



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ELIANE DE QUEIROZ LEMES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PAINEIRA EM FUNÇÃO DO
ESTÁDIO DE MATURAÇÃO, TEMPERATURAS CARDINAIS E ESTRESSE
SALINO.**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
JULHO - 2011

ELIANE DE QUEIROZ LEMES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PAINEIRA EM FUNÇÃO DO
ESTÁDIO DE MATURAÇÃO, TEMPERATURAS CARDINAIS E ESTRESSE
SALINO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

JULHO - 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

L552q Lemes, Eliane de Queiroz, 1984-
Qualidade fisiológica de sementes de paineira em função do estágio de
maturação, temperaturas cardinais e estresse salino / Eliane de Queiroz
Lemes. – 2011.
86 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Semente – Qualidade. 2. Germinação. 3. Salinidade. 4. Temperatura.
5. Paineira rosa – Maturação. I. Lopes, José Carlos. II. Universidade Federal
do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630

“Mas as sementes são invisíveis. Elas dormem nas entranhas da terra até que uma cisme de despertar. Então ela se despreguiça e lança, timidamente, para o sol um inofensivo galhinho”.

Antoine de Saint-Exupéry

(O Pequeno Príncipe)

A esperança é uma fortuna, de natureza divina, que a fé recebe no Banco da Providência Divina.

(Meimei - Chico Xavier "Roseiral de Luz")

O mundo é a nossa vasta sementeira e o Evangelho é, sem dúvida, o celeiro divino de todos os cultivadores da terra espiritual do Reino de Deus.

Emmanuel/Chico Xavier

A Deus

À minha mãe Judith de Queiroz Lemes

Ao meu noivo Valdeci Alves de Lima

À minha irmã Graciela e meu irmão Leno

Aos meus amigos e familiares

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre e acima de tudo! Por conduzir-me e conceder-me força e perseverança para vencer os obstáculos desta jornada, e por tornar este sonho possível.

À minha querida Mãezinha Judith pelo seu AMOR incondicional de mãe e por suas orações.

Ao meu noivo Valdeci, pela paciência, amor, compreensão e companheirismo.

Ao Programa de pós-graduação do Centro de Ciências Agrárias do Espírito Santo, pela oportunidade de estudo.

Ao Prof. Dr. José Carlos Lopes, professor do Departamento de Produção Vegetal e do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do CCA-UFES, pela orientação.

À minha querida amiga Natielia (Nat) pela valiosíssima ajuda e apoio nesses dois anos.

Ao meu amigo Diego que sempre esteve do meu lado, sempre auxiliando.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado nestes dois anos, nos momentos mais difíceis que passei.

A todos aqueles que compõem o Laboratório de Análise de sementes (professores, alunos de mestrado, alunos de PIBIC, estagiários e funcionários).

Aos professores do curso de Pós-Graduação, pelos ensinamentos transmitidos ao longo dos cursos.

Esta Dissertação é sem dúvida de todos estes que me ajudaram cada um de uma forma, tornando possível esta dissertação!

Meu muito obrigada a todos!

BIOGRAFIA

Eliane de Queiroz Lemes, nascida em Belo Horizonte – MG, em 01 de outubro de 1984. Filha de Donizetti Ferreira Lemes e Judith de Queiroz Lemes. Coursou o ensino fundamental e médio na Escola Estadual John Kennedy em São José do Jacurí- MG e o curso técnico em Meio Ambiente pela Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista – MG (EAFSJE-MG). Coursou o curso superior de Tecnologia em Fitotecnia com ênfase em Silvicultura pelo Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG (Campus São João Evangelista). Atuou como Técnica em Meio Ambiente na Prefeitura Municipal de Paulistas – MG no período de 2004 a 2009. Em agosto de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES).

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 ESPÉCIE <i>CEIBA SPECIOSA</i> St. Hil.	3
2.2 MATURAÇÃO FISIOLÓGICA.....	4
2.3 CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DOS FRUTOS E DAS SEMENTES	6
2.4 GERMINAÇÃO SEMENTES	7
2.5 TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES	9
2.6 ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO SEMENTES	11
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO I	19
MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE PAINEIRA.	20
RESUMO	20
ABSTRACT	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4. CONCLUSÃO	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
CAPÍTULO II	42
TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PAINEIRA	43
RESUMO	43
ABSTRACT	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4. CONCLUSÃO	56
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO III	61
GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE PAINEIRA (<i>CEIBA SPECIOSA</i> ST. HIL.) SOB ESTRESSE SALINO.....	62
RESUMO	62
ABSTRACT	62
1. INTRODUÇÃO	63
2. MATERIAL E MÉTODOS	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4. CONCLUSÃO	78
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

RESUMO

LEMES, Eliane de Queiroz. **Qualidade fisiológica de sementes de paineira em função do estágio de maturação, temperaturas cardinais e estresse salino**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

Objetivou-se com este trabalho estudar a maturação fisiológica de sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) na região serrana do Caparaó, estudar a germinação dessas sementes sob diferentes temperaturas e avaliar o comportamento germinativo das sementes de paineira e o desenvolvimento de plântulas normais e anormais sob diferentes condições de estresse salino simulado com NaCl. Os estudos foram conduzidos na região Serrana do Caparaó, município de Guaçuí - ES, onde as árvores foram etiquetadas na antese floral e acompanhado o enchimento dos frutos e desenvolvimento das sementes até que atingisse a completa maturação, a coleta dos frutos foi feita semanalmente e conduzidos ao Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da UFES onde foram avaliadas as características biométricas dos frutos e das sementes, coloração do fruto e das sementes; umidade, massa fresca, massa seca e germinação das sementes. Para o estudo das temperaturas cardinais os testes de germinação foram realizados com quatro sub-amostras de 25 sementes, colocadas em placas de Petri forradas com papel germitest, mantidas em câmaras tipo BOD, onde foram testadas as seguintes temperaturas constantes: 05, 07, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 °C. Para avaliar a germinação e o desenvolvimento das plântulas em diferentes concentrações de NaCl os tratamentos foram constituídos pelos potenciais osmóticos: 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. A germinação e o vigor das sementes foram avaliados pela germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação tempo médio de germinação, frequência relativa de germinação, comprimento parte aérea e comprimento de raiz, massa fresca e massa seca das plântulas e caracterização morfológica das plântulas normais e anormais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Foram ajustadas equações de regressão para as principais características avaliadas, os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\text{arc-sen } \sqrt{x/100}$ e as médias comparadas pelo teste de Scott – Knott e Tukey em nível de 5% de probabilidade. A colheita de sementes de *Ceiba speciosa* pode ser iniciada aos 163 dias (22 semanas) após a antese, nesta fase as sementes se apresentavam com a coloração marrom escuro e com teor de umidade de aproximadamente 37% e porcentagem de germinação de 87%. As sementes coletadas na região do Serrana do Caparaó apresentou ampla faixa de germinação entre as temperaturas, sendo a temperatura ótima para essa espécie a de 25 e 30 °C. A salinidade causou decréscimos nos valores das variáveis analisadas no teste de germinação. A Paineira é considerada glicófito, com limite máximo de tolerância ao NaCl até -0,6 MPa.

Palavras-chave: *Ceiba speciosa*, sementes, germinação, plântulas, salinidade.

ABSTRACT

LEMES, Eliane de Queiroz. **Physiological quality of seed cotton tree as a function of maturity, cardinal temperatures and salinity.** 2011. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

The objective of this work to study the physiological maturity of seed cotton tree (*Ceiba speciosa* St. Hil.) In the highlands of the study Caparaó These germination of seeds under different temperatures and assess the germination behavior of seed cotton tree and the development of normal and abnormal seedlings under different conditions of salinity stress simulated with NaCl. The Studies Were Conducted in the mountainous region Caparaó municipality Guaçui - ES, where the trees Were Followed tagged on anthesis and the filling of fruit and seed development until it is fully ripe, fruit collection occurred weekly Conducted and Technology and the Laboratory of Seed Analysis Centre of Agricultural Sciences where UFES They Were Evaluated biometric characteristics of fruits and seeds, the color of fruit and seeds, humidity, fresh weight, dry weight and seed germination. To study the cardinal temperatures for germination tests Were Conducted with four sub-samples of 25 seeds in Petri dishes Placed lined with paper germitest, Kept in BOD chambers, where we tested the Following constant temperatures: 05, 07, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45 ° C. To Assess the germination and seedling development in different Concentrations of NaCl Treatments consisted of the osmotic potential: 0.0 (control), -0.2, -0.4, -0.6 and -0.8 MPa. The germination and seed vigor Were Evaluated for germination, first count, germination speed index average time of germination, relative frequency of germination, shoot length and root length, fresh and dry weight of seedlings and morphological characterization of normal and abnormal seedlings. The experimental design was Completely randomized design with four replications of 25 seeds. Regression equations were adjusted for the main characteristics evaluated, the data expressed in percentages were transformed into $\arcsin \sqrt{x/100}$ and averages compared by Scott - Knott and Tukey 5% level of probability. The harvest of seeds of *Ceiba speciosa* can be started at 163 days (22 weeks) after anthesis, at this stage the seeds were presented with dark brown and with a moisture content of approximately 37% and germination 87%. Seeds collected in the mountainous region of Caparaó presented wide range of germination between the temperatures and the optimum temperature for this species to 25 and 30 ° C. Salinity Caused a Decrease in the values of variables in the germination test. The Paineira is Considered glycophyte with maximum tolerance to NaCl up to -0.6 MPa.

Key words: *Ceiba speciosa*, seeds, germination, seedling salinity.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de espécies nativas na recuperação de áreas degradadas e matas ciliares vêm crescendo ao longo dos anos e a obtenção de sementes de boa qualidade dificulta a implantação destas atividades pela falta de conhecimento sobre a época ideal de colheita das mesmas.

A propagação de um grande número de espécies florestais encontra sérias limitações em razão do pouco conhecimento que se dispõe sobre as características fisiológicas, morfológicas, ecológicas e genéticas de suas sementes. Este cenário representa um entrave em qualquer programa de maior extensão que necessite de sementes de alta qualidade para a propagação dessas espécies, visando à preservação e uso para os mais variados interesses. Em decorrência, torna-se necessário a intensificação de pesquisas visando o estabelecimento de métodos para a avaliação da qualidade de sementes, com ênfase naqueles que envolvem procedimentos padrões, possibilitando a obtenção de resultados comparáveis (SANTOS, 2004; ABDO, 2005).

A obtenção de sementes é a parte mais importante no processo de produção de mudas de espécies nativas para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, pois a maioria dessas espécies se reproduzem por sementes e algumas por meios vegetativos. Como muitas espécies possuem sementes de curta viabilidade germinativa, a semeadura deve ser realizada logo após a colheita das sementes (FONSECA; FREIRE, 2003).

A conscientização da população frente aos problemas ambientais e o avanço na política ambiental proporcionaram aumento da demanda por sementes e mudas de espécies florestais nativas, para reflorestamento, produção de madeira ou para recuperação de áreas desmatadas, sobretudo a partir da década de 80. Essa demanda técnica motivou a realização de pesquisas com sementes de espécies arbóreas nativas (SANTOS; AGUIAR, 2000). Dessa forma, pesquisas que promovam conhecimentos técnicos de espécies nativas, contribuindo para uma padronização na determinação da capacidade germinativa e dos testes de vigor aplicáveis às sementes dessas espécies são fundamentais.

Na germinação de sementes a temperatura tem grande importância, pois as sementes de cada espécie apresentam capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, variando de espécie para espécie. Cada espécie corresponde a um limite máximo e um mínimo de temperatura, acima ou abaixo dos quais a germinação é impossível.

Estudos que envolvam determinação de níveis salinos não deletérios ao processo germinativo de sementes de espécies florestais ganham relevância porque tendem a possibilitar maior habilidade dessas espécies de se adaptarem a solos de diferentes características e sob diversas condições de estresse, inclusive salino, lhes permitindo a habilidade de sobrevivência e assegurando a perpetuação dessas espécies em diferentes ambientes.

Objetivou-se neste trabalho estudar a qualidade fisiológica de sementes de paineira em função do estágio de maturação, temperaturas cardinais e estresse salino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESPÉCIE *CEIBA SPECIOSA* St. Hil.

A paineira anteriormente conhecida como *Chorisia speciosa* St. Hil. pertencente à família Bombacaceae, recentemente passou a integrar a família Malvaceae sendo denominada *Ceiba speciosa* St. Hil. (GUARATINE et al., 2008). A inclusão da Bombacaceae nas Malvaceae “expandida”, ou sensu lato, foi devido ao sistema de classificação adotado (APG II, 2003).

A *Ceiba speciosa* St. Hil. pertencente à família Malvaceae (Bombacaceae), mais conhecida como paineira-rosa, paineira, árvore-de-paina, paineira-branca, paina-de-seda, barriguda, árvore-de-lã, paineira-fêmea é uma espécie arbórea, decídua, heliófita, seletiva higrófila, que ocorre principalmente nas florestas semidecíduas nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CARVALHO, 1994; LORENZI, 1998; SOUZA; LORENZI, 2005).

É uma espécie nativa em matas secas no Brasil Central, que apresenta rápido crescimento e floração espetacular. Seu tronco abaulado e com acúleos, é característica marcante da espécie que também se tornou bastante conhecida como barriguda. A frutificação produz grande quantidade de paina o que facilita a dispersão das sementes pelo vento (LIMA; SILVA JUNIOR, 2010).

Para Carvalho (2003) a paineira é uma espécie secundária inicial à secundária tardia e, é comum encontrar exemplares isolados fora da mata. Não é árvore muito longeva e, nunca é muito abundante, mas sua distribuição é ampla. A espécie é pouco exigente quanto ao solo, podendo atingir desenvolvimento satisfatório até em solos de baixa fertilidade química, secos e arenosos; porém prefere solos bem drenados e não tolera solos com lençol freático superficial, sujeitos a inundação, nem áreas de várzeas.

A espécie tolera sombreamento no estágio inicial de desenvolvimento; é medianamente tolerante a baixas temperaturas do ar e sofre muito com geadas nos primeiros anos de plantio; pode ser plantada a pleno sol, em pequenos plantios puros; em plantio misto, associado com espécies pioneiras, ou em vegetação matricial arbórea em faixas abertas em capoeiras jovens e plantada em linhas (CARVALHO, 2003).

Apresenta tronco cilíndrico e volumoso, cuja madeira é leve e de baixa durabilidade natural, amplamente empregada em confecções de canoas, cochos, forros de móveis, cepas de tamanco, caixotaria e fabricação de pasta celulósica. É uma árvore extremamente ornamental quando em plena floração, com grande potencial para o paisagismo de grandes jardins e praças. Seus frutos devem ser colhidos diretamente da árvore quando iniciarem a abertura espontânea, suas sementes extraídas manualmente, e apresentam viabilidade superior a cinco meses (LORENZI, 1998).

Ceiba speciosa tem uma grande importância ecológica, já que em árvores velhas ocorrem ocos onde se abrigam animais na base do tronco, suas folhas fazem parte da alimentação do macaco bugio, e atrai muitas aves, principalmente os periquitos, que se alimentam das cápsulas imaturas. É recomendada para plantios de reconstituição de matas e para restauração de mata ciliar em locais com ausência de inundação (CARVALHO, 2003). Ainda segundo o autor, dessa espécie pode se extrair o óleo das sementes que é de 15% a 20%, sendo semelhante ao do algodão e pode ser aproveitado para fins industriais e alimentares.

2.2 MATURAÇÃO FISIOLÓGICA

O conhecimento sobre o processo de maturação de frutos e sementes deve ser considerado no melhoramento, conservação e produção de mudas e seu acompanhamento permite identificar o momento ideal de colheita das sementes, sendo a sua determinação de fundamental importância para todas as espécies (ALVES et al., 2005; IOSSI et al., 2007).

A partir do momento da antese das flores, o conhecimento do processo de maturação de sementes é fundamental, quando se procura obter um material de melhor qualidade e, esse estudo sempre deve ser considerado nos programas de produção de sementes, seja para melhoramento, conservação ou produção de mudas (IOSSI et al., 2007).

O processo de maturação é caracterizado por uma série de mudanças morfológicas, fisiológicas e funcionais no desenvolvimento do óvulo fertilizado e culminam quando a semente atinge o máximo peso de matéria seca e também a máxima germinação e vigor (POPINIGIS, 1985).

Os índices baseados nas mudanças morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, como: tamanho, densidade aparente, teor de umidade e peso de matéria seca são parâmetros que permitem inferir sobre o estágio de maturação das sementes, fornecendo uma estimativa da época adequada para sua colheita (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). Ainda segundo os autores, a determinação da época de colheita das sementes de uma espécie pode ser facilitada pela adoção de índices de maturação, ou seja, de parâmetros práticos que permitem inferir o estágio de desenvolvimento do fruto e da semente, entre os quais figuram modificações visíveis no aspecto externo dos frutos e das sementes

Determinações físicas e bioquímicas de frutos e sementes podem indicar a maturidade ideal e quando devem ser colhidos os frutos visando à obtenção de maiores percentuais de germinação (PEREIRA; MANTOVANI, 2001). Durante a maturação fisiológica, as modificações da morfologia do fruto são visíveis e podem ser vistas até a maturidade, podendo estar associada ou não à deiscência ou abscisão dos mesmos.

A determinação do teor de água em sementes é considerada um dos principais índices do processo de maturação fisiológica, quando relacionado com as outras características, podendo ser ponto de referência para indicar a maturidade fisiológica das sementes (MARTINS; SILVA, 1997).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000) a maturidade fisiológica é alcançada quando as sementes exibem os valores máximos do poder germinativo, do vigor e do peso da matéria seca, apresentando, geralmente, aumento em tamanho e decréscimo no teor de água. O estudo da maturação objetiva justamente determinar, para cada espécie, como e quando ela é atingida, visando a máxima produção e qualidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993).

Para facilitar essa determinação podem ser adotados parâmetros baseados nas modificações bioquímicas, morfológicas e fisiológicas dos frutos e das sementes de cada espécie que permitem inferir sobre o estágio de desenvolvimento do fruto e/ou semente, denominados índices de maturação (FIGLIOLIA; AGUIAR, 1993).

A maturidade fisiológica, atingida quando a semente alcança o máximo peso de matéria seca e apresenta acentuada redução no teor de água, é

acompanhada por alterações visíveis no aspecto externo de frutos e sementes (POPINIGIS, 1995; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Os estádios de maturação fisiológica de máximo vigor e de máxima porcentagem de germinação são praticamente coincidentes e indicados como o ponto ideal para a colheita (POPINIGIS, 1985).

Desta forma, o estudo da maturação objetiva determinar, para cada espécie, como e quando ela é atingida, visando a máxima produção e qualidade das sementes. Além disso, é de relevante importância em pesquisas científicas, principalmente em trabalhos visando manejos de populações de plantas, que além de possibilitar maiores informações sobre as características das espécies permite auxiliar na busca de alternativas para o reflorestamento, arborização urbana e de rodovias, recomposição de áreas degradadas, na escolha de espécies que se adaptem as condições adversas de altas variações climáticas e edáficas no tropico úmido (LOPES; SOARES, 2006).

2.3 CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DOS FRUTOS E DAS SEMENTES

Para Araújo e Matos (1991), as características das sementes são primordiais não só para subsidiar a interpretação dos testes de germinação em laboratório, mas também, pelo fato de poder ser usada na identificação taxonômica, além de contribuir para viabilizar o cultivo dessas plantas.

Há grande variabilidade nas sementes de espécies florestais em relação ao tamanho e massa de sementes (CRUZ; CARVALHO, 2003). As características biométricas são propriedades de cada espécie, havendo, porém, intensa influencia ambiental sobre os mesmos (ALVES et al., 2005).

Assim, a distinção e classificação das sementes quanto a massa e tamanho é uma maneira eficiente de melhorar a qualidade de lotes de sementes em relação à uniformidade de emergência e vigor das plântulas (PEDRON et al., 2004), garantindo assim, maior valor dos lotes comercializados.

Na natureza, vários fatores contribuem para a variabilidade da forma e do tamanho de frutos e sementes. Vários autores salientam a importância dos caracteres morfoanatômicos dos diásporos, uma vez que o tamanho dessas

estruturas é indispensável para que se possa conhecer melhor determinada espécie (RAVEN et al., 2001).

Alguns autores vêm desenvolvendo trabalhos na área tais como Añez et al. (2005) com a espécie medicinal *Jatropha elliptica* Müll. Arg., Lopes e Mateus (2008) com *Dimorphandra wilsonii* Rizz., Brasileiro et al. (2009) com *Operculina macrocarpa* e Matheus e Lopes (2009) com *Erythrina variegata* L., além disso, a caracterização morfológica de frutos e sementes fornece subsídios para diferenciar espécies e caracterizar aspectos ecológicos da planta, como a dispersão, estabelecimento de plântulas e fase da sucessão ecológica .

O conhecimento sobre morfologia de plântulas serve de base, para estudos sobre sucessão e regeneração em ecossistemas naturais (MORAIS; PAOLI, 1999).

A descrição morfológica de plântulas auxilia estudos ligados à germinação e suas ilustrações fornecem subsídios para padronizar testes de germinação em laboratório (SILVA et al.,1995).

2.4 GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Nos últimos anos, tem-se intensificado o interesse na propagação de espécies nativas, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Entretanto, não há conhecimento suficiente para o manejo e análise das sementes da maioria dessas espécies, de modo a fornecer dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos. Há, também, necessidade de se obterem informações básicas sobre a germinação, cultivo e potencialidade dessas espécies, visando à sua utilização para os mais diversos fins (ARAÚJO NETO et al., 2003).

Apesar do aumento considerável de conhecimentos relativos à análise de sementes de espécies florestais, a maioria delas carece ainda de subsídios básicos referentes às exigências quanto às condições ótimas de germinação (ANDRADE et al., 2000; VARELA et al., 2005).

A busca de metodologias para análise de sementes florestais desempenha papel fundamental dentro da pesquisa científica e em áreas afins, onde o conhecimento dos principais processos envolvidos na germinação de

sementes de espécies nativas é de vital importância para a preservação e multiplicação das espécies ameaçadas, assim como das demais espécies em programas de reflorestamento (SMIDERLE; SOUSA, 2003).

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) especificam as condições e o período para a condução do teste de germinação em sementes de um grande número de espécies vegetais, das quais as espécies florestais constituem pequena parcela.

O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e permite conhecer o potencial de germinação de um lote de condições favoráveis (CARVALHO, 2000).

Para isso, o teste deve seguir um procedimento padrão recomendado pelas RAS (Regras para Análise de Sementes), publicação oficial que normatiza a análise de sementes, para que a germinação ocorra nas condições ótimas de cada espécie. Em tecnologia de sementes, porém, a conceituação de germinação tem um cunho mais prático, incluindo a fase de crescimento da plântula neste processo. Portanto, a germinação de sementes, em teste de laboratório, é a emergência das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009; ISTA, 1993).

As pesquisas são relevantes não apenas levando-se em consideração os aspectos tecnológicos, direcionados para determinar as condições adequadas a serem adotadas no teste padrão de germinação, mas também no que se refere aos aspectos ecofisiológicos, que possibilita compreender o comportamento das sementes em condições naturais (FIGLIOLIA et al., 2009).

A germinação pode ser definida como o conjunto de passos consecutivos que levam uma semente quiescente, com um baixo conteúdo de água, a apresentar um aumento da sua atividade metabólica geral e a iniciar a formação de uma plântula a partir do embrião. Para Borghetti e Ferreira (2004), trata-se da retomada das atividades enzimáticas, da atividade respiratória, mobilização e transporte de reservas, após a embebição, possibilitando o alongamento e divisão celular do embrião, culminando com a protrusão da raiz primária.

Assim, estudos da germinação de sementes podem fornecer não só informações úteis à tecnologia de sementes como também para a

compreensão da ecofisiologia das espécies vegetais (BORGHETTI; FERREIRA, 2004).

A germinação das sementes inicia-se com a embebição de água e desencadeia uma seqüência de mudanças metabólicas que culminam com a emergência de raiz primária, quando se refere a sementes viáveis não-dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A viabilidade, determinada pelo teste de germinação, procura avaliar a máxima germinação da semente. Enquanto, o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

2.5 TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Enfocando a germinação como resultado de uma série de reações bioquímicas, observa-se a existência de estreita dependência da temperatura. Como em qualquer reação química, existe uma temperatura ótima na qual o processo se realiza mais rápida e eficientemente, variável entre as diferentes espécies (BEWLEY; BLACK, 1994).

A temperatura é um fator de grande influência sobre as reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo de germinação, e em conseqüência sobre a porcentagem e velocidade do processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A temperatura ótima é aquela na qual a semente expressa seu potencial máximo de germinação e as temperaturas máxima e mínima, são os pontos críticos onde acima e abaixo dos quais, respectivamente, não ocorre germinação (POPINIGIS, 1985; MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989). As espécies, entretanto, apresentam comportamento variável quanto à temperatura de germinação, não havendo uma única temperatura ótima para todas as plantas.

Estudos enfocando a temperatura na germinação de sementes fornecem informações de interesse biológico e ecológico, onde sementes de diferentes espécies apresentam distintas temperaturas para a germinação (VARELA et al., 2005).

Carvalho e Nakagawa (2000) relataram que a germinação só ocorrerá dentro de limites de temperatura onde acima ou abaixo dos limites superior e inferior, respectivamente, a germinação não ocorrerá. Ou seja, o aumento gradativo da temperatura estimula a germinação, porém, a partir de determinado ponto, o efeito desta se inverte e a germinação começa a cair, até torna-se nula.

Para Floss (2004) não há um valor específico de temperatura para germinação, mas geralmente três pontos críticos podem ser observados temperatura mínima, máxima e ótima são àquelas, respectivamente, em que abaixo e acima das quais não ocorre germinação e aquela em que o número máximo de sementes germina num período de tempo mínimo.

Segundo Marcos-Filho (2005), as variações de temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação, portanto, a temperatura ótima é aquela que possibilita a combinação mais eficiente entre a porcentagem e velocidade de germinação. Segundo este mesmo autor a temperatura ótima de germinação para a maioria das espécies vegetais varia entre 20 a 30 °C e a máxima entre 35 e 40 °C.

A faixa de 20 a 30 °C foi considerada, por Borges e Rena (1993), como a mais adequada para a germinação de grande número de espécies florestais subtropicais e tropicais. Ferraz e Varela (2003), trabalhando com trinta espécies florestais da Amazônia, verificaram que em temperaturas entre 25 e 35 °C o processo de germinação foi mais eficiente para a maioria das espécies estudadas. Andrade e Pereira (1994) indicaram para *Cedrela odorata* as temperaturas de 25 e 30 °C como as que proporcionaram maior porcentagem de germinação.

Mwale et al. (1994) comentaram que a faixa de temperatura apresentada nas espécies de regiões tropicais é de 15 a 40 °C, como foi verificado por Mello e Barbedo (2007) na germinação de sementes de pau Brasil (*Caesalpinia echinata*), embora 25 °C tenha sido a temperatura que proporcionou melhores resultados. Varela et al. (1999), observaram que sementes de *Ceiba pentandra* ((L.) Gaertn.) (Bombacaceae) apresentaram germinação em uma ampla faixa de temperatura, entre 15 e 35 °C, porém estas expressaram melhor desempenho germinativo a 30 °C.

Andrade et al. (2006), relataram que sementes de *Genipa americana* (L.) (Rubiaceae) apresentaram melhor germinação quando expostas às temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C. Já sementes de *Ocimum canum* (SIMS) (Lamiaceae) germinaram em temperaturas entre 25 e 75 °C, porém, a temperatura de 30 °C foi a que proporcionou a maior taxa de germinação (BRITO et al., 2006).

Além do exposto acima a obtenção dos dados de temperaturas cardinais da germinação de sementes pode contribuir para explicar muitas peculiaridades biogeográficas de espécies neotrópicas (BORGHETTI, 2005).

2.6 ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Vários estudos têm sido conduzidos para elucidar os mecanismos de adaptação das plantas à salinidade (SILVA et al., 2001). Um dos métodos mais usados para a determinação da tolerância aos sais é a porcentagem de germinação, assim como os testes de vigor, sob condições salinas, com o uso de soluções osmóticas. A redução do poder germinativo, comparada ao controle serve como indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade. Nesse método, a habilidade para germinar indica também a tolerância da planta aos sais em estádios subseqüentes de desenvolvimento (SILVA et al., 1992).

A alta concentração de sais é outro fator de estresse para as plantas, pois a água é osmoticamente retida em solução salina, assim, o aumento da concentração salina torna-a cada vez menos disponível para as plantas (MUNNS, 2002).

Soltani et al. (2006) relataram que nas plantas, a água com teores elevados de sais podem exercer efeitos indesejáveis tanto durante a fase de germinação como nas fases de pós-germinação. Quando presentes na solução do solo em quantidades desproporcionais inibem o crescimento vegetativo em função da redução do potencial osmótico ou por efeitos tóxicos dos íons de sódio e cloreto. Como consequência, há uma redução na capacidade da planta em absorver água e nutrientes, e isso leva a um crescimento mais lento (MUNNS et al., 2006).

O'Leary (1995) afirma que as sementes são sensíveis à salinidade, e quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, que atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos. Tobe e Omasa (2000) acrescentaram que a inibição da germinação ocasionada pela salinidade se deve tanto ao efeito osmótico, ou seja, à “seca fisiológica” produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

Alguns trabalhos foram realizados envolvendo estresse salino em sementes florestais, dentre eles, destacam-se: sementes de algarobeira (PEREZ; TAMBELINI, 1995); cássia do nordeste (JELLER; PEREZ, 2001); paineira (FANTI et al., 2004); favela (SILVA et al., 2005); moringa (BENEDITO et al., 2008) e sabiá (RIBEIRO et al., 2008).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N. **Germinação, armazenamento e qualidade fisiológica desementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng.) – Euphorbiaceae.** 2005. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências

ANDRADE, A. C. S. et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.

ALVES, E. U. et al. Maturação fisiológica de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 1-8, jan./jun. 2005.

ALVES, E. U. et al. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 877-885, 2005.

AÑEZ, L. M. M. et al. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha elliptica* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.3, p.563-568, 2005.

ANDRADE, A. C. S. et al. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth: substrato, temperatura e desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 517-523, 2006.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 141, p. 399-436, 2003.

ARAÚJO, S.S.; MATOS, V.P. Morfologia da semente e de plântula de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, p.217-223, 1991.

ARAUJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p. 249-256, 2003.

BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S. B. Salinidade na germinação da semente e no desenvolvimento das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 463-467, 2008.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination.** Springer-Verlag, New York. 1982.

BORGES, E. E.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: **Sementes Florestais Tropicais**. Aguiar, I. B.; Pina - Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. (Coord.). ABRATES. Brasília. p.137-174. 1993.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: **Germinação: do básico ao aplicado**. Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Orgs.). Artmed, Porto Alegre, p.209-222, 2004.

BORGHETTI, F. Temperaturas extremas e a germinação de sementes. In: **Estresses ambientais, danos e benefícios em plantas**. Nogueira, R. J. M. C. Araújo, E. L. Willadino, L. G. Cavalcante, U. M. T. (Eds.). MXM Gráfica e Editora, Recife, p.207-218, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 365 p.

BRASILEIRO, B. G. et al. Caracterização morfológica e germinação de sementes de jalapa (*Operculina macrocarpa* (L.) Urb.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 3, p.078-086, 2009.

BRITO, E. S.; GALLÃO, M. I.; DAMASCENO L. F. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.106-109, 2006.

CARVALHO, M. L. M. Aplicação de técnicas moleculares na avaliação da qualidade de sementes. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P.; DIAS, D. C. F. S.; MANTOVANI, E. A. (Ed.). **Biotecnologia e produção de sementes**. Viçosa: UFV, 2000. p. 129-160.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994. 640p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1. 1039 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.46

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae). **Acta Amazônica**, v.33, n.3, p.381-388, 2003.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, set. 2004.

FERRAZ, I.D.K.; VARELA, V.P. Temperatura ótima para a germinação de sementes de trinta espécies florestais da Amazônia. In: HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; SAMPAIO, P.T.B.; MARENCO, R.A.; FERRAZ, J.; SALES, P.C.;

SAITO, M.; MATSUMOTO, S. **Projeto Jacaranda**. Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônia Central. Manaus: CPST/INPA, 2003. p.117-127.

FIGLIOLIA, M.B. & AGUIAR, I.B. Colheita de sementes. In Sementes florestais tropicais. (I.B. Aguiar, F.C.M.; Piña-Rodrigues; M.B. Figliolia, eds.). **ABRATES**, Brasília, p.275-302. 1993.

FIGLIOLIA, M. B. et al. Germinação de sementes de três espécies arbóreas brasileiras. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 107-115, 2009.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 2a edição, Passo Fundo: UPF, 2004. 536 p.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p. 70-77, 1999.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.297-303, 2003.

GUARATINE, M. T. G. et al. Composição florística da reserva municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo. v.31, n.2, p.323-337, 2008.

IOSSI, E. et al. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 147-154, jan./jun. 2007.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, p. 363, 1993.

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

LIMA, R. M. C.; JUNIOR, M. C. S. Inventário da arborização urbana implantada na década de 60 no plano piloto, Brasília, DF. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v. 5, n. 4, p. 110-127, 2010.

LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – FAVEIRO-DE-WILSON (FABACEAE - SALPINIOIDEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p.96-101, 2008.

LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.623-628, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP – Editora Plantarum, 2ªed., 1998, 352p.

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

MARTINS, S. V.; SILVA, D. D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.96-99, 1997.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.3, p.115-122, 2009.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford:Pergamon Press, 1989. 270 p. 51

MELLO, J. I. O.; BARBEDO, C. J. Temperatura, luz e substrato para germinação de sementes de paubrasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.4, p.645-655, 2007.

MORAIS, P. L. R.; PAOLI, A. A. S. Morfologia e estabelecimento de plântulas de *Cryptocarya moschata* Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Spreng.) MacBride – Lauraceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 287-295, 1999.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress.**Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and others cereals. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.57, n.5, p.1025-1043, 2006.

MWALE, S. S. et al. Effect of temperature on the germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Seed Science and Technology**, v.22, p.565-571, 1994.

O'LEARY, J. W. Adaptive components of salt tolerance. In: PESSARAKLI, M. (Ed.) **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, inc., 1995. p. 577- 585.

PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 585 – 586 2004.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na Reserva Biológica de Poço das Antas,

município de Silva Jardim RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo, v.15, n. 3, p.335-348. 2001.

PEREZ, S. C. J. G. A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hidrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 11, p. 1289-1295, 1995.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.

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

RAVEN, P. H.; EVERT, R.F; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2001. 906 p.

RIBEIRO, M. C. C. et al. Tolerância do sabia (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) a salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 123-126, 2008

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

SANTOS, S. R. G. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs**. 2004. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SILVA, A. et al. Interação de luz e temperatura na germinação de sementes de *Esenbeckia leiocrapa* Engl. Guarantã. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 57-64, 1992.

SILVA, L. M. M. et al. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Ducke (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira-nova-do-brejo) – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n.2, p. 154-159, 1995.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B.; RODRIGUES, T. J. D. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth, under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, p.115-118. 2001.

SILVA, M. B. R. et al. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-13. 2005.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Seed dormancy of paricarana tree (*Bowdichia virgilioides* Kunth) – Fabaceae – Papilionidae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 48-53. 2003.

SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, n. 01/02, p. 195-200, 2006.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, 2005, 640p.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v.85, n.3, p.391-396. 2000.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K.; CARNEIRO, N. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. - Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.170-174, 1999.

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

VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P.; MELO, M. F. F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de Angelim - pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 130-135, 2005.

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

CAPÍTULO I

MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE PAINEIRA.

MATURAÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES DE PAINEIRA.

RESUMO

A paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) é uma espécie arbórea tropical com grande importância na ornamentação quando em plena floração, prestando-se admiravelmente bem para o paisagismo de grandes jardins e praças. Objetivou-se com este trabalho estudar a maturação fisiológica de sementes de *Ceiba speciosa*. Os estudos foram conduzidos na Serra do Caparaó, município de Guaçuí-ES, onde as árvores foram etiquetadas na antese floral e acompanhando o enchimento dos frutos e desenvolvimento das sementes até que atingisse a completa maturação. A coleta dos frutos foi feita semanalmente e conduzidos ao Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da UFES onde foram avaliadas coloração do fruto e das sementes, umidade, massa fresca, massa seca e germinação das sementes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Foram ajustadas equações de regressão para as principais características avaliadas em função das 22 semanas de colheita. A colheita de sementes de *Ceiba speciosa* pode ser iniciada aos 163 dias (22 semanas) após a antese, nesta fase as sementes se apresentavam com a coloração marrom escuro e com teor de umidade de aproximadamente 37%.

Palavras-chave: Maturação; *Ceiba speciosa*; sementes florestais.

ABSTRACT

The *Ceiba speciosa* is a tropical tree species, has great importance in the ornamental when in full bloom, lending itself admirably to the landscaping of large gardens and squares. The objective of this work was to study the physiological maturity of seeds of *Ceiba speciosa*. The studies were conducted in Sierra Caparaó, county Guaçuí - ES, where the trees were tagged at anthesis and supervised the filling of fruit and seed development until they reached full ripeness, fruit collection occurred weekly and taken to Technology Laboratory and the Seed Analysis Centre of Agricultural Sciences UFES which we evaluated staining of the fruit and seeds, humidity, fresh weight, dry weight and seed germination. The experiment was a completely randomized design with four replications of 25 seeds. Regression equations were fitted to the main characteristics assessed for 22 weeks of harvest. Harvesting of *Ceiba speciosa* can be started at 163 days (22 weeks) after anthesis, at this stage the seeds were presented with a dark brown and moisture content of about 37%.

Key words: Maturation, *Ceiba speciosa*, tree seeds.

INTRODUÇÃO

A paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) é uma espécie arbórea, anteriormente conhecida como *Chorisia speciosa* St. Hil. pertencente à família Bombacaceae, que foi recentemente reclassificada com base em dados filogenéticos da APG, passando a compor a família Malvaceae (APG, 2003).

É uma espécie arbórea tropical, de grande porte e ampla distribuição geográfica, que comumente apresenta 10 a 15 m de altura e de 30 a 60 cm de diâmetro à altura do peito (DAP - 1,3 m), podendo ser encontrados exemplares de porte mais avantajados, ou seja, exemplares que podem atingir entre 20 e 30 m de altura e 120 cm de DAP. Sua área de ocorrência abrange principalmente as florestas na Argentina, Paraguai e Brasil, embora seja cultivada em regiões tropicais e subtropicais, no hemisfério norte, estendendo-se até as Antilhas e o sul dos Estados Unidos (CARVALHO, 1994).

Em sementes florestais, a definição do estágio de colheita torna-se muito importante, pois grande número de espécies produz frutos deiscentes (que se abrem na árvore para que ocorra a dispersão natural), que dificultam a coleta no solo (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). No caso da *Ceiba speciosa* esse cuidado é importante por ela ser uma espécie deiscente, devendo os frutos ser coletados assim que ocorre sua maturação.

A maturidade fisiológica é atingida quando a semente apresenta máximo conteúdo de massa seca e acentuada redução no teor de água, e é acompanhada por alterações visíveis no aspecto externo de frutos e sementes (POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O conhecimento sobre o processo de maturação de frutos e sementes deve ser considerado no melhoramento, conservação e produção de mudas e seu acompanhamento permite identificar o momento ideal de colheita das sementes, sendo a sua determinação de fundamental importância para todas as espécies (ALVES et al., 2005, IOSSI et al., 2007).

Os estudos sobre maturação de espécies florestais na literatura são em número menor se comparados aos das espécies de grandes culturas (FONSECA et al., 2005), principalmente pelas dificuldades impostas pelas adversidades nos locais de ocorrência da espécie, embora muitas espécies tenha sido estudadas, como *Copaifera langsdorffii* Desf. (BORGES; BORGES,

1979); *Trema micrantha* (L.) Blume. (CASTELLANI; AGUIAR, 1998); *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005); *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl (FONSECA et al., 2005) e *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. (LOPES; SOARES, 2006).

Não se tem conhecimento de estudos sobre indicadores de maturidade fisiológica das sementes de paineira na região serrana do Caparaó. Sabe-se que o retardamento da colheita de diversas espécies florestais pode prejudicar a sua qualidade fisiológica, provocando perdas de sementes dispersas pelo vento. Sabe-se também que a antecipação pode resultar em baixa porcentagem de germinação com ocorrência de sementes imaturas e com alto teor de água. Buscando conhecer a identificação botânica e chegar ao ponto ideal de maturação fisiológica dos frutos e sementes, procurou-se com este trabalho, estudar a maturação de frutos e sementes de *Ceiba speciosa* com a finalidade de determinar a época mais adequada para a colheita dos frutos com semente de alta qualidade em relação à germinação e ao vigor.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na região serrana do Caparaó, em uma área próximo a um fragmento de Mata Atlântica nas coordenadas geográficas de -20° 46' 32" S e -41° 40' 46" W, e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES.

Caracterização das árvores e marcação das inflorescências – foram selecionadas 16 árvores matrizes entre as mais vigorosas, com boa aparência fitossanitária e com altura de quatro a nove metros. Na segunda quinzena de março, após a constatação de que 50% das inflorescências das árvores selecionadas encontravam-se em antese, procedeu-se a marcação das mesmas por toda a copa das árvores, utilizando-se fios de lã colorida como etiquetas.

Colheita dos frutos e sementes - foram iniciadas aos 16 e estenderam-se até os 163 dias após a antese. A cada sete dias, frutos e sementes foram colhidos manualmente, com auxílio de tesoura de poda, tomando-se o cuidado

para não provocar danos mecânicos. Imediatamente após a colheita, amostras de frutos e sementes foram acondicionadas em embalagens plásticas e encaminhadas ao laboratório, para evitar que ocorressem alterações no teor de água.

Dimensões de frutos e sementes - a remoção das sementes de cada fruto foi feita manualmente com o auxílio de uma lâmina e feitas as determinações dos parâmetros morfológicos e fisiológicos descritos a seguir: comprimento, largura e peso dos frutos (duas amostras de 10 frutos por coleta) mensurados com paquímetro e régua graduada em mm, respectivamente. O comprimento, tanto dos frutos como das sementes, foi considerado como sendo a distância entre a base e o ápice e, para a largura foi considerado o lado mais largo. A coloração das sementes foi determinada no momento em que eram extraídas dos frutos. O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 h, utilizando-se duas repetições de 3,5 g por estágio de colheita (BRASIL, 2009); sendo o resultado expresso em porcentagem; o peso de 1.000 sementes foi determinado de acordo com Brasil (2009), com oito repetições de 100 sementes, utilizando-se balança eletrônica com sensibilidade de 0,001 gramas, e a média dos resultados expressa em mg.

Massa fresca e massa seca de sementes - determinada conjuntamente com o teor de água, em todas as épocas de colheita a partir da antese utilizando-se o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009), com duas amostras de 15 sementes para cada época de colheita. Após o período de secagem, foram feitas as pesagens em balança analítica com precisão de 0,001 gramas.

Teste de germinação - as sementes foram colocadas em placas de Petri previamente esterilizadas, forradas com papel germitest umedecido com água destilada e mantidas em câmaras de germinação à temperatura de 30 °C. A verificação do número de sementes germinadas foi feita diariamente, computando-se o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária com dimensão ≥ 5 mm, sendo os resultados expressos através da porcentagem de germinação (%G).

Primeira contagem de germinação – foi determinada de acordo com os cálculos da frequência, tempo médio de germinação e porcentagem de

germinação das sementes que emitiram plântulas normais, avaliadas diariamente após a semeadura, concomitante com o teste de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi conduzido concomitante com o teste de germinação, utilizando-se a equação proposta por Maguire (1962), na qual $IVG = N1/D1 + n2/d2 + \dots + Nn/Dn$, onde: IVG = índice de velocidade de germinação de plântulas; N = número de sementes com protrusão da raiz primária; D = número de dias da semeadura da primeira a última contagem.

Tempo médio de germinação (TMG) - calculado utilizando-se a equação proposta por (LABOURIAU, 1983):

$TMG = (\sum n_i t_i) / \sum n_i$, onde: TMG = tempo médio de germinação; n_i = número de sementes germinadas num intervalo de tempo; n = número total de sementes germinadas; t_i = dias de germinação.

Procedimento estatístico – o delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes para cada coleta feita semanalmente. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade utilizando o software SAEG. As porcentagens de germinação foram transformadas para $\text{arc-sen } \sqrt{x/100}$ para fins de análise estatística, por não terem atendido às pressuposições de testes de normalidade e de homogeneidade, e os dados para interpretação foram apresentados com as médias dos dados originais. Foram ajustadas equações de regressão simples para as variáveis umidade(%) e massa seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A época de florescimento da paineira na região serrana do Caparaó, correspondendo ao tempo decorrido do início à completa formação dos botões florais, ocorreu na segunda quinzena de março. A antese (fase de abertura das flores) iniciou entre a 2^a e a 3^a semana de março, após o surgimento dos botões florais, sendo que a antese ocorreu em 16 de março de 2010, tornando-se esta a data referência para as colheitas nesta região. O início do repouso hibernar (queda das folhas) ocorreu entre o fim de março e o início de junho e a

deiscência dos frutos (abertura espontânea) iniciou aos 163 dias após a antese.

Tabela 1 Dados relativos aos parâmetros morfológicos dos frutos e sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.), em função da época de maturação. Laboratório de Sementes, CCA – UFES. Alegre-ES, 2011

Dias após Antese	Coloração frutos	Coloração Sementes
16	Verde escuro	Creme
23	Verde escuro	Creme
37	Verde escuro	Amarelo claro
51	Verde escuro	Amarelo claro
65	Verde escuro	Amarelo claro
79	Verde escuro	Amarelo claro
93	Verde escuro	Amarelo claro
107	Verde escuro	Amarelo claro
121	Verde lima	Amarelo claro
135	Verde lima	Amarelo claro
149	Verde lima	Marrom
163	Verde lima /presença de fendas / deiscência	Marrom Escuro

Na Tabela 1 são apresentadas as características físicas e morfológicas dos frutos e das sementes de paineira durante a fase de coleta. O início da frutificação se deu aos 16 dias após a antese (fase de abertura das flores) e, a deiscência dos frutos teve início aos 163 dias. As sementes apresentaram um contínuo processo de mudanças em sua coloração, passando da coloração creme nas primeiras semanas, a amarelo claro, marrom e adquirindo a coloração marrom-escuro aos 149 dias após a antese, permanecendo com essa coloração até a última coleta. Estas mudanças na coloração se deve provavelmente à desidratação das sementes.

O número de sementes por fruto não apresentou alteração durante a fase de maturação, mantendo-se em média com cerca de 111 ± 53 sementes por fruto, o que sugere que o número de sementes formadas no fruto esteja mais relacionado com a taxa de polinização e fertilização do que com a idade do fruto.

Com relação à coloração dos frutos, verificou-se que os frutos da primeira colheita apresentaram uma coloração verde escuro e esta coloração se manteve até cerca de 107 dias após a antese. Desse estágio até aos 149 dias, as tonalidades foram se alterando, tomando tons um pouco mais claros, passando à coloração de verde lima, que foi se tornando menos intenso e mais claro até os 163 dias. Verificou-se ainda que entre 156 e 163 dias ocorria a presença de fendas nos frutos, e aos 163 dias já ocorria a deiscência.

Para muitos autores o índice de coloração de frutos e sementes tem sido utilizado como bom indicador do ponto de maturação fisiológica para algumas espécies como *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl. (GERMAQUE et al., 2002) e *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud. (LOPES; SOARES, 2006); *Jacarandá cuspidifolia* Mart (MARTINS et. al., 2008) e *Eugenia uniflora* L. (ÁVILA et al., 2009).

O índice de coloração dos frutos de paineira não variou muito nos últimos estádios definidos, evidenciando que o mesmo não pode ser considerado um bom indicador de maturidade para esta espécie. Iossi et. al., (2007) trabalhando com *Phoenix roebelenii* e Martins et al. (2008) com *T. chrysotricha* observaram que a coloração dos frutos não foi um bom indicador do ponto de maturidade fisiológica das sementes para as espécies. Vale ressaltar que as diferenças verificadas na coloração dos frutos e sementes podem ser causadas pela influência das condições ambientais ocorridas na época de condução da pesquisa.

Entretanto, é necessário entender que a coloração dos frutos, associada a outros índices, é uma característica que pode ser utilizada como indicadora da maturidade fisiológica de sementes. A associação entre o aspecto do fruto e a maturidade fisiológica de sementes, sobretudo a sua coloração tem sido relatada em espécies florestais (PIÑA-RODRIGUES, 1986, PIÑA- RODRIGUES; AGUIAR, 1993).

De acordo com a Tabela 2 foram verificados efeitos significativos para o comprimento, a largura e o peso dos frutos. Observou-se que o comprimento e a largura aumentaram gradativamente ao longo do processo de maturação com valor máximo estimado de 25,8 cm e de 9,05 cm respectivamente a partir dos 86 dias após a antese, em seguida apresentaram pequenas reduções e oscilações, mas permanecendo com valores similares até a última coleta, que

ocorreu aos 163 dias após antese. Borges (2007) estudando a maturação de *Caesalpinia echinata* verificou que as dimensões dos frutos atingiram valores máximos ao longo do processo de maturação. Isto pode está relacionado a um maior direcionamento de reservas da planta para a formação rápida do fruto, visto que em uma segunda etapa esta estrutura formará as sementes em seu interior.

Com relação ao peso, os valores máximos estimados de 768,74 gramas foram verificados aos 121 dias após a antese. Após esse período ocorreu um decréscimo no peso dos frutos à medida que ficaram mais próximos do período de maturação. Aos 156 dias o peso dos frutos chegou a 416,88 gramas permanecendo com valores parecidos até a sua maturação e deiscência. Após os frutos terem atingido o tamanho máximo (comprimento, largura e peso), observou-se leve decréscimo em seus valores principalmente na variável peso dos frutos. Ávila et al. (2009) estudando maturação de *Eugenia uniflora* L. também observaram decréscimos na variável peso verde dos frutos após atingirem valores máximos.

Os resultados referentes ao comprimento e ao peso dos frutos da paineira não foram considerados um índice visual eficaz para auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes pois, atingiram o tamanho e o peso máximo antes do ponto de maturidade fisiológica.

Pereira e Mantovani (2001) relatam que determinações físicas e bioquímicas de frutos e sementes podem indicar a maturidade ideal e quando devem ser colhidos os frutos visando à obtenção de maiores percentuais de germinação. Para Figliolia e Pinã-Rodrigues (1995) o tamanho de frutos e sementes é um importante índice de maturação, mas deve ser utilizado apenas como parâmetro auxiliar e avaliado conjuntamente com outros indicadores de maturação.

Tabela 2 Largura, comprimento e peso dos frutos e largura, comprimento de sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) em função da época de maturação Laboratório de Sementes, CCA – UFES. Alegre-ES, 2011

Dias após antese	Variáveis				
	Frutos			Sementes	
	Comprimento	Largura	Peso	Comprimento	Largura
23	4,61 k	2,42 k	21,01 h	0,15 j	0,96 i
30	11,42 j	4,75 j	63,72 h	0,31 i	0,10 i
37	14,19 i	5,30 i	95,03 g	0,46 h	0,25 h
44	15,21 h	5,67 h	124,61 g	0,66 g	0,39 g
51	16,19 g	6,13 g	212,52 f	0,67 g	0,44 f
58	17,28 f	6,25 g	327,06 e	0,74 f	0,51 e
65	18,43 e	6,62 f	398,67 d	0,84 e	0,55 e
72	21,77 d	7,23 e	526,86 c	0,85 e	0,65 d
79	24,11 c	8,13 d	739,13 a	0,95 c	0,66 d
86	25,00 b	8,25 d	758,94 a	1,03 c	0,77 b
93	25,03 b	8,52 c	742,99 a	1,06 b	0,73 c
100	25,06 b	8,99 a	744,89 a	1,22 a	0,81 a
107	25,66 a	9,04 a	765,28 a	1,24 a	0,83 a
114	25,80 a	9,05 a	748,03 a	1,23 a	0,84 a
121	25,68 a	8,94 a	768,74 a	1,25 a	0,86 a
128	25,70 a	8,95 a	759,44 a	1,12 b	0,76 b
135	25,66 a	8,96 a	768,65 a	0,98 c	0,73 c
142	25,64 a	8,95 a	639,48 b	0,91 d	0,71 c
149	26,66 a	8,89 a	545,29 c	0,89 d	0,71 c
156	25,65 a	8,80 b	416,88 d	0,93 d	0,72 c
163	25,45 a	8,71 b	403,61 d	0,92 d	0,72 c
Cv	2,27	2,68	9,56	8,28	10,47

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade.

Com relação à formação e desenvolvimento das sementes (Tabela 2), observa-se que nas primeiras semanas de coleta as sementes apresentavam menor largura e comprimento em relação às sementes das demais épocas de coleta. Tendo em vista que o processo de formação das sementes estava apenas no início, conseqüentemente o acúmulo de fitomassa ainda era bastante reduzido. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000) as sementes se desenvolvem rapidamente, atingindo o máximo num período de tempo curto, ao relacionar com o período em que ocorreu o processo de maturação. Este fenômeno se deve à multiplicação e ao desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e os tecidos de reserva.

Porém, no decorrer do processo de maturação fisiológica, as sementes aumentaram rapidamente o seu comprimento e sua largura em função do acúmulo de massa seca e da quantidade de água ainda presente no seu interior. Houve acréscimo de cerca de 4 mm em sua largura e de 6 mm no comprimento nas primeiras cinco semanas após a antese e, a partir desse período, as sementes aumentaram de tamanho, tanto em comprimento chegando até a 1,25 cm, como em largura chegando até a 8,6 mm aos 121 dias.

A tendência na redução do tamanho (comprimento e largura) das sementes e em seguida uma estabilização desses valores pode ser explicada pela fase de secagem na maturação ou dessecação, que ocorre na última etapa do desenvolvimento das sementes, o que determina uma redução no seu tamanho (POPINIGIS, 1985; CASTRO et al., 2004). Esse comportamento também foi observado em outras espécies florestais, como em *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl. (FONSECA et al., 2005) e *Bixa orellana* (MENDES et al., 2006, LOPES et al., 2008).

O teor de água das sementes (Figura 1) no início da formação, quando os frutos estavam completamente verdes (Tabela 1) era de aproximadamente 95%. Entretanto, no decorrer do processo de maturação fisiológica, houve redução progressiva e paulatina desse valor até a 22ª semana, quando o valor foi de 37%, período que coincidiu com o ponto de maturação fisiológica. Resultados semelhantes foram observados por Martins e Silva (1997) em sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth, onde o teor de umidade decresceu continuamente ao longo dos períodos avaliados. O alto grau de umidade inicial verificado nas sementes das primeiras colheitas e seu posterior decréscimo, esta relacionado com a importância da água nos processos de enchimento e maturação das sementes.

Carvalho e Nakagawa (2000), afirmam que os produtos fotossintéticos nas folhas são depositados na semente em formação, e são utilizados como material de construção e posteriormente como de reserva, é necessário que esta mantenha elevado grau de umidade, o que ocorre até o peso da matéria seca atingir seu valor máximo, quando então se inicia uma rápida desidratação.

Alves (2005) estudando a maturação de sementes de sabiá verificou que aos 119 dias após a antese o teor de água presente nas sementes era de

82,1%, apresentando redução até 147 dias após a antese. Em sementes de *Dalbergia nigra* a maturidade fisiológica foi alcançada aos 335 dias após a antese, ocasião em que as sementes sofreram queda significativa no teor de água, de 68,02% para 25,30% (MARTINS; SILVA, 1997).

Silveira (2002) pesquisando a maturação fisiológica em sementes de calêndula observou que o teor de água das sementes reduziu conforme aumentava o número de dias após a antese, ocorrendo redução acentuada aos 28 dias após a antese. Aos 40 dias após a antese as sementes apresentavam 7,1% de umidade.

Os pesos de massa seca das sementes (Figura 1) foram crescentes até 163 dias, tendo sido verificado maior acúmulo a partir dos 142 dias após a antese. Após esse período, verificou-se aumento da massa seca até 163 dias após a antese, coincidindo com o ponto de maturação fisiológica. O máximo de acúmulo de massa seca nas sementes aos 163 dias após a antese coincidiu com uma redução acentuada no seu teor de água. Esta redução do teor de água foi acompanhada de um aumento expressivo na germinação das sementes.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000) o acúmulo de massa seca no início da formação da semente é lento, em seguida começa a ficar mais intenso até atingir o máximo de massa seca, mas no final do processo de maturação das sementes ocorre um pequeno decréscimo por consequência da respiração das sementes. Os mesmos autores recomendam realizar a colheita no ponto de máxima massa seca da semente para evitar perdas provenientes das adversidades do ambiente de campo, podendo ocorrer possível deterioração nas sementes.

A maturidade fisiológica das sementes de paineira ocorreu entre 156 e 163 dias após a antese. Nesse período foram atingidos os maiores pesos de massa seca e a máxima germinação. A utilização da massa seca como índice de maturação foi eficaz para determinação do ponto de maturidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (MARTINS; SILVA, 1997).

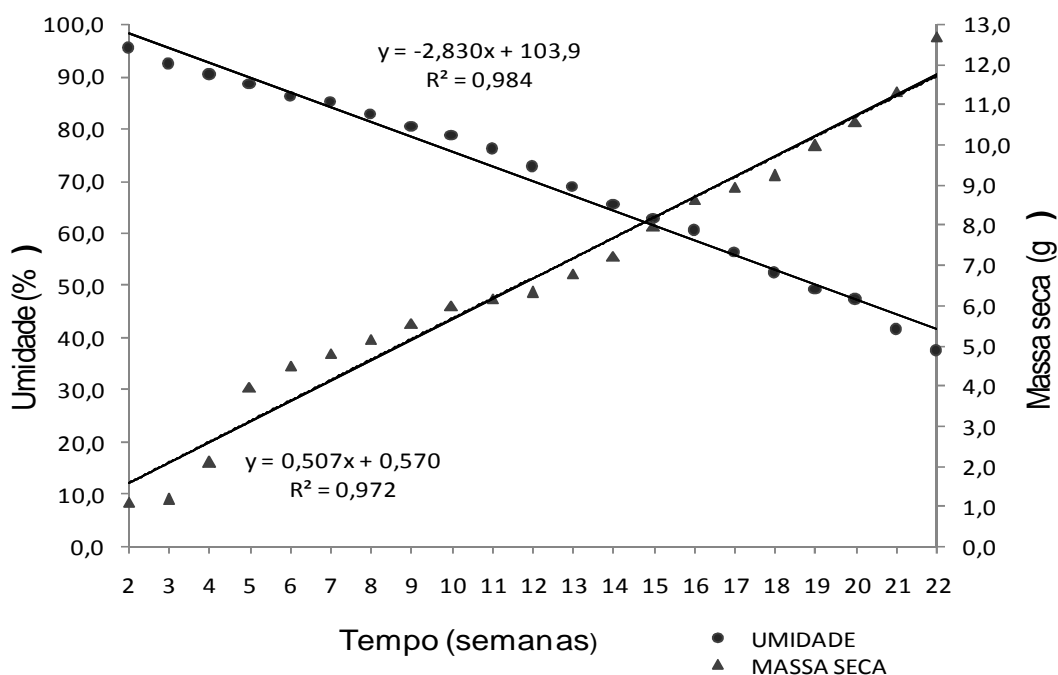


Figura 1 Umidade (%) e massa seca (g) das sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.), em função da época de maturação. Laboratório de Sementes, CCA – UFES. Alegre-ES, 2011.

No estágio anterior 156 dias a abertura dos frutos e a extração das sementes foram mais difíceis, além de apresentarem maior suscetibilidade a danos mecânicos e, esta dificuldade decorreu do teor de água das sementes ainda elevado (em torno de 50%) e dos frutos estarem parcialmente verdes. O teor de umidade segue o padrão esperado no desenvolvimento das sementes, ou seja, após a fase de crescimento inicial (divisão celular e aumento da massa verde e teor de água) ocorre a substituição do conteúdo de água pela massa seca (CASTRO et al., 2004), o que ocasiona redução no teor de umidade e aumento da massa seca.

O alto teor da umidade inicial verificada nas sementes nas primeiras colheitas está relacionado com a importância da água nos processos de enchimento durante a maturação das sementes e, a sua manutenção torna-se necessário para que os produtos fotossintetizados nas folhas das plantas-mãe sejam depositados na semente, sendo então utilizados como fonte de formação e, posteriormente como reserva. Esse alto teor de umidade está presente até a

semente alcançar o máximo de massa seca, quando se inicia a desidratação rápida (CORVELLO et al., 1999).

A melhor fase para a colheita das sementes com alta qualidade é aquela na qual se constata elevada germinação e alto vigor, associados a um baixo teor de água e a um aumento significativo da massa seca das sementes (Figura 1). Esta fase ocorreu na 163 dias após a antese, quando as sementes apresentaram teor de água aproximado de 37% e, com os frutos iniciando a deiscência. Neste estágio, a abertura dos frutos e a extração das sementes foram facilitadas, sem problemas de danos mecânicos. Além disso, os frutos de paineira devem ser coletados assim que aparecer as primeiras fendas, pois em seguida os frutos se abrem ocorrendo a dispersão das sementes juntamente com a paina, não sendo mais possível fazer a coleta dos mesmos.

O reconhecimento prático da maturidade fisiológica tem grande importância, pois caracteriza o momento em que a semente deixa de receber nutrientes da planta mãe. Outros autores também verificaram que o teor de umidade e o peso da massa seca servem como indicadores do ponto de maturação fisiológica como Amaral et al. (1999) em sementes de *Bixa orellana*, Lopes et al. (2005) em sementes de *Tibouchina granulosa*, Nakagawa et al. (2005) em sementes de *Mucuna aterrima* e Nakagawa et al. (2010) em sementes de *Peltophorum dubium* (spreng.) Taubert.

Tabela 3 Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (dias) e peso de mil sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.), em função da época de maturação. Laboratório de Sementes, CCA – UFES. Alegre-ES, 2011

DAA	GER	IVG	TMG	PMS
121	0 f	0,0 d	0,0 e	124,6
128	0 e	0,0 d	0,0 d	169,4
135	22 d	1,0 c	10,0 d	187,5
142	47 c	2,0 b	9,0 c	181,1
149	69 b	2,5 b	7,75 b	210,3
156	84 a	4,0 a	6,5 a	164,7
163	87 a	4,0 a	5,75 a	202,4
Cv	8,03	10,48	5,26	9,47

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade.

Constatou-se maior porcentagem de germinação 84 e 87%, respectivamente e maior vigor avaliado pelo índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) aos 163 dias após a antese (Tabela 3), que estão mais associados á redução dos teores de água nos frutos e nas sementes, coincidindo com o início da deiscência natural das sementes. O teste de germinação permite identificar as diferenças na qualidade das sementes durante a fase de maturação, como pode ser verificado nos valores obtidos nas diferentes épocas de colheita.

Similarmente ao teste de germinação, no vigor observa-se pelos resultados de velocidade e tempo médio de germinação, que os valores obtidos para as sementes oriundas de frutos das primeiras colheitas, até 149 DAA foram significativamente inferiores aos valores obtidos após 156 e 163 DAA, que foram semelhantes entre si, sugerindo que nesta fase ocorre a maturação fisiológica das sementes. Resultados similares foram encontrados por Martins e Silva (1997) em sementes de *Dalbergia nigra* na maturação, onde os maiores valores de germinação encontrados foram 88%. Em sementes de quaresmeira não foi obtida germinação nas nove primeiras coletas, o que foi associado à imaturidade do embrião (LOPES et al., 2005). Similarmente, Martins e Silva (1997), trabalhando com *Dalbergia nigra* e Lopes et al. (2008) com *Bixa orellana*, também não obtiveram germinação na fase inicial durante as três primeiras coletas de sementes.

Além disso, nesse período, as sementes apresentaram alto teor de água (89,4%) e baixo conteúdo de massa seca (5,87 mg) na sua composição (Figura 1). De acordo com Popinigis (1985), nessa fase as sementes apresentam baixa germinação. Em sementes de *Miconia cinnamomifolia* não foi obtida germinação na fase inicial até 50 DAA (LOPES; SOARES, 2006) e em *Bixa orellana* somente após 70 DAA (LOPES et al., 2008), quando os frutos e sementes ainda se encontravam verdes.

Carvalho e Nakagawa (2000) citam que as sementes que não se encontram completamente maduras podem germinar, contudo não resultam em plântulas tão vigorosas como aquelas colhidas no ponto adequado, além disso, a presença da polpa verde pode influenciar de forma mais negativa o desenvolvimento das plântulas.

A identificação e caracterização do estágio de maturação antes de deiscência dos frutos é importante para a obtenção de sementes de alto vigor. Coleta de sementes após a deiscência, quando elas foram submetidas a condições ambientais não controladas, podem resultar em sementes de baixa qualidade (BORGES et al., 2005).

CONCLUSÕES

A maturação fisiológica das sementes na região serrana do Caparaó ocorre aos 163 dias após a antese.

A coleta das sementes de paineira deve ser iniciada aos 163 dias após antese.

Aos 163 dias após antese os frutos apresentam cor verde lima com presença de fendas, prontos para a deiscência.

Nesta fase as sementes se apresentam com a coloração marrom escuro e teor de umidade de aproximadamente 37%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.1-8, jan./jun. 2005.

AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia**, Londrina, v.12, n.3, p.273-285, 1999.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) II. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.141, p.399-436, 2003.

AVILA, A. L.; ARGENTA, M. S.; MUNIZ, M. F. B. Maturação fisiológica e coleta de sementes de *Eugenia uniflora* L. (pitanga), Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.1, p.61-68, jan.-mar., 2009.

BARROS, A. S. R. Maturação e colheita de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS-FILHO, J.; SILVA, W. R. **Atualização em produção de sementes**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1986. p.107- 134.

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

BORGES et al. Maturation of seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazilwood), an endangered leguminous tree from the Brazilian Atlantic Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.48, n.6, p.851-861, 2005.

BORGES, I. F. **Maturação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (PauBrasil) em bosques plantados no Estado de São Paulo**. 2007. 109f. Dissertação (Mestrado Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente). Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2007.

BORGES, E. E. L.; BORGES, C. G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.1, n.3, p.45-47, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 2009. 424 p.

CARVALHO, P. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso de madeira**. Colombo, PR: Embrapa-CNPQ, 1994. 640p.

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

CASTELLANI, E. D.; AGUIAR, I. B. Condições preliminares para a germinação de sementes de candiúba (*Trema micrantha* (L.) Blume.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.1, p.80-83, 1998.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.51-68.

CORVELLO, W. B. V. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

FERREIRA, D. F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas: manual de orientação**. Lavras: UFLA / Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37 p.

FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Manejo de sementes de espécies arbóreas**. Série Registros nº 15. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. 59 p.

FONSECA, F. L. Maturidade fisiológica das sementes do ipê-amarelo, *Tabebuia chryso-tricha* (Mart. Ex DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.69, p.136-141, 2005.

- GERMAQUE, R. C. R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.84-91, 2002.
- GUARATINE, M. T. G. et al. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo. v.31, n.2, p.323-337, 2008.
- IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F. V.; BARBOSA, J. C. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.147-154, 2007.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173 p.
- LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; PEREIRA, M. D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.40, n.8, p.811-816, 2005.
- LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (DC) Nauad). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.623-628, 2006.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C. C. Condições climáticas, características do fruto e sistema de colheita na qualidade fisiológica de sementes de jacarandá. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, Jul/Aug. 2008.
- MARTINS, C. C.; MARTINELLI-SENEME, A.; NAKAGAWA, J. Estágio de colheita e substrato para o teste de germinação de sementes de ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.32 n.1 Viçosa jan./fev. 2008.
- MARTINS, S. V.; SILVA, D. D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.96-99, 1997.
- MENDES, A. M. S.; FIGUEIREDO, A. F.; SILVA, J. F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.133-141, jan./abr. 2006.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZUCARELI, C. Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.45-53, 2005.

NAKAGAWA , J. et al. Maturação e secagem de sementes de *Peltophorum dubium* (spreng.) taubert (canafístula). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.49-56, 2010.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (Dc.)Naud. na Reserva Biológica de Poços das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Rio de Janeiro, v.15, n. 3, p. 335-348, 2001.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES,1993. p.215-274.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Maturação fisiológica de sementes de espécies florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, Belo Horizonte, 1984. **Anais**. Brasília: IBDF, 1986. p.217-239.

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

SILVEIRA, M. A. M; VILLELA, F.A; TILLMANN, M. A. A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.24, n.2, p.31-37. 2002.

CAPÍTULO II

TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PAINEIRA

TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PAINEIRA

RESUMO

A paineira é uma árvore ornamental quando em plena floração, além de ser uma das espécies mais utilizadas em projeto de reflorestamento. Objetivou-se com este trabalho avaliar a germinação de sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) sob diferentes temperaturas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES. Os testes de germinação foram realizados com quatro sub-amostras de 25 sementes, colocadas em placas de Petri forradas com papel germitest, mantidas em câmaras tipo BOD, onde foram testadas as seguintes temperaturas constantes para germinação: 05, 07, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 °C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\text{arc-sen } \sqrt{x/100}$ e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. A paineira apresentou ampla faixa de germinação entre as temperaturas estudadas. A faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes dessa espécie é de 25 a 30 °C. O teste de germinação pode ser realizado com 10 dias, e a primeira contagem da germinação no 2º dia. As sementes apresentaram maior porcentagem e velocidade de emergência sob temperatura de 30 °C.

Palavras-chave: *Ceiba speciosa*, análise de semente, sementes florestais.

ABSTRACT

The paineira tree is an ornamental tree when in full bloom, and is one of the most commonly used species in reforestation project. The objective of this study was to evaluate the germination of cotton tree (*Ceiba speciosa* St. Hil.) At different temperatures. The experiment was conducted at the Laboratory of Seed Analysis Technology and the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Espírito Santo (CCA-UFES) in Alegre-ES. The germination tests were conducted with four sub-samples of 25 seeds placed in Petri dishes lined with paper germitest, kept in BOD chambers where they were tested for germination following constant temperatures: 05, 07, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45 °C. The experimental design was completely randomized design with four replications of 25 seeds. The data are expressed as percentage were transformed into $\text{arc-sin } \sqrt{x/100}$ and the averages compared by Tukey test at 5% level of probability. Paineira presented wide range of germination between the temperatures studied. The range of optimum temperature for germination of seeds of this species is 25 to 30 °C. The germination test can be carried out with 10 days and the first count of germination on day 2. The seeds showed higher percentage and emergence rate at a temperature of 30 °C.

Key words: *Ceiba speciosa*, seed analysis, forest seed.

INTRODUÇÃO

As sementes constituem a via de propagação mais empregada na instalação de plantios e, a busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para os testes de germinação das sementes, principalmente dando ênfase aos efeitos da temperatura e do substrato, desempenha papel fundamental dentro da pesquisa científica e fornece informações valiosas sobre a propagação e a fisiologia das espécies (VARELA et al., 2005).

A germinação ocorre dentro de determinados limites, havendo uma temperatura em que o processo ocorre com maior eficiência, influenciando não só no processo germinativo, como também na velocidade de germinação das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A temperatura apresenta grande influência tanto na porcentagem como na velocidade de germinação, especialmente por alterar a velocidade de absorção de água e modificar a velocidade das reações químicas, que irão mobilizar ou degradar as reservas armazenadas e a síntese de várias substâncias para o crescimento das plântulas (BEWLEY; BLACK, 1994).

De acordo com Borges e Rena (1993), as espécies apresentam comportamento variável em relação à temperatura, e embora a faixa de 20 a 30 °C tenha sido recomendada como a mais adequada para germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais, para muitas espécies florestais brasileiras, tem sido verificado que a temperatura ótima situa-se entre 15 e 30 °C, a qual está normalmente relacionada às temperaturas da região de origem da espécie, na época favorável para a germinação (ANDRADE et al., 2000).

A alternância de temperatura simula as condições da natureza, e se faz necessária para espécies não domesticadas, como verificado em sementes de calabura (LOPES et al., 2002); faveleira (SILVA; AGUIAR, 2004); urucu (LIMA et al., 2007), entretanto, a utilização de temperaturas constantes tem sido amplamente estudada e com resultados mais promissores para muitas espécies como manduirana (SILVA, 2001); micônia (LOPES; SOARES, 2003); canafistula (OLIVEIRA et al., 2008) amburana de cheiro (GUEDES et al., 2010) e, por um intervalo amplo de temperatura como amendoim-do-campo (NASSIF; PEREZ, 2000) e aroeira (SILVA et al., 2002).

A paineira anteriormente conhecida como *Chorisia speciosa* St. Hil. pertencente à família Bombacaceae, recentemente passou a integrar a família Malvaceae (GUARATINE et al., 2008). A *Ceiba speciosa* St. Hil. pertencente à família Malvaceae (Bombacaceae), é uma espécie arbórea, decídua, heliófita, seletiva higrófita, que ocorre principalmente nas florestas semidecíduas nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CARVALHO, 1994; LORENZI, 1998; SOUZA; LORENZI, 2005).

É uma espécie nativa em matas secas no Brasil Central, que apresenta rápido crescimento e floração espetacular. Seu tronco abaulado e com acúleos, é característica marcante da espécie que também se tornou bastante conhecida como barriguda. A frutificação produz grande quantidade de paina o que facilita a dispersão das sementes pelo vento (LIMA; SILVA JUNIOR, 2010).

Devido a necessidade de promover, acelerar e uniformizar o processo de germinação e produção de mudas, este trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de *Ceiba speciosa* em diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, no campus Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES.

Foram utilizadas sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) extraídas de diversos frutos coletados manualmente, diretamente das árvores existentes em um fragmento de Mata Atlântica no entorno do Caparaó. Após a coleta os frutos foram conduzidos ao laboratório, secos à sombra e em estufa com convecção a 30 °C, por 48 horas. Posteriormente, as sementes foram extraídas manualmente, desinfestadas em hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos, lavadas em água corrente, secas à sombra por 24 horas, e submetidas aos testes e/ou determinações descritas a seguir:

Grau de umidade – foi determinado utilizando-se duas repetições de 15 sementes que foram pesadas em balança com precisão de 0,001 gramas, em seguida colocadas em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009).

Os resultados foram expressos em porcentagem média de umidade (base úmida).

Germinação - os testes de germinação foram conduzidos com quatro sub-amostras de 25 sementes, colocadas em placas de Petri, sobre papel germitest umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco, mantidas em câmaras tipo BOD equipadas com quatro lâmpadas fluorescentes de 20 watts, com fotoperíodo de oito horas, nas temperaturas de: 05, 07, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 °C. As avaliações foram feitas diariamente, computando-se a porcentagem de plântulas normais, ou seja, que apresentavam todas as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2009). Os testes foram encerrados quando a germinação das sementes se manteve constante.

Primeira contagem de germinação – foi determinada de acordo com os cálculos da frequência, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação, das sementes que emitirem plântulas normais, avaliadas diariamente após a semeadura, concomitante com o teste de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi conduzido concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária com dimensão ≥ 2 mm. Para o cálculo, utilizou-se a equação de (MAGUIRE, 1962).

$IVG = (G1/N1) + (G2/N2 + \dots + (Gn/Nn)$, em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem de germinação;

N1, N2, ..., Nn = número de dias transcorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem de germinação.

Tempo médio de germinação - calculado utilizando-se a equação proposta por (LABOURIAU, 1983).

$TMG = (\sum n_i t_i) / \sum n_i$, onde: TMG = tempo médio de germinação; n_i = número de sementes germinadas num intervalo de tempo; n = número total de sementes germinadas; t_i = dias de germinação.

Frequência relativa de germinação - foi calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

$Fr = n_i / \sum n_i$, em que:

Fr = frequência relativa de germinação; n_i = número de sementes germinadas por dia; $\sum n_i$ = número total de sementes germinadas.

Comprimento total da plântula (parte aérea e sistema radicular) – foi avaliado aos 20 dias após a semeadura, medindo-se as plântulas normais da extremidade da raiz ao ápice da parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada em mm.

Massa fresca das plântulas – para a determinação da massa fresca das plântulas, considerou-se a avaliação do número de plântulas normais realizada após a conclusão do teste, sem os cotilédones aos 20 dias. O peso foi obtido em balança com precisão de 0,001 gramas, e os resultados expressos em grama plântula⁻¹.

Massa seca das plântulas – as plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a temperatura de 70 °C, até atingirem massa constante (72 horas), e decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 gramas, e os resultados expressos em grama plântula⁻¹.

A duração do teste de germinação foi determinada pela estabilização da germinação, após serem avaliadas e retiradas do substrato todas as plântulas normais e anormais, permanecendo no substrato somente as sementes que não haviam germinado. As sementes remanescentes foram avaliadas quanto à viabilidade mediante o teste de tetrazólio utilizando-se o sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, à concentração de 1%. As sementes foram bisseccionadas longitudinalmente, mantidas na solução durante 24 horas a 30 °C, em seguida lavadas e avaliadas, e classificadas em mortas e/ou dormentes.

Os dados foram submetidos à análise de variância, no delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos (temperaturas) e quatro repetições de 25 sementes, seguido da comparação de médias pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade. Os dados experimentais foram previamente submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade da variância. Os dados de germinação foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$, foi utilizado o software SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de germinação sob temperaturas constante teve duração de 20 dias, sendo que as primeiras evidências do processo germinativo (protrusão da raiz primária) ocorreram no 2º dia, com o aparecimento das primeiras plântulas no 5º dia após a sementeira.

Pode-se observar que os maiores valores para a porcentagem de germinação foram encontrados nas temperaturas de 25 e 30 °C (Tabela 1). Embora a porcentagem de germinação das sementes de paineira tenha sido alta os menores valores foram verificados nas temperaturas de 7, 35 e 40 °C revelando-se inferiores estatisticamente às demais. A utilização de temperaturas mais baixas proporcionou um aumento no tempo médio de germinação, como observado, para as temperaturas de 10 e 7 °C. Nas temperaturas extremas de 5, e 45 °C não ocorreu germinação.

Tabela 1 Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (dias) de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) em função da temperatura.

Temperatura (°C)	Germinação (%)	IVG	TMG
5	0 e	0,0 g	0,0 g
7	18 d	0,31 f	13,32 a
10	79 b	2,02 e	10,50 b
15	88 b	3,74 d	6,04 c
20	91 b	5,14 c	4,56 d
25	99 a	14,59 a	2,27 g
30	99 a	6,27 b	4,17 e
35	56 c	4,85 c	4,71 d
40	2 e	0,12 f	3,44 f
45	0 d	0,0 g	0,0 g
CV (%)	11,85	10,97	2,99

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem média de germinação das sementes de paineira e o índice de velocidade de germinação foram significativamente influenciados em nível de 5% de probabilidade pelas temperaturas estudadas (Tabela 1).

Em função das temperaturas testadas, os dados de velocidade de germinação avaliados pelo tempo médio revelam que os melhores resultados

foram alcançados com as temperaturas mais elevadas, de 20 a 35 °C. Em sementes de *Cedrela odorata*, maior velocidade de germinação foi obtida sob temperaturas de 25 e 30 °C (PASSOS et al., 2008). Em sementes de *Diospyros ebenaster* sob temperatura constante de 30 °C houve maiores valores de porcentagem e índice de velocidade de germinação (OLIVEIRA et al., 2005).

Alves et al. (2002) relatam que a temperatura de 25 °C mostrou-se mais adequada para a condução do teste de germinação em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*. Para Carvalho e Nakagawa (2000) a temperatura ótima para porcentagem de germinação é diferente da ótima para velocidade de germinação, sendo mais elevada para esta última. Lima et al. (2007) trabalhando com sementes de urucu (*Bixa orellana* L.) obtiveram maiores porcentagens de germinação nas temperaturas de 25, 30 e 20-30 °C.

Observa-se que nas temperaturas de 7 e 10 °C foi necessário um tempo médio maior para o processo germinativo (13 e 10 dias) respectivamente, quando comparada com as demais temperaturas, e que a exigência do tempo decresce com o aumento da temperatura. Marcos Filho (2005) destaca que a redução gradativa da temperatura, em função dos efeitos sobre a velocidade de embebição e de mobilização de reservas provoca decréscimo acentuado da velocidade de germinação.

Em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão), A.C. Smith a temperatura recomendada para germinação é 35 °C (GUEDES et al., 2010). Considerando as temperaturas testadas neste experimento, à medida que aumentava a temperatura a mesma estimulava a germinação até aos 30 °C e, a partir dos 35 °C ocorreu uma diminuição no processo de germinação (Tabela 1). Marcos Filho (2005) explica que altas temperaturas podem diminuir a porcentagem de germinação, provocando desorganização do processo sendo que o número de sementes que conseguem completá-lo vai caindo rapidamente, em decorrência, basicamente, dos efeitos sobre a atividade de enzimas e das restrições ao acesso de oxigênio.

De acordo com Perez et al. (1998), espécies tropicais geralmente possuem um limite máximo acima de 35 °C, sendo sensíveis às baixas temperaturas, com limite mínimo acima de 5 °C. Larcher (2000) ressaltou ser ampla a faixa de temperatura para a germinação de sementes de espécies com ampla distribuição geográfica e daquelas adaptadas às grandes flutuações de

temperaturas em seu habitat. Segundo esse autor a temperatura ótima para as espécies tropicais situa-se entre 20 e 35 °C em condições naturais. O autor afirmou ainda que, até certos limites, o aumento de temperatura pode promover mudanças no desempenho de certas enzimas que atuam nos processos bioquímicos da germinação, além de propiciar a contaminação por microrganismos.

Segundo Bewley e Black (1994), é importante a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima para a germinação das espécies, pois, a temperatura ótima propicia a máxima porcentagem de germinação em menor espaço de tempo, enquanto sob temperaturas máximas e mínimas as sementes pouco germinam.

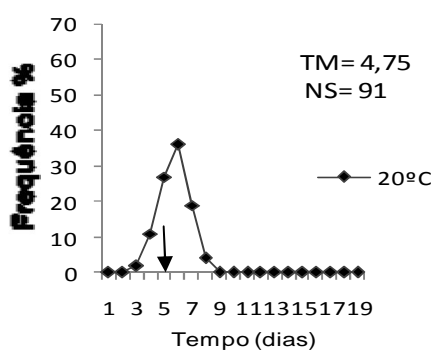
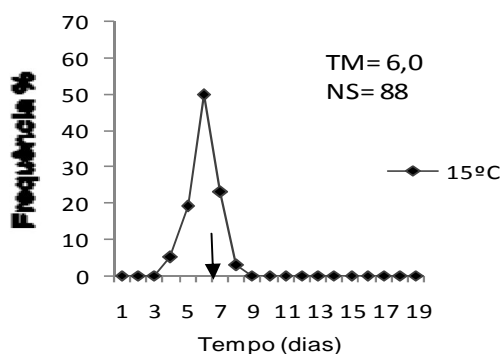
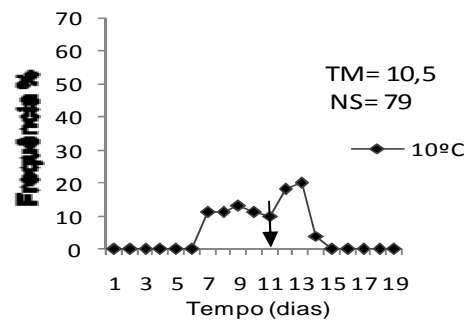
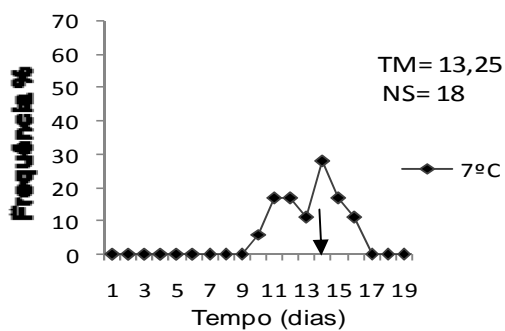
A faixa de temperatura na qual a semente de paineira germinou fornece alguns indícios sobre a plasticidade dessa espécie, ou seja, essa espécie possui maior facilidade de estabelecimento de suas plântulas em condições variadas de temperatura, aumentando a chance de sobrevivência em comparação com outras espécies que apresentam estreitos limites de temperatura para germinar.

Ao observar os resultados do presente trabalho, nota-se a maior amplitude térmica para a germinação das sementes, sendo que esse aumento se deu nas temperaturas inferiores, podendo ter sido causada pela adaptação da espécie as condições edafoclimáticas locais, sendo assim pode-se considerar que a espécie paineira (*Ceiba speciosa*) é uma espécie euritérmica, ou seja, é uma espécie que resiste a grandes variações de temperatura. Matheus e Lopes (2009) trabalhando com *Erythrina variegata* L. observaram que a espécie também possui um amplo espectro de tolerância à temperatura. Em sementes de *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia róseo-alba*, (SANTOS et al., 2005), verificaram que a temperatura ótima está entre 20 e 30 °C, a temperatura máxima entre 35 e 40 °C e a temperatura mínima entre 10 e 15 °C, enquanto para sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. (ALVES et al., 2011) verificaram que pode ser utilizada as temperaturas constantes de 30 °C e a alternada de 20-30 °C, e a temperatura de 35 °C não é recomendada.

Nota-se que as temperaturas fixas renderam excelentes resultados de germinação para as sementes de paineira. Outros autores também encontraram resultados significativos com temperaturas fixas tais como, Andrade et al.

(2000) estudando o comportamento germinativo de sementes de jenipapo, conseguiram excelentes resultados com temperaturas fixas de 25, 30 e 35 °C, resultado similar ao encontrado por Ferreira et al. (2001), em várias espécies de Asteraceae, que apresentaram maior percentual de germinação das sementes na temperatura fixa de 20 °C, embora tenha ocorrido baixa germinação nas temperaturas de 25 e 30 °C . Outros autores como Barbosa et al. (2005) com sementes de *Strelitzia reginae* Ait, Santos e Aguiar (2005) com sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith e Downs, Pacheco et al. (2007) com sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl, também obtiveram resultados de máxima capacidade germinativa de sementes sob temperaturas constantes.

Mediante o registro das maiores médias terem sido observadas nas temperaturas médias e altas do presente trabalho, tanto para porcentagem de germinação quanto para o (IVG), e a mesma apresentar médias de porcentagem de germinação até a 10 °C indica-se a realização de novos trabalhos com temperaturas alternadas a fim de se obter novos resultados sobre germinação de sementes de paineira em outras temperaturas.



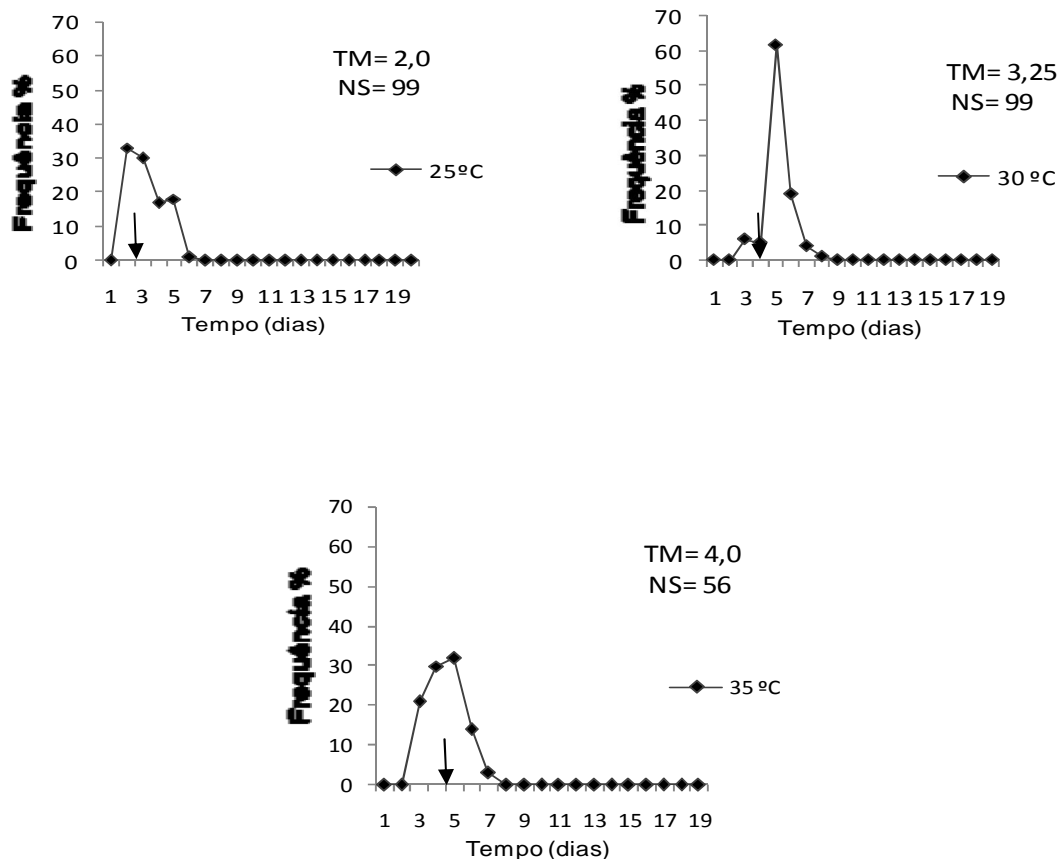


Figura 1 Distribuição da freqüência relativa de germinação de sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) em função da temperatura.

Os gráficos mostram (Figura 1) que a germinação de sementes de paineira foi bastante homogênea podendo afirmar que a germinação é rápida e praticamente uniforme. Nota-se que os tempos de germinação foram parecidos para as temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C. Nas temperaturas de 7 e 10 °C ocorreu um ligeiro aumento no tempo de germinação. As sementes de apresentaram o início da germinação, já nos primeiros dias como nas temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C, atingindo seu máximo de germinação, aos seis dias na temperatura de 15 °C, aos cinco dias na temperatura de 20 °C, aos dois dias para 25 °C, e aos quatro dias para 30 e 35 °C, com picos de 51, 37, 34, 62 e 33 % de germinação para as temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C respectivamente.

Varela et al. (1999) trabalhando com sementes de *Ceiba pentandra* verificaram que houve germinação em uma ampla faixa de temperatura,

apresentando protrusão de raiz primária na faixa de temperatura entre 15 e 35 °C, numa amplitude de 20 °C.

Como a paineira apresentou formação de plântulas normais na temperatura de 10 °C acredita-se que a temperatura mínima de germinação esteja dentro da faixa de 07 a 10 °C. Para estas últimas temperaturas os picos de germinação dessas sementes ocorreu aos 15 e 13 dias, contando com picos de 30 e 22 % de germinação, respectivamente nesses dias.

Segundo Borges e Rena (1993) a maioria das espécies tropicais e subtropicais apresentam alto potencial de germinação entre as temperaturas de 20 a 30 °C. Com os resultados apresentados, pode-se verificar que as sementes de paineira são capazes de extrapolar essa faixa, possuindo maior capacidade de adaptação a diferentes locais e condições ambientais.

Os polígonos de freqüência relativa da germinação (Figura 1) mostram que as sementes apresentam germinação praticamente uniforme nas temperaturas de 15 a 35 °C evidenciando haver maior sincronização nessas temperaturas confirmando a distribuição unimodal da freqüência relativa da germinação de acordo com o observado por Ferraz-Grande e Takaki (2001), onde a distribuição da freqüência de germinação apresentou tendência a ser unimodal na temperatura ótima. Já nas temperaturas de 7 e 10 °C houve um aumento no tempo médio de germinação e um afastamento da germinação para a direita do eixo, mostrando que a germinação foi menos sincronizada com tendência à distribuição polimodal.

Estes resultados indicam que em temperaturas mais baixas a germinação das sementes de paineira tende a ocorrer de forma heterogênea. Essa estratégia propicia maior eficiência no estabelecimento das plântulas, pois as sementes têm oportunidade de produzir plântulas que poderão encontrar condições ideais para o seu desenvolvimento (GODOI; TAKAKI, 2004).

Tabela 2 Comprimento da parte aérea (CPA - cm), comprimento da raiz (CR - cm), massa fresca das plântulas (MF - gramas) e massa seca (MS - gramas) de plântulas de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) em função da temperatura

Temperatura. (°C)	CPA	CR	MF	MS
5	0,0 f	0,0 e	0,0 d	0,0 e
7	1,55 e	1,50 d	0,0 d	0,0 e
10	2,12 e	1,95 c	6,0 c	0,75 d
15	6,92 d	3,17 b	7,74 b	1,25 c
20	10,40 c	3,10 b	9,13 b	1,75 b
25	12,65 b	3,25 b	12,05 a	2,0 b
30	14,05 a	4,42 a	13,07 a	3,37 a
35	6,50 d	2,02 c	8,66 b	1,44 c
40	0,0 e	0,0 e	0,0 d	0,0 e
45	0,0 f	0,0 e	0,0 d	0,0 e
CV (%)	7,99	9,80	11,76	17,89

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade.

Os maiores resultados de comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de paineira (Tabela 2) foram obtidos nas temperaturas de 15 a 30 °C. Diferenças entre os valores numéricos obtidos indicaram um desempenho superior no desenvolvimento de plântulas oriundas de sementes submetidas à temperatura de 30 °C, obtendo assim, maior comprimento de parte aérea e raiz 14,05 e 4,42 cm, respectivamente.

Os maiores comprimentos das plântulas normais foram observados na temperatura de 30 °C. Nas temperaturas de 7, 10 e 35 °C ocorreu o desenvolvimento de plântulas menores e houve redução do número de plântulas normais. Essa redução no poder germinativo verificada nesta temperatura, possivelmente, decorreu do declínio da velocidade do processo, uma vez que o tempo prolongado para o início da germinação ocasionou o favorecimento da ocorrência de plântulas anormais ou com tamanho reduzido em relação às obtidas a partir das demais temperaturas.

Azevedo et al. (2010) trabalhando com sementes de *Crescentia cujete* L. obtiveram resultados em que as melhores temperaturas para se obter um maior desenvolvimento das plântulas (comprimento de parte aérea e da raiz) é a de 30 °C constante. Guedes et al. (2009) estudando sementes de *Cereus jamacaru* DC. sugerem a temperatura de 30 °C.

Nas condições de temperatura de 25 e 30 °C indicadas como as melhores no teste padrão de germinação desta espécie, houve maior comprimento das plântulas. Isto pode ser explicado porque, além de fornecidas as condições necessárias à germinação, as sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987). Esses resultados concordam com Larcher (2000) que sugere como faixa ótima de temperatura para espécies de regiões tropicais aquelas situadas entre 20 e 35 °C.

A massa fresca e seca de plântulas de paineira aos 20 dias após a semeadura, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular foi significativa, observa-se que a temperatura de 30 °C proporcionou maior acúmulo de massa fresca e massa seca.

CONCLUSÕES

As sementes de paineira coletadas na região serrana do Caparaó germinam em ampla faixa de temperatura.

A distribuição da germinação das sementes apresenta comportamento como espécie de grande capacidade de adaptação a diferentes regiões.

Maior porcentagem de germinação ocorre nas temperaturas de 25 e 30 °C.

A temperatura de 30 °C proporciona maior acúmulo de massa fresca, massa seca, comprimento da parte aérea e raiz, originando plântulas mais vigorosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U. et al. Effect of temperature and substrate on germination of *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert seeds. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 113-118, 2011.

- ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniefloia* Benth em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.
- ANDRADE, A. C. S. et al. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 609-615, 2000.
- AZEVEDO, C. F. et al. Germinação de sementes de cabaça em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v. 5, n. 3, p. 354-357, 2010.
- BARBOSA, J. G. et al. Efeito da escarificação ácida e de diferentes temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Strelitzia reginae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 71-77, 2005.
- BEWLEY, D. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B., PIÑARODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B (Ed.). **Sementes Florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-135.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 2009. 424 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ/SPI, 1994.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- DAN, E. L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.
- FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Temperature dependen seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 401- 404, 2001.
- FERREIRA, D. F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas: manual de orientação**. Lavras: Universidade Federal de Lavras / Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37 p.
- FERREIRA, A. G. et al. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

GUARATINI, M. T. G. et al. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 236-337. 2008.

GUEDES, R. S. et al. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 159-164, 2009.

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

GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brasilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 185-191. 2004.

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

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LIMA, R. M. C.; SILVA JUNIOR, M. C. Inventário da arborização urbana implantada na década de 60 no plano piloto, Brasília, DF. **REVSAU**, Piracicaba – SP, v. 5, n. 4, p. 110-127, 2010.

LIMA, R. V.; LOPES, J. C.; COELHO, R. I. Germinação de sementes de urucu em diferentes temperaturas e substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1219-1224, 2007.

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

LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Germinação de sementes de *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 21, n. 75, p. 31-38. 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Editora Plantarum, v. 1, 1998. 388 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

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

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2000.

OLIVEIRA, I. V. M. et al. Temperatura na germinação de sementes de sapota-preta. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-7, 2005.

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

PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperaturas **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 19-25, 2007.

PASSOS, M. A. A. et al. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 281-284, 2008.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 134-142, 1998.

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

SILVA, M. C. Efeito da temperatura na germinação de sementes de manduirana (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. – Caesalpiniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 92-99, 2001.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 9-14, 2004.

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

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith e Downs separadas

pela coloração do tegumento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 77-83, 2005.

SANTOS, D. L.; YOSHIE, V. S.; TAKAKI, M. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Ciencia florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005.

SOUSA, M. P. S. et al. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentrandra* (Linn.) Gaertn. – Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 110-119, 2000.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, 2005, 640 p.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K.; CARNEIRO, N. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn. – Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 170-174, 1999.

VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P.; MELO, M. F. F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim - pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 130-135, 2005.

CAPÍTULO III

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE
PAINEIRA (*CEIBA SPECIOSA* St. Hil.) SOB ESTRESSE SALINO**

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE PAINEIRA (*CEIBA SPECIOSA* ST. HIL.) SOB ESTRESSE SALINO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento germinativo de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) e o desenvolvimento de plântulas normais e anormais sob diferentes condições de estresse salino induzido com NaCl. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, de 25 sementes. Os tratamentos foram constituídos pelos potenciais osmóticos: 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. A germinação e o vigor das sementes foram avaliados pela germinação (G), primeira contagem (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), frequência relativa de germinação (FRG), massa fresca (MF) e massa seca (MS) das plântulas. A salinidade interferiu na germinação, tempo médio de germinação, massa fresca, massa seca de plântulas, comprimento parte aérea e comprimento de raiz da paineira e, à medida que aumentou a concentração de sais, houve decréscimo dos valores obtidos nas variáveis analisadas. A espécie *Ceiba speciosa* é considerada glicófila, com limite máximo de tolerância ao NaCl até -0,6 MPa. A salinidade provoca deformações, irregularidades e reduções no comprimento das plântulas.

Palavras-chave: salinidade; sementes florestais; plântulas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the germination of cotton tree (*Ceiba speciosa* St. Hil.) And the development of normal and abnormal seedlings under different salinity stress induced by NaCl. The experiment was conducted at the Seed Laboratory of the Department of Plant Production, on the campus of the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Espírito Santo (CCA-UFES) in Alegre-ES. The experimental design was completely randomized design with four replications of 25 seeds. The treatments consisted of the osmotic potential: 0.0 (control), -0.2, -0.4, -0.6 and -0.8 MPa. The germination and seed vigor were evaluated for germination (G), the first count (PCG), germination speed index (GSI), average time of germination (TMG), relative frequency of germination (FRG), fresh (MF) and dry matter (DM) of seedlings. Salinity interfered with the germination, mean germination, fresh weight, seedling dry weight, shoot length and root length of cotton tree, and as increased salt concentration, there was a decrease in the values of variables. The species is considered glicófila *Ceiba speciosa*, with maximum tolerance to NaCl up to -0.6 MPa. Salinity causes deformities, irregularities and reductions in length of seedlings.

Key words: salinity; tree seed, seedlings.

INTRODUÇÃO

A paineira (*Ceiba speciosa* St, Hil.) é uma espécie arbórea, decídua, heliófita, pertencente à família Malvaceae (Bombacaceae) (SOUZA; LORENZI, 2005). É considerada como secundária inicial à secundária tardia, mas é comum encontrar exemplares isolados fora da mata. Não é árvore muito longeva e, nunca é muito abundante, mas sua distribuição é ampla. A espécie é pouco exigente quanto ao solo, podendo atingir desenvolvimento satisfatório até em solos de baixa fertilidade química, secos e arenosos; porém prefere solos bem drenados e não tolera solos com lençol freático superficial, sujeitos a inundação, nem áreas de várzeas. A espécie tolera sombreamento no estágio inicial de desenvolvimento; é medianamente tolerante a baixas temperaturas do ar e sofre muito com geadas nos primeiros anos de plantio; pode ser plantada a pleno sol, em pequenos plantios puros; em plantio misto, associado com espécies pioneiras, ou em vegetação matricial arbórea em faixas abertas em capoeiras jovens e plantada em linhas (CARVALHO, 2003).

Vários trabalhos desenvolvidos com germinação e desenvolvimento de plântulas em solução tentam elucidar os mecanismos de adaptação à salinidade. Taiz e Zeiger (2004) afirmam que enquanto muitas plantas são afetadas de forma adversa pela presença de níveis relativamente baixos de sal, outras podem sobreviver com altos níveis (plantas tolerantes ao sal) ou até mesmo prosperar (halófitas) sob tais condições. Os mecanismos pelos quais as plantas toleram a salinidade são complexos, envolvendo desde síntese molecular até indução enzimática e transporte de membrana.

Assim, dentre os métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais está a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino. A redução do poder germinativo, comparada ao controle, serve como indicador do índice de tolerância da espécie a salinidade (SECCO et al., 2010).

Alguns trabalhos foram realizados envolvendo estresse salino em sementes florestais, entre eles, destacam-se: sementes de cássia do nordeste (JELLER; PEREZ, 2001); paineira (FANTI; PEREZ, 2004); favela (SILVA et al., 2005); moringa (BENEDITO et al., 2008) e sabiá (RIBEIRO et al., 2008).

Jeller e Perez (2001), afirmam que tanto halófitas como glicófitas respondem de maneira semelhante ao estresse salino, sendo a porcentagem e a velocidade de germinação inversamente proporcional ao aumento da salinidade, variando apenas o limite de tolerância ao sal. A salinidade dos solos é considerada um dos principais fatores abióticos responsável pelo estresse nas plantas, causando danos no metabolismo vegetal, reduzindo drasticamente a produtividade e provocando efeitos deletérios em muitos processos fisiológicos (MUNNS, 2002).

Estudos que envolvam determinação de níveis salinos não deletérios ao processo germinativo de sementes de espécies florestais ganham relevância porque tendem a possibilitar maior habilidade dessas espécies de se adaptarem a solos de diferentes características e sob diversas condições de estresse, inclusive salino, lhes permitindo a habilidade de sobrevivência e assegurando a perpetuação dessas espécies em diferentes ambientes.

Devido à importância e ausência de informações sobre a ecofisiologia da germinação das sementes de *Ceiba speciosa*, especialmente importantes para estudos de implantação em empreendimentos florestais como projetos de ornamentação ou programas de recomposição de matas nativas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento germinativo desta espécie e o desenvolvimento de plântulas normais e anormais sob diferentes condições de estresse salino (NaCl).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Produção Vegetal, no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES. As sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) foram extraídas manualmente de diversos frutos maduros coletados de 16 árvores matrizes existentes em um fragmento de mata Atlântica no entorno do Caparaó. Após a coleta os frutos foram conduzidos ao Laboratório, secos à sombra e em estufa com convecção a 30 °C, por 48 horas, para liberação das sementes, que foram extraídas manualmente, desinfestadas em hipoclorito de sódio a 2% por cinco minutos, lavadas em água corrente, secas à sombra por 24 horas.

Realizou-se a semeadura em rolos de papel (três folhas) tipo germitest, umedecidos com (25 mL) de água destilada (controle) e ou com soluções de cloreto de sódio (NaCl) de modo a fornecer o estresse salino, com potenciais osmóticos de -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa. Os rolos foram acondicionados em sacolas plásticas lacradas para reduzir a perda de umidade, mantidas em câmara tipo BOD equipada com quatro lâmpadas fluorescentes de 20 Watts, com fotoperíodo de oito horas na temperatura de 30 °C.

As sementes foram avaliadas pelos testes e/ou determinações descritas a seguir:

Grau de umidade - foi determinado utilizando-se duas repetições de 15 sementes, que foram pesadas em balança com precisão de 0,001 gramas, em seguida colocadas em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média (base úmida).

Germinação - o teste de germinação foi conduzido com as avaliações feitas diariamente, computando-se a porcentagem de plântulas normais no final do teste, ou seja, aquelas que apresentavam todas as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2009). Os testes foram encerrados quando a germinação das sementes se manteve constante.

Primeira contagem de germinação – foi determinada de acordo com os cálculos da frequência, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação das sementes que emitirem plântulas normais, avaliadas diariamente após a semeadura, concomitante com o teste de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi conduzido concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária com dimensão ≥ 5 mm, calculado de acordo com a equação de (MAGUIRE, 1962).

$IVG = (G1/N1) + (G2/N2 + \dots + (Gn/Nn)$, em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, ..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem de germinação;

N1, N2, ..., Nn = número de dias transcorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem de germinação.

Tempo médio de germinação - calculado utilizando-se os dados de contagens de sementes germinadas diariamente até o último dia após a

semeadura, pela equação proposta por (LABOURIAU, 1983), sendo os resultados expressos em dias.

$TMG = (\sum n_i t_i) / \sum n_i$, onde: TMG = tempo médio de germinação; n_i = número de sementes germinadas num intervalo de tempo; n = número total de sementes germinadas; t_i = dias de germinação.

Freqüência relativa de germinação - foi calculada a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação de acordo com a equação de (LABOURIAU; VALADARES, 1976).

$Fr = n_i / \sum n_i$, em que:

Fr = freqüência relativa de germinação; n_i = número de sementes germinadas por dia; $\sum n_i$ = número total de sementes germinadas.

Comprimento total da plântula (parte aérea e sistema radicular) – foi avaliado aos 27 dias após a semeadura, medindo-se as plântulas normais da extremidade da raiz ao ápice da parte aérea, com o auxílio de uma régua graduada em mm.

Massa fresca das plântulas – para a determinação da massa fresca das plântulas, considerou-se a avaliação do número de plântulas normais realizada após a conclusão do teste, com os cotilédones aos 27 dias. O peso foi obtido em balança com precisão de 0,001 gramas e, os resultados expressos em grama plântula⁻¹.

Massa seca das plântulas – as plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a temperatura de 70 °C, até atingirem massa constante (72 horas), e decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 gramas, e os resultados expressos em grama plântula⁻¹.

Caracterização morfológica das plântulas normais e anormais - para descrever e ilustrar, morfológicamente as plântulas utilizou-se uma lupa de mesa estereoscópica, uma lupa manual e uma régua graduada (mm).

A duração do teste de germinação foi determinada pela estabilização da germinação, após serem retiradas do substrato e avaliadas todas as plântulas normais e anormais, permaneceram no substrato somente as sementes que não haviam germinado. As sementes remanescentes foram avaliadas quanto à viabilidade mediante o teste de tetrazólio utilizando-se o sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, à concentração de 1%. As sementes foram

bisseccionadas longitudinalmente, mantidas na solução por 24 horas a 30 °C, em seguida lavadas, avaliadas e classificadas em mortas e/ou dormentes.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes, sendo os tratamentos as concentrações salinas. A comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Foram ajustadas equações de regressão das características avaliadas como variáveis dependentes dos níveis de estresse. A análise de variância foi realizada pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade, e as variâncias dos tratamentos testadas previamente quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett, o qual mostrou haver necessidade de transformação dos dados. Os dados de germinação foram transformados em arc-sen $\sqrt{x/100}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes foi semelhante para o controle e para os diferentes potenciais salinos, encontrava-se em torno de 15,96 a 17,34%. Esse fato é de suma importância na execução dos testes, considerando que a uniformização do teor de água é imprescindível para a padronização das avaliações e para obtenção de resultados consistentes.

A germinação da semente da paineira é caracterizada pela protrusão da raiz primária, a qual é epigea e a plântula fanerocotiledonar. A germinação é muito rápida, as sementes germinam em presença de luz, tem início com a emissão da raiz primária a partir do terceiro dia e a germinação é encerrada por volta do oitavo dia, após a semeadura. A taxa de germinação é alta, geralmente superior a 80%. Para Nogueira et al. (2010) é vantajoso o fato das espécies analisadas apresentarem maior percentual de germinação dentro do menor intervalo de tempo, pois permite que as sementes ou unidades de dispersão escapem dos predadores e ofereçam maiores chances de sobrevivência para as plantas. Sob diferentes potenciais salinos a germinação teve duração de 21 dias, sendo que as primeiras evidências do processo germinativo (protrusão da raiz primária) ocorreram a partir do 5º, 10º e 14º dias após a semeadura para os potenciais de -0,2; -0,4 e -0,6 MPa,

respectivamente, com o aparecimento das primeiras plântulas no 12º dia após a semeadura para o potencial de -0,2 MPa.

Na Tabela 1 observa-se que houve diferenças significativa entre as médias em relação ao índice de velocidade de germinação, à porcentagem de germinação e, ao tempo médio de germinação das sementes sob estresse salino simulado com NaCl até o potencial -0,8 MPa, havendo redução dessas variáveis à medida que os potenciais se tornaram mais negativos.

Tabela 1 Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e plântulas anormais (%) de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil) sob estresse salino com NaCl

Concentração (MPa)	Variáveis			
	G (%)	IVG	TMG	Plântulas anormais (%)
0,0	99 a	6,5 a	4,25 a	0 d
-0,2	80 b	3,0 b	7,5 b	18 c
-0,4	46 c	1,0 c	11,75 c	34 b
-0,6	14 d	1,0 c	17,75 d	59 a
-0,8	0 e	0,0 c	0,0 e	0 d
CV (%)	6,34	19,05	5,17	13,74

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

O estresse salino interferiu significativamente nas variáveis analisadas, pois as diferenças significativas em relação ao controle começaram a ser notadas com o uso do potencial osmótico igual a -0,2 MPa. Verificou-se que a velocidade de germinação das sementes diminuiu com o aumento da concentração de NaCl do meio germinativo, apresentando diferenças significativas entre o controle (0,0 MPa) e os demais potenciais osmóticos testados, resultados similares foram observados em *Adenantha pavonina* (FANTI; PEREZ, 1998). A germinação e o crescimento inicial de plântulas são considerados os estádios de desenvolvimento mais sensíveis à salinidade e independem da tolerância da planta mãe ao sal (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

No vigor, avaliado pelo índice de velocidade de germinação (IVG) verificou-se progressiva e significativa redução à medida que o potencial osmótico da solução tornou-se mais negativo e, no potencial de -0,6 MPa não houve mais germinação. Como o índice de velocidade de germinação pode ser

considerado proporcional ao vigor da semente, observa-se que a queda no índice de velocidade de germinação com o aumento na concentração de NaCl sugere que as sementes de paineira são sensíveis à salinidade durante a germinação e na fase inicial de crescimento. Alterações no índice de velocidade de germinação das sementes sob condições de salinidade, também foram observadas em sementes de girassol (DICKMANN et al., 2005), de sabiá (PASSOS et al., 2006) e de couve chinesa (LOPES; MACEDO, 2008).

Os resultados relacionados à germinação de sementes em diferentes concentrações de NaCl, sugerem baixa tolerância da espécie em relação ao aumento na concentração de sais no meio germinativo, o que pode ser observado nos resultados obtidos quando comparado ao controle pois, a porcentagem de germinação foi reduzindo significativamente até a ausência total de germinação das sementes na concentração salina de -0,8 MPa (Tabela 1). Estes resultados diferem daqueles encontrados por Fanti e Perez (2004), em que a germinação não apresentou redução significativa até o potencial de -0,4 MPa.

O efeito negativo da salinidade na germinação e no índice de velocidade de germinação das sementes, provavelmente esteja associado à dificuldade de absorção de água pelas sementes, e à entrada de íons em concentração tóxica, o que leva à redução da absorção de água pelas sementes e conseqüentemente a alterações no processo de embebição, que é o primeiro processo que ocorre durante a germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo Tobe et al. (2000), a redução significativa da germinação das sementes provocada pela salinidade, não se deve apenas ao efeito tóxico dos sais, cujos íons atingem níveis tóxicos no embrião, mas também à seca fisiológica produzida, pelo aumento na concentração de sais e conseqüente diminuição do potencial hídrico, afetando assim a cinética de absorção de água pelas sementes.

Observa-se ainda que o número de plântulas anormais (Tabela 1) nos tratamentos sob condições salinas foram muito altas à medida que aumentavam as concentrações de sais na solução, sugerindo que os efeitos tóxicos dos sais provocaram uma inibição no desenvolvimento das plântulas, o que pode ser comprovado comparando-se os resultados dos tratamentos sob efeitos salinos a -0,2, -0,4, -0,6 MPa com o controle (0,0 MPa). O excesso de

sais faz com que o potencial hídrico do ambiente radicular diminua e restrinja a absorção de água (COSTA et al., 2003). Assim, os processos de divisão e alongamento celular são afetados, bem como a mobilização das reservas indispensáveis para o processo de germinação (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Dessa maneira, a velocidade germinativa das sementes é afetada, provocando danos que podem gerar até a morte do embrião (BRAGA et al., 2009).

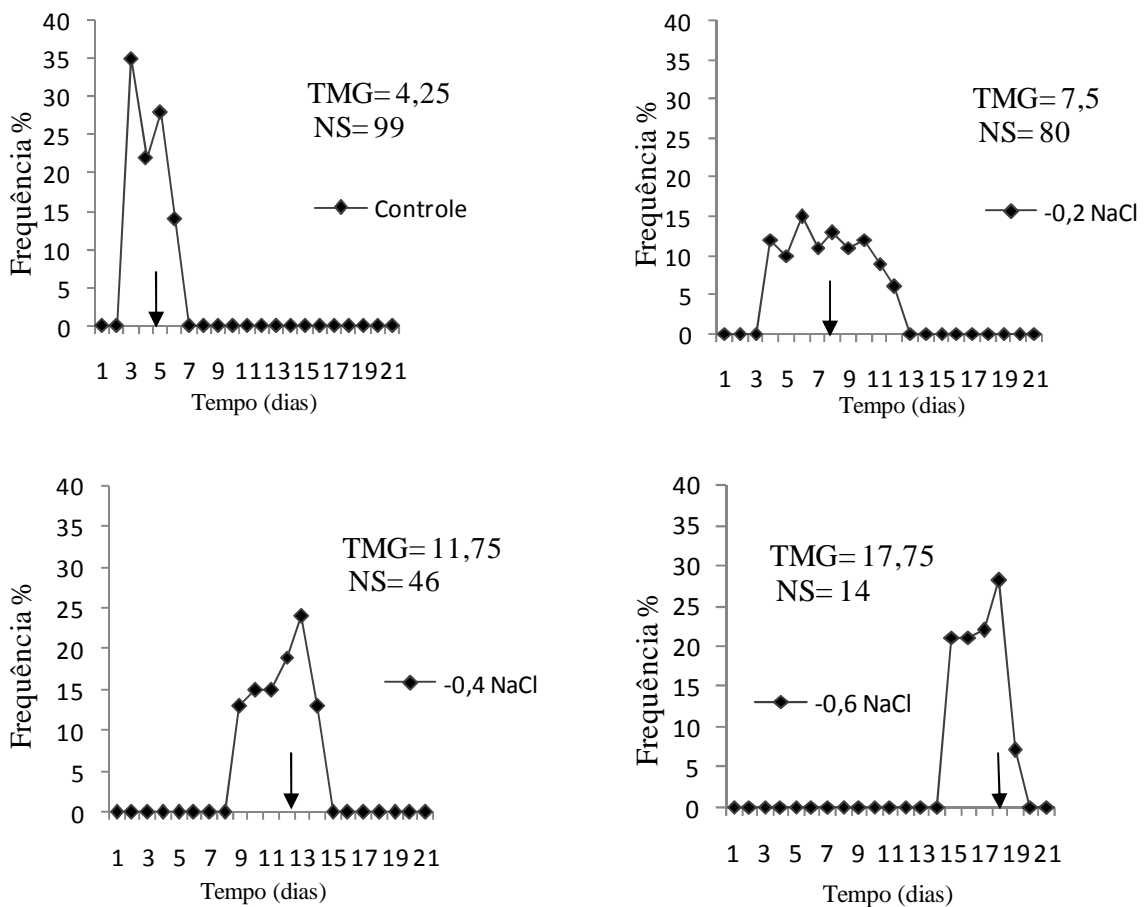


Figura 1 Distribuição da freqüência relativa de germinação de sementes de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil) sob estresse salino com NaCl. (NS= número total de sementes germinadas; TMG = tempo médio de germinação).

Na distribuição das freqüências relativas diárias de germinação (Figura 1) em diferentes concentrações de NaCl, observou-se diferenças no tempo médio de germinação entre das sementes submetidas ao controle (0,0 MPa) e às demais

concentrações. Verifica-se que na testemunha os picos de germinação ocorreram entre o 3º e o 6º dia, em -0,2 MPa os picos já ocorreram entre o 3º e o 11º dias, em -0,4 MPa os picos de germinação ocorreram entre o 8º e o 14º dias e, em -0,6 MPa os picos ocorreram entre o 16º e o 19º dia. Neste último, verificou-se um aumento do tempo médio de germinação (TMG), devido à velocidade de germinação ter sido mais lenta, possivelmente em função do aumento do potencial osmótico da solução, fazendo com que a entrada de águas nas sementes seja mais lenta, provocando menos danos celulares inicialmente.

A germinação das sementes se distribuiu de forma diferente, nos potenciais salinos estudados, ao longo do tempo (Figura 1). Houve redução na sincronização do processo germinativo à medida que os potenciais das soluções salinas foram aumentando. O tempo médio de germinação aumentou significativamente do controle para o potencial de -0,6 MPa. Observa-se ainda que o número de sementes não germinadas, e de plântulas anormais nos tratamentos sob condições salinas foram aumentando à medida que diminuía os valores de potenciais osmóticos, sugerindo que os efeitos tóxicos dos sais provocaram uma inibição da germinação o que pode ser comprovado comparando-se os resultados dos tratamentos sob efeitos salinos a -0,2, -0,4, -0,6 MPa com o controle (0,0 MPa).

De acordo com Guimarães et al. (2008), as plantas apresentam comportamento variado quando submetidas às condições de salinidade. A salinidade afeta a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes. Os prejuízos ocasionados pela salinidade são resultantes principalmente da elevada pressão osmótica na solução do solo, reduzindo a disponibilidade de água para as plantas (SIVRITEPE et al., 2003).

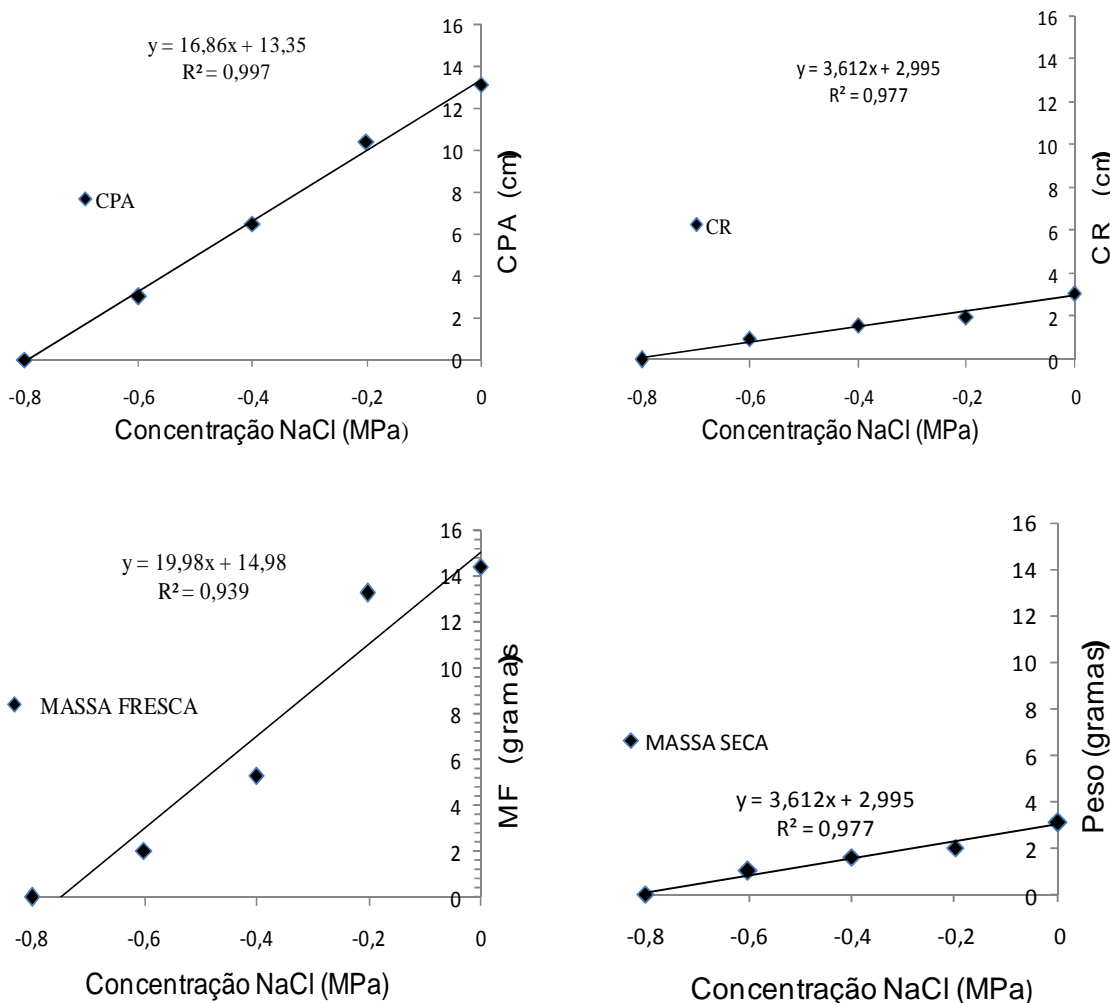


Figura 2 Comprimento da parte aérea (CPA - cm), comprimento da raiz (CR - cm), massa fresca (MF - g) e massa seca das plântulas (MS - g) de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) sob estresse salino com NaCl.

No comprimento de parte aérea de plântula (Figura 2) verificaram-se menores valores na concentração de -0,6 MPa, sugerindo que o aumento na concentração de sais acarreta decréscimo no comprimento de parte aérea das plântulas. O comprimento da raiz também foi afetado pela salinidade; com relação ao controle houve diferença estatística entre os potenciais de -0,2 e -0,4 MPa.

A acumulação de massa seca em resposta aos diferentes níveis de salinidade foi mais expressiva na parte aérea do que nas raízes, sendo que a massa seca das raízes das plantas foi significativamente reduzida com o aumento da salinidade. Segundo Nakagawa (1999), uma maneira de avaliar o crescimento das plântulas é a determinação da massa seca. Os efeitos observados sobre a massa fresca e seca de plântulas foram semelhantes aos

verificados sobre o comprimento, ou seja, houve redução progressiva à medida que aumentou a concentração de sal das soluções, determinando efeitos adversos das maiores concentrações desta solução na germinação e no desenvolvimento das plântulas.

O estresse salino reduziu significativamente a produção de massa fresca e seca da parte aérea e das raízes (Figura 2). Decréscimos mais expressivos foram observados na massa seca, onde só houve resultado de massa seca até -0,4 MPa, apresentando redução progressiva com o aumento da concentração salina. A salinidade afeta a absorção de água e íons e o metabolismo de carboidratos (BEWLEY; BLACK, 1994) o que reduz o crescimento e o acúmulo de massa seca (MIRANDA, 2004).

No aspecto morfológico das plântulas normais, a raiz primária começa aparecer a partir do terceiro dia após a semeadura seguida do eixo hipocótilo-radicular com o hipocótilo e os eófilos que se desprendem dos restos do tegumento (Figura 3). A plântula apresenta sistema radicial pivotante, curta e aclorofilada, a raiz apresenta pêlos que podem ser observados a olho nu.

O coleto apresenta coloração rosa arroxeadada e se estende até algumas partes do hipocótilo. O hipocótilo é longo com forma cilíndrica, liso e é mais espesso que a raiz. O epicótilo é muito reduzido de contorno quadrangular, liso na cor verde. A plântula é composta por dois eófilos ou folhas cotiledonares de filotaxia oposta (Figura 3). De acordo com Marzinek e Mourão (2003) o embrião branco ocupa toda a cavidade seminal e apresenta eixo cilíndrico ligeiramente curvada hipocótilo-radícula e cotilédones conduplicadas.

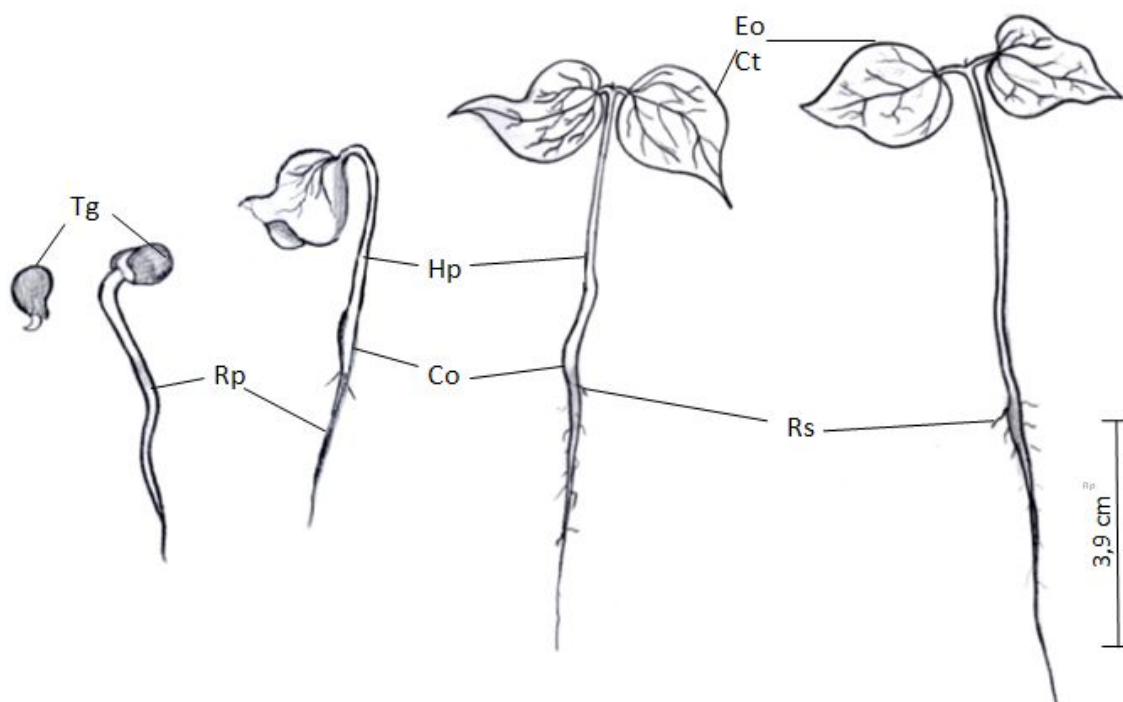


Figura 3 Aspectos morfológicos do processo germinativo (plântulas normais) de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) sob estresse salino com NaCl. Legenda: Eo,Ct = eófilo, folhas cotiledonares; Co= coleto; Tg = tegumento; Hp= hipocótilo; Rp= raiz primária; Rs=raiz secundária.

Como plântulas anormais, foram consideradas aquelas que não mostravam potencial para continuar seu desenvolvimento normal e dar origem a plântulas com estruturas essenciais bem desenvolvidas, mesmo crescendo em substrato de boa qualidade e sob condições favoráveis de umidade, temperatura, luz e nutrientes, conforme (BRASIL, 2009).

A partir do potencial salino de $-0,2$ MPa aumentou a incidência de plântulas anormais, com características afiladas, pouco desenvolvidas, curtas e fracas. Com o aumento da concentração salina houve aumento na incidência de plântulas anormais, isto é, plântulas que apresentavam irregularidades em quaisquer de suas estruturas essenciais, como sistema radicular ausente, algumas com raízes curtas e grossas, outras com raízes finas, fracas espiraladas, e sob potências mais elevadas (a partir de $-0,4$ MPa) observou-se a presença de raízes hialinas, com rachaduras e com coloração marrom; com relação ao hipocótilo, verificou-se aumento no encurtamento, com ligeiras constrições ou apresentando rachaduras, com lesões profundas, que se

prolongavam até os tecidos condutores; na maioria das plântulas, a partir do potencial $-0,2$ MPa o epicótilo apresentava atrofiamento, com redução no desenvolvimento e ocorria a ausência de cotilédones ou mesmo de folhas primárias, concordando com (NAKAGAWA, 1999; BRASIL, 2009).

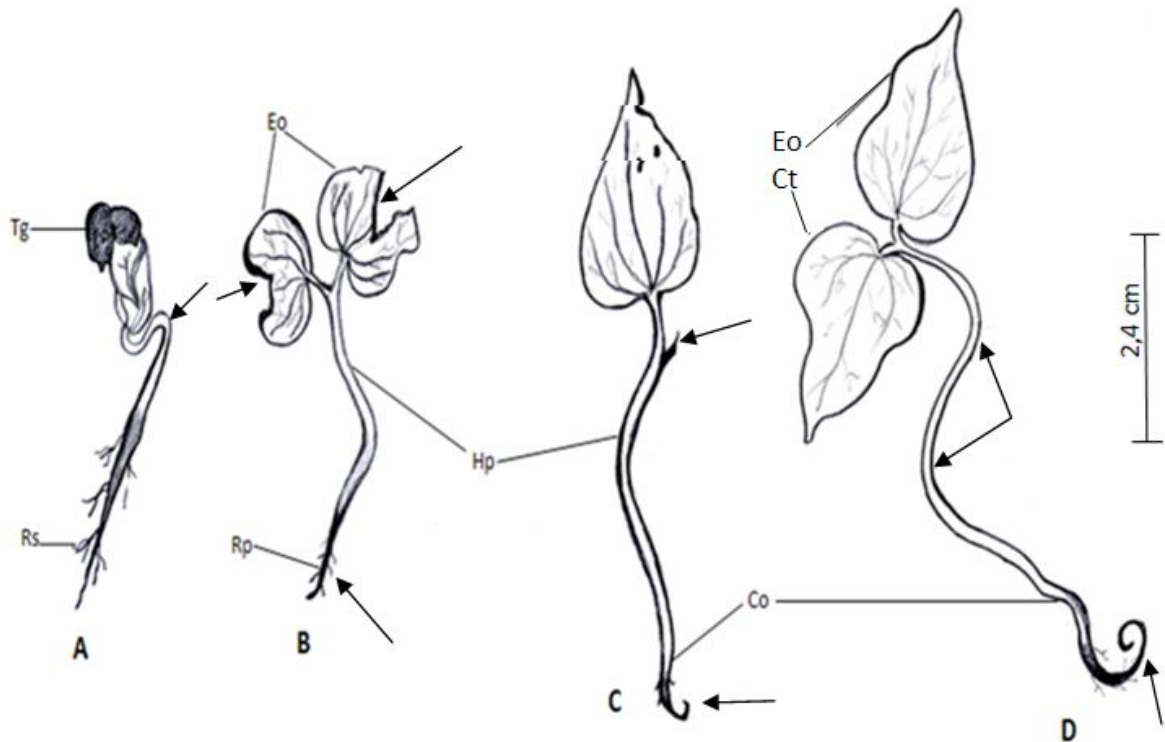


Figura 4 Aspectos morfológicos do processo germinativo (plântulas anormais) de paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) sob estresse salino com $-0,6$ MPa. Legenda: Eo,Ct = eófilo, folhas cotiledonares; Co= colete; Tg = tegumento; Hp = hipocótilo; Rp= raiz primária; Rs= raiz secundária.

Comparando as plântulas normais (Figura 3) com as plântulas anormais (Figura 4) verifica-se redução no comprimento da plântula em geral e nas raízes das plântulas anormais que foram severamente afetadas pelo estresse salino. A elevação da concentração salina determinou aumento na porcentagem de plântulas anormais e essa tendência foi verificada até o potencial osmótico de $-0,6$ MPa. o aumento na concentração salina produz um aumento na porcentagem de plântulas anormais, em virtude da ação tóxica dos sais sobre as sementes (LARCHER, 2000).

Após oito dias da protrusão da raiz primária na solução $-0,6$ MPa, o hipocótilo (Figura 4-A) apresentava deformações, com formato curvado e tortuoso

e a raiz apresentava-se necrosada com coloração preta. Nas plântulas (Figura 4-B-C) foram observadas tortuosidades no hipocótilo, necrose no coleto e na raiz primária; as folhas apresentavam regiões necrosadas; cotilédone quebrado ou danificado e faltando uma folha primária no cotilédone na concentração de - 0,4 MPa. Nas plântulas (Figura 4-B-C-D), a raiz primária foi totalmente afetada por necrose e tortuosidades, com algumas plântulas atrofiadas, curtas e com desproporcionalidade de crescimento em relação às outras estruturas da plântula, com o hipocótilo recurvado e tortuoso. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por (FANTI; PEREZ, 2004) de que a as sementes da espécie paineira é afetada pelo estresse salino. Em sementes de soja sob estresse salino, Bertagnolli et al. (2004) verificaram redução nesses parâmetros, à medida que aumentaram as concentrações da solução salina.

Quanto maior o potencial salino, maior o estresse causado às sementes, afetando o desenvolvimento das plântulas. Os sais causam toxidez e perturbações nutricionais às plantas, além de afetar a disponibilidade de água. O aumento do número de plantas anormais pode ter sido influenciado pela absorção e transporte dos sais pelas raízes nos tratamentos salinos, causando maior toxidade às mesmas do que a parte aérea, o que denota maior sensibilidade das raízes aos sais. Fenômeno atribuído aos danos de membrana em folhas e raízes, causado pelo estresse salino.

A parte aérea parece suportar melhor a salinidade que as raízes, possivelmente pela absorção de sais exceder ao nível de tolerância da planta, causando distúrbios funcionais. A respiração pode aumentar ou diminuir em função do estresse à salinidade, especialmente nas raízes, comprometendo o sistema enzimático da glicólise e do ciclo do ácido tricarbóxico, que é mais sensível que o de outras rotas metabólicas alternativas (LARCHER, 2000). E no presente estudo, verificou-se que além das raízes, o hipocótilo e o coleto foram severamente afetados pelo aumento da salinidade.

Gurgel et al. (2003) avaliaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre os índices fisiológicos na aceroleira e verificaram que a salinidade prejudicou mais o sistema radicular que a parte aérea e esta última foi menos afetada que a fitomassa seca total.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a paineira não apresenta limite elevado de tolerância ao NaCl, devendo ser incluída entre as

glicófilas pouco tolerantes ao sal, pois o limite máximo de tolerância ao estresse salino foi de -0,6 MPa, discordando de Fanti e Perez (2004), que afirmaram que o limite máximo de tolerância ao estresse salino apresentado pelas sementes desta espécie está situado entre -1,0 MPa e -1,2 MPa. Geralmente, tanto halófitas como glicófitas respondem de maneira semelhante ao estresse salino, sendo a porcentagem e a velocidade de germinação inversamente proporcional ao aumento da salinidade, variando apenas o limite de tolerância ao sal (JELLER; PEREZ, 2001).

CONCLUSÕES

A salinidade interfere nas variáveis avaliadas no teste de germinação de sementes de paineira, e à medida que aumenta a concentração de sais, há decréscimo nas variáveis.

A espécie paineira é uma planta glicófita, na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas com limite máximo de tolerância ao NaCl até -0,6 MPa.

A salinidade determina o aumento de plântulas anormais, causando deformações, irregularidades e reduções significativas na germinação e no crescimento das plântulas.

O NaCl aumenta o tempo médio de germinação das sementes de paineira, proporcionalmente ao aumento da dose de sal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S. B. Salinidade na germinação da semente e no desenvolvimento das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 463-467, 2008.

BERTAGNOLLI, C. M. et al. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de soja submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira Agrociência**, v.10, n. 3, p. 287-291, jul-set, 2004.

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

BRAGA, L. F.; SOUZA, M. P.; ALMEIDA, T. A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 63-70, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 2009. 424 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1. 1039 p.

COSTA, P. H. A. et al. Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 289-297, 2003.

DICKMANN, L. et al. Comportamento de sementes de girassol (*Heliantus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 3, p. 64-75, 2005.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, set. 2004.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 167-177, 1998.

GUIMARÃES, I. P. et al. Germinação e vigor de sementes de maxixe irrigado com água salina. **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 2, p. 50-55, 2008.

GURGEL, M. T. et al. Estresse salino na germinação e formação de porta-enxerto de aceroleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 31-36, 2003.

- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 93-104, 2001.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 079-085, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. New York: Pergamon Press, 1989, 270 p.
- MIRANDA, J. R. P. et al. Silício e cloreto de sódio e seus efeitos nos teores foliares de macronutrientes Na, Cl, e SiO₂ em clones de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 41, p. 203-213, 2004.
- MARZINEK, J.; MOURÃO, K.S.M. Morphology and anatomy of the fruit and seed in development of *Chorisia speciosa* A. St.-Hil. - Bombacaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, V.26, p.23-34. 2003.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.25, p.239-250, 2002.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1 - 24.
- NOGUEIRA, F. C. B.; MEDEIROS, S. F.; GALLAO, M. I. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearensis* Ducke (pau-violeta) - Fabaceae. **Acta Botânica Brasílica**. v.24, n.4, p. 978-985. 2010.
- PASSOS, M. A.; TAVARES, K. M.; ALVES, A. R. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 55-56, 2006.

RIBEIRO, M. C. C. et al. Tolerância do sabia (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) a salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 123-126, 2008.

SECCO, L. B. et al. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 129 – 135, jan. / març. 2010.

SILVA, M. B. R. et al. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2005.

SIVRITEPE, N; SIVRITEPE, H. O.; ERIS, A. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. **Scientae Horticulturae**, Amsterdam, v. 97, n. 3/4, p. 229-237, 2003.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, 2005, 640 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v. 85, n. 3, p. 391-396, 2000.