensinamentos e por ter me encaminhado para área de pesquisa, me indicando para minha primeira bolsa de iniciação científica;

A todos os professores da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias, que transmitiram seus conhecimentos contribuindo com a minha formação profissional;

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes: Laíne Cristine Gomes Sampaio, Jonhclécio Duarte Teixeira, Yolanda de Melo Oliveira, Luana Ferreira Nunes, Janielma Lima Tavares, Dayana Livia Calado Vanderlei, pela agradável convivência e ajuda na execução dos experimentos;

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

Aos membros da banca examinadora, por terem aceitado o convite de participar da avaliação deste trabalho contribuindo com sugestões;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) e CAPES pela concessão da bolsa durante o curso de Mestrado;

Aos funcionários do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela ajuda constante;

A todos os demais que dividi momentos inesquecíveis e que me ajudaram diretamente e indiretamente, pela amizade e companhia, e aos que nos deixaram no meio do caminho, que Deus abençoe vocês!

A todos que contribuíram de alguma forma para execução deste trabalho: obrigada!

“Começar é de muitos; acabar, de poucos. E entre esses poucos temos de estarmos nós, os que procuram comporta-se como filhos de Deus. Não o esqueçamos: só as tarefas terminadas com amor, bem acabadas, merecem o aplauso do Senhor que se lê na Sagrada Escritura: É melhor o fim de uma obra do que o seu começo.”

(Josemaria Escrivá, Amigos de Deus).

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento fisiológico das sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., em função dos tratamentos de quebra de dormência, temperatura, qualidade de luz, grau de umidade, condições de armazenamento, bem como acompanhar e registrar os diferentes estádios pós-seminal. Utilizaram-se sementes colhidas de várias árvores localizadas no Município de Maceió, no período de Setembro à Outubro de 2011. Os tratamentos para a quebra de dormência utilizados foram: escarificação mecânica, escarificação química em ácido sulfúrico, imersão em água quente (80°C) até o resfriamento, imersão em água destilada à temperatura ambiente por 24 horas e sementes intactas (testemunha). Transcorrida esta etapa, as sementes foram incubadas nas temperaturas de 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C e alternada de 20-30°C, sob luz branca. No tocante ao desenvolvimento pós-seminal, avaliou-se os diversos processos desencadeados durante o crescimento, desenvolvimento e diferenciação das plântulas. A curva de secagem foi determinada através do ajustamento da curva de regressão, relacionando-se o comportamento do grau de umidade das sementes e a germinação. Foram estabelecidas as melhores condições de luz para a realização de teste de germinação e vigor. Para tanto foram estudadas as qualidades de luz: vermelho, vermelho-distante e escuro, nas temperaturas constantes de 20°C e 30°C e alternada 20-30°C, sob luz branca. Para análise do potencial fisiológico, foram testadas duas embalagens (papel tipo “Kraft” e fracos de vidro) e três ambientes de armazenamento (condições normais, câmara seca e geladeira), onde a cada dois meses foram retiradas amostras de cada condição de armazenamento para determinação do grau de umidade, porcentagem e velocidade de germinação, condutividade elétrica, comprimento da parte aérea/raiz e matéria seca. Todos os ensaios foram montados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Para efeito de análise estatística, os dados de porcentagem de germinação foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$. De acordo com os resultados, observou-se que as sementes são fotoblásticas positivas preferencial, com germinação do tipo epígea, e apresentaram maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação quando as sementes foram escarificadas mecanicamente. A temperatura de 30°C foi considerada a temperatura ótima para a germinação das sementes. As sementes são sensíveis à perda de umidade, podendo ser armazenadas com grau de umidade de 11% por período de até oito meses de armazenamento, independente da embalagem e condições de armazenamento.

Palavras-chave: Algodão-da-praia – Espécie florestal. Sementes – Secagem. Sementes – Armazenamento.

ABSTRACT

This work aimed to study the physiological seed *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., depending on the treatments of dormancy, temperature, light quality, moisture content, storage conditions, as well as to monitoring and to recording the different stages after germination. Seeds from several trees located in the city of Maceió, in the period from September to October 2011 were used. The treatments to break seeds dormancy were: mechanical scarification, chemical scarification with sulfuric acid, soaking in hot water (80 °C) until the cooling, soaking in distilled water at room ytemperature for 24 hours and intact seeds (control). Elapsed this step, the seeds were incubated at temperatures of 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 40°C and alternating temperatures of 20-30°C under white light. Regarding the post-seminal development, several processes triggered during growth, development and differentiation of seedlings were evaluated. The drying curve was determined by adjusting the regression curve, relating the behavior of the moisture content of the seeds and germination. We defined the best light conditions for conducting germination and vigor tests. Therefore, the quality of light: red, far-red and dark at constant temperatures of 20 °C and 30°C and alternating 20-30°C under white light. To evaluate the physiological potential of the seeds, were tested two containers (paper type "Kraft" and glass bottles) and three storage environments (normal, dry chamber and refrigerator). Samples were taken each other month from each storage condition for determination of moisture content, percentage and speed of germination, electric conductivity, length of shoot / root ratio and dry matter. All assays were set up in a completely randomized design with four replications of 25 seeds per treatment. For purposes of statistical analysis, the percentage of germination data was transformed to $\arcsin \sqrt{p/100}$. According to the results, it was observed that the seeds are preferred photoblastic with epigeal germination, and present higher percentage and speed of germination when scarified mechanically. A temperature of 30 °C was considered the optimum temperature for germination. The seeds are sensitive to moisture loss and can be stored with moisture content of 11% for a period of up to eight months, regardless of packaging and storage conditions.

Keywords: Cotton-the-beach – Forest species. Seeds – Drying. Seeds – Storage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa.....	13
Figura 2 –	Árvore de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa. (A), Flor (B), Frutos (C) e sementes (D).....	23
Figura 3 –	Diferentes qualidades de luz: Vermelha (A), Vermelho-distante(B) e Escuro(C).....	26
Figura 4 –	Embalagens utilizadas no armazenamento das sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Corre: sacos de papel do tipo “Kraft” (A) e frascos de vidro (B).....	27
Figura 5 –	Latas com as repetições de 20 sementes (A), Tratamentos (B), Embebição das sementes (C), Leitura da condutividade elétrica (D) e acondicionamento dos tratamentos em câmara de germinação à temperatura de 25°C.....	29
Figura 6 –	Porcentagem de Germinação (%G) – A e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – B de sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa., submetidas a diferentes tratamentos de quebra de dormência.....	30
Figura 7 –	Porcentagem de Germinação (%G) – A e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – B de sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa. submetidas a diferentes Temperaturas.....	32
Figura 8 –	Efeito da temperatura de 40°C na germinação de sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa.....	33
Figura 9 –	Variação das fases do desenvolvimento das plântulas de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa., com três (A), seis (B), nove (C) e 14 (D) dias após a semeadura.....	37
Figura 10 –	Plântulas anormais de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa. Legenda: A= plântula com anormalidade na raiz principal, apresentando deterioração e atrofiamento; B= Rompimento do hipocótilo devido à necrose dos tecidos; C= raiz primária raquítica; D e E= raízes e hipocótilo necrosados.....	38

Figura 11 –	Semente infestada por fungo (A) e Poliembrionia (B) em sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa.....	38
Figura 12 –	Grau de umidade (%) em função do período de secagem de sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa.....	39
Figura 13 –	Porcentagem de germinação (A) e Índice de velocidade de germinação (B) em função do período de secagem de sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa, no tratamento escarificação mecânica.....	40
Figura 14 –	Perda de Condutividade em sementes de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa., sob diferentes tempos de leitura e armazenamento.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Porcentagem de germinação de sementes recém-colhidas de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa., sob diferentes temperaturas e qualidade de luz.....	34
Tabela 2 –	Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes recém-colhidas de <i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa., sob diferentes temperaturas e qualidade de luz.....	35
Tabela 3 –	Grau de umidade (%) de sementes de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento.....	41
Tabela 4 –	Porcentagem de Germinação (%G) de sementes de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	43
Tabela 5 –	Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de plântulas de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	43
Tabela 6 –	Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	44
Tabela 7 –	Comprimento da raiz de plântulas de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	45
Tabela 8 –	Comprimento da raiz de plântulas de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes ambientes durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	45
Tabela 9 –	Comprimento da raiz de plântulas de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em dois tipos de embalagens durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	45
Tabela 10 –	Massa Seca (mg) das plântulas de Algodão da praia (<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.....	46

SUMÁRIO

1	I N T R O D U Ç Ã O.....	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Soland. ex Correa.....	13
2.2	A germinação das sementes.....	14
2.2.1	Efeito da luz na germinação.....	15
2.2.2	Efeito da temperatura na germinação.....	17
2.3	Dormência.....	18
2.4	Armazenamento.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Local de execução do experimento.....	23
3.2	Colheita e preparação das sementes.....	23
3.3	Ensaio 1: Avaliação da qualidade fisiológica inicial das sementes.....	24
3.4	Ensaio 2: Temperatura e qualidade de luz.....	25
3.5	Ensaio 3: Desenvolvimento pós-seminal.....	26
3.6	Ensaio 4: Curva de secagem.....	26
3.7	Ensaio 5: Armazenamento das sementes.....	27
3.8	Ensaio 6: Teste de condutividade elétrica	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1	Avaliação da qualidade inicial das sementes.....	30
4.2	Qualidade fisiológica das sementes em função da temperatura.....	31
4.3	Temperatura e Qualidade de Luz.....	34
4.4	Desenvolvimento pós-seminal.....	35
4.5	Curva de secagem.....	39
4.6	Armazenamento das sementes.....	41
4.7	Teste de condutividade elétrica.....	47
5	CONCLUSÕES.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

O interesse dos pesquisadores por espécies florestais com potencial para recuperação de áreas degradadas e para melhoria da qualidade de ambientes urbanos tem aumentando nos dias atuais, principalmente em relação à qualidade fisiológica de suas sementes. Entretanto, os estudos desenvolvidos com a maioria destas espécies ainda são escassos, tornando-se necessárias pesquisas para determinação de informações básicas sobre as condições ideais de germinação, manejo e conservação de suas sementes.

A importância de se estudar fatores como temperatura, luminosidade, dormência, substrato e condições de armazenamento, com o intuito de preservar a qualidade inicial das sementes, principalmente quando se trata de espécies com produção irregular, bem como para as que perdem rapidamente sua viabilidade (AGUIAR, 1995). Uma vez que, a disponibilidade de sementes para produção de muda em larga escala é um fator limitante para programas de reflorestamento. Por esta razão, é de fundamental importância a utilização de sementes de qualidade, que garantam o sucesso da germinação, desenvolvimento e estabelecimento de mudas vigorosas no campo.

Thespesia populnea (L.) Soland. ex Correa, é uma espécie arbórea exótica, originária da Ásia Tropical e popularmente conhecida como algodão-da-praia, com potencial de firmar dunas em áreas costeiras degradadas e aplicação de sua madeira na carpintaria, além disso vem se destacando devido sua crescente utilização na ornamentação de muitas cidades do Nordeste. Em Alagoas, principalmente em Maceió, é possível observar árvores dessa espécie distribuídas em várias partes do município.

Trata-se de uma espécie com poucas informações encontradas para o manejo e análise de suas sementes, nem tão pouco, informações que forneçam dados que possam caracterizar seus atributos. Existe, também, a necessidade de se obter informações sobre a germinação e cultivo da mesma, visando sua utilização para os mais diversos fins. Entretanto, essa espécie não possui registros na literatura sobre a conservação de suas sementes, fazendo-se necessário a realização de pesquisas referentes ao seu comportamento fisiológico. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento fisiológico das sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., em função dos tratamentos de quebra de dormência, temperatura, qualidade de luz, grau de umidade, condições de armazenamento, bem como acompanhar e registrar os diferentes estádios pós-seminal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa

A família *Malvaceae* é composta por cerca de 250 gêneros e 4.200 espécies, distribuídas em todo o mundo, com maior ocorrência em regiões tropicais (CRONQUIST, 1981; SOUZA, 2005). Dentre os membros pertencentes desta família, tem-se a *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., originária da Ásia Tropical, popularmente conhecida como algodão-da-praia, de ocorrência comum em áreas urbanas na região Nordeste, as quais vem sendo muito utilizada na ornamentação de praças e avenidas. Além desse uso, podem ser utilizadas na fixação de dunas em áreas costeiras degradadas devido apresentarem tolerância a solos salinos, calcáreos e semicompactados (FRANCIS, 2002), com aplicação da madeira na carpintaria (PARROTA, 1994).

Segundo Camara et al. (2009) o fruto de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., é do tipo esquizocarpo, polispérmico, embrião axial plicado e eixo hipocótilo-radícula cilíndrico, com abundante produção de sementes pequenas, indicando ser do grupo das pioneiras.

Figura 1. *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2011.

2.2 A germinação das sementes

As sementes apresentam estrutura complexa, onde além de representar um importante estágio no ciclo de vida das plantas superiores, é a principal forma de disseminação das espécies vegetais, com finalidade de gerar um novo indivíduo. São constituídas pelo tecido de reserva, de origem cotiledonar e/ou endospermático e eixo embrionário, envoltos pelo tegumento, responsável por regular a germinação, entre outras funções importantes desempenhadas nas sementes (KIGEL; GALIL, 1995).

A germinação é uma das fases mais sensíveis no ciclo de vida dos vegetais, onde segundo Almandouri et al. (2001), tem início com a hidratação dos tecidos, embebição, responsável por desencadear a retomada das atividades metabólicas (catabolismo), ativando a degradação das reservas que foram armazenadas durante a fase de intenso metabolismo (anabolismo), quando a semente ainda estava ligada a planta-mãe com utilização do oxigênio (respiração), para produção de energia química responsável para o crescimento do eixo embrionário, culminando com a ruptura da cobertura e protrusão da raiz primária (COPELAND; MCDONALD, 1995; CARDOSO, 2008).

Por tanto, é uma fase crítica e pode ser afetada por condições de natureza intrínseca e/ou extrínseca (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), sabendo-se que a água é o fator mais importante no processo germinativo. Também podemos citar a estreita dependência desse processo com a temperatura, principalmente por atuar na velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo (FIGLIOLA et al. 1993), afetando a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), onde o efeito da temperatura sobre a germinação, sofre influência da espécie e da região de origem (MACHADO et al., 2002).

A absorção de água pelas sementes em muitos casos segue normalmente um padrão trifásico de hidratação. A fase I é caracterizada por apresentar rápido aumento no teor de água na semente, envolve o potencial matricial, tratando-se de um processo físico, que ocorre independente da viabilidade da semente, ou seja, sementes viáveis ou, mortas absorvem água durante essa fase (BEWLEY; BLACK, 1994, CARDOSO, 2008). Acrescenta-se, ainda, que é uma fase geralmente rápida, podendo ser completada em torno de 1 a 2 horas após o início da embebição (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988). Ainda segundo os mesmos autores é nessa fase que ocorre a liberação de eletrólitos, aminoácidos e açúcares, sendo a quantidade destes variáveis de acordo com a desorganização da membrana celular.

A fase II exibe uma estabilização do teor de água na semente, apresentando redução das taxas respiratórias, com o intuito de evitar o esgotamento de suas reservas (KOLLER, 1972), resultado do balanço entre os potenciais osmótico e de pressão, caracterizada por ser uma fase preparatória para a fase consecutiva. Na fase seguinte, observa-se o crescimento do embrião em decorrência do novo aumento no teor de água na semente, resultando na protrusão da raiz primária, aonde só as sementes vivas e não dormentes chegam a essa fase (MARCOS FILHO, 2005; KERBUAY, 2008).

O processo germinativo é avaliado sob diferentes critérios: para os botânicos, a germinação considera-se encerrada com o início da protrusão da raiz primária, onde o desenvolvimento seguinte é dito pós-germinativo (BEWLEY; BLACK, 1994). Com tudo, do ponto de vista tecnológico, são germinadas as sementes que apresentarem todas as estruturas essenciais do embrião desenvolvidas, resultando em uma plântula normal e com capacidade de sobrevivência em campo. Para os tecnologistas apenas a protrusão da raiz primária não é suficiente pra garantir a sobrevivência da plântula no campo (MARCOS FILHO, 2005; BRASIL, 2009). Quanto ao tipo, a germinação pode ser epígea ou hipógea, sendo considerada epígea, quando a parte aérea dar-se pelo alongamento do hipocótilo, que é responsável pela formação do gancho plumular. Esse tipo de germinação é caracterizado pela elevação dos cotilédones acima da superfície do solo, como por exemplo, observados em sementes de *Dipteryx alata* (FERREIRA et al., 1998), *Erythrina speciosa* (OLIVEIRA, 2001), *Copaifera langsdorffii* (GUERRA et al., 2006). Diferente da germinação epígea, a hipógea não apresenta o alongamento do hipocótilo, mas do epicótilo, conseqüentemente, os cotilédones encontram-se sob o solo (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972; MARCOS FILHO, 2005). Como por exemplo, observados em espécies pertencentes à família *Fabaceae*, onde predomina a germinação hipógea (POLHILL et al., 1981).

2.2.1 Efeito da luz na germinação

A luz apresenta a capacidade de promover ou inibir o processo germinativo, com respostas variáveis de acordo com a espécie e dependendo do ambiente luminoso que as circundam. O pigmento responsável pela percepção de luz que promove ou não, a germinação é o fitocromo, uma cromoproteína fotorreversível presente no citoplasma de células do eixo embrionário e que assume duas formas: uma ativa (F_{VD} = vermelho distante), que promove a germinação e uma inativa (F_v = vermelho), que inibe a germinação, ambas são interconversíveis (WHATLEY; WHATLEY, 1980; BORGES; RENA, 1993).

O fitocromo ao absorver luz na faixa do vermelho converte-se à forma ativa (F_{VD}) ocasionando a germinação, devido conduzir à síntese de giberelina (GA), já ao absorver a luz na faixa do vermelho-distante, converte-se à forma inativa (FV), bloqueando a germinação resultado da síntese de ácido abscísico (ABA) (KENDRICK; FRANKLAND, 1981; MARCOS FILHO, 2005; FLOSS, 2008). O modo de ação do fitocromo parece está associado ao funcionamento da membrana celular, envolvendo alterações em sua permeabilidade e dessa forma, controlando o fluxo de inúmeras substâncias entre e dentro das células (TAIZ; ZEIGER, 1991; CASAL; SÁNCHEZ, 1998).

Segundo Piña-Rodrigues (1988), comprimentos de onda menores que 290 nm inibem a germinação, comprimentos entre 290 a 400 nm (correspondentes à faixa do azul), não apresentam resultados nítidos, enquanto que, de 400 a 700 nm, encontram-se as radiações responsáveis pelas respostas referentes à germinação das sementes. O vermelho apresenta pico de absorção em 660 nm, promovendo a germinação e o vermelho-distante com pico em 730 nm, inibindo a germinação. A luz branca tem efeito semelhante à luz vermelha, devido à composição espectral e características de absorção do fitocromo (KRAMER; KOZLOWSKI, 1979; BORGES; RENA, 1993). A exemplo do trabalho desenvolvido por GONÇALVES et al. (2006), onde estudaram o efeito de diferentes comprimentos de onda na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana*.

Desta forma, dependendo da resposta das sementes à luz podemos classificá-las em fotoblásticas positivas, as sementes que germinam melhor na presença de luz, em fotoblásticas negativas, as que apresentam seu comportamento germinativo prejudicado pela luz, germinando melhor no escuro e as fotoblásticas neutras ou indiferentes, que germinam bem tanto na presença como na ausência de luz (MARCOS FILHO, 2005; FLOSS, 2008; VIDAL, 2009). Com relação à sensibilidade das sementes a luz, esta pode ser alterada por diversos fatores tais como, idade, temperatura, condição de cultivo da planta, água e condição de armazenamento (OROZCO-SEGOVIA; VÁZQUEZ-YANES, 1993; KERBAUY, 2008). Segundo MARCOS FILHO (2005), a influência da luz diminui gradativamente com o envelhecimento da semente. Para sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam., observou-se que tanto a capacidade quanto a velocidade de germinação obtidos no escuro (sob luz vermelho-extremo) e em luz branca (sob luz vermelha) foram semelhantes, indicando que ocorreu a perda da sensibilidade das sementes à luz, ao longo do período de armazenamento (MALAVASI, 1988).

2.2.2 Efeito da temperatura na germinação

As variações constantes de temperatura no ambiente possuem influência no controle do desenvolvimento da planta e conseqüentemente das sementes, as quais se encontram continuamente expostas a essas variações térmicas. Assim, interferindo diretamente na uniformidade do processo germinativo das sementes, e afetando a porcentagem e o índice de velocidade de germinação, principalmente por agir na absorção de água e nas reações bioquímicas responsáveis pela regulação do metabolismo (FIGLIOLA et al., 1993; BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Com base nos trabalhos de pesquisas realizados, observa-se que não existe uma única temperatura ótima de germinação para todas as espécies, uma vez que tal processo apresenta uma série de atividades metabólicas, com ordenadas reações químicas, e cada uma segue exigências próprias quanto à temperatura. Assim, é preciso identificar as temperaturas cardeais para cada espécie, que são as temperaturas: ótima, que proporciona o maior número de sementes germinadas em menor período de tempo; mínima, abaixo da qual não ocorre a germinação, devido à ausência de energia suficiente para ativação da atividade enzimática que participa do metabolismo, e máxima, acima da qual não ocorre germinação, devido à desnaturação das enzimas e a perda de aminoácidos durante a germinação, resultado de danos causados as membranas (HENDRICKS; TAYLORSON, 1976; RILEY, 1981; MARCOS FILHO, 2005; CARDOSO, 2008; FLOSS, 2008).

BORGES e RENA (1993) mencionam que no geral a temperatura mais adequada para a germinação da maior parte das espécies florestais situa-se entre 20°C e 30°C. Sendo este intervalo aumentado anos depois por Nassif et al. (1998), os quais mencionaram que a temperatura ótima para a germinação da maioria das espécies tropicais situa-se entre 15°C a 30°C, com máxima variando de 30°C a 40°C e a mínima dependendo da espécie pode aproximar-se do ponto de congelamento (COPELAND; McDONALD, 1995).

Na busca do conhecimento das temperaturas cardeais, observou-se, por exemplo, que a temperatura de 30°C foi considerada ótima para a germinação de sementes de *Cecropia glaziovii* (GODOI; TAKAKI, 2005), *Theobroma grandiflorum* (FERRAZ, et al., 2012), embora tais sementes germinaram, consideravelmente, dentro da faixa de temperatura de 20°C e 30°C .

SANTOS, SUGAHARA e TAKAKI (2005) estudando o efeito da temperatura em três espécies de *Tabebuia* constataram que a temperatura ótima situa-se entre 20°C e 30°C, a mínima entre 10°C e 15°C e a máxima entre 35°C e 40°C. Assim, quando as sementes são

submetidas a temperaturas inferiores à ótima, o período de germinação é maior, ocasionado devido à redução das atividades enzimáticas, contribuindo para a diminuição da velocidade de germinação. Já as temperaturas elevadas são responsáveis por acelerar a velocidade de germinação, resultando na perda de aminoácidos da semente (HENDRICKS; TAYLORSON, 1976; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Segundo Smith et al. (2002), existem espécies capazes de alcançar sua máxima germinação quando submetidas a temperaturas alternadas, devido à capacidade de superação da dormência, contribuindo para o aumento da uniformidade de germinação. Como é o caso das sementes de *Ochroma lagopus Swartz* (VASQUES-YANES, 1974), *Heliocarpus donnelsmithii Rose* (VÁZQUES-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1989), *Croton floribundus Spreng* (ABDO; PAULA, 2006).

2.3 Dormência

Segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1972), cerca de um terço das espécies são capazes de germinar imediatamente em condições favoráveis, assim que as sementes são liberadas da planta-mãe, e as demais possuem algum grau de dormência que as impedem de germinar, podendo ser superada pela utilização de tratamentos pré-germinativos.

A dormência é um mecanismo de defesa, caracterizado por distribuir a germinação no tempo (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; FOWLER; MATINS, 2001), sendo a responsável por garantir maior probabilidade de sobrevivência das espécies, impedindo a germinação imediata das sementes em condições desfavoráveis do ambiente, interferindo em seu desenvolvimento normal (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Contudo, para os viveiristas a dormência é vista como um problema a ser superado, em virtude do longo tempo para que ocorra a germinação, afetando a produção de mudas (causando desuniformidade), além de facilitar a deterioração das sementes por permanecerem mais tempo no solo, sujeitas às condições adversas, favorecendo o ataque de fungos (BORGES et al., 1982).

A dormência tegumentar ou exógena é a mais comum, caracterizada pela impermeabilidade do tegumento a água e ao oxigênio, devido à presença de inibidores químicos no tegumento, que atuam impedindo o crescimento do embrião (FOWLER; BIANCHETTI, 2000). Sendo frequentemente encontrada em sementes das famílias: *Malvaceae*, *Fabaceae*, *Convolvulaceae*, *Leguminosae*, *Solanaceae*, *Geraniaceae*, *Liliaceae* e *Chenopodiaceae* (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972; POPINIGIS, 1977;).

A quebra da dormência tegumentar pode ser realizada através da escarificação, uma técnica que promove a ruptura do tegumento favorecendo a germinação, podendo ser: química

ou mecânica. A química é um tratamento amplamente utilizado em espécies florestais, fazendo uso do ácido sulfúrico para quebrar a impermeabilidade do tegumento, com o intuito de acelerar a germinação (SMITH et al., 2002), sendo este método eficiente na quebra da dormência de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (ARAÚJO NETO; AGUIAR, 2000), *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (GARCIA et al., 2004), *Ochroma lagopus* Sw. (BARBOSA et al., 2004), *Bowdichia virgilioides* Kunth (ALBUQUERQUE et al., 2007) e *Parkia platycephala* Benth. (NASCIMENTO et al., 2009), entre outras. Segundo esses autores, o sucesso obtido com a utilização do ácido sulfúrico para a quebra da dormência tegumentar, tem relação com a espécie e o tempo de exposição ao ácido. Salienta-se, porém, que tal método deve ser aplicado com bastante cuidado, devido aos riscos para quem o manuseia e alto custo do produto.

A escarificação mecânica é caracterizada por ser uma técnica barata e simples de ser realizada, onde se utiliza material de superfície abrasiva para romper o tegumento, mas que precisa ser executada com atenção a fim de evitar a escarificação excessiva, o que resultaria em danos aos tecidos e prejudicaria a uniformidade e velocidade de germinação das sementes (HERMANSEN et al., 2000). Na natureza, a escarificação é realizada pela ação de microrganismos sobre o tegumento das sementes, ingestão por animais, abrasão mecânica, temperaturas alternadas, queimadas e pela chuva causando a lixiviação de inibidores de crescimento (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; BRASIL, 1992; ZAIDAN; BARBEDO, 2004). A escarificação mecânica foi utilizada como tratamento em sementes de *Bauhinia monandra* Britt (ALVES et al., 2004), *Cupania vernalis* Camb. (LIMA JÚNIOR, 2004), *Ormosia arborea* (Vell.) Harms (LOPES et al., 2004), *Sterculia striata* A. St. Hil. & Naudin (MATA, et al., 2010). Para esses autores, a explicação para o sucesso desse tratamento, está diretamente relacionado com a intensidade com que é realizada a escarificação, assim podendo comprometer a qualidade das sementes.

Além da dormência tegumentar ou exógena, existe a dormência embrionária (endógena), ocasionada devido à imaturidade do embrião ou presença de inibidores fisiológicos capazes de impedir o seu desenvolvimento normal. Ambas podem ocorrer separadas ou juntas na mesma semente (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972; FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

2.4 Armazenamento

As sementes ao serem colhidas no ponto de maturidade fisiológica encontram-se ainda com elevado teor de água, sendo necessário preservar a qualidade das sementes, as quais ficam expostas às oscilações do ambiente, resultando em perda em seu potencial fisiológico através do aumento da velocidade do processo deteriorativo (CARNEIRO; AGUIAR, 1993). É a forma de preservar a qualidade fisiológica das sementes é através do armazenamento, o qual tem por objetivo conservar as sementes e suas qualidades a fim de diminuir a velocidade de deterioração para uso futuro, utilizando-se do processo de redução do teor de água das sementes a níveis seguros, buscando não afetar sua qualidade inicial (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; KOHAMA et al., 2006). É através da secagem que ocorre a redução de água das sementes, resultando na diminuição da atividade respiratória e velocidade de consumo de suas reservas. Assim, mantendo a qualidade e garantindo maior longevidade as sementes durante o armazenamento (MARCUS FILHO, 2005).

Quanto ao comportamento em condição de armazenamento, as sementes são classificadas em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. As ortodoxas são tolerantes a secagem, até baixos teores de água (4 a 10%) e preservam por mais tempo sua qualidade fisiológica quando submetidas a baixas temperaturas, proporcionando maior tempo de armazenamento. As recalcitrantes são menos tolerantes a dessecação, podendo perder sua viabilidade em curto período de tempo se desidratadas a teores de água abaixo de 25% a 50%, dependendo da espécie. Já as intermediárias, não resistem a baixas temperaturas por tempo prolongado, embora possuam certa tolerância à dessecação (BONNER, 2001; HARTMANN et al., 2002; FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Assim, ter conhecimento do teor de umidade crítico e letal das sementes é de fundamental importância para a tomada de decisões quanto à secagem e o armazenamento das mesmas (BOVI et al., 2004).

Em relação aos grupos ecológicos, às espécies são classificadas em pioneiras e clímax (SWAINE; WHITMORE, 1988). As pioneiras exibem comportamento ortodoxo (ROBERTS, 1973), são exigentes em luz, necessitando de alta intensidade luminosa para desencadear o processo germinativo, geralmente apresentam dormência, alto potencial de armazenamento e são regeneradas a partir de bancos de sementes no solo (VASQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1989). Esse é o caso das espécies pioneiras *Heliocarpus popayanensis* (ROBYNS, 1964), *Sterculia striata* A. St. Hil. e *Naudin* (LORENZI, 2002), *Apeiba tibourbou* Gaertn e *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. (COSTA, 2010). Já as espécies clímax, não precisam de luz direta para seu crescimento, conseqüentemente conseguem se desenvolver sob condições de sombra (PIÑA-RODRIGUES et al., 1990). No entanto, suas

sementes apresentam baixa longevidade e não são dormentes, estão inseridas nesse grupo as sementes recalcitrantes (PAMMENTER; BERJAK, 2000). Tendo como exemplo a espécie *Tabebuia chrysotricha* (KAGEYAMA; MARQUEZ, 1981).

As sementes armazenadas sempre vão sofrer deterioração com o passar do tempo, com intensidade variável dependendo da espécie e das características do ambiente, afinal o armazenamento não é responsável por melhorar a qualidade fisiológica das sementes, apenas as conservam (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972). Segundo estes autores, a constituição da semente influencia em sua longevidade, onde substâncias de reserva tais como os óleos, são mais instáveis que o amido, podendo acelerar a deterioração das sementes. No geral, baixas temperaturas e baixa umidade relativa do ar proporcionam um ambiente favorável ao armazenamento de sementes, causando a redução do metabolismo e afetando a atividade de microrganismos, resultando no aumento da longevidade (AGUIAR et al., 1993; VIEIRA et al., 2001).

A escolha do tipo de embalagem para o armazenamento é de fundamental importância, pois feita de forma inadequada vai afetar a viabilidade das sementes, sendo necessário levar em consideração: o comportamento (ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias), o ambiente (condições normais ou controladas) e o tempo que se pretende armazenar as sementes (SCHUMACHER et al., 2002). Assim, as embalagens são as responsáveis por regular as trocas de umidade e oxigênio entre a semente e o ambiente (FIGLIOLIA; PIÑA-RODRIGUES, 1995), sendo classificadas em: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis. As permeáveis e semipermeáveis permitem troca de umidade com o ambiente, são adaptadas para o armazenamento de sementes ortodoxas e para sementes recalcitrantes que precisam de aeração, sendo armazenadas por tempo não prolongado. Já as embalagens impermeáveis são hermeticamente fechadas, não permitem trocas com o meio externo e são adequadas para o armazenamento de sementes ortodoxas por longos períodos, esse tipo de embalagem pode ser utilizada em qualquer condição de ambiente sob baixas temperaturas (HONG; ELLIS, 2003; MARCOS FILHO, 2005). As melhores condições para incubação variam de acordo com a espécie em questão. A exemplo do algodão herbáceo (*Gossypium sp.*), que manteve sua qualidade fisiológica durante nove meses, em câmara de armazenamento (ambiente controlado), com temperatura de 10°C e umidade relativa do ar em torno de 35%, independente da embalagem utilizada (QUEIROGA; BARREIRO-NETO, 1985). Sementes de *Araucaria angustifolia* conservaram sua viabilidade por cinco meses, em recipientes de vidro, quando armazenadas em temperatura de 5°C ou em geladeira doméstica (PRANGE, 1964). Já as sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. manteve 80% de sua germinação por

dezoito meses, quando armazenadas em câmara fria (BARBEDO et al., 2002). No entanto, sementes de *Acacia polyphylla* DC, conservaram sua qualidade inicial por dois anos em embalagem impermeável, quando armazenadas em câmara fria (ARAÚJO NETO et al., 2005).

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, localizado no município de Rio Largo-AL, situado a 9°28'01'' de latitude e 35°49'32'' de longitude, com uma altitude de 141 m.

3.2 Colheita e extração das sementes

Frutos de *T. populnea* (L.) Soland. ex Correa (Figura 2), foram colhidos com auxílio de tesoura aérea com cabo extensor, de seis árvores (vizinhas) localizadas no Município de Maceió, em Outubro de 2011, em seguida conduzidas ao Laboratório de Análise de Sementes, para a extração manual, limpeza e homogeneização das sementes, sendo retiradas aquelas mal formadas e danificadas por insetos ou fungo.

Figura 2. Árvore de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa. (A), Flor (B), Frutos (C) e sementes (D).



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2011.

3.3 Ensaio 1: Avaliação da qualidade fisiológica inicial das sementes

Para avaliação do comportamento germinativo, as sementes recém-colhidas de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa, foram previamente submetidas à assepsia, realizada com a imersão das mesmas em álcool 70%, por um minuto, com posterior lavagem em água destilada.

Para quebra de dormência das sementes de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa, foram utilizados os seguintes tratamentos:

- Escarificação mecânica do tegumento, realizada friccionando-se as sementes, do lado oposto à micrópila, com lixa nº 80;
- Escarificação química, realizada imergindo-se as sementes em ácido sulfúrico concentrado por 30 minutos, seguido de lavagem em água corrente;
- Imersão em água quente (80° C) até resfriamento;
- Imersão em água destilada (temperatura ambiente) por 24 horas;
- Testemunha (sementes intactas)

Após os tratamentos pré-germinativos, as sementes foram semeadas em papel germitest, autoclavado e umedecido com água destilada, submetidos à temperatura de 30°C. Os rolos de papel contendo 25 sementes por repetição foram acondicionados em germinadores do tipo BOD.

As contagens de sementes germinadas foram realizadas diariamente, durante o período de vinte dias, fazendo-se o reumedecimento do substrato quando necessário. O critério utilizado foi o tecnológico, que considera germinadas as sementes capazes de originar plântulas normais, com todas as suas estruturas essenciais e que apresentem potencial para dar continuidade ao seu desenvolvimento (LABOURIAU, 1983; BRASIL, 2009).

Transcorrida esta etapa, utilizando o melhor tratamento de superação definido, as sementes foram acondicionadas em rolos de papel germitest autoclavados, em seguida incubadas em germinadores regulados nas temperaturas constantes de 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e alternada de 20-30°C, sob luz branca.

Os resultados dos testes germinativos foram expressos em porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado, considerando o número de sementes germinadas diariamente, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Índice de Velocidade Germinação – IVG.

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn,$$

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias após a sementeira;

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Para fins de análise estatística, os dados de porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

3.4 Ensaio 2: Temperatura e Qualidade de Luz

Para avaliação do comportamento germinativo em função da luz e temperatura, sementes recém-colhidas foram submetidas ao processo asséptico com a imersão em álcool 70% por um minuto, e em seguida lavadas em água destilada.

Os ensaios germinativos foram realizados em câmara de germinação do tipo B.O.D, reguladas nas temperaturas de 20°C, 30°C e alternada de 20-30°C. As sementes foram distribuídas, em caixas gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5cm), sobre papel de filtro previamente autoclavados e umedecidos com água destilada.

Cada tratamento foi conduzido sob luz vermelha (V), vermelha distante (VD), e ausência de luz (A). A qualidade de luz foi obtida pela combinação de papéis tipo celofane, onde para a luz vermelha (Figura 3). Os gerboxs foram revestidos com duas folhas de papel celofane vermelho e para a luz vermelho-distante, estes foram revestidas com uma folha de papel celofane vermelho e uma azul, sobrepostas, conforme Menezes et al. (2004). A ausência de luz foi obtida com a utilização de gerbox preto.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Para fins de análise estatística, os dados de porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

Figura 3. Diferentes qualidades de luz: Vermelha (A), Vermelho-distante(B) e Escuro(C).



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

3.5 Ensaio 3: Desenvolvimento pós-seminal

O acompanhamento e registro das diferentes fases do desenvolvimento pós-seminal foram realizados conforme Oliveira (1993). Neste ensaio, foram observados diariamente os diferentes estágios de desenvolvimento e diferenciação das plântulas avaliadas. Além de descrever e ilustrar as anormalidades ocorridas nas plântulas, também foi possível determinar o tipo de germinação da espécie em questão, através de observações durante a condução do teste de germinação. Para tanto, quatro repetições de 25 sementes foram distribuídas em duas folhas de papel “germitest” previamente autoclavadas e cobertas por uma terceira folha. Em seguida, os rolos contendo as sementes foram acondicionados em germinador à temperatura de 30 °C, sob luz constante. Sendo, umedecidas com água destilada quando necessário.

3.6 Ensaio 4: Curva de secagem

Para avaliar o comportamento das sementes frente a diferentes conteúdos de água, sementes recém-colhidas escarificadas de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa, foram mantidas em estufa de circulação forçada, a temperatura de 36°C por diferentes períodos de tempo (0, 1, 18, 43 e 93 horas).

Para o teste de germinação foram utilizadas 500 sementes, ou seja, quatro repetições de 25 sementes para cada tempo de secagem ($4 \times 25 = 100$ sementes $\times 5 = 500$ sementes). Já para a determinação do grau de umidade das sementes foram utilizadas 150 sementes, ou seja,

duas repetições de 15 sementes para cada tempo de secagem $2 \times 15 = 30$ sementes $\times 5 = 150$ sementes).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Para fins de análise estatística, os dados de porcentagem foram transformados em $\arcsen \sqrt{p/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992).

3.7 Ensaio 5: Armazenamento das sementes

Com o intuito de avaliar a longevidade, sementes recém colhidas, apresentando grau de umidade de 11,73% foram acondicionadas em dois tipos de embalagens, (frascos de vidro e sacos de papel do tipo “Kraft” (Figura 4). Posteriormente, foram armazenadas em condições normais de laboratório (sem controle de temperatura e umidade) e em ambiente controlado (geladeira e câmara seca com 23°C e 63% de umidade), onde a cada dois meses foram retiradas amostras de cada condição de armazenamento para determinação do grau de umidade, condutividade elétrica, IVG e porcentagem de germinação das sementes à temperatura de 30°C .

Figura 4. Embalagens utilizadas no armazenamento das sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., sacos de papel do tipo “Kraft” (A) e frascos de vidro (B).



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através da porcentagem, índice de velocidade de germinação, conforme metodologia descrita acima; condutividade elétrica, cuja leitura do condutivímetro foi realizada em exudatos presentes na solução de embebição (75 mL de água deionizada), nos tempos de embebição de 2, 4, 6, 8, 10, 24, 48 e 72 horas, sendo a condutividade medida com auxílio de um condutivímetro, cujos resultados foram expressos em $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (Figura 4); Comprimento das plântulas, que após a mensuração foram acondicionadas em sacos de papel do tipo “Kraft”, sem remoção dos cotilédones e levadas à estufa regulada a 80°C por 72 horas, conforme Nakagawa (1999). Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa, colocadas para esfriar e em seguida pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg/planta.

As sementes correspondentes a cada amostra, por ocasião do teste de germinação, passaram por assepsia, em seguida, foram semeadas em rolos de papel “germitest” autoclavados e umedecidos previamente com água destilada, conforme metodologia descrita anteriormente. Posteriormente foram acondicionados em câmara de germinação (tipo BOD), regulada à temperatura constante de 30°C . As contagens foram realizadas diariamente e no final de cada ensaio foi avaliado o comprimento da parte aérea e raiz de todas as plântulas normais, com auxílio de uma régua. Após a determinação do comprimento, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel do tipo “Kraft” e estudo até atingir massa constante. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa ($105^{\circ}\text{C}/24\text{h}$) e após esfriar foram pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em mg/planta.

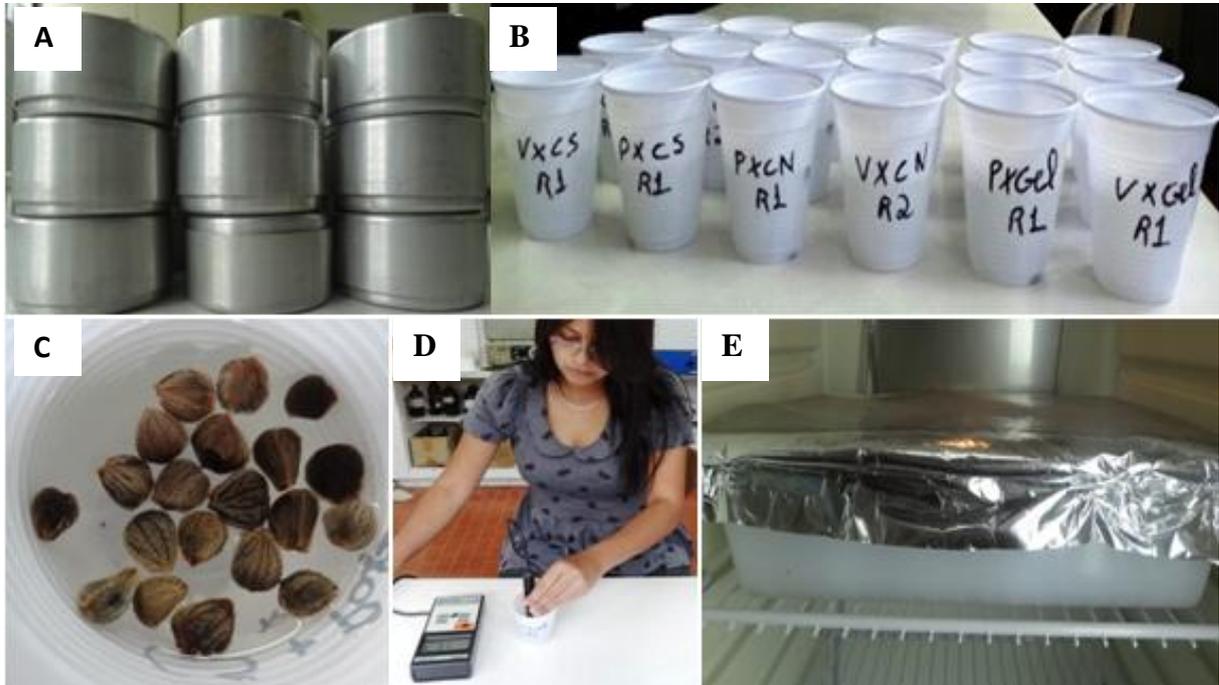
Nas avaliações de armazenamento os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial, quando significativo.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

3.8 Ensaio 6: Teste de condutividade elétrica

Para avaliação da condutividade elétrica dos exudatos das sementes presentes na solução de embebição (75 mL de água deionizada), foram retiradas amostras de cada período de armazenamento (2, 4, 6, 8 e 10 meses) e submetidas a diferentes tempos de embebição (2, 4, 6, 8, 10, 24, 48 e 72 horas), sendo a condutividade medida com auxílio de um condutivímetro, cujos resultados foram expressos em $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (Figura 5).

Figura 5. Latas com as repetições de 20 sementes (A), Tratamentos (B), Embebição das sementes (C), Leitura da condutividade elétrica (D) e acondicionamento dos tratamentos em câmara de germinação à temperatura de 25°C.



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

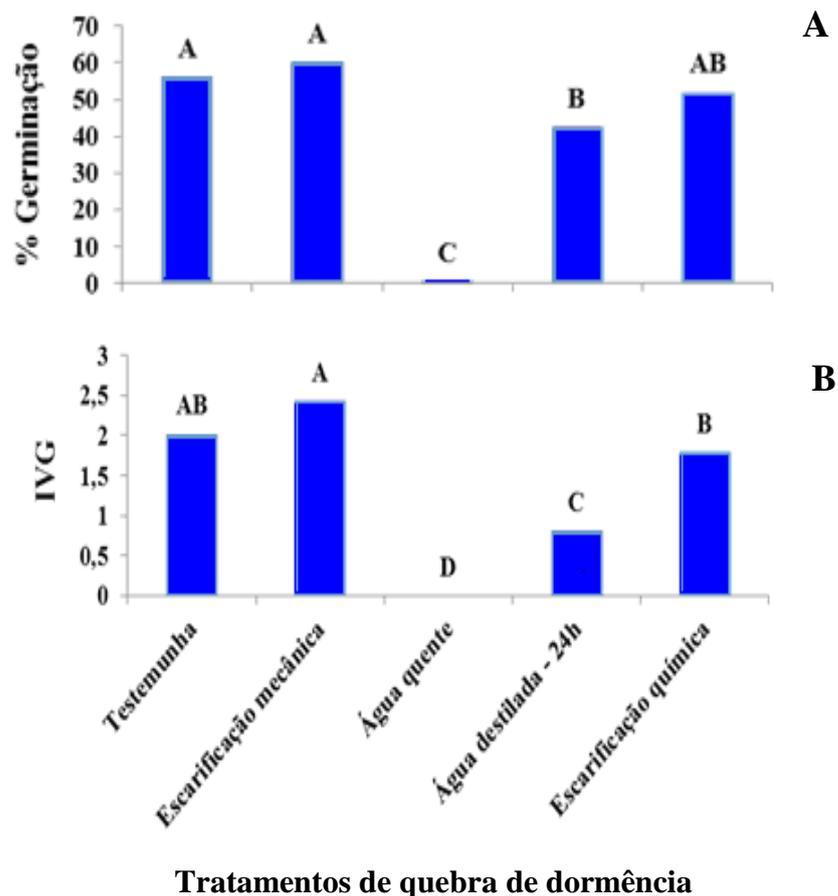
Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de 20 sementes por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da qualidade inicial das sementes

As sementes intactas, ou seja, sem nenhum tratamento pré-germinativo (testemunha) apresentaram porcentagem de germinação semelhante aquelas sementes que sofreram escarificação mecânica e química. Contudo, a escarificação química ocasionou danos à qualidade fisiológica das sementes causando redução da velocidade de germinação (Figura 6).

Figura 6. Porcentagem (%G) – A e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – B de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., submetidas a diferentes tratamentos de quebra de dormência.



A escarificação mecânica tem sido muito utilizada como tratamento eficiente na quebra da dormência tegumentar de muitas sementes de espécies florestais. A exemplo da espécie *Sterculia foetida* L. (SANTOS et al., 2004). Medeiros Filho et al. (2002) relataram que esse tipo de tratamento ocasiona o rompimento do tegumento, facilitando a entrada de água na

semente, conseqüentemente desencadeando o processo germinativo, através da hidratação do embrião.

Resultados contrários foram obtidos por Camara et al. (2009) quando estudaram diferentes métodos de quebra de dormência para sementes da espécie em estudo. De acordo com os autores, o ácido sulfúrico por 30 minutos foi o mais eficiente na quebra da dormência tegumentar, quando comparado com os outros tratamentos estudados. Salienta-se, porém, que nenhum dos tratamentos testados foram eficientes em promover a germinação das sementes intactas, que por sua vez apresentaram baixos valores de porcentagem e velocidade de germinação, com 38,62% e 0,74 respectivamente.

Estes resultados podem indicar que a dormência tegumentar encontrada nestas sementes pode variar em seu grau de intensidade, dependendo do ano em que foram colhidas. Tal fato é corroborado por Bewley e Black (1994), quando mencionam que determinados fatores podem ocasionar maior ou menor grau de dormência em sementes de algumas espécies, como por exemplo, sementes expostas a flutuações de temperatura podem ter seu grau de dormência reduzido. Ao passo que em temperaturas constantes, as sementes tendem a permanecer dormentes.

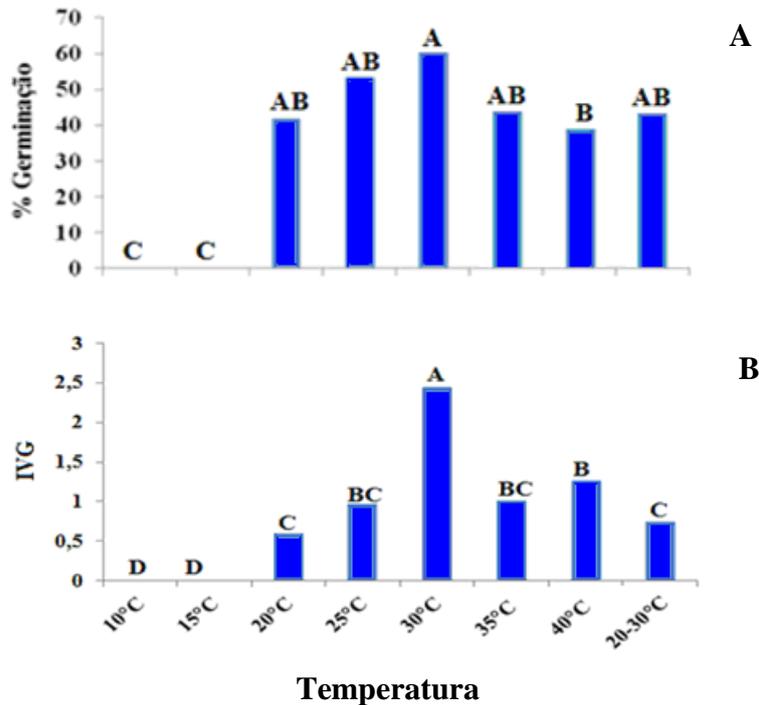
De acordo com Oliveira et al. (2003), a eficiência dos tratamentos em superar a dormência, vai depender do grau de dormência apresentado pelas sementes, que pode ser variável de acordo com a espécie, procedência e/ou ano de colheita.

Observa-se que o tratamento de imersão em água quente (80°C) até resfriamento provocou a morte de todas as sementes, em relação aos outros tratamentos, provavelmente devido ter comprometido o embrião das mesmas. Comportamento semelhante também foi observado por Alves et al. (2004), com sementes de *Bauhinia divaricata* L., onde o tratamento de imersão em água quente provocou redução da germinação dessas sementes.

4.2 Qualidade fisiológica das sementes em função da temperatura

A temperatura de 30°C não diferiu estatisticamente das temperaturas de 20°C, 25°C, 35°C e alternada de 20-30°C (Figura 7A). Observou-se também que as sementes submetidas à temperatura de 30°C apresentaram a mais alta velocidade de germinação (IVG) comparada às demais temperaturas (Figura 7B). Tais resultados corroboram com os encontrados por Câmara et al. (2009), que estudaram as temperaturas de 20°C e 30°C na germinação de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., onde a temperatura de 30°C proporcionou melhores resultados.

Figura 7. Porcentagem (%G) – A e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – B de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa. submetidas a diferentes Temperaturas.



A velocidade de germinação (IVG) foi comprometida com temperaturas acima ou a baixo de 30°C, sendo nula nas temperaturas de 10°C e 15°C (Figura 7). Tal comportamento ocorreu devido provavelmente à inibição ocasionada pela baixa temperatura. Essa inibição foi parcialmente superada após as sementes serem transferidas para a temperatura de 30°C, alcançando porcentagens de germinação em torno de 22% e 40%, respectivamente. Segundo Cantlife et al. (2000) a temporária inibição da germinação, pode corresponder a uma inibição temporária, pois caso a temperatura aumente a níveis adequados, as sementes tornam-se capazes de reassumir seu metabolismo em direção à germinação.

Na temperatura de 40°C, constatou-se que parte das sementes que não germinaram apresentaram-se deterioradas, evidenciadas pelo aspecto amolecido e odor desagradável. Outras que germinaram, resultaram em plântulas anormais conforme observado na Figura 8.

Garcia et al. (2004), mencionam que temperaturas altas podem causar a desorganização do sistema enzimático com conseqüente desnaturação das proteínas, conseqüentemente, danificando o sistema de membranas celulares. A exemplo das sementes de *Guazuma ulmifolia*, que quando submetidas à temperatura de 40°C apresentaram perda total de sua viabilidade (ARAÚJO NETO et al., 2002).

Cada espécie possui uma ou faixa de temperatura adequada para sua germinação, conforme foi observado por Varela et al. (1999), em que as sementes de *Ceiba pentandra* (L.)

Gaertn., apresentam ampla faixa de temperatura, entre 15 e 35°C, porém, estas expressaram-se melhor a 30°C. Essa temperatura também proporcionou a maior porcentagem de germinação em sementes de *Genipa americana* (L), *Parkia platycephala* (Benth), *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul., *Sthyphnodendron adstringis* (Mart.) Coville, *Peltophorum dudium* (Spreng) Taubert, *Myracrodruon urundeuva* (NASCIMENTO et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2003; LIMA et al., 2006; MARTINS et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2008 e GUEDES et al., 2011).

A ocorrência da germinação em uma determinada faixa de temperatura confere à espécie a capacidade de resistir às flutuações térmicas naturais do ambiente e assim distribuir seu processo germinativo em períodos com condições ambientais favoráveis, podendo indicar uma estratégia adaptativa da espécie (OLIVEIRA et al., 2006). Segundo Borghetti (2005), a maioria das espécies por ele estudadas, apresentaram máxima porcentagem e velocidade de germinação entre 20°C e 30°C.

Neste trabalho, foi possível identificar a faixa de temperatura mínima, a baixo da qual não ocorreu à germinação (10°C e 15°C) e a ótima (30°C), que proporcionou a maior porcentagem e velocidade de germinação em menor tempo. Contudo, não foi possível determinar à temperatura máxima de germinação das sementes de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa., uma vez que não foram testadas temperaturas superiores a 40°C.

Figura 8. Efeito da temperatura de 40°C na germinação de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa.



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

4.3 Temperatura e Qualidade de Luz

Houve interação significativa entre os fatores temperatura e qualidade de luz, na porcentagem e velocidade de germinação indicando interdependência entre eles (Tabelas 1 e 2). A temperatura de 30°C proporcionou as maiores porcentagens e velocidades de germinação independente da qualidade de luz avaliada. A exemplo das espécies *Myracrodruon urundeuva* (SILVA et al., 2002), *Tabebuia serratifolia*, *Tabebuia chrysotricha*, *Tabebuia róseo Alba* (SANTOS et al., 2005).

Apesar da espécie *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., apresentar características de uma espécie fotoblástica positiva, algumas sementes conseguiram germinar na ausência de luz, com cerca de 29% de germinação à temperatura de 20-30°C (Tabela 1). Segundo Klein e Felipe (1991), quando as sementes apresentam a capacidade de germinar também na ausência de luz, são classificadas como fotoblásticas positivas preferenciais. Tal ocorrência do processo germinativo na ausência de luz pode ter sido induzido devido ao fato de que para o fitocromo sofrer a fotoconversão das formas ativa/inativa existe uma série de reações intermediárias que só ocorrem no escuro, antes que a conversão se complete (KENDRICK; FRANKLAND, 1981).

Tabela 1. Germinação de sementes recém-colhidas de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., sob diferentes temperaturas e qualidade de luz.

Temperatura	QUALIDADE DE LUZ		
	Vermelha	Vermelho-distante	Escuro
20°C	9,33 Ac	14,05 Ac	16,10 Ab
30°C	65,83 Aa	66,01 Aa	20,95 Bab
20-30°C	43,30 Ab	42,10 Ab	28,55 Ba
Valor de “F” p/ Temperatura			101,74**
Valor de “F” p/ Qualidade de Luz			30,71**
Valor de “F” p/ Interação (T x Q)			19,34**
CV (%):			19,38

Letras iguais (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

O índice de velocidade de germinação (IVG), na temperatura de 30°C as sementes germinaram mais rapidamente sob luz vermelha e vermelho-distante, do que na ausência de luz (Tabela 2). Com pior desempenho a 20°C, onde as sementes germinaram mais lentamente. No escuro, a germinação ocorreu mais rápido na temperatura alternada de 20-30°C.

Corroborando com Bewley e Black (1994), onde comentam que a temperatura afeta tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação das sementes, modificando a velocidade de absorção de água e as reações metabólicas necessárias para o desenvolvimento normal da plântula.

Tais resultados indicam que as sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., são indiferentes as qualidades de luz vermelha e vermelho-distante e sensível ao escuro. Portanto, é possível que as sementes dessa espécie germinem tanto em ambiente de clareira (alta relação V/VE), quanto sob o dossel das árvores (baixa relação V/VE). Como é o caso das sementes de *Sebastiania commersoniana* (NOGUEIRA et al., 2005).

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes recém-colhidas de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., sob diferentes temperaturas e qualidade de luz.

Temperatura	QUALIDADE DE LUZ		
	Vermelha	Vermelho-distante	Escuro
20°C	0,04 Ac	0,10 Ac	0,13Aa
30°C	2,40 Aa	2,50 Aa	0,33Ba
20-30°C	0,78 Ab	0,80 Ab	0,38 Ba
Valor de “F” p/ Temperatura			271,57**
Valor de “F” p/ Qualidade de Luz			86,74**
Valor de “F” p/ Interação (T x Q)			56,32**
CV (%):			21,31

Letras iguais (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

4.4 Desenvolvimento pós-seminal

Nas sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., os primeiros sinais de germinação iniciaram-se três dias após a sementeira, onde com a reidratação, o embrião retomou o seu crescimento, resultando na ruptura do tegumento e protrusão da raiz primária (Figura 9A), observou-se uma raiz vigorosa, bem desenvolvida, com 0,7 cm de comprimento, e coloração esbranquiçada, principalmente na região da coifa. Com o alongamento da raiz primária, seis dias após a sementeira, já foi possível diferenciá-la do hipocótilo, este apresentando mudanças na cor da epiderme, tornando-se de coloração verde claro, cilíndrico e medindo 1,9 cm de comprimento (Figura 9B). A diferenciação do colo foi percebida através de uma ligeira dilatação na base do hipocótilo, com a presença de pelos na região de transição

situada entre o hipocótilo e a raiz, com pigmentação entre essas duas estruturas. Através do critério tecnológico, considerou-se germinadas as sementes que apresentavam 50% dos cotilédones fora do tegumento. Nesta fase do desenvolvimento, o hipocótilo apresenta-se cobertos por delicados pelos, e sistema radicular pivotante evidenciando a presença de raízes secundárias (Figura 9C).

A partir do décimo dia, os cotilédones apresentam-se livres do tegumento, verdes, delicados, opostos e totalmente abertos. O hipocótilo, cilíndrico e bem desenvolvido, com 6,2 cm de comprimento e sistema radicular pivotante, inicialmente grossa, passando à fina quando mais desenvolvida. Já no décimo quarto dia após a semeadura, observou-se o rápido desenvolvimento do sistema radicular, alongado, fino e ramificado (Figura 9D), a raiz principal constatou-se nesse estágio comprimento médio de 5,6 cm. Aos quinze dias, a plântulas apresentaram, em média, 11,4 cm de comprimento.

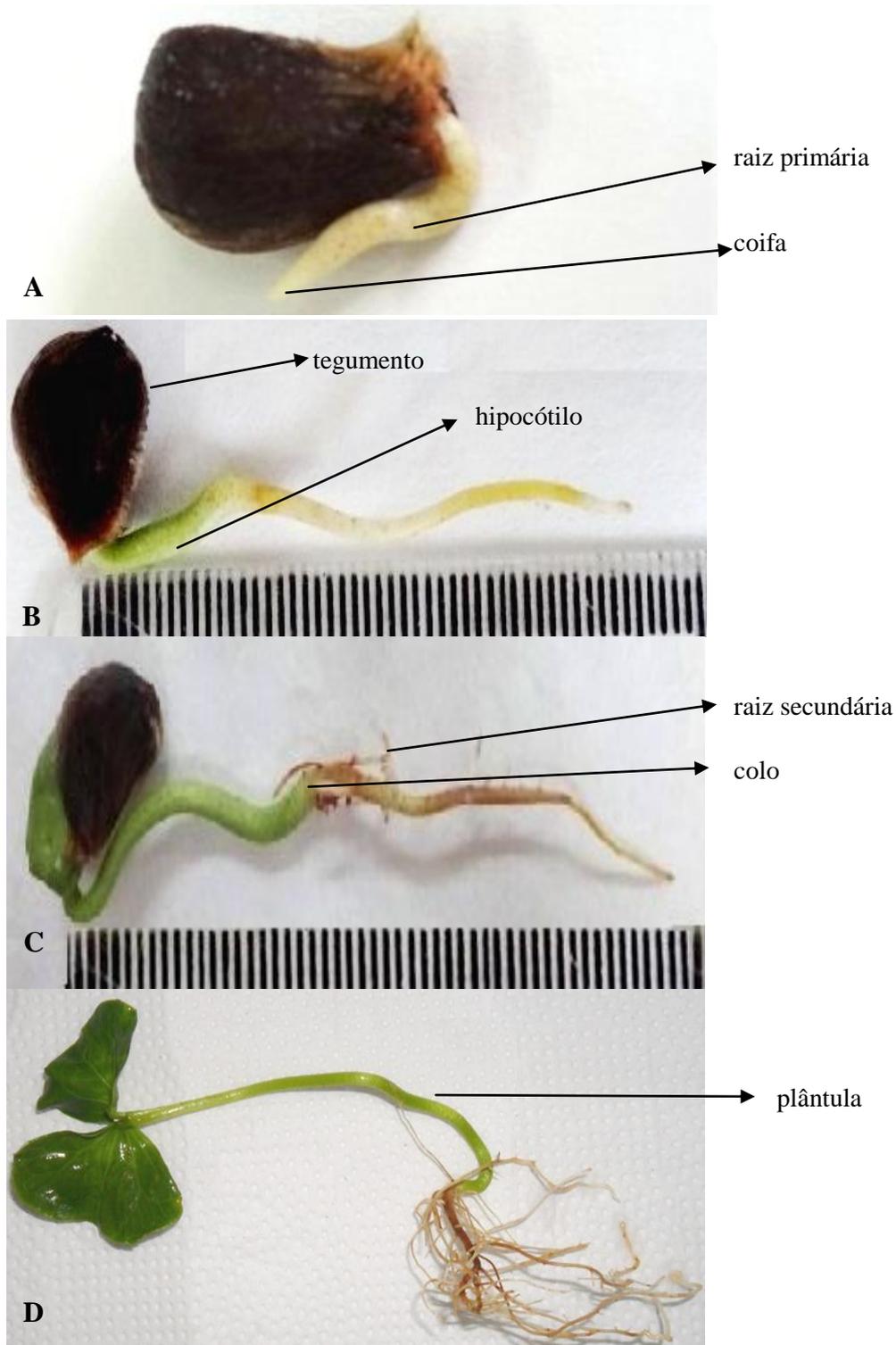
A germinação é do tipo epígea, trata-se de uma espécie com um pico germinativo entre sete e onze dias após a semeadura.

Foram observados alguns tipos de anormalidades em algumas plântulas de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., como hipocótilo necrosado e com coloração marrom escuro e raiz primária atrofiada, raquítica e necrosada, logo no início de sua emergência (Figura 10). Também houve a ocorrência de sementes mortas e infestadas por fungo (Figura 11A).

Durante os ensaios realizados, observaram-se três casos de poliembrião em sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., sendo os embriões norteados na mesma direção no interior da semente (Figura 11B). Segundo Dorman (1976), a poliembrião acontece normalmente em diversas espécies, onde são raros os casos em que os embriões estão invertidos no interior da semente. Entretanto, nada pode ser afirmado quanto à origem destes. Os quais podem se desenvolver juntos em uma mesma semente até atingir a maturidade (COSTA et al., 2004). Logo, foram registrados casos de poliembrião em espécies de diversas famílias, tais como: Anacardiaceae, Apocynaceae, Araucariaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Burseraceae, Castaceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Poaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Rutaceae e Sapindaceae (LIM 1984, PIAZZANO 1998, SALOMÃO; ALLEM 2001, SILVA et al., 2003, COSTA et al., 2004, CORREIA et al., 2005, SOUZA; PAOLI 2009, WANAGE et al., 2010).

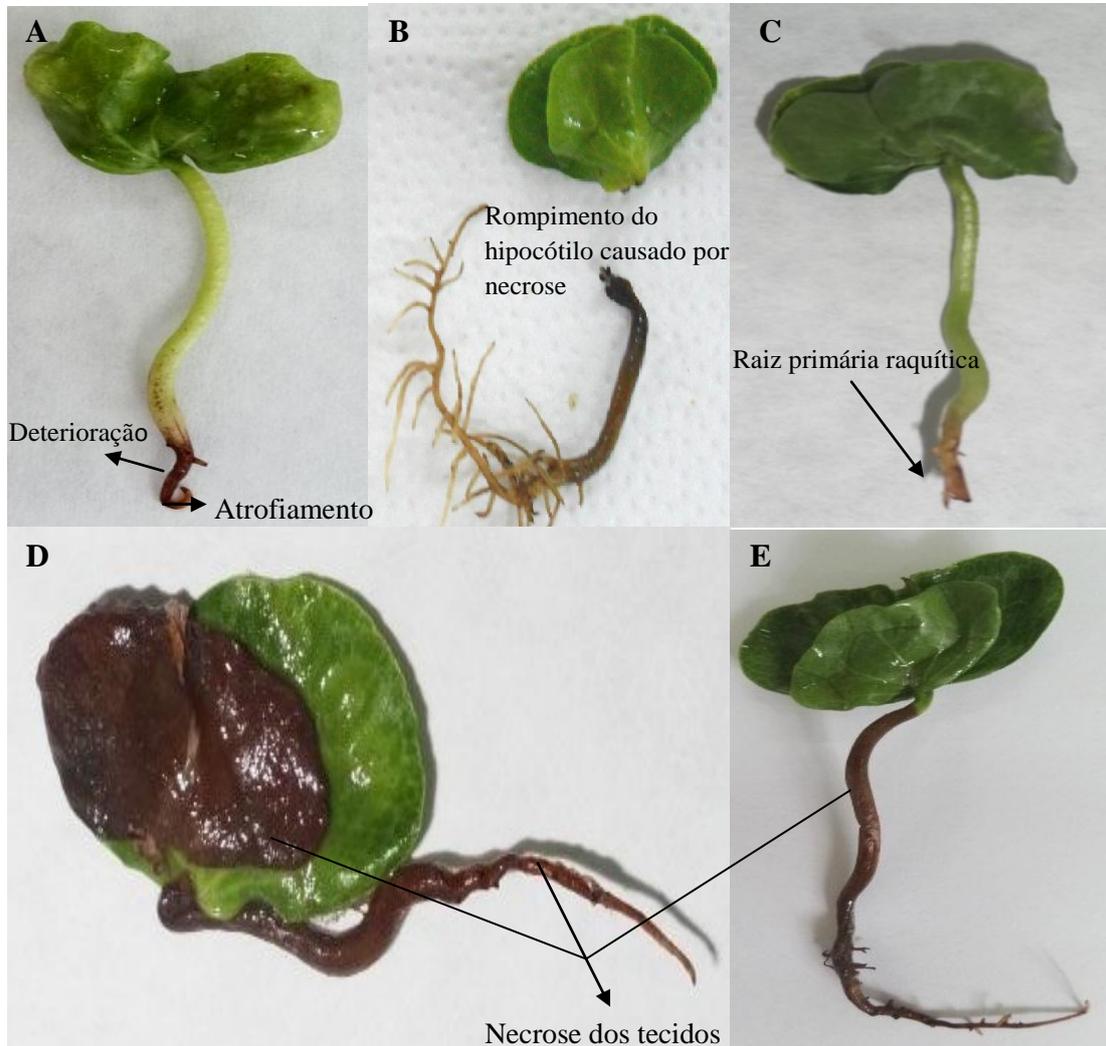
Neste trabalho foi possível constatar o primeiro caso de poliembrião em sementes da espécie *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., a qual pertence a família Malvaceae.

Figura 9. Variação das fases do desenvolvimento das plântulas de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., com três (A), seis (B), nove (C) e 14 (D) dias após a sementeira.



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

Figura 10. Plântulas anormais de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa. A= plântula com anormalidade na raiz principal, apresentando deterioração e atrofiamento; B= Rompimento do hipocótilo devido à necrose dos tecidos; C= raiz primária raquítica; D e E= raízes e hipocótilo necrosados;



Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

Figura 11. Semente infestada por fungo (A) e Poliembrionia (B) em sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa.

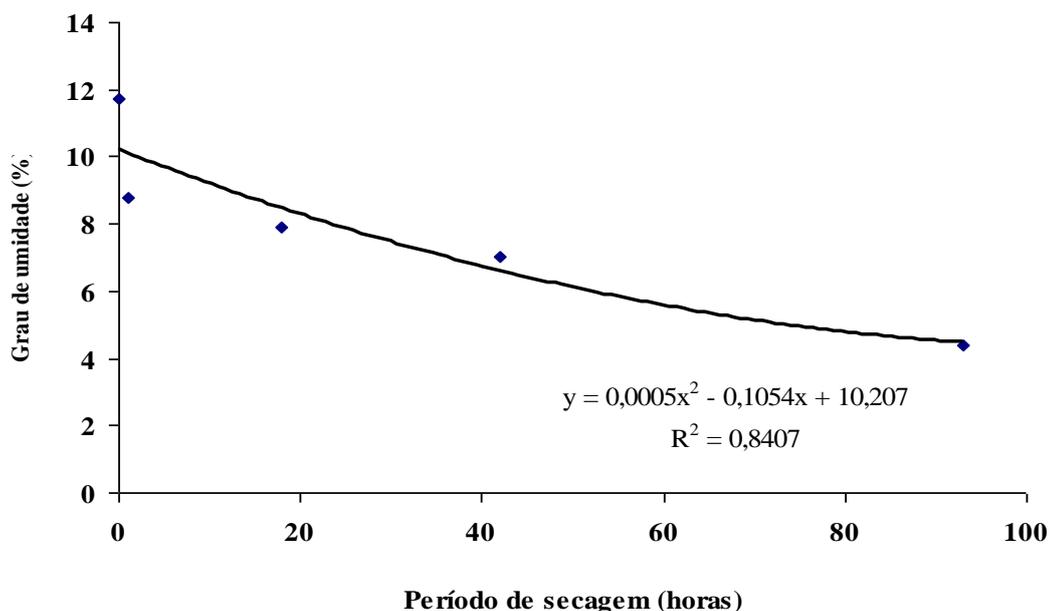


Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2012.

4.5 Curva de secagem

O acompanhamento do teor de água das sementes, durante a dessecação, permitiu estabelecer a curva de secagem para as sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., relacionando a variação do grau de umidade das sementes em função do período de secagem, conforme Figura 12. Observa-se sensibilidade das sementes em perder água já nas primeiras horas de secagem. Esta perda de água, conforme observa-se na Figura 13 já acarreta danos na qualidade fisiológica das sementes, revelados pelos testes de germinação e vigor. Tais resultados indicam que as sementes da espécie em estudo apresentam baixa tolerância à perda de água, diferentemente de muitas espécies ortodoxas, como por exemplo, comentado por Garcia et al. (2004), quando citam que a secagem favorece a preservação da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. É importante ressaltar, que essa capacidade de suportar a secagem e conseqüentemente suportar períodos mais longos de armazenamento varia de espécie para espécie, além de está relacionada com a capacidade da semente em tolerar o estresse da redução de água a níveis mínimos e da reidratação, reduzindo seu metabolismo e assim acumulando altos níveis de açúcares (GROOT et al., 2003; HOEKSTRA et al., 2003). Estes açúcares agem prevenindo mudanças nas fases das membranas e mudanças estruturais das proteínas, evitando o rompimento das membranas e mantendo a atividade enzimática conservada (CROWE et al., 1998).

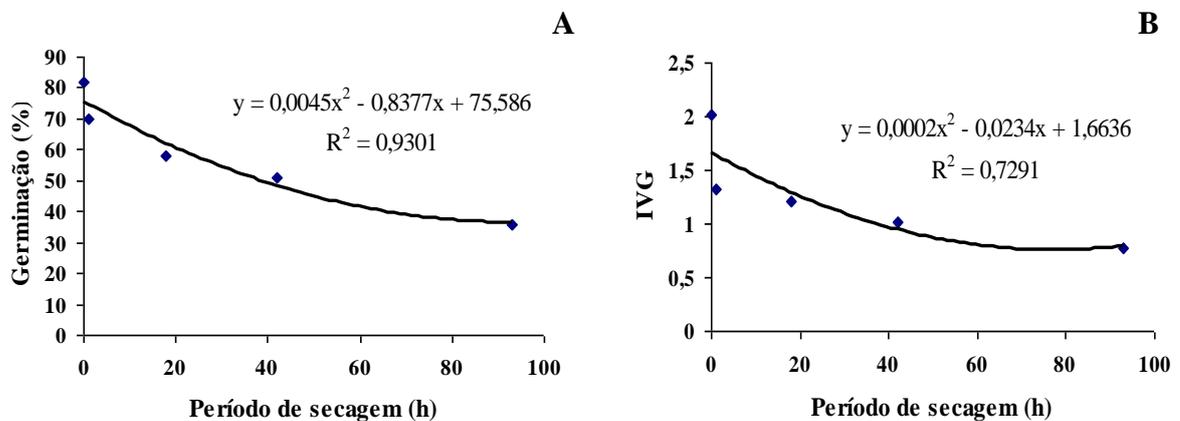
Figura 12. Grau de umidade (%) em função do período de secagem de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa.



A secagem das sementes a partir do valor inicial de 11,73% até a obtenção do grau de umidade mais baixo 4,4% foi alcançado após 93 horas de secagem à temperatura de 36°C. De acordo com Harrington (1972), a secagem segura das sementes depende da espécie e da temperatura utilizada, geralmente situa-se entre 35 a 45°C. Estas temperaturas, segundo Carneiro e Aguiar (1993), têm sido utilizadas com frequência em estudos de secagem de sementes florestais. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), as sementes ortodoxas são tolerantes a secagem a baixos teores de água (4 a 10%) e preservam por mais tempo sua qualidade fisiológica quando submetidas a baixas temperaturas, proporcionando maior tempo de armazenamento.

De acordo com a Figura 13, observou-se que logo nas primeiras reduções do grau de umidade das sementes, ocorreu o declínio da qualidade fisiologia das mesmas, apresentando umidade crítica de 8%. Tais dados indicaram que as sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., não toleram secagem abaixo de 11%, sem que a qualidade das sementes não sejam afetadas.

Figura 13. Porcentagem de germinação (A) e Índice de velocidade de germinação (B) em função do período de secagem de sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa, no tratamento escarificação mecânica.



A diminuição do teor de umidade de 8,8% para 7,0% ocasionou a queda da porcentagem de germinação de 82% para 73%. Após 93 horas de secagem as sementes atingiram umidade de 4,4% e acentuada queda da porcentagem e velocidade de germinação, alcançando 37% de germinação (Figura 13). Carvalho e Nakagawa (2000) mencionam que a viabilidade das sementes é maior quanto menor for a umidade, entretanto, há espécies que comportam-se de forma contrária, perdendo a viabilidade quanto mais desidratadas. A exemplo da espécie *Araucária angustifolia* (MEDEIROS, 2006).

Assim como as sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., que apresentam comportamento ortodoxo, outras espécies têm sido alvo de pesquisas relacionadas à tolerância e sensibilidade à dessecação. Cujo motivo, é o fato pelo qual as sementes ortodoxas durante o processo germinativo perdem a tolerância à desidratação, passando a apresentar comportamento semelhante ao das recalcitrantes. Dessa forma, facilitando a realização de estudos comparativos que busquem esclarecer atributos estruturais e bioquímicos associados à sensibilidade à dessecação e comportamento durante o período de armazenamento (Faria et al., 2005).

4.6 Armazenamento das sementes

As sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., foram armazenadas com 11,73% de umidade, no entanto, este valor sofreu variações durante os dez meses do armazenamento. Quando as sementes foram acondicionadas em geladeira (7°C), mais especificamente nas embalagens de papel, tornaram-se estável com o passar dos meses (Tabela 3). Essa diminuição da umidade foi, provavelmente, resultado do tipo de embalagem utilizada, pois a embalagem de papel por ser permeável, permite a troca de vapor d'água entre as sementes e o ambiente circundante (GARCIA, 2000).

Tabela 3. Grau de umidade (%) de sementes de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento.

AMBIENTE	EMBALAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (meses)					
		0	2	4	6	8	10
Geladeira	Papel	11,73	8,15	8,13	8,41	8,37	8,90
	Vidro	11,73	11,36	11,42	11,01	11,39	10,17
Câmara seca	Papel	11,73	10,12	11,38	9,87	10,20	11,04
	Vidro	11,73	10,56	11,04	10,93	11,45	11,33
Condições não controladas	Papel	11,73	11,51	11,79	11,32	11,67	12,44
	Vidro	11,73	11,65	11,63	11,49	11,52	11,60

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Quando acondicionadas em câmara seca (23°C de temperatura e 45% de umidade relativa), e em condições não controladas, as sementes apresentaram pequena troca de umidade com o meio durante todo o período de armazenamento, independente da embalagem utilizada. O que pode ter sido resultado das trocas permanentes de água entre a semente e o ambiente, até atingirem o ponto de equilíbrio higroscópico (CARNEIRO; AGUIAR, 1993, MARCOS FILHO, 2005). Vale ressaltar, que é de extrema importância o conhecimento dos limites de perda de água tolerados pelas sementes, contribuindo para a conservação de sua qualidade fisiológica inicial, proporcionando condições ideais de armazenamento, evitando a perda da viabilidade das sementes (DAVIDE; SILVA, 2008).

Foi possível verificar que as menores flutuações de umidade ocorreram nas embalagens de vidro (impermeáveis), onde as sementes apresentavam teores de água próximos aos das sementes recém-colhidas, independente do ambiente de armazenamento (Tabela 3). À impermeabilidade da embalagem de vidro evitou que a umidade da semente alcançasse o equilíbrio com a umidade do ambiente externo. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000), o potencial de armazenamento das sementes está diretamente associado a sua qualidade inicial e as condições de armazenamento, onde elevações no grau de umidade das sementes acima de uma determinada porcentagem crítica, acelera o processo de deterioração das sementes, assim afetando a longevidade das mesmas.

Para as variáveis, porcentagem de germinação, IVG e comprimento da parte aérea não houve diferença significativa independente do ambiente utilizado (Tabelas 4, 5 e 6). Vale ressaltar, aos dez meses de armazenamento houve redução da qualidade fisiológica das sementes, com uma queda acentuada na porcentagem de germinação. Segundo Bonner (2008), sementes que possuem dormência tegumentar dificultam a absorção de água e oxigênio da atmosfera, podendo ser armazenadas em condições não controladas sem que afete sua qualidade, como verificado para a espécie estudada, onde independente do ambiente, e período de armazenamento manteve sua qualidade fisiológica, apresentando pequenas variações na porcentagem de germinação ao longo dos meses.

Observou-se que embora as embalagens utilizadas (papel e vidro) apresentarem diferentes características com relação às trocas de vapor d'água, as mesmas comportaram-se de maneira semelhante independente das condições de ambiente, ou seja, não houve diferenças significativas entre as duas embalagens, sendo que a embalagem de plástico teve rápida superioridade à embalagem de papel ao longo do período de armazenamento com relação à porcentagem de germinação (Tabela 4).

Tabela 4. Porcentagem de Germinação (%G) de sementes de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

TEMPO (Meses)	AMBIENTE	EMBALAGEM	
		Papel	Vidro
2	CN	80,0 Aa	78,0 Aa
2	Gel	61,0 Aa	67,0 Aa
2	CS	68,0 Aa	69,0 Aa
4	CN	79,0 Aa	73,0 Aa
4	Gel	55,0 Aa	59,0 Ab
4	CS	64,0 Aa	60,0 Ab
6	CN	67,0 Aa	71,5 Aa
6	Gel	49,5 Aa	57,0 Aa
6	CS	73,5 Aa	64,0 Aa
8	CN	75,0 Aa	77,0 Aa
8	Gel	46,0 Aa	55,0 Aa
8	CS	70,0 Aa	72,0 Aa
10	CN	56,0 Aa	59,5 Aa
10	Gel	42,5 Aa	51,0 Aa
10	CS	59,5 Aa	61,0 Aa

Letras iguais (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados em $\text{arc. sen} \sqrt{x/100}$.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Tabela 5. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de plântulas de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

TEMPO (Meses)	AMBIENTE	EMBALAGEM	
		Papel	Vidro
2	CN	1,70 Aa	1,81 Aa
2	Gel	1,30 Aa	1,61 Aa
2	CS	1,69 Aa	1,66 Aa
4	CN	1,82 Aa	1,49 Aa
4	Gel	1,54 Aa	1,89 Aa
4	CS	1,53 Aa	1,65 Aa
6	CN	1,55 Aa	1,65 Aa
6	Gel	1,34 Aa	1,64 Aa
6	CS	1,77 Aa	1,73 Aa
8	CN	2,49 Ab	1,91 Aa
8	Gel	1,44 Aa	1,38 Aa
8	CN	2,01 A	1,80 Aa
10	CN	1,49 Aa	1,21 Aa
10	Gel	1,33 Aa	1,09 Ab
10	CS	1,52 Aa	1,48 Ab

Letras iguais (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Tabela 6. Comprimento da parte aérea de plântulas (cm) de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

TEMPO (Meses)	AMBIENTE	EMBALAGEM	
		Papel	Vidro
2	CN	5,98 Aa	5,22 Ab
2	Gel	6,01 Aa	6,69 Aa
2	CS	5,40 Aa	5,24 Ab
4	CN	6,36 Aa	5,07Ab
4	Gel	6,18 Aa	6,58 Aa
4	CS	5,61 Aa	5,57 Ab
6	CN	5,65 Ab	5,96 Aa
6	Gel	5,76 Ab	6,78 Aa
6	CS	6,18 Aa	5,90 Aa
8	CN	4,94 Ab	6,84 Aa
8	Gel	5,33 Ab	6,97 Aa
8	CS	6,75 Aa	6,22 Aa
10	CN	6,03 Aa	5,90 Aa
10	Gel	5,48 Aa	5,76 Aa
10	CS	6,42 Aa	5,61 Aa

Letras iguais (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Para a variável comprimento da raiz, após desdobrar ambiente dentro de embalagem observou-se que não houve diferença significativa independente da embalagem utilizada. Maiores comprimentos das raízes foram obtidos no ambiente geladeira, no entanto não houve diferença significativa entre as embalagens papel e vidro (Tabela 7). De acordo com a Tabela 8, constatou-se que a qualidade das sementes foi mantida até os oito meses de armazenamento. Entretanto, a condição de geladeira mostrou-se superior aos demais ambientes, com relação ao comprimento das raízes. Ressaltando, que aos 10 meses de armazenamento as sementes tiveram seu vigor reduzido (Tabela 9). Segundo Vieira e Carvalho (1994), os tratamentos que apresentam maiores valores de comprimento médio de plântulas normais ou de partes destas, são constituídos de sementes vigorosas, as quais originam plântulas com maior taxa de crescimento, por possuírem maior capacidade de translocação de suas reservas e assimilação das mesmas pelo eixo embrionário.

Tabela 7. Comprimento da raiz de plântulas de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

AMBIENTE	EMBALAGEM	
	Papel	Vidro
CN	3,52 B	3,59 B
GEL	4,51 A	5,18 A
CS	3,90 B	4,00 B

Letra maiúscula na linha, indica que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Tabela 8. Comprimento da raiz de plântulas de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes ambientes durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

Tempo (Meses)	CN	Gel	CS
2	3,96 B	4,98 A	3,54 B
4	3,60 B	6,84 A	3,81 B
6	3,86 B	5,72 A	4,41 B
8	4,12 AB	4,59 AB	5,00 A
10	2,49 B	2,09 B	2,98 B

Letra maiúscula na linha, indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Tabela 9. Comprimento da raiz de plântulas de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em dois tipos de embalagens durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

Tempo	Papel	Vidro
2	3,92 A	4,22 A
4	4,55 A	4,96 A
6	4,42 A	4,92 A
8	4,28 A	4,86 A
10	2,32 B	2,72 B

Letra maiúscula na linha, indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

Os dados de massa seca (MS) das plântulas mostram que as sementes foram capazes de produzir plântulas normais durante os dez meses de armazenamento, independente da embalagem utilizada. De acordo com Nakagawa (1999), com a determinação da massa de matéria seca das plântulas é possível avaliar seu crescimento, dessa forma mostrando com precisão a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário, ou seja, as amostras com maior massa de matéria seca são conseqüentemente as de maior vigor.

Tabela 10. Massa Seca (mg) das plântulas de Algodão da praia (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa) acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, durante dez meses de armazenamento. Legenda: CN = Condições normais; GEL= Geladeira; CS = Câmara Seca.

TEMPO (Meses)	AMBIENTE	EMBALAGEM	
		Papel	Vidro
2	CN	67,46 A	57,14 A
2	Gel	63,99 A	64,81 A
2	CS	55,43 A	59,80 A
4	CN	66,92 A	51,92 B
4	Gel	63,92 A	63,52 A
4	CS	58,07 A	60,87 A
6	CN	66,09 A	67,61A
6	Gel	61,72 A	69,48 A
6	CS	70,91 A	67,02 A
8	CN	65,26 B	83,30 A
8	Gel	59,52 B	75,45 A
8	CS	83,75 A	73,17 A
10	CN	71,05 A	70,36 A
10	Gel	68,43 A	69,33 A
10	CS	74,50 A	68,75A

Letra maiúscula na linha, indica que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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

ns: Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

Fonte: Inajal Rodrigues, Maceió, 2013.

4.7 Teste de condutividade elétrica

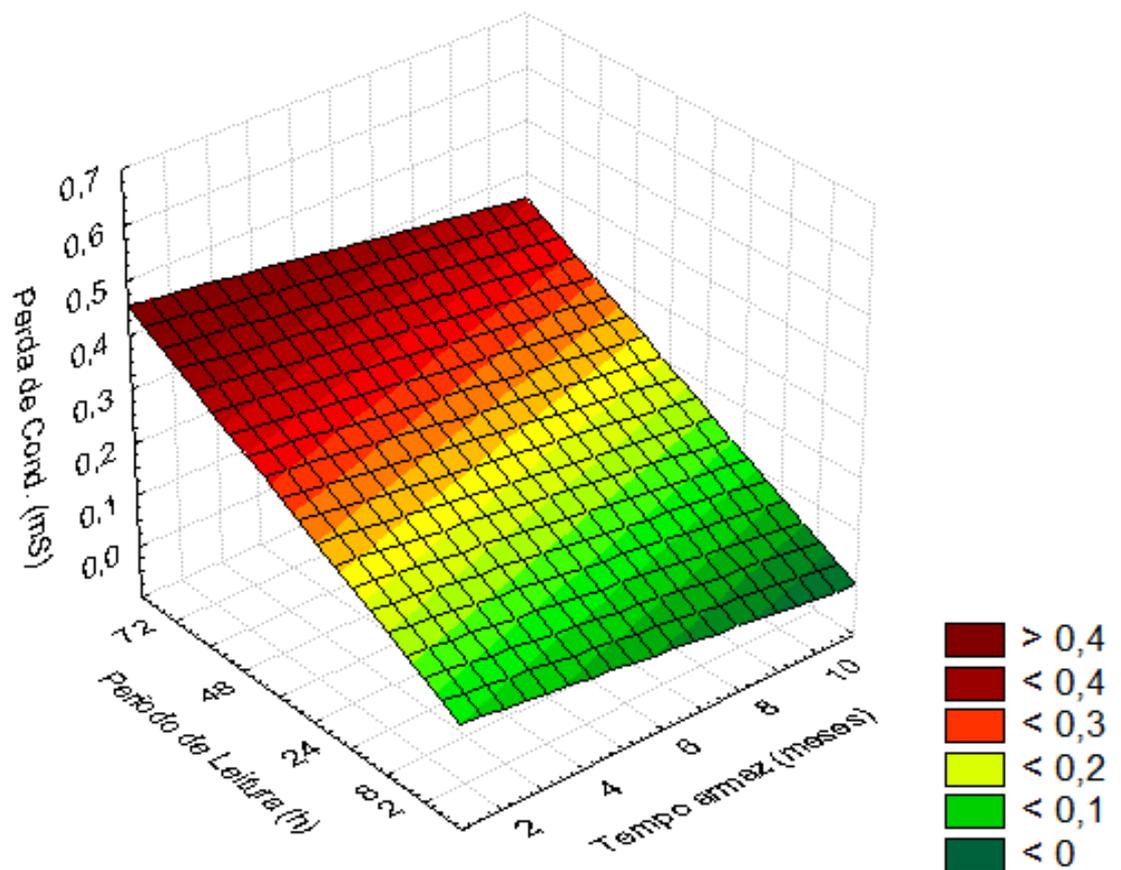
O teor de água das sementes na época da instalação do teste de condutividade era de 11,73%. Na Figura 14, observou-se que a qualidade fisiológica das sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., foi mantida ao longo dos dez meses de armazenamento. Para os períodos de armazenamento, observou-se que entre dois e quatro meses houve um aumento da condutividade, conseqüentemente maior saída de eletrólitos, mas a partir do sexto mês de armazenamento ocorreu uma redução progressiva da condutividade, o que implica em menor saída de eletrólitos da semente, com menor perda no décimo mês. Segundo Marcus Filho et al. (1990), a quantidade e intensidade de lixiviados das sementes têm relação direta com a permeabilidade das membranas e, conseqüentemente, com o vigor das sementes. Assim, baixa condutividade implica em maior qualidade das sementes, o que corresponde à menor liberação de eletrólitos, conseqüentemente menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas, e alta condutividade implica em menor vigor, devido ocasionar a maior saída de lixiviados das sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Com relação ao tempo de leitura, observou-se que quanto maior o tempo, maiores os valores de condutividade, independente do período de armazenamento das sementes. De acordo com Rosa et al. (2000), é difícil identificar possíveis diferenças de qualidade entre os lotes logo no início da embebição, uma vez que com o decorrer deste processo, a quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, devido principalmente, à reorganização das membranas. Uma vez que a maior perda de eletrólitos com relação ao período de leitura, situa-se entre 0,4 e 0,5 mS na escala do eixo de resposta, representado pela cor vermelho intenso. Estes eletrólitos (açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos como K, Ca, Mg e Na), apresentam carga elétrica, fazendo com que sejam detectados pela utilização do condutivímetro (MARCOS FILHO, 1990; TAYLOR et al., 1995). Assim, constatou-se que os resultados obtidos indicaram um aumento progressivo dos lixiviados com o decorrer do período de embebição, estando de acordo com as observações feitas pelos autores Marques et al. (2002).

Dessa forma, concluiu-se que o teste de condutividade com as sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., conduzidos a 25 °C por períodos de 2 a 72 h de embebição, em 75 mL de água destilada, foi considerado eficiente para determinação da qualidade fisiológica da espécie. A exemplo das sementes de *Poecilanthe parviflora*, que apresentou resultado satisfatório no teste de condutividade elétrica, durante 96 horas de embebição em 75 mL, a 25°C de temperatura (SANTOS; PAULA, 2005).

Figura 14. Perda de Condutividade em sementes de *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa., sob diferentes tempos de leitura e armazenamento.

$$\text{Perda de Condutividade} = 0,1497 - 0,0103 * x + 0,004 * y \quad R^2 = 0,87^{**}$$



5 CONCLUSÕES

- Os tratamentos de quebra de dormência não influenciam a porcentagem de germinação das sementes recém colhidas de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa.

- Temperaturas de 10°C e 15°C inibem a germinação de sementes de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa.

- A temperatura de 30°C proporcionou as maiores porcentagens de germinação e IVG de *T. populnea* (L) Soland. ex Correa, indicando ser a temperatura ideal de germinação dessa espécie.

- As sementes podem ser conservadas por até 8 meses sem comprometer a qualidade fisiológica das sementes, independente da embalagem e condições de armazenamento estudadas.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M.T.V.N. e PAULA, R.S. Temperaturas para a Germinação de Sementes de Capixingui (*Croton floribundus* - Spreng - **EUPHORBIACEAE**). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 3, p.135-140, 2006.
- AGUIAR, I.B. de; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M. FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais, Morfologia, Germinação, Produção**. ABRATES, Brasília, 1993.
- 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.
- ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M. ALMEIDA, Í.F. de; CLEMENTE, A. da C.S. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1716-1721, 2007.
- ALMANDOURI, M.; KINET, J.M.; LUTTS, S. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 231, p. 243-254, 2001.
- ALVES, et al. Superação da Dormência em Sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Revista Acta Botânica**, São Paulo, v. 18, n. 04. out./dez. 2004.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.V.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.115-124, 2005.
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Scientia Forestalis**, v.58, n.1, p.15-24, 2000.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 246p.
- BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO, R.R.CL. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.4, p.431-439, 2002.
- BARBOSA, A.P.; SAMPAIO, P.T.B.; CAMPOS, M.A.A.; VARELA, V.P.; GONÇALVES, C.Q.B.; IIDA, S. Tecnologia alternativa para quebra de dormência das sementes de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw., Bombacaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.34, n.1, p.107-110, 2004.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BONNER, F.T. Storage of seeds. In: BONNER, F.T.; KARRFALT, R.P. (Ed.). **The woody plant seed manual**. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, 2008. p. 85-95.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B., PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993, p. 83-136.

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

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.

BOVI, M.L.A.; MARTINS, C.C.; SPIERING, S.H. Desidratação de sementes de quarto lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.109-112, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009, 147p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/ DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CAMARA, C.A.; ARAUJO NETO, J.C.; FERREIRA, M.F.; RESENDE, L.P.; COSTA, S.S. Características morfológicas de frutos e sementes e germinação de *Thespesia populnea* (L). Soland ex Correa **Bragantia**, v.68, n.2, 2009, p. 503-509.

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, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes. **Ciência, tecnologia e produção**. 4 ed., Jaboticabal, SP: Funep, 2000. 588p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CASAL, J. J.; SÁNCHEZ, R. A. Phytochromes and seed germination. **Seed Sci. Res.**, v. 8, n. 3, p. 317-329, 1998.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of Seed Science and Technology**. New York, Chapman e Hall. ed. 3ª, 1995. 409p.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of Seed Science and Technology**. ed. 2ª. New York: Macmillan, 1995. 321p.

- CORREIA, M.C.R., PINHEIRO, M.C.B., LIMA, H.A. Produção de frutos e germinação das sementes de *Anemopaegma chamberlaynii* Bur. e K. Schum. (Bignoniaceae) – Um registro de poliembrionia. *Sitientibus, série Ciências Biológicas*. n. 5, p. 68-71, 2005.
- COSTA, M.E., SAMPAIO, D.S., PAOLI, A.A.S. & LEITE, S.C.A.L. Poliembrionia e aspectos da embriogênese em *Tabebuia ochracea* (Chamisso) Standley (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. n. 2, p.395-406, 2004.
- COSTA, S.G. **Estrutura e dinâmica de populações de duas espécies arbóreas pioneiras de um remanescente florestal, Acre**. 2010. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) Universidade Federal do Acre, Acre, 2010.
- CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University Press. 1262 p.
- CROWE, J.H.; CARPENTER, J.F.; CROWE, L.M.; ANCHORDOGUY, T.J. Are freezing and dehydration similar stress vectors? A comparison of modes of interaction of stabilizing solutes with biomolecules. *Criobiology*, v.27, p.219-231, 1998.
- DORMAN, K.W. **The genetics and breeding of Southern pines**. Washington: USDA, 1976, 407p.
- FARIA, J.M.R.; BUITINK, J.; LAMMEREN, A.A.M.V.; HILHORST, H.W.M. Changes in DNA and microtubules during loss and re-establishment of desiccation-tolerance in germinating *Medicago truncatula* seeds. *Journal of Experimental Botany*, v.56, n.418, p.2119-2130, 2005.
- FERREIRA, A.G., BORGHETTI, F.B. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.
- FERREIRA, R.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata Vogel* - baru (Leguminosae Papilionoideae). *Revista Cerne*, v.4, n.1, p.73-87, 1998.
- FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Manejo de sementes de espécies arbóreas. **Instituto Florestal. Série registros**, São Paulo, n.14, p.1-59, 1995.
- FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Colheita de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília, DF: ABRATES, 1993. 275p.
- _____; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993, 137p.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4. ed.rev. Passo Fundo: UPF: Ed. da Universidade de Passo Fundo, 2008. 733 p.
- FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: **Manejo de sementes de espécies florestais**, Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p.9-13. (Documento, 58).
- FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 27p. (Documento, 40).

- FRANCIS, J.K. Species Descriptions *Thespesia populnea* (L). Soland ex Correa. In: VOZZO, J.A. (ed). **Tropical Tree seed Manual**. Washington:United States Department of Agriculture Forest Service. 2002. 762-764p.
- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608, 2004.
- GARCIA, L.C.; LIMA, D. de. Comportamento de sementes de *Copaifera multijuga* durante o armazenamento. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 3, p. 369 - 375, 2000.
- GODOI, S; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de Embaúba. **Revista Brasileira de Sementes** , v.27, n. 2, p. 87-90, 2005.
- GONÇALVES, F.G; GOMES, S.S; GUILHERME, A.L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (Unonopsis lindmanii R. E. FR.). Revista científica eletrônica de engenharia florestal, Ano IV, n. 8, Agosto de 2006.
- GROOT, S.P.C.; SOEDA, Y.; STOOPEN, G.; KONINGS, M.C.J.M.; GEEST, A.H.M. van der. Gene expression during loss and regaining of stress tolerance at seed priming and drying. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K.J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H.D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances**. Cambridge: CAB International, 2003. p.279-287.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S.; VIANA, J. S. Germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Alemão em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 975-982, 2011.
- GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M.I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Cerne**, v. 12, n. 04, p. 322-328, 2006.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR., F.T., GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall. 2002. 280p.
- HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in germination and amino acid leakage of seed with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, Palo Alto, v.58, n.1, p.7-11, 1976.
- HERMANSEN, L.A.; DURYEA, M.L.; WEST, S.H.; WHITE, T.L.; MALAVASI, M.M. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis* Benth. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 28, n. 3, p. 581-595, 2000.
- HOEKSTRA, F.A.; GOLOVINA, E.A.; NIJSSE, J. What do we know about desiccation tolerance mechanism? In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K.J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H.D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances**. Cambridge: CAB International, 2003. p.259-270.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Storage. In: **Tropical tree seed manual**. [s.l]: USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries e Genetics Resources, 2003. p.125-136.
- KAGEYAMA, P.Y. & MARQUEZ, F.C.M. Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: género *Tabebuia*. In: Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales, Mexico. INIF, **publicación especial**, 35. v.1, p. 347-352, 1981.

- KENDRICK, R.E.; FRANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento Vegetal**. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1981. 76 p.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, p. 384-408.
- KIGEL, J.; GALILI, G.E. (ed.). **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc. 853p., 1995.
- KLEIN, A.; FELIPPE, G.M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.7, p. 955-966, 1991.
- KOLLER, D. Environmental control of seed germination. In: KOZLOWSKI, T. T. (ed.). **Physiological ecology: a series of monographs, texts, and treatises**. New York: Academic Press, 1972. v.2, p.1-101.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of Woody Plants**. New York: Academic Press, 1979, 811 p.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkan, 1972. 745p.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação da semente**. Washington: Secretaria Geral da O. E. A., 1983, 173p.
- LIM, A.L. The Embryology of *Garcinia mangostana* L. (Clusiaceae). Gardens' Bulletin Singapore n. 37, p. 93-103, 1984.
- LIMA JÚNIOR, E. de C. **Germinação, armazenamento de sementes e fisio-anatomia de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb.** 2004. 115 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- LIMA, J.D.; ALMEIDA, C.C.; DANTAS, V.A.V.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.(Leguminosae,Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.513-518, 2006.
- LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms. **Brasil Florestal**, Brasília, n.80, p.25-35, 2004.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p
- MACHADO, C.F.; OLIVEIRA, J.A.; DAVIDE, A.C.; GUIMARÃES, R.M. Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Revista Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.017-025, 2002.
- 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.
- MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: Pinã-Rodrigues, F. C. M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, p. 25-40. 1988.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudos comparativos de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.271-278, 2002.

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

MATA, M.F; FROTA, A.F; ALVES, E.U. **Superação da dormência de sementes de Chichá (*Sterculia striata* A. ST. HIL. e NAUDIN.) Malvaceae – Sterculioideae¹**. 2010. 20 p. Trabalho de pesquisa Tecnologia de Sementes (Doutorado) Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Paraíba, 2010.

McDONALD, M.B.; COPELAND, L.O. **Seed production: principles and practices**. New Jersey: Chapman e Hall, 1997. 749 p.

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

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Colombo: EMBRAPA, 2006. 13 p.

MENEZES, N.L. et al. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidades de luz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.32-37, 2004.

NAKAGAWA, J. Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas. In: KRZYZANOWSKI, 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.

NASCIMENTO, I.L.; ALVES, E.U.; BRUNO, R. L.A.; GONÇALVES, E.P.; COLARES, P.N.Q.; Superação da dormência de sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). **Revista Árvore**, v. 33, p. 01, 2009.

NASCIMENTO, W. M. O. et al. Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Agricultura Tropical**, v.7, n.1, p.119-129, 2003.

NOGUEIRA, A.C.; LIMA, J.G. de; COSMO, N.L. Efeitos da luminosidade e umidade sobre a germinação de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith e Downs, Euphorbiaceae e caracterização quanto as propriedades físicas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.15, nºs 1, 2, 3, p.576, agosto, 2005. (Edição Especial em CD do XIV Congresso Brasileiro de Sementes).

OLIVEIRA L.M, DAVIDE, A.C. e CARVALHO, M.L.M. Avaliação de Métodos para Quebra de Dormência e para Desinfestação de Sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Árvore**, v.27, p.597-603, 2003.

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

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

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

OROZCO-SEGOVIA, A., VÁZQUEZ-YANES, C. Effect of maternal light environment on seed germination in *Piper auritum*. **Functional Ecology**, v.7, p.395-402, 1993.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.12 (Ed. Especial), p.56-69. 2000.

PARROTA, J.A. *Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa. portratree, emajaguilla. **Res. Note SO-ITF-SM.76**. New Orleans:USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station SP. 1994. p.553-557.

PIAZZANO, M. Números cromosômicos em Bignoniaceae de Argentina. *Kurtziana*, n.26, p.179-189, 1998.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Manual de análise de sementes florestais**. Fundação Cargil. p. 30-37. 1988.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; COSTA, L.G.S. & REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, **Anais...** Campos do Jordão, SP, 1990. v.3, p.676-684.

POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H.; STIRTON, C. H. Evolution and systematics of the Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H.(Ed.) **Advances in legume systematics**. Kew: RBG, 1981. p. 1-26.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

PRANGE, P.W. Estudo de conservação do poder germinativo das sementes de *Araucaria angustifolia*. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, v.16, p. 43-53, 1964.

QUEIROGA, V.P. & BARREIRO-NETO, M. Estudo sobre a conservação de sementes de algodão herbáceo em diferentes embalagens e condições de armazenamento. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 4, Brasília, 1985. **Resumos**. Brasília: ABRATES, 1985. 193p.

- RILEY, G.J.P. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, Berlim, v.15, n.1, p.75-80, 1981.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.4, p. 499-514, 1973.
- ROBYNS, A. Bombacaceae In: **Flora of Panama**. Annals of the Missouri Botanical Garden. v.51, p. 37-68, 1964.
- ROSA, S.D.V.F.; PINHO, E.V.R. V.; VIEIRA, M.G.G.C.; VEIGA, R.D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 54-63, 2000.
- SALOMÃO, A.N. e ALLEM, A.C. Polyembryony in Angiospermous trees of the Brazilian cerrado and caatinga vegetation. *Acta Botanica Brasílica*, n.15, p. 369-378, 2001.
- SANTOS, D.L.; SUGAHARA, V.Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chysotricha* (Mart. Ex Dc) Standl. e *Tabebuia roseo-alba*(Ridl) Sand-(Bignoniaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.1, p.87-92, 2005.
- SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da SANTOS, T.O.; MORAIS, T.G.O.; MATOS, V.P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.1-6, 2004.
- SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; FARIAS, F.J. **Manual de instruções para coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Maria: UFSM/Afubra, Projeto Bolsa de Sementes de Espécies Florestais, 2002.
- 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**, v.26, n.6, p.691-697, 2002.
- SMITH, M.T.; WANG, B.S.P.; MSANGA, H.P. Dormancy and germination. In: VOZZO, J.A. (Ed.) **Tropical tree seed manual**. Washington: USDA Forest Service. (Agriculture Handbook, 721), 2002, 356p.
- SOUZA, L.A. e PAOLI, A.A.S. 2009. Estrutura da semente. In: L.A. Souza (org.). Sementes e Plântulas – Germinação, estrutura e adaptação. Editora Todapalavra. Ponta Grossa.
- SOUZA, V.C. 2005. **Botânica sistemática: guia ilustrada para identificação das famílias de angiospermas da flora-brasileira**, baseado em APG II. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v.75, p. 81-86. 1988.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Califórnia: The Benjamin/Cummings Publishings Company, 1991. 565p
- TAYLOR, A. G.; LEE, S. S.; BERESNIEWICZ, M. M.; PAINE, D. H. Aminoacid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, p.113-122, 1995.

VARELA, V.P. e FERRAZ, I.D.K. Influência de diferentes temperaturas na germinação de sementes de guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz. et Pavon). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, (suplemento), p.93, 1999.

VÁSQUEZ-YANES, C. Studies on the germination of seeds of *Ochroma lagopus* Sw. **Turrialba**, v. 24, n. 2, p. 176-179, 1974.

VÁSQUEZ-YANES, C.A. e OROZCO-SEGOVIA, A. Seed viability, longevity and dormancy in a tropical rain forest. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Anais..., Atibaia, SP, 1989. p.175-196.

VIDAL, A.R.S. **Ação da qualidade da luz na germinação de sementes de espécies arbóreas**. Seropédica: UFRRJ, 2009, 13 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal), Institutos de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

VIEIRA, A.H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L.L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M.G. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Porto Velho: Embrapa, CT 205, p.1-4, 2001.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (Eds) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4-20.

WANAGE, S.S., MIRGAL, A.B., NAIK, M.M., GUNAGA, R.P., RANE, A.D., NARKHEDE, S.S. & BHAVE, S.G. A note on polyembryony in *Sacara asoca* (ROXB) Wilde, a critically endangered medicinal tree species. *Karnataka Journal Agricultural Science*, n.23, p.662, 2010.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo: EPU-EDUSP, 1980. 100p.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 323p.

