



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

**DIÊGO GOMES JÚNIOR**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Mabea fistulifera* MART.**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES  
JULHO - 2011

DIÉGO GOMES JÚNIOR

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Mabea fistulifera* MART.**

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)

---

G633q Gomes Júnior, Diêgo, 1988-  
Qualidade fisiológica de sementes e produção de mudas de *Mabea fistulifera* Mart Título / Diêgo Gomes Júnior. – 2011.  
81 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Sementes – Fisiologia. 2. Sementes – Envelhecimento. 3. Germinação. 4. Substratos. 5. Mudas – Qualidade. 6. Plantas – Efeito da luz. I. Lopes, José Carlos. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630

---

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Mabea fistulifera* MART.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

**DIÊGO GOMES JÚNIOR**

Aprovada em 29 de Julho de 2011.

---

Prof. Dr. José Carlos Lopes  
CCA – UFES (Orientador)

---

Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima  
CCA – UFES (Membro interno)

---

Prof. Dr. Ruimário Inácio Coelho  
CCA – UFES (Membro externo)

**“Na realidade, viver como um homem significa escolher um objetivo e dirigir-se para ele com toda a conduta, pois não ordenar a vida a um fim é sinal de grande estupidez.”**

**Aristóteles**

**“Algumas vezes sabemos dentro de nós que devemos fazer qualquer coisa semelhante a plantar uma árvore, mesmo sabendo que nunca comeremos dos seus frutos nem descansaremos à sua sombra. Ou descobrimos que devemos aplicar-nos não tanto ao nosso pequeno problema, mas a reconstruir as ruínas imensas que nos rodeiam. E nunca como então somos tão grandes. E nunca como então estamos tão perto de nós mesmos.”**

**Paulo Geraldo**

A Deus

Aos meus pais, José Vieira Gomes e Anaína Maria Teixeira Gomes

Aos meus irmãos, José Gomes Júnior e Juliana Gomes Teixeira

Aos meus amigos e familiares

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, por ter me guiado e dado força nesta jornada cheia de obstáculos, tornando este sonho em realidade.

Aos meus pais, José Vieira Gomes e Anaína Maria Teixeira Gomes pelo amor e carinho, e que apesar da distância, sempre se fizeram presentes.

Aos meus irmãos, José Gomes Júnior e Juliana Gomes Teixeira, pelo apoio incondicional e pelos conselhos sempre valiosos.

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

A FAPES, pela concessão de bolsa mestrado.

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 e amizade.

A minha amiga e “irmã” Eliane sempre ao meu lado nesta conquista.

Aos amigos e amigas de Laboratório, Allan , Luan, Pedro, Aristhóteles , Khétrin, Joyce , Liana, Idalina e ao amigo Elias, pela força e auxílio.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado por todas as etapas da minha vida.

A Eng. Agrônoma do Laboratório de sementes Marilda Torres e ao Laboratorista José Maria pelos ensinamentos e apoio.

A todos os professores que tive durante a vida, pelos ensinamentos transmitidos ao longo de todos estes anos de estudos.

Esta Dissertação é de todos aqueles que tornaram possível sua concretização.

***Meu muito obrigado a todos!***

## **BIOGRAFIA**

Diêgo Gomes Júnior, nascido em Coronel Fabriciano – MG, em 28 de setembro de 1988. Filho de José Vieira Gomes e Anaína Maria Teixeira Gomes. Coursou o ensino fundamental na Escola Estadual Jaime Mafra e ensino médio na Escola Estadual Antônio Marques em Bugre – MG e o curso técnico em Agropecuária 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). 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

<b>RESUMO</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE .....	4
2.2 GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES .....	4
2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS .....	9
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>17</b>
<b>QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CANUDO DE PITO EM FUNÇÃO DE SUBSTRATO E TEMPERATURA.</b> .....	<b>18</b>
RESUMO .....	18
ABSTRACT .....	18
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>32</b>
<b>TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAR O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CANUDO DE PITO</b> .....	<b>33</b>
RESUMO .....	33
ABSTRACT .....	33
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>36</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>52</b>
<b>PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANUDO DE PITO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO</b> .....	<b>53</b>
RESUMO .....	53
ABSTRACT .....	53
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>53</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>55</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>58</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	<b>64</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>65</b>

## RESUMO

GOMES JÚNIOR, Diêgo. **Qualidade fisiológica de sementes e produção de mudas de *Mabea fistulifera* Mart.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

Na produção de mudas florestais vários fatores influenciam a germinação e o desenvolvimento das espécies, destacando-se o substrato e a luminosidade. Estudos sobre a qualidade das sementes são de suma importância para se conhecer as características de propagação de cada espécie, facilitando o trabalho com estas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) e a qualidade das mudas produzidas por estas sementes em diferentes substratos sob a influência de quatro níveis de luminosidade. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes e em casa de vegetação no CCA/UFES no município de Alegre-ES. As sementes utilizadas foram coletadas em matrizes estabelecidas na região do Caparaó-ES. Inicialmente foi feito o aquecimento dos frutos a 30 °C por 3 dias, para acelerar a deiscência e remoção das sementes. Posteriormente foi feito o beneficiamento, limpeza e separação das sementes danificadas, imaturas e chochas. Foram avaliadas a qualidade física pelo peso de mil sementes, número de sementes por quilo e o teor de água, a qualidade fisiológica pela germinação e vigor das sementes em diferentes substratos e temperaturas. Os substratos utilizados foram: sobre papel, rolo de papel, entre areia, sobre areia e em substrato PLANTMAX Floresta. As temperaturas utilizadas foram fixas de 20, 25, 30, 35, e alternadas de 20-30 e 25-35 °C, em BOD. A avaliação foi feita diariamente pela germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio e frequência relativa de germinação. O delineamento foi IC em esquema fatorial 5X6, com quatro repetições. No estudo do envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram utilizadas temperaturas de 41, 43 e 45 °C e UR de 100% por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Foram utilizados os métodos padrão (água destilada) e com solução saturada de NaCl, sendo a semeadura feita em placas de Petri forradas com papel germitest, umedecidos na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantidas em BOD a 30 °C. Foram avaliados germinação, primeira contagem de germinação, tempo médio, frequência relativa, e índice de velocidade de germinação. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x5, com quatro repetições. Para a produção de mudas as sementes foram semeadas em sementeiras com areia e 30 dias após a semeadura, as plântulas foram transplantadas para sacolas contendo os substratos: solo+biosólido; solo+areia+esterco e substrato Plantmax floresta. Os níveis de sombreamento utilizados foram: Sol pleno; cobertura com uma, duas e três telas sombrite. O solo utilizado foi o Argissolo Vermelho eutrófico corrigido com calcário até 60% de saturação das bases. Foram avaliados o diâmetro do coleto, o número final de plantas, a área foliar, o comprimento das raízes e a massa fresca e seca da parte aérea e das raízes. Foi calculada a relação parte aérea/sistema radicular, relação parte aérea/diâmetro do coleto, índice de qualidade de Dickson (IQD) e teores de clorofila. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com quatro repetições de seis plantas. As médias dos

tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os resultados do teste de germinação evidenciaram que o teste de germinação em substrato sobre papel a 30 °C é a melhor condição para as sementes germinarem, com bom índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação próximo a 14 dias. Para o envelhecimento acelerado, notou-se que os períodos de exposição de 72 h a 43 °C com uso de solução saturada de NaCl e de 48 h a 43 °C com uso de solução não saturada de NaCl são os mais adequados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de canudo de pito. A produção de mudas evidenciou que a repicagem das plântulas para desenvolvimento das mudas em pleno sol é prejudicial para a sobrevivência destas em todos os substratos, sendo que o substrato solo+areia+esterco é o mais adequado para produção de mudas quando mantidas sob sombreamento. O aumento no nível de sombreamento favorece o acréscimo de clorofilas em relação aos carotenóides.

**Palavras-chave:** Canudo de pito, propagação, vigor, substratos, envelhecimento, luminosidade.

## ABSTRACT

GOMES JÚNIOR, Diêgo. **Physiological quality of seeds and seedling production of *Mabea fistulifera* Mart.** 2011. Dissertation (Master of Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

In the production of various factors influence seedling germination and development of species, especially the substrate and the light. Studies on seed quality are of paramount importance to know the propagation characteristics of each species, facilitating work with them. This study aimed to evaluate the physiological quality seed canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) and the quality of seedlings produced by these seeds on different substrates under the influence of four levels of brightness. The work was conducted at the Laboratory of Seeds and in a greenhouse in the CCA/UFES in the municipality of Alegre-ES. The seeds used were collected from established headquarters in the region of Caparaó-ES. Initially it was done heating the fruit to 30 °C for 3 days, to accelerate the removal of dehiscence and seeds. Later it was done processing, cleaning and separation of damaged seeds, seedless and immature. Were evaluated by the physical weight of thousand seeds, number of seeds per pound and water content, the seed quality for seed germination and vigor in different substrates and temperatures. The substrates used were on paper, paper roll, among the sand, on sand and Plantmax Forest. The temperatures used were fixed 20, 25, 30, 35, and alternating 20-30 and 25-35 °C in BOD. The evaluation was done daily for germination, germination speed index, average and relative frequency of germination. The design was a factorial in IC 5X6 with four replications. In the study of accelerated aging to evaluate the physiological quality of seeds were used temperatures of 41, 43 and 45 °C and 100% RH for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. We used standard methods (distilled water) and saturated NaCl solution, and sowing done in petri dishes lined with germitest paper, moistened in the proportion of 2.5 times the mass of dry paper and kept in BOD at 30 °C. We evaluated germination, first count, average, relative frequency, and speed of germination index. The design was completely randomized in a 2x3x5 factorial design with four replications. For the production of seedlings seeds were sown in seedbeds with sand and 30 days after sowing, the seedlings were transplanted to bags containing substrates: soil + biosolids, soil + sand + manure and Plantmax forest. The levels of shading were used: full sun, cover with one, two and three screens shade. The soil was a Typic eutrophic corrected with limestone up to 60% saturation of bases. We evaluated the diameter of the collar, the final number of plants, leaf area, root length and fresh and dry weight of shoots and roots. We calculated the ratio shoot / root, shoot ratio / diameter of the collar, Dickson quality index (IQD) and chlorophyll levels. The design was completely randomized split plot with four replications of six plants. The treatment means were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ). The test results showed that the germination test substrate on germination paper at 30 °C is the best condition for seeds to germinate, with good germination speed index and average time of germination close to 14 days. For accelerated aging,

it was noted that the exposure times of 72 h at 43 °C using a saturated solution of NaCl and 48 hours at 43 °C with use of solution is not saturated NaCl are best suited to evaluate the physiological potential of seeds of canudo de pito. The production of seedlings showed that transplanting the seedlings to the development of seedlings in full sun is harmful to their survival on all substrates, and the substrate soil + sand + manure are most suitable for production of seedlings when they are kept under shade. The increase in the level of shading favors the increase of chlorophyll compared to carotenoids.

**Keywords:** canudo de pito, spread, vigor, substrates, aging, light.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde que o homem surgiu na Terra e passou a fazer parte da biosfera com os outros seres vivos, suas necessidades de utilização e exploração dos recursos naturais vêm causando processos de deterioração ambiental. Com a exploração dos recursos naturais, principalmente das espécies arbóreas, as florestas nativas encontram-se em um processo contínuo de fragmentação, sendo reduzidas a porções relativamente pequenas quando comparadas às suas áreas originais (SILVA, 2001).

Mesmo mediante aos atuais avanços tecnológicos, estima-se que parte considerável da população ainda se utiliza da lenha ou outros resíduos vegetais como fonte de energia para atividades ligadas à sua subsistência, além do avanço das cidades e da agricultura, afetando a biodiversidade dos remanescentes florestais, uma vez que a fragmentação florestal atinge a maior parte dos biomas brasileiros (PEREIRA et al., 2003).

Devido à degradação ambiental causada pelas atividades humanas, principalmente o desmatamento, tornou-se necessário e obrigatório a recuperação de algumas áreas fortemente antropizadas, pois essas já perderam seu valor para a agricultura e vem sofrendo com as ações do clima gerando, em alguns casos, grandes prejuízos, seja em áreas urbanas ou no meio rural.

Neste contexto a população vem se conscientizando devido às experiências no dia-dia e devido ao trabalho de órgãos ambientais, formando uma corrente que aumenta a cada dia a favor da preservação de remanescentes florestais e recuperação de áreas degradadas. A preocupação com as questões ambientais decorrentes da devastação das florestas reflete-se nos plantios destinados à recuperação de áreas degradadas, recuperação de matas ciliares e reposição da reserva legal (CHEROBINI, 2006).

Desta forma, cresce a demanda por mudas de espécies florestais nativas para a utilização em programas de recuperação ambiental. A grande maioria destas é propagada por sementes, e o sucesso na formação das mudas depende do conhecimento sobre o processo germinativo de cada espécie e da qualidade da semente utilizada. No entanto, ainda não se tem conhecimento suficiente sobre a germinação de muitas espécies nativas.

A avaliação da qualidade de sementes é de grande importância para a produção de mudas. O vigor é um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade de sementes, considerando que o processo de deterioração está diretamente relacionado com a perda do vigor. Marcos Filho (1994) descreve que o vigor das sementes é reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, o comportamento quando são expostas às diferentes condições ambientais. Figliolia et al. (1993) afirmam que a análise de sementes é de fundamental importância para avaliação das qualidades física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento.

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) estabelecem metodologias para a análise das qualidades física, fisiológica, genética e sanitária de sementes de diversas espécies. As recomendações são limitadas às espécies de maior interesse agrícola que estão associadas à produção de sementes certificadas e fiscalizadas. Em segundo plano, ficam as espécies florestais nativas, principalmente as que, embora apresentem grande potencial de utilização, não são contempladas com trabalhos de pesquisa envolvendo a avaliação da qualidade.

A qualidade das mudas não é dependente somente da qualidade das sementes. De acordo com Oliveira et al. (2008), a boa formação de mudas para os mais variados fins está relacionada com o nível de eficiência dos substratos.

Além do tipo de substrato, a disponibilidade e a qualidade de luz incidente afetam o desenvolvimento vegetal. A capacidade de crescimento e de sobrevivência que a muda apresenta quando sombreada está relacionada com um mecanismo de adaptação ao habitat. A adaptação às baixas intensidades luminosas é um atributo genético que em interação com o ambiente produz respostas que modificam a morfologia e fisiologia das folhas, para um uso mais eficiente da radiação solar disponível no ambiente (SHROPSHIRE et al., 2001). Como ferramenta de avaliação, utiliza-se a análise de crescimento das mudas para inferir sobre o grau de tolerância ao sombreamento natural ou artificial, podendo o desenvolvimento das mudas de espécies florestais ser analisado por vários parâmetros morfológicos e fisiológicos.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes e a qualidade das mudas produzidas por sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) em função de diferentes substratos e sombreamento.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) é uma Euphorbiaceae nativa, amplamente encontrada no Cerrado e em áreas de transição para Floresta Estacional Semidecidual. Sua ocorrência se dá na região sudeste, principalmente nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. É normalmente encontrada agregada em bordas de mata e em locais com impacto antrópico acentuado, havendo também indivíduos isolados, cuja floração ocorre de fevereiro a junho, atingindo o pico entre abril e maio (LORENZI, 2000). É uma árvore normalmente encontrada com altura de 6 à 15 metros, e as sementes são produzidas de setembro à outubro, quando nas horas mais quentes do dia ocorre a deiscência explosiva dos frutos, sendo que as inflorescências produzem grande quantidade de pólen e néctar, que exercem grande atração sobre muitas espécies de animais (VIEIRA et al., 1989).

Gomide et al. (1975) avaliando as características de espécies florestais para a produção de celulose encontraram para esta espécie uma densidade de  $0,81\text{g cm}^{-3}$ , 27% de lignina e 53,18% de celulose, concluindo que ela se caracteriza como bastante promissora para a produção de celulose. Pereira (2007) estudando as características do óleo produzido a partir das sementes de *Mabea fistulifera* Mart. verificou que o biodiesel produzido a partir desta espécie se equipara às demais fontes de biodiesel em termos de rendimento, tornando-se uma alternativa para a produção deste tipo de combustível.

### 2.2. GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES

A germinação das sementes é um processo biológico que envolve um grande número de reações químicas, pelas quais compostos orgânicos são desdobrados e reorganizados de maneira a permitir o desenvolvimento do eixo embrionário. Segundo Bewley; Black (1994), a germinação inicia com a embebição da semente e termina com a alongação do eixo embrionário. Para os botânicos, a germinação é a emergência da radícula através do tegumento;

já os tecnologistas de sementes caracterizam a germinação como um desenvolvimento estrutural da plântula, bem definida para cada espécie, que permita prever condições de desenvolvimento normal no campo. Carvalho; Nakagawa (2000) afirmam que o final da germinação, do ponto de vista tecnológico, se caracteriza no instante em que se tem uma plântula completa, em condições de se desenvolver autotroficamente.

Os fatores ambientais são essenciais para que ocorra o processo germinativo, entre estes fatores estão a água e a temperatura. A água é fundamental no processo de reidratação do protoplasma a fim de proporcionar o desencadeamento das atividades enzimáticas pré-existentes e as oriundas da síntese, envolvidas na mobilização de reservas. Se o tegumento não se romper, a estrutura da radícula emergente, ainda muito frágil, poderia não ter forças suficientes para rompê-la. Por outro lado, existe um nível mínimo da água disponível para que ocorra a completa reidratação da semente, abaixo do qual a germinação pode não ocorrer (WILSON; McCARTY, 1984).

Segundo Bewley; Black (1994), a absorção da água se dá em três fases: A primeira fase é bastante rápida, pois a absorção de água ocorre como consequência do potencial matricial dos vários tecidos das sementes. Na fase seguinte, a semente praticamente não absorve água. Na terceira fase, verifica-se a absorção ativa da água, pois o eixo embrionário já iniciou seu crescimento, de maneira que, as novas células em formação e crescimento exigem mais água. A germinação tem início com a embebição da semente e termina com a alongação do eixo embrionário que leva a emissão da radícula. A reidratação é a primeira condição para que ocorra a germinação de uma semente viável, não dormente, embora seja um processo puramente físico de difusão, não se relacionando com a viabilidade da semente (POPINIGIS, 1985).

A temperatura é um fator determinante para a germinação e está diretamente associada às características ecológicas das espécies (AGUIAR; BARBOSA, 1985; BARBOSA et al., 1990). O processo de germinação de sementes é fortemente influenciado pela temperatura, que pode atuar na taxa de reações enzimáticas e outras reações químicas na semente, ou mesmo aumentar a sensibilidade desta aos hormônios ou ativar sua síntese. A temperatura interfere na velocidade de embebição e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo e acelera a germinação das sementes

(POPINIGIS, 1985). Segundo Carvalho; Nakagawa (2000), a temperatura interfere no processo germinativo de três maneiras distintas: sobre o total da germinação, sobre a velocidade de germinação e sobre a uniformidade de germinação, além de influenciar a velocidade de absorção de água, fator chave para o início dos eventos metabólicos.

A germinação será tanto mais rápida e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, até certo limite. A temperatura na qual as sementes obtêm seu máximo de germinação é conhecida como temperatura ótima, esta que é diferente para cada espécie. Existe ainda a temperatura mínima e a temperatura máxima, onde abaixo e acima, respectivamente, não ocorrerá germinação (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo Borges; Rena (1993), o comportamento das sementes frente à temperatura é bastante variável, não havendo uma temperatura ótima para a germinação de todas as espécies. No entanto, estes mesmos autores indicam que a faixa de 20 a 30 °C é adequada para a germinação de um grande número de espécies subtropicais e tropicais. Piña-Rodrigues et al. (2004) indicam uma faixa mais ampla, entre 15 e 30 °C.

A influencia da temperatura na germinação de sementes de várias espécies foi estuda por diversos autores, destacando-se *Mimosa caesalpiniaefolia* (ALVES et al., 2002); *Tabebuia serratifolia* (MACHADO, 2002); *Melocactus bahiensis* (LONE et al., 2007); *Bixa orellana* L. (LIMA et al., 2007) e *Apeiba tibourbou* (PACHECO et al., 2007). Estes autores constataram que para estas espécies temperaturas em torno 25 e 30 °C são as ideais para a germinação devido ao fato destas espécies serem espécies tropicais, germinando melhor em temperaturas mais elevadas, conforme Borges; Rena (1993).

Outro fator importante para a germinação das sementes é o substrato, que serve de suporte para o seu condicionamento durante essa fase, com a função de manter as condições adequadas para que ocorra a germinação (PIÑA-RODRIGUES; VIEIRA, 1988; FIGLIOLIA et al., 1993). Os substratos mais utilizados para condução de testes de germinação estão prescritos em Brasil (2009), destacando-se rolo de papel, areia e vermiculita, devendo estes estarem adequadamente úmidos para a germinação das sementes.

Os substratos influenciam na germinação devido a suas características (estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, infestação por

patógenos, dentre outros), favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (BARBOSA et al., 1985). Segundo Popinigis (1985), o substrato deve proporcionar boa aeração e disponibilidade de água adequada, evitando a formação de uma película de água envolta da semente, o que restringiria a entrada de oxigênio (VILLAGOMEZ et al., 1979).

As essências florestais têm sua propagação comprometida pela falta de preservação e pela falta de estudos do comportamento das sementes após a colheita. Durante o armazenamento, as sementes podem sofrer processos que afetem seu vigor, culminando com a deterioração, que é um processo irreversível e contínuo (DELOUCHE, 1982), determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que tem início a partir da maturidade fisiológica, apresentando um ritmo progressivo, resultando em queda da qualidade e morte da semente (LOPES, 1990; MARCOS FILHO, 2005), cuja duração do processo é determinada pela interação entre herança genética e fatores ambientais relacionados ao manejo pós-colheita da semente (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

A deterioração é considerada como a principal causa de perda de viabilidade e redução no vigor das sementes, podendo influenciar a produtividade de uma cultura pelo decréscimo na germinação, além de resultar em menor desempenho das plantas sobreviventes (ROBERTS, 1974). O fenômeno da deterioração pode ser explicado pelo processo de envelhecimento culminar com a peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990).

Segundo Carvalho; Nakagawa (2000), o vigor da semente pode ser entendido como o nível de energia que ela dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo. Estes mesmo autores afirmam que o vigor pode ser analisado sob dois aspectos: genético, observado na heterose, ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens; e fisiológico, observado na mesma linhagem genética, cultivar ou espécie. Dentre os testes existentes para se avaliar o vigor, um dos mais usados é o teste de envelhecimento acelerado.

O teste de envelhecimento acelerado ou envelhecimento precoce, ou ainda, envelhecimento artificial, baseia-se na premissa de que a taxa de deterioração das sementes aumenta de forma considerável pela sua exposição em níveis elevados de temperatura e umidade relativa (MARCOS FILHO et al.,

1987). Nessa situação sementes com menor vigor deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento acelerado (TORRES; MARCOS FILHO, 2001).

No Brasil, a utilização do teste de envelhecimento acelerado em sementes vem sendo estudada em sementes de espécies florestais como *Araucaria angustifolia* (FONTES et al., 2001), *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004), *Caesalpinia peltophoroides* (PONTES et al., 2006), *Sebastiania commersoniana* (SANTOS; PAULA, 2007) e *Bixa orellana* (LOPES, et al., 2008).

Estudos sobre deterioração de sementes são muito longos, podendo ser substituídos pelo envelhecimento acelerado. Esse teste baseia-se no fato de que a taxa de deterioração de sementes aumenta de forma significativa quando expostas a condições ambientais desfavoráveis, como alta temperatura e umidade relativa. Assim, entende-se que sementes com baixo vigor apresentarão maior queda em sua viabilidade quando submetidas ao teste, conforme verificado em sementes de *Phaseolus vulgaris* L., que durante o processo de envelhecimento foram ocorrendo gradativamente eventos celulares que determinaram a perda do padrão de distribuição do material protéico e o rompimento das paredes e membranas celulares dos cotilédones, além de alterações nucleares e desaparecimento de nucléolos, culminando com a deterioração das sementes (LOPES, 1990); as sementes com maior vigor, mesmo após o teste, normalmente mantêm a capacidade de produzir plântulas normais com germinação elevada (MARCOS FILHO, 1994).

Segundo Delouche; Baskin (1973), o teste de envelhecimento acelerado, inicialmente, teria como finalidade estipular o potencial de armazenamento de sementes, mas se mostrou também eficiente em outros testes como na comparação do vigor entre lotes de sementes (POPINIGIS, 1985).

Atualmente, o teste de envelhecimento acelerado pode ser conduzido com duas técnicas: câmara de envelhecimento e caixas tipo gerbox, sendo que a sua condução em caixa tipo gerbox proporciona maior facilidade, reduz a variação dos resultados, aumentando a probabilidade de padronização (MARCOS FILHO, 1994), conforme verificado em análise de lotes de sementes de branquilha (SANTOS; PAULA, 2007) e urucu (LOPES et al., 2008).

Em espécies com sementes pequenas os resultados obtidos com o envelhecimento acelerado apresentam pouca consistência devido à variação no teor de água após o período de envelhecimento. Uma alternativa proposta para corrigir esse efeito é a substituição da água por soluções saturadas de sais, que permitem a redução da velocidade de absorção de água, reduzindo a intensidade de deterioração, e minimizando os efeitos drásticos sobre as sementes (JIANHUA; McDONALD, 1996). E, de acordo com Valentini; Piña-Rodrigues (1995) em função da diversidade das espécies nativas e das condições ambientais de produção das sementes, poucos são os testes de vigor com metodologia conhecida, e, no caso do teste de envelhecimento acelerado, pode-se considerar que ainda é pequeno o número de trabalhos com espécies arbóreas nativas.

### 2.3. PRODUÇÃO DE MUDAS

De acordo com Oliveira et al. (2008), a boa formação de mudas para os mais variados fins está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. Os substratos em geral têm como principal função dar sustentação às sementes, tanto do ponto de vista físico como químico, e são constituídos por três frações, a física, a química e a biológica. As frações físico-químicas são formadas por partículas minerais e orgânicas, contendo poros que podem ser ocupados por ar e/ou água e, a fração biológica pela matéria orgânica (AGUIAR et al., 1993). Na germinação de sementes, a iniciação do crescimento radicular e da parte aérea estão associadas às características dos substratos, como a capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água, e a disponibilidade de luz. A escolha do substrato, em se tratando da sua formulação, deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas e químicas, seu peso e custo (TOLEDO, 1992). É necessário, portanto, testar substratos de fácil aquisição, alternativos a vermiculita, devido ao elevado custo desta (GOMES et al., 1991). Geralmente, os substratos são compostos por misturas de diferentes materiais, principalmente pelo fato de que a utilização de um material puro não apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (GOMES; SILVA, 2004), neste sentido vários materiais têm sido utilizados para sua

composição, como casca de arroz carbonizada (LUCAS et al., 2003), bagaço de cana (MELO et al., 2003), esterco de galinha, de curral e biossólido (LOPES et al., 2005), casca de amendoim e mucilagem de sisal (LIMA et al., 2006), e areia e vermiculita (LOPES, et al., 2007).

Além do tipo de substrato, a disponibilidade e a qualidade de luz incidente afetam o desenvolvimento vegetal. A capacidade de crescimento e de sobrevivência que a muda apresenta, quando sombreada, está relacionada com um mecanismo de adaptação ao habitat. A adaptação às baixas intensidades luminosas é um atributo genético que em interação com o ambiente produz respostas que modificam a morfologia e fisiologia das folhas, para um uso mais eficiente da radiação solar disponível no ambiente (SHROPSHIRE et al., 2001). A influencia da luminosidade na fase de produção de mudas vem sendo estudada em espécies florestais como *Clitoria fairchildiana* e *Peltophorum clubium* (PORTELA et al., 2001), *Jacaranda puberula* (ALMEIDA et al., 2005), *Erythrina velutina* (MELO; CUNHA, 2008) e *Hymenaea parvifolia* (SILVA et al., 2007).

De acordo com Paiva; Gomes (2000) são vários os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas de espécies florestais, dentre eles destacam-se: diâmetro do coleto; altura da parte aérea; sistema radicular; relação parte aérea/sistema radicular; relação diâmetro do coleto/altura da parte aérea, pesos de massa verde e seca das partes aérea e radicular e aspectos nutricionais. Estes parâmetros de classificação são baseados em duas premissas de grande importância, conforme Carneiro (1995): aumento do percentual de sobrevivência das mudas, após o plantio e redução da frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado.

Os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio em campo (FONSECA, 2000).

Os problemas relacionados com a produção das mudas, ainda no viveiro, têm sido uma das principais causas da sua mortalidade em campo nos

primeiros anos da implantação, podendo representar 15% nos dois primeiros anos e 20% até os sete anos (FREITAS; KLEIN, 1993).

Mudas de baixo padrão de qualidade apresentam menores taxas de incremento  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  (CARNEIRO, 1995). Esse mesmo autor afirma, ainda, que o atraso no desenvolvimento implica em redução de ganhos de volume de madeira, assim como uma tendência de apresentar menor uniformidade e pior qualidade de fuste do povoamento. A qualidade das mudas garantirá o sucesso do plantio, assim como um menor índice de mortalidade e, conseqüentemente, de replantio (SILVA et al., 2002). Nesse sentido, basta apenas o fato de que, ocorrendo maior incremento em altura nos dois primeiros anos, seja justificada a utilização de mudas de melhor padrão de qualidade. Nessa condição há uma redução dos custos de implantação do povoamento com a redução da freqüência dos tratos culturais, como limpeza e, principalmente, o replantio (HOPPE, 2002).

Ainda para avaliar a qualidade de mudas, existe o índice de qualidade de Dickson (IQD), que é determinado pela massa seca total (MST) em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro do coleto (DIAM), da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca das raízes (MSR), conforme proposto por Dickson et al. (1960):

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST (g)}}{\frac{\text{ALT (cm)}}{\text{DIAM (mm)}} + \frac{\text{MSPA (g)}}{\text{MSR (g)}}} \quad (1)$$

O índice de qualidade de Dickson é mencionado como uma promissora medida morfológica integrada (JOHNSON; CLINE, 1991), apontado como bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes (FONSECA, 2000). Hunt (1990), Fonseca et al. (2002) e Vidal et al. (2006) obtiveram resultados satisfatórios com o índice de qualidade de Dickson utilizando-o como medida de qualidade de mudas florestais.



### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. A.; BARBOSA, J. M. Estudo da conservação e longevidade de sementes de Pau Brasil (*Caesalpinia echinata* Lan). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.10, p. 145-150, 1985.

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350 p.

ALMEIDA, L. S. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.

ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

BARBOSA, J. M. et al. Influência de substrato e temperaturas na germinação de sementes de duas frutíferas silvestres. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 66-73, 1990.

BARBOSA, J. M. F.; BARBOSA, L. M. M.; PINTO, M. M. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento, sobre a germinação de sementes de quatro espécies nativas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 46-54, 1985.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba:UFPR/FUPEF, 1995.

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

CHEROBINI, E. A. I. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

DELOUCHE, J. C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. S.l.: Intsoy, p. 57-66, 1982.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DICKSON, A.; LEAF, A.L; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B (eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.173-174.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, A. C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *araucaria angustifolia*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 346-355, 2001.

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1.: 1993: Curitiba); CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais...** p. 736. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

GOMES, J. M. et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip . **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-41, 1991.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos**. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

GOMIDE, J. L.; VITAL, B. R.; RIBEIRO, A. C. Espécies florestais da zona da mata como fonte de celulose: características químicas. **Revista Ceres**, v. 22, n. 119, p. 74-79, 1975.

HOPPE, J. M. et al. Efeito de diferentes alturas de mudas no crescimento de *Pinus elliottii* Engelm, no município de Cachoeira do Sul/RS. In: 2º CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONESUL: A FLORESTA E O MEIO AMBIENTE, 2002, Santa Maria. **Anais...** p. 502-507. Santa Maria, RS: UFSM, 2002.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and Cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. **Proceedings...** p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forestry Service, 1990.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (eds.). **Forest regeneration manual**. Netherlands: Kluwer Academic, 1991. p. 143-162.

LIMA, R. L. S. et al. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 474-479, maio/jun., 2006.

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

LONE, A. B. et al. Germinação de *Melocactus bahiensis* (CACTACEAE) em diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 365-369, 2007.

LOPES, J. C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. 1990. 254 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – UNICAMP, Campinas.

LOPES, J. C.; LIMA R. V.; MACEDO, C. M. P. Germinação e vigor de sementes de urucu. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 019-025, 2008.

LOPES, J. C. et al. Germinação de sementes de embiriçu (*Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns) em diferentes estádios de maturação e substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 331-337, 2007.

LOPES, J. C. et al. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 143-147, jan./mar. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Editora Plantarum, vol. 1, 3ª ed., 2000. 352 p.

LUCAS, M. A. K. et al. Avaliação de diferentes composições de substratos para a aclimação de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 16-23, 2003.

MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

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

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-150.

MELO, A. S. et al. Efeito de substratos orgânicos organo-minerais na formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). **Revista Científica Rural**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 116-121, 2003.

MELO, R. R. de; CUNHA, M. do C. L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 67-77, jan./abr. 2008.

OLIVEIRA, R. B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p.122-128, jan/fev., 2008.

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

PAIVA, H. N. de.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 69 p. (Cadernos didáticos, 72).

PEREIRA, F. E. de A. **Biodiesel produzido a partir do óleo de sementes de *Mabea fistulifera* Mart.** 100 f. Dissertação (Mestrado Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PEREIRA, R. F.; PENGEL, H. O.; MELO, C. C. O impacto ambiental da exploração florestal de subsistência na fauna de primatas. **Brasil Florestal**, n.78, p.61-65, Dezembro 2003.

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

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VIEIRA, J. D. Teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 70-90.

PONTES, C. A. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* benth. (sibipiruna) **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.43-48, 2006.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289 p.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

ROBERTS, E. H. Loss of viability and crop yields. In: Roberts, E.H. (ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, p. 307-320, 1974.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007.

SHROPSHIRE, C.; WAGNER, R. G.; BELL, F. W. Light attenuation by early successional plants of the boreal forest. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 31, n. 5, p.812-823, 2001.

SILVA, E. A. da. **Degradação ambiental em áreas de preservação**: Lago das flores, Ivaporã-PR. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA e SILVA, B. M. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, R. F.; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo arenoso. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 33-42, 2002.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. Pêra Rio) em vaso**. 1992. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 108 - 112, 2001.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. In: SILVA, A. da; PIÑA-RODRIGUES, F. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual Técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 61-73 (IF Série Registros, n. 14), 1995.

VIDAL, L. H. I. et al. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 26-30, 2006.

VIEIRA, M. F.; CARVALHO-OKANO, R. M.; SAZIMA, M. Polinização de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 40, Cuiabá, 1989. **Anais...** Cuiabá, SBB, 1989.

VILLAGOMEZ, A. Y.; VILLASENOR, R. R.; SALINAS, M. J. R. **Lineamento para el funcionamiento de um laboratório de semillas**. México: INIA, 1979. 91 p.

WILSON, R. G; McCARTY, M. K. Germination seedling and rosette development of flodman thistle (*Arsium flodmanii*). **Weed Science**, New York, v. 32. n. 6. p. 768-773, 1984.



## **CAPÍTULO I**

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CANUDO DE PITO  
EM FUNÇÃO DE SUBSTRATO E TEMPERATURA.**



# QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CANUDO DE PITO EM FUNÇÃO DE SUBSTRATO E TEMPERATURA.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar fisicamente as sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.), avaliando o comprimento, largura, espessura, peso de mil sementes, quantidade de sementes por quilo e a umidade das sementes após a deiscência, e avaliar a qualidade fisiológica das sementes em função de substrato (entre areia, sobre areia, em substrato comercial, sobre papel e rolo de papel) e temperatura (20, 25, 30, 35, 20-30 e 25-35 °C). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento em esquema fatorial 5X6. Foram avaliados a taxa de germinação, o índice de velocidade de germinação, o tempo médio e a frequência relativa de germinação. A caracterização física determinou que as sementes de canudo de pito são pequenas. Os melhores resultados para a germinação de sementes de canudo de pito ocorreram em substrato sobre papel em temperatura de 30 °C.

**Palavras-chave:** *Mabea fistulifera* Mart.; caracterização; germinação.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to characterize physically seed canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.), evaluated the length, width, thickness, weight of thousand seeds, seeds per pound and humidity of the seeds after dehiscence, and evaluate the quality depending on seed physiological substrate (between sand, on sand substrate business, on paper and paper roll) and temperature (20, 25, 30, 35, 20-30 and 25-35 °C). We used a completely randomized design with four replications in a factorial 5X6. We assessed the rate of germination, germination speed index, the mean and relative frequency of germination. The physical characterization has determined that the seeds are small canudo de pito. The best results for germination of canudo de pito occurred on paper substrate at a temperature of 30 °C.

**Keywords:** *Mabea fistulifera* Mart.; characterization; germination.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a exploração dos recursos naturais, principalmente das espécies arbóreas, visando o seu uso e a abertura de novas áreas para a agricultura, as florestas nativas encontram-se fragmentadas e reduzidas a frações muito pequenas, em relação às suas áreas originais. Devido esta fragmentação, hoje são muitos os programas que visam recuperar áreas degradadas, necessitando assim a produção de mudas das mais variadas espécies.

Dados relativos às características físicas e fisiológicas das sementes são importantes em tecnologia de sementes, visando o planejamento da coleta de sementes e a produção de mudas em viveiro. Entretanto, um dos principais problemas da coleta de sementes é a sazonalidade apresentada pelas espécies florestais, ocorrendo em períodos regulares e irregulares. Ressalta-se, ainda a necessidade de estudos sobre testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico das sementes florestais. A divulgação de sua metodologia tornará, com certeza, mais difundida a sua aplicação em ciências florestais (VALENTINI; PIÑA-RODRIGUES, 1995).

A propagação das espécies florestais, em sua maioria, ocorre por via seminífera, assim o sucesso na produção de mudas destas é dependente do conhecimento sobre o processo germinativo e da qualidade das sementes utilizadas. No Brasil, a germinação de sementes vem sendo estudada em espécies florestais como *Cnidoscopus phyllacanthus* (SILVA; AGUIAR, 2004), *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005), *Croton floribundus* (ABDO; PAULA, 2006), *Caesalpinia ferrea* (LIMA et al., 2006), *Miconia cinnamomifolia* (DC) Nauad (LOPES; SOARES, 2006), *Bauhinia* spp (LOPES et al., 2007), *Tabebuia rosea* (SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2007) e *Pseudobombax grandiflorum* (LOPES et al., 2008).

O substrato e a temperatura estão entre os fatores que afetam o comportamento germinativo das sementes. O substrato é o suporte onde se condicionam as sementes para germinar, com função de manter condições adequadas para a sua germinação (PIÑA-RODRIGUES; VIEIRA, 1988; FIGLIOLIA et al., 1993).

Os substratos mais utilizados para condução de testes de germinação estão prescritos em Brasil (2009), e a influencia que exercem na germinação é atribuída, principalmente às suas características como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e infestação por patógenos, podendo favorecer ou prejudicar a germinação das sementes (BARBOSA et al., 1985). O substrato deve proporcionar boa aeração e disponibilidade de água adequada (POPINIGIS, 1985), evitando a formação de uma película de água envolta da semente, o que restringiria a entrada de oxigênio (VILLAGOMEZ et al., 1979).

A temperatura é outro fator que tem importante influência sobre o processo germinativo, tanto na porcentagem como na velocidade de

germinação. A temperatura influencia na velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas, que determinam todo o processo de germinação. De acordo com Carvalho; Nakagawa (2000), semelhante a uma reação química, a germinação será tanto mais rápida com processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, até certo limite.

Segundo Borges; Rena (1993), o comportamento das sementes frente à temperatura é bastante variável, não havendo uma temperatura ótima para a germinação de todas as espécies. No entanto, estes mesmos autores indicam que a faixa de 20 a 30 °C é adequada para a germinação de um grande número de espécies subtropicais e tropicais, enquanto Piña-Rodrigues et al. (2004) sugerem uma faixa mais ampla, entre 15 e 30 °C. Para a germinação das sementes pode-se identificar três pontos chave em relação à temperatura: a temperatura mínima, abaixo da qual não há germinação em um determinado tempo; a temperatura máxima, acima da qual não há germinação e a temperatura ótima, onde ocorre a maior taxa de germinação, num período de tempo mínimo (BEWLEY; BLACK, 1994).

Algumas espécies têm sua germinação favorecida quando submetidas a temperaturas constantes, mas um grande número de espécies possui reação germinativa favorável quando submetidas a temperaturas alternadas, à semelhança do que acontece na natureza, em que as temperaturas diurnas são mais altas e as noturnas menores (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Em laboratório a utilização de temperaturas alternadas geralmente é realizada mantendo a menor temperatura por 16 horas, alternando com 8 horas de temperatura mais alta (POPINIGIS, 1985).

Objetivou-se neste trabalho caracterizar fisicamente as sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) e avaliar a qualidade fisiológica das sementes em função de substrato e temperatura.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado em Alegre-ES, utilizando-se sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) provenientes de frutos de doze matrizes existentes em áreas de regeneração

em três pontos situados na região do Caparaó-ES, coordenadas geográficas 20°45'39" S e 41°33'32" W; 20°45'25" S e 41°34'44" W; 20°46'15" S 41°36'18" W. A região fica localizada entre os paralelos 20°45'48" de latitude sul e 41°31'57" de longitude oeste de Greenwich, apresentando uma altitude de cerca 613 metros. O clima predominante é quente e úmido no verão, com inverno seco, e com uma precipitação anual média de 1200 mm. A temperatura média anual é de 27 °C (CCA-UFES/INMET, 2010).

Os frutos foram coletados com auxílio de um podão, imediatamente transportados para o laboratório, secos em estufa com convecção, à temperatura de 30 °C até o início da deiscência. Nessa fase as sementes foram extraídas manualmente, secas à sombra à temperatura ambiente do Laboratório de Sementes. Posteriormente foram feitas as seguintes avaliações e/ou determinações:

Caracterização das sementes – foram utilizadas 40 sementes sendo avaliados: comprimento, medido da base ao ápice, incluindo a carúncula; a largura e espessura, medidas na linha mediana da semente, com o uso de paquímetro graduado com mm de precisão; massa de mil sementes e a quantidade de sementes por quilo, conforme metodologia descrita em Brasil (2009). Junto à caracterização das sementes foi realizado o teste de umidade utilizando-se duas subamostras de 15 sementes pelo método de estufa 105±3 °C, por 24 horas (Brasil 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (BU).

Germinação – o teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes/substrato/temperatura, utilizando cinco tipos de substratos: entre areia (EA), sobre areia (SA), substrato comercial – Plantmax Floresta (SC) e sobre papel (SP), dispostos em placas de Petri, e em rolos de papel (RP). As temperaturas utilizadas foram: fixas de 20, 25, 30, 35 °C, e alternadas de 20-30 e 25-35 °C. Todos os substratos foram esterilizados em estufa a 140 °C por quatro horas. Os substratos EA, SA e SC foram umedecidos com água destilada até atingirem 60% de sua capacidade de retenção de água (BRASIL, 2009), enquanto os substratos SP e RP foram umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a três vezes a massa seca do papel. Após a sementeira, todos os substratos foram mantidos em câmaras de germinação tipo BOD reguladas com as diferentes

temperaturas e fotoperíodo de 8-16 horas (luz/escuro). As avaliações foram feitas diariamente até o encerramento do teste aos 26 dias, quando todas as sementes já haviam germinado, ou quando as remanescentes apresentavam-se deterioradas. Os resultados de germinação foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento (substrato/temperatura).

Índice de velocidade de germinação (IVG) – o índice de velocidade de germinação foi conduzido concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente, no mesmo horário o número de sementes que apresentou protrusão da raiz primária com comprimento  $\geq 2$  mm. Calculou-se o índice de velocidade de germinação pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias transcorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_i}{N_i} \quad (1)$$

em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G = número de sementes germinadas a cada dia; e

N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem.

Tempo médio de germinação – o tempo médio de germinação foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n} \quad (2)$$

em que:

TMG = tempo médio de germinação;

$n_i$  = número de sementes germinadas num intervalo de tempo;

n = número total de sementes germinadas; e

$t_i$  = dias de germinação.

Frequência relativa de germinação – a frequência média de germinação foi calculada de acordo com Labouriau; Valadares (1976), a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação das sementes:

$$fr = \frac{ni}{\sum ni} \quad (3)$$

em que:

fr = frequência relativa de germinação;

ni = nº de sementes germinadas por dia;

$\sum ni$  = número total de sementes germinadas.

Delineamento experimental e análise estatística – Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, arranjados em esquema fatorial 5x6 (substratos x temperaturas de germinação). Os dados em porcentagens e de velocidade de germinação foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors, e por não apresentarem normalidade foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$  e em  $\sqrt{x + 0,5}$ , respectivamente. Em seguida foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o software estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em relação à umidade, massa de mil sementes, número de sementes por quilo, comprimento, largura e espessura das sementes de canudo de pito estão apresentados na Tabela 1.

As sementes apresentaram umidade inicial de 12,60%. A massa de mil sementes revelou valores de 85,96 g, podendo ser consideradas como sementes pequenas de acordo com Brasil (2009), portanto todas as análises a serem realizadas com as sementes desta espécie deverão seguir a metodologia recomendada para esta categoria de sementes.

O valor obtido para número de sementes por quilo foi de 11.633 unidades, valor superior ao citado por Lorenzi (1998), segundo o qual o número de sementes por quilo para esta espécie é de aproximadamente 9.600 sementes. Esta diferença encontrada pode estar relacionada com as variações genético-ambientais entre os indivíduos utilizados (GONÇALVES et al., 2008).

Tabela 1. Características físicas das sementes de canudo de pito. Alegre, ES, 2011

<b>Características</b>	<b>Valores</b>
Umidade (%)	12,60
Massa de mil sementes (g)	85,96
Número de sementes/kg	11.633
Comprimento (mm)	7,65 ± 0,50
Largura (mm)	5,63 ± 0,40
Espessura (mm)	4,78 ± 0,35

As médias de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de canudo de pito encontram-se na Tabela 2. De acordo com os resultados, verifica-se que houve interação significativa entre o substrato e a temperatura, o que sugere que há pelo menos uma combinação ideal entre estes fatores, que irá proporcionar melhor taxa de germinação e de velocidade de germinação.

As maiores taxas de germinação ocorreram nas temperaturas de 20 e 30 °C, para o substrato sobre papel (SP); de 25 e 20-30 °C, para os substratos sobre areia (SA), sobre papel (SP) e entre papel (EP); de 35 °C, para o substrato entre papel (EP) e de 25-35 °C, para os substratos sobre papel (SP) e entre papel (EP). Para os substratos entre areia (EA) e substrato comercial (SC) a melhor temperatura para germinação foi 25 °C, sendo que a germinação foi reduzida drasticamente nas demais temperaturas testadas para estes mesmos substratos, e estes foram estatisticamente inferiores aos demais. As sementes mantidas nos substratos sobre papel (SP) e entre papel (EP) apresentaram valores de germinação estatisticamente superiores aos demais, sendo que as sementes do substrato sobre papel (SP), mantidas na temperatura de 30 °C apresentaram valor similar àquelas mantidas sobre papel

(SP) na temperatura de 20 °C, cujos valores foram 98 e 93%, respectivamente. Estes resultados discordam em parte dos encontrados por Leal Filho; Borges (1992), que estudando a influencia da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito, sugeriram as temperaturas de 25 e 30 °C como as ideais para a germinação de sementes desta espécie.

Vários autores constataram interações significativas entre o substrato e a temperatura na germinação de sementes: Alves et al. (2002), estudando sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*; Lopes et al. (2002), com sementes de *Muntingia calabura* L.; Machado (2002), com sementes de *Tabebuia serratifolia*; Lone et al. (2007), com sementes de *Melocactus bahiensis*; Lima et al. (2007), com sementes de *Bixa orellana* L.; Pacheco et al. (2007), com sementes de *Apeiba tibourbou*; e Dias et al. (2011), com sementes de *Myrciaria cauliflora* Berg. Estes autores constataram que para estas espécies temperaturas em torno 25 e 30 °C são as ideais para a germinação devido ao fato destas espécies serem espécies tropicais, germinando melhor em temperaturas mais elevadas, conforme Borges; Rena (1993).

Tabela 2. Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de canudo de pito em diferentes temperaturas e substratos. Alegre, ES, 2011

Germinação (%)					
Temperaturas	Substratos				
(°C)	SA	EA	SC	SP	EP
20	27,0 cC	3,0 bD	0,0 cD	93,0 abA	58,0 cB
25	89,0 aA	40,0 aC	62,0 aBC	68,0 cAB	89,0 aA
30	66,0 bC	4,0 bD	0,0 cD	98,0 aA	88,0 abB
35	15,0 cB	0,0 cC	0,0 cD	12,0 dB	91,0 aA
20-30	68,0 abA	0,0 bC	20,0 bB	68,0 cA	85,0 abA
25-35	23,0 cB	1,0 bC	5,0 cC	85,0 bcA	66,0 bcA

IVG					
Temperaturas	Substratos				
(°C)	SA	EA	SC	SP	EP
20	0,38 cC	0,03 bD	0,00 bD	1,65 aA	0,71 cB

Continua...



Tabela 2, continuação...

25	1,29 bA	0,51 aC	0,68 aBC	0,94 bB	1,39 abA
30	1,76 aA	0,05 bB	0,00 bB	1,75 aA	1,40 abA
35	0,27 cB	0,00 bC	0,00 bC	0,21 cB	1,64 aA
20-30	0,99 bA	0,00 bC	0,21 bB	1,01 bA	1,31 abA
25-35	0,37 cC	0,01 bD	0,07 bD	1,61 aA	1,11 bB

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

SA = sobre areia, EA = entre areia, SC = substrato comercial, SP = sobre papel e EP = entre papel.

Os efeitos dos substratos e das temperaturas sobre a germinação são facilmente detectados no vigor das sementes (Tabela 2). As médias do índice de velocidade de germinação (IVG) para a temperatura de 30 °C se diferenciou das demais temperaturas de forma positiva para o substrato sobre areia (SA). Para os substratos sobre papel (SP) e entre papel (EP), sob esta mesma temperatura, as médias de índice de velocidade de germinação (IVG) também se destacaram de forma positiva, assim como nas temperaturas constante de 20 e alternada de 25-35 °C para o substrato sobre papel (SP), e constantes de 25, 35 e alternada de 20-30 °C para o substrato entre papel (EP). Estes resultados sugerem que para sementes de canudo de pito os substratos entre papel e sobre papel foram os mais eficientes tanto para germinação quanto para o índice de velocidade de germinação. De acordo com Larcher (2000), a faixa ótima de temperatura para espécies de regiões tropicais é entre 20 e 35 °C, de regiões temperadas entre 8 e 25 °C e regiões alpinas, entre 5 e 30 °C.

Em sementes de sapota-preta (*Diospyros ebenaster*), a germinação às temperaturas constantes de 20, 25 e 30 °C e alternada de 20–30 °C foi superior, sendo que para as variáveis percentagem de germinação e IVG, os maiores valores ocorreram a 30 °C, com 85,55% e 1,487, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2005).

A constatação de diferentes temperaturas ótimas para o índice de velocidade de germinação (IVG), contrastando com a germinação, é aceitável devido à temperatura ótima de germinação para sementes de determinada espécie ser, em alguns casos, diferente da temperatura ótima para a

velocidade de germinação, esta que normalmente possui temperaturas mais elevadas como ótima (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os polígonos de frequência relativa e o tempo médio de germinação das sementes de canudo de pito (Figura 1) evidenciam que diferentes temperaturas e substratos na germinação promovem diferenças no processo germinativo retardando esse processo em alguns casos.

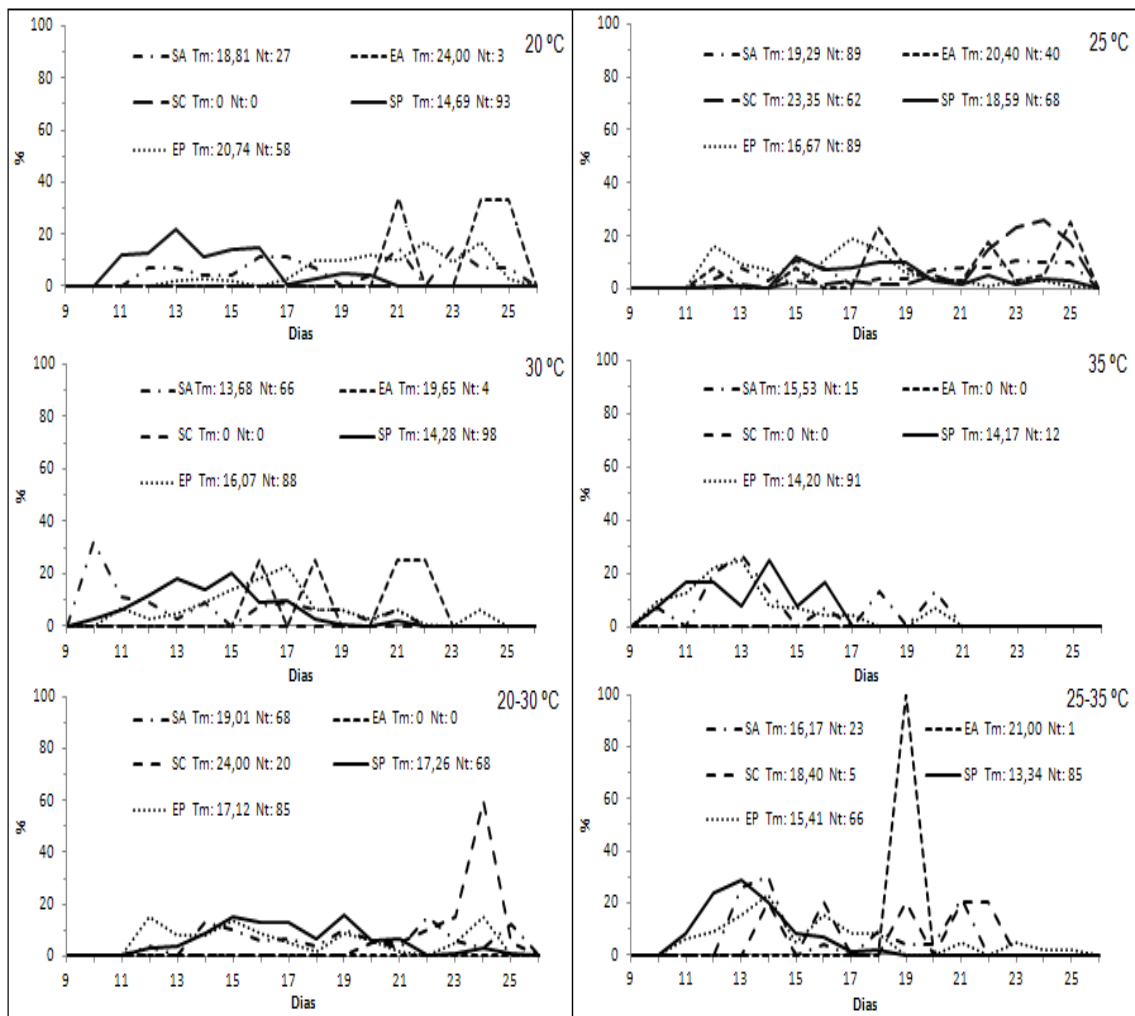


Figura 1. Tempo médio e frequência relativa de germinação de sementes de canudo de pito em diferentes substratos. Sobre areia (SA); entre areia (EA); substrato comercial (SC); sobre papel (SP); entre papel (EP); Tempo médio de germinação (Tm); e Número total de sementes germinadas (Nt). Alegre, ES, 2011.

Nas temperaturas constantes de 20 °C (Figura 1 A), a germinação ficou bem distribuída no tempo para os substratos em que houve germinação, sendo que o substrato sobre papel (SP) se destacou dos demais com germinação

tendo início no décimo dia e término ao vigésimo primeiro dia, e tempo médio de 14,69 dias.

Na temperatura de 25 °C (Figura 1 B), a germinação apresentou frequência similar em todos os substratos testados, com início da germinação no décimo primeiro dia e término no vigésimo sexto dia. A diferenciação entre os substratos ocorreu somente para os tempos médios, sendo que o substrato sobre papel (SP) destacou-se dos demais com tempo médio de 16,57 dias. Esses resultados sugerem que esta temperatura pode ser considerada a mais favorável, pois, segundo Alves et al. (2002), uma temperatura ótima é aquela na qual a maior porcentagem de germinação é obtida, dentro de um espaço mais curto de tempo. Na temperatura de 30 °C (Figura 1 C), os polígonos de frequência relativa de germinação se deslocaram à esquerda para os substratos sobre areia (SA) e sobre papel (SP), com início de germinação no nono dia e término no vigésimo segundo dia, com tempo médio de germinação de 13,68 e 14,28 dias, respectivamente. Assemelhando-se com este comportamento na temperatura de 35 °C (Figura 1 D), a germinação das sementes nos substratos sobre areia (SA), sobre papel (SP) e entre papel (EP) apresentou polígonos deslocados à esquerda com germinação tendo início no nono dia e término no vigésimo primeiro dia, com tempos médios de 15,53; 14,17 e 14,20 dias, respectivamente. Sementes de embiruçu apresentaram valores de germinação superiores no substrato papel (LOPES et al., 2008).

As temperaturas alternadas apresentaram polígonos de germinação semelhantes com as temperaturas alternadas. Para a faixa de temperatura 20-30 °C (Figura 1 E), os polígonos de germinação se apresentaram deslocados à direita assemelhando-se com a temperatura constante de 25 °C. Já na faixa de temperatura de 25-35 °C (Figura 1 F) os substratos sobre papel (SP) e entre papel (EP) se destacaram dos demais com germinação tendo início no nono dia e término no décimo nono dia para o primeiro, e no vigésimo sexto dia para o segundo.

#### **4. CONCLUSÕES**

De acordo com a metodologia utilizada para caracterização física e germinação de sementes de canudo de pito conclui-se que:

- a) sementes de canudo de pito são classificadas como pequenas;
- b) as temperaturas de 25 e de 30 °C são as ideais para a germinação das sementes de canudo de pito;
- c) substratos sobre papel e entre papel são os recomendados para condução de testes de germinação em sementes de canudo de pito;

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – EUPHORBIACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.

ALVES, E. D. et al. Germinação de sementes de *Minosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

BARBOSA, J. M. F.; BARBOSA, L. M. M.; PINTO, M. M. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento, sobre a germinação de sementes de quatro espécies nativas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 46-54, 1985.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

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

DIAS, M. A. et al. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). **IDESIA**, Chile, v. 29, n. 1, p. 23-27, abril 2011.

FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B (eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.173-174.

GONÇALVES, J. V. S. et al. Caracterização física e avaliação da pré-embebição na germinação de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH). **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 330-334, 2008.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, 1983.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 236-284, 1976.

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

LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. de L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p. 57-60, 1992.

LIMA, J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LEGUMINOSAE, CAESALPINOIDEAE). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

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

LONE, A. B. et al. Germinação de *Melocactus bahiensis* (CACTACEAE) em diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 365-369, 2007.

LOPES, J. C.; BARBOSA, L. G.; CAPUCHO, M. T. Germinação de sementes de *Bauhinia* spp. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 37, n. 2, p. 265-274, 2007.

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. et al. Germinação de sementes de embiriçu (*Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns) em diferentes estádios de maturação e substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 331-337, 2008.

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

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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2.ed, v. 1, 1998. 352 p.

MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

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

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

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

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

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VIEIRA, J. D. Teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.70-90.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289 p.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

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

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Tabebuia rósea* (Bertoloni) A.P. de Candolle (Bignoniaceae), uma espécie exótica com potencial invasor. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 229-237, 2007.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. In: SILVA, A. da; PIÑA-RODRIGUES, F. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual Técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 61-73 (IF Série Registros, n. 14, 1995).

VILLAGOMEZ, A. Y.; VILLASENOR, R. R.; SALINAS, M. J. R. **Lineamento para el funcionamiento de um laboratorio de semillas**. México: INIA, 1979. 91p.

## **CAPÍTULO II**

**TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAR O  
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CANUDO DE PITO**

# TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAR O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CANUDO DE PITO

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho estudar e estabelecer a metodologia para condução do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de canudo de pito. A avaliação inicial consistiu na determinação do teor de água e nos testes de germinação, primeira contagem da germinação, germinação a baixa temperatura, emergência de plântulas (sob diferentes temperaturas). O experimento foi conduzido utilizando-se o teste de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl durante 24, 48, 72 e 96 h nas temperaturas de 41, 43 e 45 °C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. De acordo com os resultados, os períodos de exposição de 72 h a 43 °C com uso de solução saturada de NaCl e de 48 h a 43 °C com uso de solução não saturada de NaCl são adequados para avaliação do potencial fisiológico de sementes de canudo de pito.

**Palavras-chave:** *Mabea fistulifera* Mart., solução salina, germinação, vigor.

## ABSTRACT

The objective of this work to study and establish the methodology for conducting the accelerated aging test to evaluate the physiological potential of seeds from canudo de pito. The initial evaluation consisted of determining the water content and germination, first count germination, cool germination, seedling emergence (at different temperatures). The experiment was conducted using the accelerated aging test and with saturated NaCl solution for 24, 48, 72 and 96 hours at 41, 43 and 45 °C. The experimental design was completely randomized design with four replications. According to the results, exposure times of 72 hours at 43° C using a saturated solution of NaCl and 48 hours at 43 °C with use of solution is not saturated NaCl are suitable for assessing the physiological seed of canudo de pito.

**Keywords:** *Mabea fistulifera* Mart., saline solution, germination, vigor.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço histórico da degradação ambiental influenciada diretamente pelo desmatamento houve uma redução drástica nas florestas tropicais do Brasil, principalmente na Floresta Atlântica, gerando impactos antrópicos acentuados. Essas áreas antropizadas, quando não recuperadas,



geram grandes problemas ao ambiente, pois a falta de cobertura florestal aumenta significativamente a susceptibilidade do solo a sofrer processos erosivos drásticos e por vezes irreversíveis (LINO; SIMÕES, 2002).

O estudo com espécies florestais que estejam adaptadas a áreas antropizadas ainda é escasso, apesar desse fato, nota-se em áreas degradadas que algumas espécies como o canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.), são de suma importância para a regeneração e proteção devido à facilidade de se estabelecerem em condições impróprias para várias espécies (MARTINS, 2001).

*Mabea fistulifera* Mart., pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta nativa, arbórea lactescente, chegando a 15 m de altura, e tronco de até 30 cm de diâmetro. Ocorre desde São Paulo a Minas Gerais, principalmente em regiões de transição para Cerrado (VIEIRA et al., 1997). Sua madeira é leve e de baixa durabilidade em campo. Planta pioneira característica de vegetação secundária, de terrenos arenosos com baixa fertilidade e alta acidez, ocorre normalmente agregada em bordas de matas e em locais com impactos antrópicos acentuados, raramente é encontrada isolada e no interior de mata primária densa. Floresce de janeiro a abril, com a maturação dos frutos ocorrendo em setembro prolongando-se até outubro (LORENZI, 1998).

Dados relativos às características fisiológicas das sementes são importantes em tecnologia de sementes, visando o planejamento da coleta de sementes e a produção de mudas em viveiro. Entretanto, um dos principais problemas da coleta de sementes é a sazonalidade apresentada pelas espécies florestais, ocorrendo em períodos regulares e irregulares. Ressalta-se, ainda a necessidade de estudos sobre testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico das sementes florestais. A divulgação de sua metodologia tornará, com certeza, mais difundida a sua aplicação em ciências florestais (VALENTINI; PIÑA-RODRIGUES, 1995).

As essências florestais têm sua propagação comprometida pela falta de preservação e pela falta de estudos do comportamento das sementes após a colheita. Durante o armazenamento, as sementes podem sofrer processos que afetem seu vigor, culminando com a deterioração, que é um processo irreversível e contínuo (DELOUCHE, 1982), determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que tem início a partir

da maturidade fisiológica, apresentando um ritmo progressivo, resultando em queda da qualidade e morte da semente (MARCOS FILHO, 2005), cuja duração do processo é determinada pela interação entre herança genética e fatores ambientais relacionados ao manejo pós-colheita da semente (DELOUCHE; BASKIN, 1973). É considerada como a principal causa de perda de viabilidade e redução no vigor das sementes, podendo influenciar a produtividade de uma cultura pelo decréscimo na germinação, além de resultar em menor desempenho das plantas sobreviventes (ROBERTS, 1974). O fenômeno da deterioração pode ser explicado pelo processo de envelhecimento culminar com a peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula (LOPES, 1990).

No Brasil, a utilização do teste de envelhecimento acelerado em sementes vem sendo estudada em sementes de espécies florestais como *Araucaria angustifolia* (FONTES et al., 2001), *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004), *Caesalpinia peltophoroides* (PONTES et al., 2006) e *Sebastiania commersoniana* (SANTOS; PAULA, 2007).

Estudos sobre deterioração de sementes são muito longos, podendo ser substituídos pelo envelhecimento acelerado. Esse teste baseia-se no fato de que a taxa de deterioração de sementes aumenta de forma significativa quando expostas a condições ambientais desfavoráveis, como alta temperatura e umidade relativa. Assim, entende-se que sementes com baixo vigor apresentarão maior queda em sua viabilidade quando submetidas ao teste; as sementes com maior vigor, mesmo após o teste, normalmente mantêm a capacidade de produzir plântulas normais com germinação elevada (MARCOS FILHO, 1994).

Segundo Delouche; Baskin (1973), o teste de envelhecimento acelerado, inicialmente, teria como finalidade estipular o potencial de armazenamento de sementes, mas se mostrou também eficiente em outros testes como na comparação do vigor entre lotes de sementes (POPINIGIS, 1985). Atualmente, ele pode ser conduzido com duas técnicas: câmara de envelhecimento e caixas tipo gerbox, sendo que a sua condução em caixa tipo gerbox proporciona maior facilidade, reduz a variação dos resultados, aumentando a probabilidade de padronização (MARCOS FILHO, 1994), conforme verificado em análise de lotes de sementes de branquilha (SANTOS;

PAULA, 2007). Entretanto, em espécies com sementes pequenas os resultados obtidos apresentam pouca consistência devido à variação no teor de água após o período de envelhecimento. Uma alternativa proposta para corrigir esse efeito é a substituição da água por soluções saturadas de sais, que permitem a redução da velocidade de absorção de água, reduzindo a intensidade de deterioração, e minimizando os efeitos drásticos sobre as sementes (JIANHUA; McDONALD, 1996). E, de acordo com Valentini; Piña-Rodrigues (1995) em função da diversidade das espécies nativas e das condições ambientais de produção das sementes, poucos são os testes de vigor com metodologia conhecida, e, no caso do teste de envelhecimento acelerado, pode-se considerar que ainda é pequeno o número de trabalhos com espécies arbóreas nativas.

Objetivou-se neste trabalho estudar e estabelecer a metodologia para condução do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o potencial fisiológico de sementes de canudo de pito.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado em Alegre-ES, utilizando-se sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) provenientes de frutos de doze matrizes existentes em áreas de regeneração em três pontos, na região do Caparaó-ES, coordenadas geográficas 20°45'39" S e 41°33'32" W; 20°45'25" S e 41°34'44" W; 20°46'15" S 41°36'18" W. A região fica localizada entre os paralelos 20°45'48" de latitude sul e 41°31'57" de longitude oeste de Greenwich, apresentando uma altitude de cerca 613 metros. O clima predominante é quente e úmido no verão com inverno seco, e com uma precipitação anual média de 1200 mm. A temperatura média anual oscila em torno de 27 °C (CCA-UFES/INMET, 2010).

Os frutos foram coletados com auxílio de um podão, secos em estufa com convecção, à temperatura de 30 °C até o início da deiscência, as sementes extraídas manualmente, secas à sombra na temperatura ambiente do Laboratório de Sementes. Posteriormente foram feitas as seguintes avaliações e/ou determinações:

Teor de água – realizado inicialmente e após os tratamentos das sementes, utilizando-se duas subamostras de 15 sementes pelo método de estufa  $105\pm 3$  °C, por 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (BU).

Germinação – foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes/período/temperatura, distribuídas em placas de Petri forradas com duas folhas de papel germitest umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, sendo posteriormente mantidas em câmaras de germinação tipo BOD regulada com temperatura constante de 30 °C, e fotoperíodo de 8-16 horas (luz/escuro). As avaliações foram feitas diariamente e no final o resultado de germinação foi expresso em porcentagem média de plântulas normais para cada temperatura/tempo de exposição.

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 comprimento  $\geq 2$  mm, sempre no mesmo horário durante o teste. Calculou-se o índice de velocidade de germinação pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_i}{N_i} \quad (1)$$

em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G = número de sementes germinadas a cada dia; e

N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem.

Tempo médio de germinação – o tempo médio de germinação foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n} \quad (2)$$

em que:

TMG = tempo médio de germinação;

$n_i$  = número de sementes germinadas num intervalo de tempo;

$n$  = número total de sementes germinadas; e

$t_i$  = dias de germinação.

Frequência relativa de germinação – a frequência média de germinação foi calculada de acordo com Labouriau; Valadares (1976), a partir dos dados de germinação diária, em função do tempo de incubação das sementes:

$$fr = \frac{n_i}{\sum n_i} \quad (3)$$

em que:

$fr$  = frequência relativa de germinação;

$n_i$  = nº de sementes germinadas por dia;

$\sum n_i$  = número total de sementes germinadas.

Teste de envelhecimento acelerado tradicional – esse teste foi conduzido pelo método do gerbox, ajustado para formar uma câmara úmida (100% de umidade), adaptando a metodologia proposta por Marcos Filho (1999). Foram utilizadas caixas de plástico tipo gerbox com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como minicâmaras, adicionados ao seu interior 40 mL de água destilada, tampadas, colocadas no seu interior telas de arame suspensas e ajustadas, onde foram colocadas uniformemente 130 sementes por tratamento. Posteriormente as caixas foram mantidas em BOD's reguladas nas temperaturas de 41, 43 e 45 °C por períodos de 24, 48, 72 e 96 horas. Após esses períodos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

Teste de envelhecimento acelerado com solução salina – a condução deste teste foi similar à condução do teste de envelhecimento acelerado tradicional, tendo, entretanto, adicionado ao fundo das caixas de plástico tipo gerbox, 40 mL de solução salina feita com cloreto de sódio (40 g de NaCl em

100 mL de água destilada), para ajustar a umidade relativa de 76%, de acordo com a metodologia proposta por Jianhua; McDonald (1996).

Delineamento experimental e análise estatística – adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, arranjos em esquema fatorial 2x3x5 (soluções x temperaturas de envelhecimento x tempos de exposição). Os dados em porcentagens foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$  e os dados de índice de velocidade de germinação em  $\sqrt{x+0,5}$ , mas nas tabelas estão apresentados os dados originais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o software estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009). Foi realizada a análise de regressão polinomial com o software estatístico Sigma Plot 10.0 (2006), para germinação e IVG, em função da temperatura e do tempo de exposição. Foram utilizados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo escolhido o que melhor se ajustou aos dados obtidos.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores para o teor de umidade nas sementes registrados antes e após a condução dos tratamentos de envelhecimento acelerado (Tabela 1) evidenciam que pelo método tradicional houve um acréscimo acentuado na umidade das sementes, inicialmente (T0) com 12,60% e após tratamento por 24 horas atingiu valores de 21,50%, permanecendo quase inalterado após este período, atingindo 23,96% após 96 horas de exposição ao envelhecimento acelerado, em todas as temperaturas testadas. Quando as sementes foram envelhecidas pelo método alternativo, similarmente houve acréscimo inicial no grau de umidade das sementes, entretanto, este aumento ocorreu de forma mais lenta e com valores bem inferiores em relação ao envelhecimento tradicional, atingindo valores de 15,75% após 24 horas de envelhecimento, e valores de 16,60% após 96 horas. Verifica-se que de acordo com os dados iniciais de umidade, as sementes apresentavam-se em ótimas condições para a condução dos testes, havendo similaridade entre os valores, e de acordo com os incrementos nos teores de água, verifica-se que não houve variações

acentuadas, o que sugere uma boa uniformidade na condução dos tratamentos de envelhecimento acelerado, que de acordo com Marcos Filho (1999) valores de umidade oscilando entre 3 e 4% são toleráveis, levando à obtenção de resultados mais consistentes. Krzyzanowski et al. (1991) afirmam que valores de umidade oscilando para mais ou para menos podem indicar sementes com maior ou menor taxa de deterioração.

Tabela 1. Teor de água (%) em sementes de canudo de pito antes (T0) e após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (A) e envelhecimento acelerado em solução salina (B) a 41, 43 e 45 °C por 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre, ES, 2011

Temperaturas (°C)	A				
	T0	24	48	72	96
41	12,59	21,07	22,19	22,78	23,56
43	12,33	21,41	22,99	23,32	24,27
45	12,85	21,52	23,21	24,18	24,76
B					
	T0	24	48	72	96
41	12,38	15,48	15,60	15,78	16,04
43	12,45	15,75	15,90	16,27	16,76
45	12,74	15,85	16,68	16,95	17,17

Houve redução significativa na germinação das sementes submetidas às condições de envelhecimento acelerado. Resultados similares foram observados em sementes de *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004); urucu (LOPES et al., 2008) e *Eucalyptus grandis* (CAMARGO et al., 2000).

O envelhecimento acelerado conduzido pelo método tradicional afetou a germinação das sementes (Tabela 2) de forma significativa havendo uma redução acentuada com o aumento da temperatura de envelhecimento para 43 e 45 °C, enquanto com a utilização da solução salina, houve redução somente quando os tempos de exposição foram elevados.

Tabela 2. Germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de canudo de pito antes (T0) e após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (água) (A) e envelhecimento acelerado em solução saturada com NaCl (B) a 41, 43 e 45 °C por 24, 48, 72 e 96 horas. Alegre, ES, 2011

<b>Germinação</b>					
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>A</b>				
	T0	24	48	72	96
41	74 aA	65 aA	63 aA	64 aA	64 aA
43	74 aA	33 bB	34 bB	31 bB	5 bC
45	74 aA	22 bB	17 cB	1 cC	0 cC
<b>B</b>					
41	74 aA	73 bAB	67 abAB	65 aAB	54 aB
43	74 aA	67 bAB	60 bABC	42 bC	53 aBC
45	74 aA	86 aA	74 aAB	63 aB	37 bC
<b>IVG</b>					
<b>Temperatura (°C)</b>	<b>A</b>				
	T0	24	48	72	96
41	1,91 aA	1,56 aB	1,55 aB	1,53 aB	1,40 aB
43	1,91 aA	0,84 bB	0,78 bB	0,79 bB	0,14 bC
45	1,91 aA	0,42 cB	0,35 cB	0,01 cC	0,00 bC
<b>B</b>					
41	1,91 aA	1,74 aA	1,68 aA	1,56 aA	1,43 aA
43	1,91 aA	1,87 aA	1,62 aAB	1,32 bBC	1,28 aC
45	1,91 aA	1,88 aA	1,70 aA	1,44 aA	1,16 bB

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

Entre os fatores temperatura e tempo de exposição, a análise evidenciou que houve interação significativa para germinação e vigor das sementes (Tabela 2 e Figura 1A).

Sementes tratadas com envelhecimento acelerado tradicional, sob temperatura de 41 °C mantiveram valores de germinação similares ao controle (T0) em todos os tempos de exposição. Esse resultado obtido em T0 (74%) assemelha ao resultado de germinação encontrado por Leal Filho; Borges (1992), que avaliando temperatura e luz para a germinação de sementes de canudo de pito obtiveram 79,5% de germinação sob temperatura constante de 30 °C. Entretanto, quando as sementes foram tratadas com temperaturas de 43



°C houve redução significativa na germinação das sementes, cujos valores se mantiveram similares nos tempos de exposição por 24, 48 e 72 horas, com redução acentuada no tempo de 96 horas. O envelhecimento sob temperatura de 45 °C exerceu efeitos mais drásticos na capacidade germinativa das sementes a partir de 24 horas de tratamento, reduzindo os valores de germinação na medida em que elevou o tempo de exposição até 96 horas, onde as sementes praticamente não apresentaram germinação, manifestando os efeitos da deterioração. Contrastando com estes resultados, para sementes de *Guazuma ulmifolia* o teste pode ser conduzido sob temperatura de 41 e 45 °C por 120 ou 96 horas, respectivamente (GONÇALVES, 2003), para sementes de *Croton floribundus*, sob temperatura de 45 °C por 96 horas (ABDO, 2005) e para sementes de *Cedrela fissilis* a temperatura de 42 °C por 48 horas (CHEROBINI et al., 2008).

Os resultados obtidos nas sementes tratadas com envelhecimento acelerado em solução salina (Figura 1B e Tabela 2) evidenciam que na temperatura de 41 °C não houve grande variação quanto à germinação, com o aumento do período de envelhecimento das sementes até 72 horas de exposição, ocorrendo redução após 96 horas. Comportamento similar foi verificado nas sementes tratadas com temperatura de 43 e 45 °C por 24 e 48 horas, ocorrendo redução significativa a partir de 96 horas, sendo essa redução verificada após 72 horas nas sementes mantidas sob temperatura de 43 °C. Para o envelhecimento acelerado em sementes de *Dalbergia nigra*, o melhor tratamento foi temperatura de 43 °C por 72 horas (CORREA et al., 2006).

Esses resultados podem ser observados no tempo médio e na frequência relativa de germinação (Figura 2), onde os polígonos de frequência das sementes envelhecidas pelo método tradicional a 41 °C (Figura 2A) apresentaram-se deslocados à esquerda em relação as sementes envelhecidas na solução salina, com intervalo de germinação entre sete e 14 dias. Para as sementes envelhecidas pelo método tradicional nas temperaturas de 43 e 45 °C (Figura 2B e 2C), os polígonos apresentaram frequência semelhante ao controle, onde a germinação teve início após sete dias da semeadura, estendendo-se até o décimo nono dia, à exceção das sementes envelhecidas pelo método tradicional a 43 °C por 96 horas e 45 °C por 72 horas, cuja porcentagem de germinação foi significativamente reduzida, fato

atribuído a alta porcentagem de deterioração das sementes. Resultados similares foram encontrados em sementes de *Copaifera langsdorffii* submetidas ao envelhecimento acelerado, sob temperatura de 45 °C e 100% de umidade relativa (FERREIRA et al., 2004), e em sementes de *Melanoxylon brauna*, o envelhecimento artificial em todas temperaturas testadas impôs uma deterioração mais drástica do que o envelhecimento natural até 12 meses, sendo a de 40 °C por 96 horas a sugerida para procedimento do teste (CORTE et al., 2010).

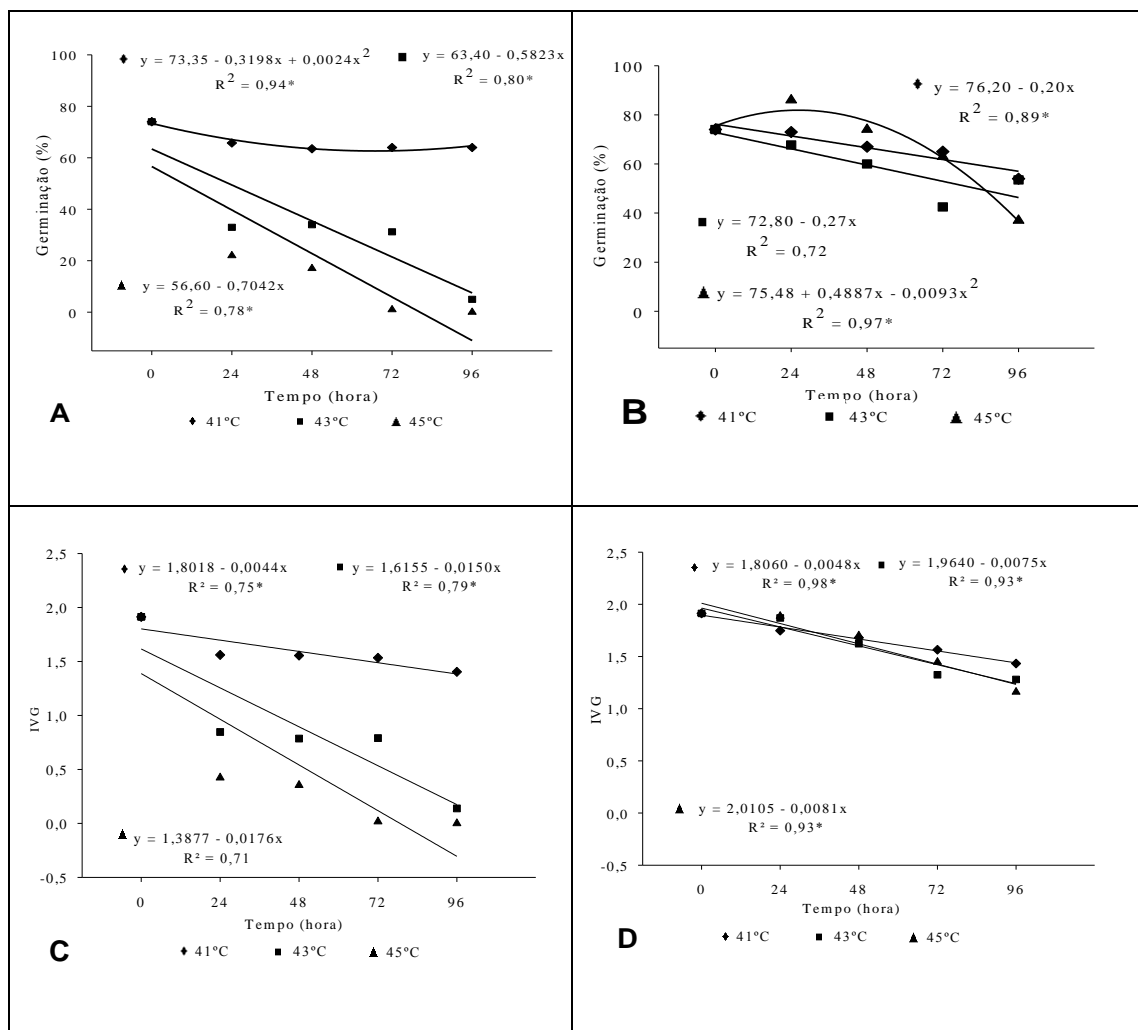


Figura 1. Regressão polinomial dos valores médios de germinação e IVG das sementes de canudo de pito submetidas ao envelhecimento acelerado. A – taxa de germinação de sementes envelhecidas pelo método tradicional; B – taxa de germinação de sementes envelhecidas pelo método alternativo (ambiente salino); C – IVG das sementes envelhecidas pelo método tradicional; e D – IVG das sementes envelhecidas pelo método alternativo.

Os efeitos dos tratamentos de envelhecimento pelo método tradicional

e com solução salina sobre a germinabilidade são claramente detectados no vigor das sementes (Tabela 1 e Figura 2). As médias do índice de velocidade de germinação decresceram significativamente nas sementes tratadas com envelhecimento tradicional por 41, 43 e 45 °C (1,63; 0,89 e 0,54, respectivamente), quando comparadas com as médias obtidas no envelhecimento feito com solução salina, cujos valores foram 1,65; 1,59 e 1,71, respectivamente. Nas sementes tratadas com temperatura de a 41 °C por 24 horas houve redução significativa no índice de velocidade de germinação e após este período, os valores obtidos foram similares. Para as sementes tratadas com envelhecimento acelerado em ambiente salino os valores obtidos no índice de velocidade de germinação (IVG) foram similares aos valores obtidos no controle em todas as temperaturas testadas, à exceção da exposição por períodos mais elevados (72 e 96 horas), onde se verificou redução significativa nestes valores. Esse resultado é importante para condução de trabalhos em nível de viveiro ou em campo, pelo fato da velocidade de germinação ser um indicativo do vigor das sementes. Entretanto, de acordo com Delouche; Basckin (1973), a redução da velocidade de germinação não está incluída entre os eventos iniciais do processo de deterioração de sementes, enquanto o teste de envelhecimento acelerado, que avalia o comportamento de sementes tratadas com temperatura e umidade relativa do ar elevadas, é considerado um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor (MARCO FILHO, 1999).

Lopes et al. (2008) estudando o efeito do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de sementes de urucu verificaram que o aumento no tempo e na temperatura do envelhecimento acelerado resulta em um processo de deterioração mais acelerado destas sementes. A deterioração é um processo de envelhecimento que culmina com a peroxidação de lipídios, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo da célula e perda de viabilidade das sementes (LOPES, 1990). De acordo com Ravikumar et al. (2002), as alterações degenerativas, que ocorrem nas estruturas internas das sementes, promovem a degradação de metabolismos essenciais, como a perda de reservas, sendo um dos fatores responsáveis pela perda de viabilidade das sementes. O processo inicial de envelhecimento de sementes, de acordo com Goel et al. (2003), é propiciado pela elevada atividade oxidativa

levando à peroxidação de radicais livres, como os lipídios. Há a indução, através deste radical livre, de uma peroxidação não enzimática, que desestrutura os sistemas membranais em nível celular, tornando-se a maior causa da deterioração de sementes armazenadas (CARVALHO, 1994).

As sementes envelhecidas pelo método tradicional a 41 °C (Figura 2) apresentou polígonos de frequência deslocados à esquerda, com sua germinação iniciando no sétimo dia estendendo-se até o décimo quarto dia.

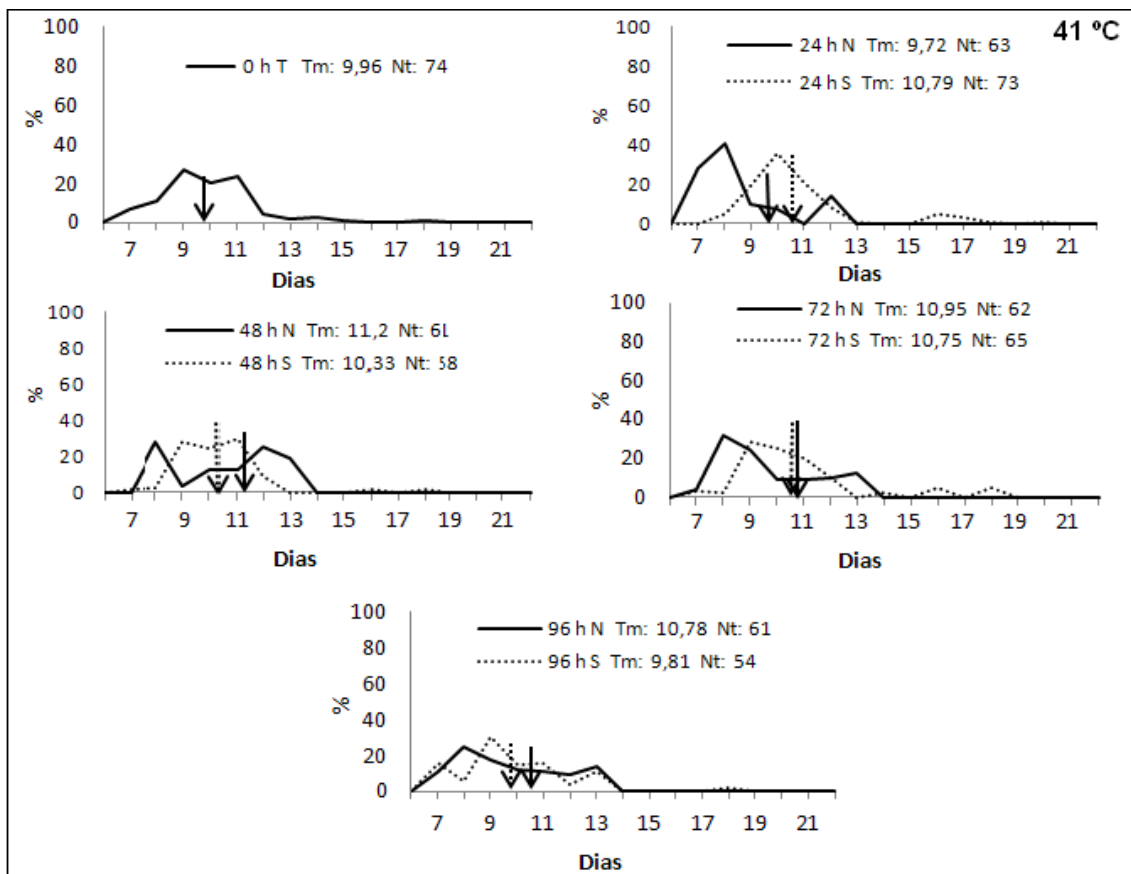


Figura 2. Influência do envelhecimento acelerado a 41 °C pelo método tradicional (N) e alternativo (S) na distribuição da frequência relativa de germinação e tempo médio de sementes de canudo de pito, ao longo do período de germinação. Tm (tempo médio de germinação); e Nt (número total de sementes germinadas). Alegre, ES, 2011.

Ao contrário dos polígonos de frequência relativos ao envelhecimento a 41 °C, os polígonos de frequência das sementes envelhecidas a 43 °C (Figura 3) evidenciaram um atraso no início da germinação, assim como os polígonos de frequência das sementes envelhecidas a 45 °C (Figura 4) que se apresentaram deslocados à direita, com início e máximo da germinação em

torno do décimo primeiro dia, evidenciando um atraso no processo germinativo. O tempo médio de germinação das sementes submetidas ao envelhecimento pelo método tradicional a 41 °C foi similar ao do controle, enquanto nas sementes tratadas com temperaturas de 43 e 45 °C evidenciou atraso na germinação, com deslocamento dos polígonos à direita.

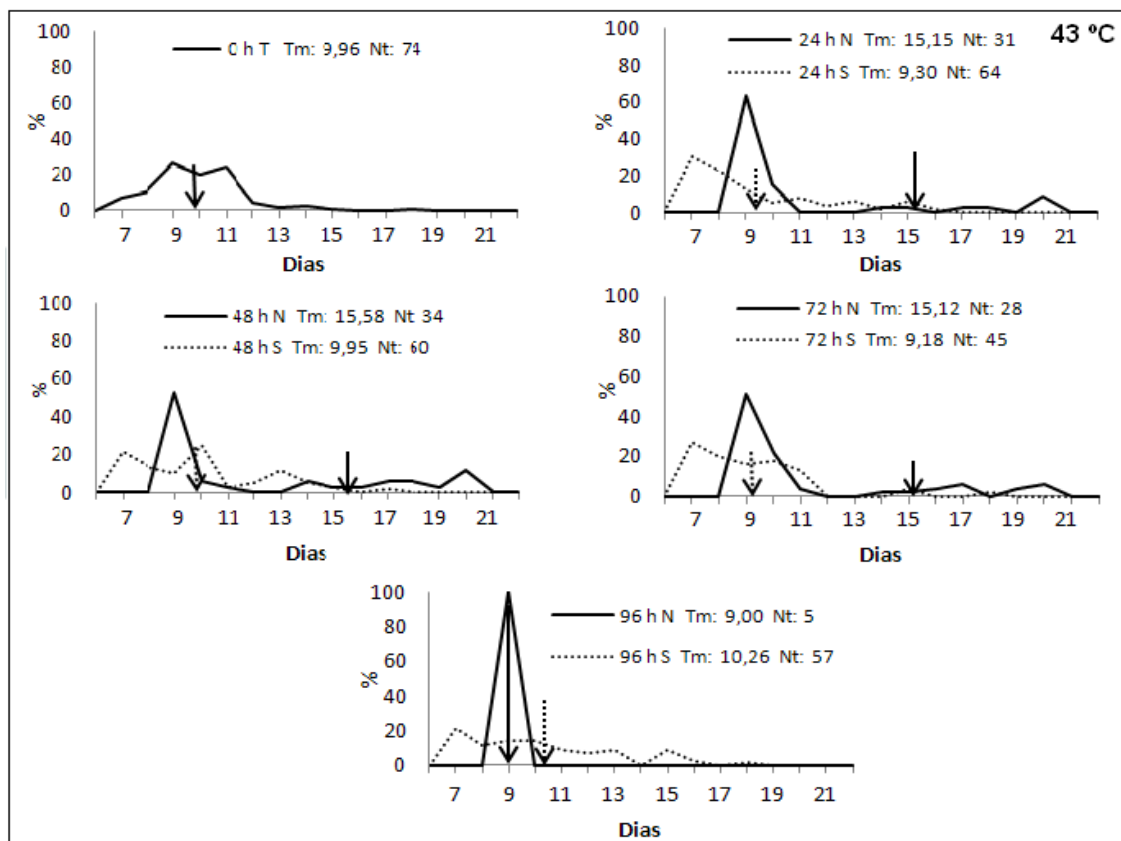


Figura 3. Influência do envelhecimento acelerado a 43 °C pelo método tradicional (N) e alternativo (S) na distribuição da frequência relativa de germinação e tempo médio de sementes de canudo de pito, ao longo do período de germinação. Tm (tempo médio de germinação); e Nt (número total de sementes germinadas). Alegre, ES, 2011.

As diferenças observadas para a frequência relativa de germinação e o tempo médio de germinação entre as sementes envelhecidas pelo método tradicional e as envelhecidas pelo método alternativo podem ser atribuídas à concentração de sal na solução, que exerce a função de condicionamento osmótico e não permite a absorção elevada de umidade pela semente, evitando assim a redução drástica no seu vigor.

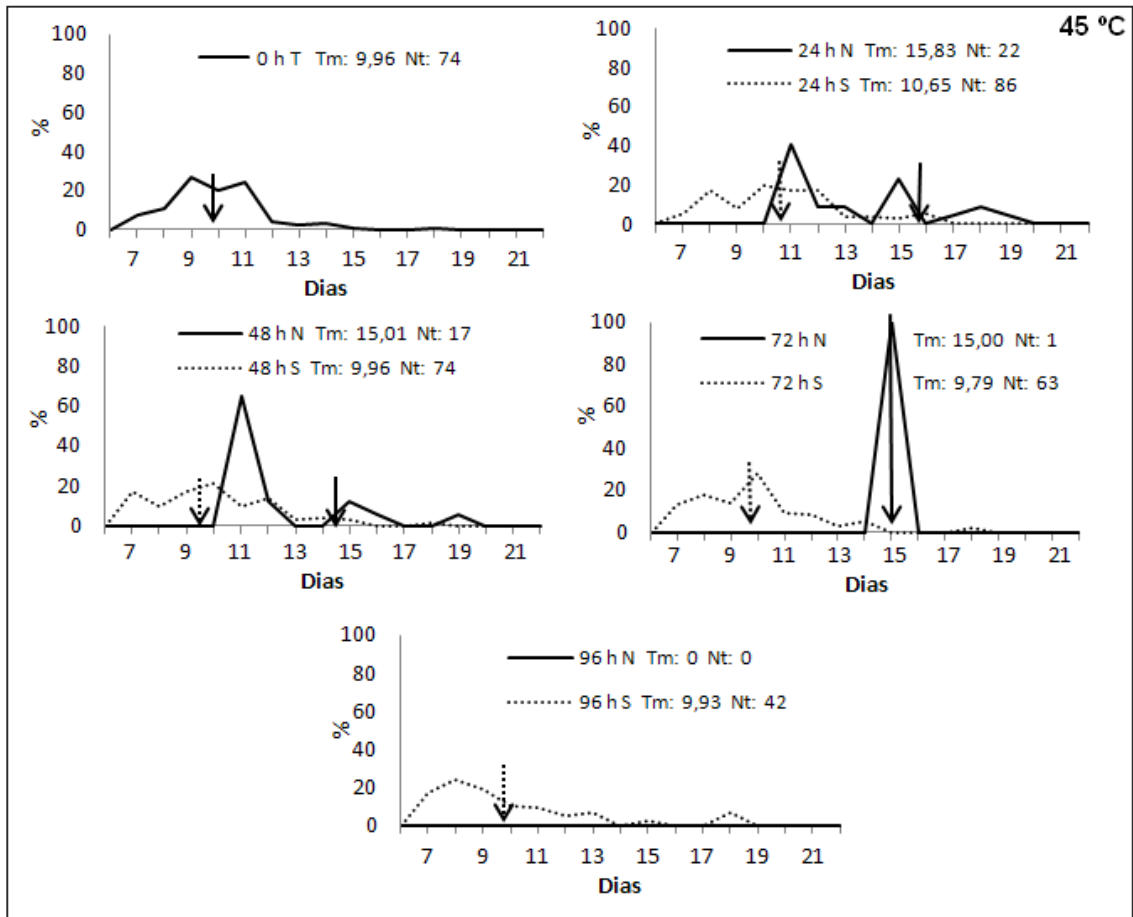


Figura 4. Influência do envelhecimento acelerado a 45 °C pelo método tradicional (N) e alternativo (S) na distribuição da frequência relativa de germinação e tempo médio de sementes de canudo de pito, ao longo do período de germinação. Tm (tempo médio de germinação); e Nt (número total de sementes germinadas). Alegre, ES, 2011.

Com o envelhecimento ocorre aumento no teor de água das sementes em relação ao controle, e quanto mais elevada for a temperatura de envelhecimento maiores danos são causados à semente e maior é a redução no seu vigor, principalmente por ocasionar rompimento das membranas celulares e perda das reservas das sementes (LOPES, 1990).

Santos; Paula (2007) afirmam que após o envelhecimento, quando as sementes são colocadas para germinar na temperatura ideal, o seu metabolismo é rapidamente ativado, em razão do maior teor de água, tendo como consequência, maior velocidade de germinação em relação às sementes não envelhecidas. Fantj; Perez (1999) com sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina*) observaram comportamento similar durante a germinação.

O comportamento observado nas sementes de *Mabea fistulifera*, também foi relatado por Cherobini et al. (2008) em sementes de cedro (*Cedrela fissilis*) em que os autores verificaram que o aumento no tempo de envelhecimento proporciona acréscimos no teor de água das sementes, reduzindo, assim, o tempo de germinação. Assim, para as sementes de alto vigor, em alguns casos, o envelhecimento pode funcionar como um pré-condicionamento, favorecendo a germinação e a velocidade de germinação.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada para o desenvolvimento do envelhecimento acelerado em sementes de canudo de pito conclui-se que:

- a) o teste de envelhecimento acelerado aplicado às sementes reduz o vigor destas;
- b) o teste de envelhecimento acelerado tradicional conduzido a 41 °C não exerce efeito sobre a porcentagem de germinação das sementes de canudo de pito;
- c) o teste de envelhecimento acelerado tradicional e em solução saturada de NaCl 43 °C por 24 horas e por 72 horas, respectivamente é eficiente para diferenciação da qualidade fisiológica das sementes;
- d) o teste de envelhecimento acelerado tradicional conduzido a 45 °C determina uma drástica deterioração das sementes;
- e) o envelhecimento acelerado em suas duas metodologias se mostrou aplicável em sementes de canudo de pito, indicando a possibilidade de sua utilização para comparar o vigor entre lotes de sementes desta espécie.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N. **Germinação, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de capixingui (*Croton floribundus* Spreng.) – EUPHORBIACEAE.** 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

- CAMARGO, M. L. P. et al. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 113-122, 2000.
- CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 1-30.
- CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.
- CORREA, N. B. et al. Efeito do envelhecimento acelerado na germinação e vigor de sementes de *Dalbergia nigra* Vell. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2006, São José dos Campos - SP. **Anais...**São José dos Campos: Universidade do Vale do Parnaíba, 2006. p. 1024- 1027.
- CORTE, V. B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Melanoxylon brauna* envelhecidas natural e artificialmente. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 181-189, junho. 2010.
- DELOUCHE, J. C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J. B.; JACKOBS, J. A. (eds.). **Soybean seed quality and stand establishment**. S.l.: Intsoy, p. 57-66, 1982.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina* L. – FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 135-141, 1999.
- FERREIRA, R. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 82-86, 2004.
- FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, A. C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *araucaria angustifolia*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 346-355, mar./abr., 2001.
- GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.



GOEL, A.; GOEL, A. K.; SHEORAN, I. S. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, p. 1093-1100, 2003.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por diferentes testes de vigor.** 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LABOURIAU, L.G. A germinação das sementes. Secretaria Geral da OEA, Washington, 1983.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 236-284, 1976.

LEAL FILHO, N.; BORGES, E. E. de L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p. 57-60, 1992.

LINO, C, F; SIMÕES, L, L. **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais.** São Paulo-SP, Senac, 2002, 215 p.

LOPES, J. C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento.** 1990. 254 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – UNICAMP, Campinas.

LOPES, J. C.; LIMA, R. V.; MACEDO, C. M. P.; Germinação e vigor de sementes de urucu. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, jan-mar. 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa, SP: Plantarum, 2.ed, v. 1, 1998. 352 p.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-150

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 1-24, 1999.

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

MARTINS, S, V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2001.

PONTES, C. A. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* benth. (sibipiruna) **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.43-48, 2006.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior/ Ministério da Educação e Cultura (ABEAS/MEC), 1985. 289 p.

RAVIKUMAR, R. et al. Seed viability and biochemical changes associated with accelerated ageing in *Dendrocalamus strictus* seeds. **Biologia Plantarum**, v. 45, n. 1, p. 153-156, 2002.

ROBERTS, E. H. Loss of viability and crop yields. In: Roberts, E.H. (ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, p. 307-320, 1974.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007.

SIGMAPLOT: EXACT GRAPHS AND DATA ANALYSIS. Version 10.0. **Systat Software**, Alemanha, 2006. Disponível em: <http://www.sigmaplot.com/index.php>

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 14, p. 75-84, 1995.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnósticos e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: reunião temática matérias-primas oleaginosas no Brasil – diagnósticos, perspectivas e prioridades de pesquisa. **Embrapa-CNPMA/MAA/ABIOVE**. Campina Grande, p. 139-150, 1997.

## **CAPÍTULO III**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANUDO DE PITO EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

# PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANUDO DE PITO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influencia de diferentes tipos de substratos e níveis de sombreamento na produção de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação utilizando-se os substratos solo+biosólido; Plantmax floresta e solo+areia+esterco. Os níveis de sombreamento utilizados foram: pleno sol, e sombreamento feito com a utilização de uma, duas e três telas de sombrite preta (poliolefinas). Foram avaliados a taxa de sobrevivência, altura, diâmetro, área foliar, comprimento da raiz, relação altura/diâmetro, relação parte aérea/sistema radicular, índice de qualidade de Dickson (IQD) e razões clorofila *a/b* e clorofila/carotenóides. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. As mudas transplantadas para todos os substratos mantidos em pleno sol apresentam desenvolvimento rudimentar. O substrato solo+areia+esterco proporciona melhor desenvolvimento das mudas em todos níveis de sombreamento. O aumento no nível de sombreamento determinou aumento no teor de clorofila em relação aos carotenóides.

**Palavras-chave:** *Mabea fistulifera* Mart., desenvolvimento, luminosidade, propagação.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of different substrates and levels of shading on seedling production of canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.). The study was conducted in a greenhouse using soil substrates + biosolids; Plantmax forest and soil + sand + manure. The levels of shading were used: full sun, and shading done with the use of one, two and three black shade screens (polyolefin's). We evaluated the survival rate, height, diameter, leaf area, root length, height/diameter ratio, ratio shoot/root system, Dickson quality index (IQD) and ratios of chlorophyll *a/b* and chlorophyll/carotenoids. The experimental design was completely randomized design with four replications. The seedlings were transplanted to all substrates kept in full sunlight presented rudimentary development. The substrate soil + sand + manure provide better development of seedlings in all levels of shading. The increase in the level of shading resulted in an increase in chlorophyll content in relation to carotenoids.

**Keywords:** *Mabea fistulifera* Mart., development, lighting, spread.

## 1. INTRODUÇÃO

A grande diversidade de espécies florestais que compõem os diferentes biomas do nosso país indica que há uma enorme área da pesquisa a

ser explorada. Se comparada a diversidade florística com a quantidade de pesquisas sobre as espécies nativas florestais, fica fácil perceber que se há muito a conhecer sobre a potencialidade de uso, fisiologia, manejo e produção, conhecimentos que irão contribuir tanto para manutenção dos fragmentos florestais existentes quanto para a recomposição de áreas já degradadas. Neste sentido, Moraes Neto; Gonçalves (2001) e Santarelli (2001) ressaltam a importância do estudo de espécies na fase de produção de mudas.

Quando se trata da recuperação de áreas degradadas, entre os principais questionamentos realizados pelos técnicos envolvidos está a escolha das espécies que deverão ser plantadas. As principais características desejáveis são espécies vegetais que suportem solos ácidos, com capacidade para crescer rapidamente, proteger e enriquecer o solo, abrigar e alimentar a fauna, recompor a paisagem e estabelecer o regime de água no solo (OLIVEIRA et al., 2008).

O canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) é uma euphorbiaceae, monóica latescente, amplamente encontrada no cerrado e em áreas de transição para Florestas Estacional Semidecidual. É normalmente encontrada agregada em bordas de mata e em locais com impacto antrópico acentuado, havendo também indivíduos isolados (VIEIRA et al., 1997).

De acordo com Oliveira et al. (2008), a boa formação de mudas para os mais variados fins está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. A germinação de sementes, a iniciação do crescimento radicular e da parte aérea está associada às características dos substratos, como a capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água, e a disponibilidade de luz. A escolha do substrato, em se tratando da sua formulação, deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas e químicas, seu peso e custo (TOLEDO, 1992). É necessário, portanto, testar substratos de fácil aquisição, alternativos à vermiculita, devido ao elevado custo desta (GOMES, 1991).

Além do tipo de substrato, a disponibilidade e a qualidade de luz incidente afetam o desenvolvimento vegetal. A capacidade de crescimento e de sobrevivência que a muda apresenta, quando sombreada, está relacionada com um mecanismo de adaptação ao habitat. A adaptação às baixas intensidades luminosas é um atributo genético que em interação com o

ambiente produz respostas que modificam a morfologia e fisiologia das folhas, para um uso mais eficiente da radiação solar disponível no ambiente (SHROPSHIRE et al., 2001). A influencia da luminosidade na fase de produção de mudas vem sendo estudada em espécies florestais como *Clitoria fairchildiana* e *Peltophorum clubium* (PORTELA et al., 2001), *Jacaranda puberula* (ALMEIDA et al., 2005), *Hymenaea parvifolia* (SILVA et al., 2007) e *Erythrina velutina* (MELO; CUNHA, 2008).

De acordo com Paiva; Gomes (2000) são vários os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas de espécies florestais, dentre eles destacam-se: diâmetro do coleto; altura da parte aérea; sistema radicular; relação parte aérea/sistema radicular; relação diâmetro do coleto/altura da parte aérea, pesos de massa verde e seca das partes aérea e radicular e aspectos nutricionais. Estes parâmetros de classificação são baseados em duas premissas de grande importância, conforme Carneiro (1995): aumento do percentual de sobrevivência das mudas, após o plantio e redução da frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influencia de diferentes tipos de substratos e níveis de sombreamento na produção de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado em Alegre-ES, utilizando-se sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) provenientes de frutos de doze matrizes existentes em áreas de regeneração em três pontos situados na região do Caparaó-ES, coordenadas geográficas 20°45'39" S e 41°33'32" W; 20°45'25" S e 41°34'44" W; 20°46'15" S 41°36'18" W. A região fica localizada entre os paralelos 20°45'48" de latitude sul e 41°31'57" de longitude oeste de Greenwich, apresentando uma altitude de cerca 613 metros. O clima predominante é quente e úmido no verão, com inverno seco, e com uma precipitação anual média de 1200 mm. A temperatura média anual oscila em

torno de 27 °C (CCA-UFES/INMET, 2010).

Os frutos foram coletados com auxílio de um podão, secos em estufa com convecção, à temperatura de 30 °C até o início da deiscência. Nesta fase as sementes foram extraídas manualmente, secas à sombra à temperatura ambiente do Laboratório de Sementes. Posteriormente foram feitas as seguintes avaliações e/ou determinações:

Germinação e transplântio – as plântulas para transplântio foram obtidas pela germinação das sementes em bandejas de poliestireno com areia, em casa de vegetação com sombrite 50%. Trinta dias após a semeadura as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos de polietileno de 11 x 23 x 0,15 cm, contendo três tipos de substratos: solo+biosólido (24 t ha<sup>-1</sup>); solo+areia+esterco, na proporção 1:1:1 (v/v) e substrato comercial (Plantmax floresta). As sacolas contendo os substratos foram dispostas em quatro níveis de sombreamento obtidos pela sobreposição de telas de poliolefinas de cor preta, cujas radiações luminosas foram: pleno sol (1356 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>); cobertura com uma tela sombrite (781 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>); cobertura com duas telas (376 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e cobertura com três telas (170 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). As radiações de fluxos de fótons fotossintéticos foram medidas por radiômetro marca Quantum Meter, modelo QMSW-SS, obtidas pela média de doze medições para cada nível de sombreamento. O solo utilizado foi o Argissolo Vermelho eutrófico (camada de 10-30 cm), corrigido com calcário até 60% de saturação de base, adicionado ao lodo de esgoto e à areia e esterco. As análises de macronutrientes, pH, Al e H+Al foram feitas conforme EMBRAPA (1997). Os micronutrientes Cu, Zn, Fe, Mn e B, de acordo com a Comissão de Fertilidade – RS/SC (1994). O lodo de esgoto utilizado neste experimento é proveniente da lagoa anaeróbica da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da CESAN de Valparaíso, município da Serra-ES. As plântulas foram irrigadas três vezes por dia, à exceção dos dias chuvosos, mantendo-se o substrato sempre umedecido.

Qualidade das mudas – a qualidade das mudas foi avaliada durante a condução do experimento, e a taxa de sobrevivência das mudas pela contagem do número de mudas vivas aos 30, 60, 90 e 120 dias. Ao final do experimento (120 dias) foram avaliados: altura das mudas, com medições feitas do coleto à inserção do último par de folhas; comprimento das raízes com auxílio de uma

régua graduada em milímetros; diâmetro do coleto, obtido com paquímetro graduado em milímetros; área foliar, obtida pela média da massa fresca de 10 discos foliares de 1,0 cm<sup>2</sup>, coletados aleatoriamente nos tratamentos, estimando-se a área pela massa total das folhas de cada repetição, adaptado de Benicasa (2003); massas frescas da parte aérea e das raízes, obtidas após a separação do sistema radicular na região do coleto, por pesagem direta da parte aérea e das raízes em balança de precisão 0,001 g. Posteriormente o material foi mantido em estufa à 80 °C por 72 horas, realizando-se a pesagem imediatamente após a retirada da estufa em balança com precisão de 0,001 g, e com os dados obtidos foram calculados a massa seca da parte aérea e das raízes, a relação da parte aérea/sistema radicular, a relação da altura da parte aérea/diâmetro do coleto, e o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme proposto por Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{ALT(cm)}{DIAM(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \quad (1)$$

em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson;

MST = massa seca total;

ALT = altura da parte aérea;

DIAM = diâmetro do colo;

MSPA = massa seca da parte aérea; e

MSR = massa seca das raízes.

Pigmentos fotossintéticos – foram avaliados o teor de clorofila total, clorofila *a*, clorofila *b*, carotenóides, e posteriormente foi determinada as razões clorofila *a/b* e clorofila/carotenóides. Os teores de clorofila foram determinados em extratos obtidos após a extração feita com acetona 80% diluída em água destilada, utilizando-se 0,2 g de material vegetal macerados em 20 mL de acetona. Após a extração, os extratos foram filtrados em papel de filtro em balões de 25 mL e mantidos no escuro. A densidade ótica dos filtrados foi obtida em espectrofotômetro a 470, 645 e 663 nm, utilizando-se cubetas de



quartzo. As determinações das concentrações de clorofila e carotenóides foram realizadas usando as equações de Lichtenthaler (1987):

$$\text{Clorofila } a = (12,7.A_{663} - 2,69.A_{645} / 1000.MF).V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)} \quad (2)$$

$$\text{Clorofila } b = (22,9.A_{645} - 4,68.A_{663} / 1000.MF).V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)}$$

$$\text{Clorofila Total} = (20,2.A_{663} - 2,69.A_{645} / 1000.MF).V \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)}$$

$$\text{Carotenóides} = (1000.A_{470}) - (1,82.\text{Clor } a) - (85,02.\text{Clor } b) / 198.V / 1000.MF \text{ (mg g}^{-1} \text{ MF)}$$

em que:

$A_{470}$  = absorvância a 470 nm;

$A_{663}$  = absorvância a 663 nm;

$A_{645}$  = absorvância a 645 nm;

$V$  = volume da amostra (mL);

$MF$  = massa fresca da amostra (g).

Delineamento experimental e análise estatística – adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com quatro repetições. O fator substrato foi colocado nas parcelas, sendo estas submetidas a diferentes intensidades luminosas (subparcelas). Cada tratamento constou de seis plantas por repetição. Os dados em porcentagem não sofreram análise estatística, os demais dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors, os dados não normais foram transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ . Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o software estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos nas taxas de sobrevivência das mudas estão agrupados na Tabela 1. Constatou-se que trinta dias após a repicagem, as mudas repicadas para a condição de pleno sol não sobreviveram. Essa alta mortalidade pode estar associada a condição de estresse causado pela alta

incidência de luz e não à repicagem, que é uma técnica normalmente utilizada na propagação de plantas em viveiros. Em contraste, verificou-se alta taxa de sobrevivência das mudas mantidas sob sombreamento após trinta dias da repicagem. Portanto, pode-se supor que a repicagem das plântulas e sua exposição a pleno sol ocasionou a mortalidade total das mudas. Almeida et al. (2005) observaram o mesmo comportamento em mudas de *Jacaranda puberula*. Devido deste fato, a análise e discussão dos resultados serão feitas considerando os tratamentos que receberam sombreamento com 1, 2 e 3 telas, para eliminar a influência do estresse após a repicagem das mudas para luz plena.

Tabela 1. Sobrevivência (%) de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) em diferentes substratos e níveis de sombreamento aos 30, 60, 90 e 120 dias após repicagem. S1 (Solo+Biosólido); S2 (Substrato comercial); S3 (Solo + Areia + Esterco). Alegre, ES, 2011

Sombreamento	Dias	Substratos		
		S1	S2	S3
Pleno sol	30	0,00	0,00	0,00
	60	0,00	0,00	0,00
	90	0,00	0,00	0,00
	120	0,00	0,00	0,00
1 tela	30	79,17	91,67	66,67
	60	75,00	83,33	41,67
	90	75,00	25,00	33,33
	120	66,67	0,00	25,00
2 telas	30	79,17	100,00	100,00
	60	79,17	87,50	87,50
	90	75,00	36,00	70,83
	120	54,17	20,83	62,50
3 telas	30	95,83	100,00	95,83
	60	95,83	100,00	95,83
	90	87,50	87,50	75,00
	120	66,67	58,39	75,00

Chaves e Paiva (2004) constataram que a sobrevivência das mudas de fedegoso apresentou resposta linear, aumentando com o período de sombreamento, sugerindo que mesmo as espécies pioneiras, como o fedegoso, o sombreamento poderá influenciar na sobrevivência das mudas, devendo este parâmetro ser utilizado para maximizar a produção.

Devido à grande variação observada na porcentagem de sobrevivência das mudas nos diferentes tratamentos, foi calculada, para cada repetição dos tratamentos, a média dos fatores por planta.

As médias de altura e diâmetro do coleto (Tabela 2) das mudas apresentaram interação significativa entre os tratamentos, sendo que para a altura, nas mudas mantidas no substrato solo+areia+esterco as médias foram superiores às das mudas mantidas nos demais substratos, à exceção para as médias obtidas daquelas mantidas no sombreamento feito com três telas, sem, contudo diferir do substrato comercial. Para altura de planta, verificou-se que somente as mudas mantidas em substrato comercial apresentaram diferenças significativas em relação aos níveis de sombreamento, sendo que os valores obtidos nas plantas desenvolvidas sob sombreamento com três telas foram significativamente maiores que os valores obtidos nos demais tratamentos. A altura é considerada como um ótimo parâmetro para avaliação da qualidade das mudas, pois as espécies apresentam diferentes padrões de respostas, de acordo com a sua capacidade adaptativa às variações na intensidade de luz (MUROYA et al., 1997). Em relação ao diâmetro, as plantas desenvolvidas no substrato solo+biosólido apresentaram valores inferiores aos demais, os quais não diferiram entre si, à exceção para aquelas mantidas sob sombreamento feito com uma tela, que apresentaram valores significativamente maiores no substrato solo+areia+esterco.

Tabela 2. Altura (A) e diâmetro (D) do colo de plantas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) em diferentes substratos e níveis de sombreamento. S1 (Solo+Biosólido); S2 (Substrato comercial); S3 (Solo + Areia + Esterco). Alegre, ES, 2011

Substratos	Nível de Sombreamento					
	1 tela	2 telas	3 telas	1 tela	2 telas	3 telas
	A (mm)			D (mm)		
S1	82,6 bA	73,9 cA	104,9 bA	1,83 bA	1,49 bB	1,78 bAB

Continua...

Tabela 2, continuação:

S2	00,0 cC	139,8 bB	215,4 aA	0,00 cB	1,96 aA	2,16 aA
S3	173,8 aA	192,6 aA	185,5 aA	2,15 aA	2,09 aA	2,02 bA

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

Na análise de área foliar (Tabela 3), as plantas desenvolvidas no substrato solo+areia+esterco apresentaram valores estatisticamente superiores àquelas desenvolvidas nos demais substratos, em todos os níveis de sombreamento. Os níveis de sombreamento influenciaram somente nas mudas que se desenvolveram no substrato comercial, sendo que o sombreamento obtido com três telas favoreceu o aumento da área foliar. Com relação ao comprimento da raiz, verificou-se que os valores obtidos foram similares em todos os tratamentos, à exceção daqueles obtidos nas mudas desenvolvidas no substrato solo+areia+esterco, em nível de sombreamento feito com duas telas, sendo que este foi inferior ao substrato comercial.

Tabela 3. Área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR) de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) em diferentes substratos e níveis de sombreamento. S1 (Solo+Biosólido); S2 (Substrato comercial); S3 (Solo + Areia + Esterco). Alegre, ES, 2011

Substratos	Nível de Sombreamento					
	1 tela	2 telas	3 telas	1 tela	2 telas	3 telas
	AF (cm <sup>2</sup> )			CR (cm)		
S1	13,75 bA	5,94 bA	13,04 bA	11,10 aA	14,47 abA	15,55 aA
S2	0,00 cB	3,24 bB	12,97 bA	0,00 bB	19,44 aA	16,98 aA
S3	36,21 aA	36,12 aA	44,71 aA	13,99 aA	13,77 bA	13,41 aA

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

As médias da relação altura/diâmetro (Tabela 4) das mudas diferiram entre os tratamentos, sendo que no tratamento solo+areia+esterco o valor foi superior aos demais nos níveis de sombreamento com uma e duas telas. Entretanto, no sombreamento utilizando-se três telas, este substrato não diferiu do substrato comercial. Houve variação significativa para os níveis de sombreamento somente para o substrato comercial, onde o sombreamento com três telas foi estatisticamente superior aos demais. Gomes (2001) afirma não ser comum o uso dessa relação para avaliar a qualidade de mudas,

entretanto, pode ser um excelente indicativo para predizer o potencial de sobrevivência das mudas no campo. A relação parte aérea/sistema radicular das plantas desenvolvidas no substrato solo+areia+esterco foi superior em relação às plantas dos demais substratos, entretanto, nos dois níveis de sombreamento obtidos com uma e três telas, estes valores não se diferiram nas plantas do substrato solo+biosólido.

Tabela 4. Relação altura/diâmetro (A/D) e parte aérea/comprimento de raiz (PA/CR) de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) em diferentes substratos e níveis de sombreamento. S1 (Solo+Biosólido); S2 (Substrato comercial); S3 (Solo + Areia + Esterco). Alegre, ES, 2011

Substratos	Nível de Sombreamento					
	1 tela	2 telas	3 telas	1 tela	2 telas	3 telas
	A/D			PA/CR		
S1	4,49 bA	4,97 cA	5,88 bA	2,62 aA	1,50 bB	2,18 abAB
S2	0,00 cC	7,14 bB	10,00 aA	0,00 bB	1,21 bA	1,80 bA
S3	8,11 aA	9,13 aA	9,14 aA	3,33 aA	2,62 aA	2,74 aA

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

Não houve interação significativa entre os substratos e o nível de sombreamento para o IQD das mudas. Entretanto, houve diferenças significativas para o IQD das mudas entre os substratos (Tabela 5), sendo que as mudas produzidas no substrato solo+areia+esterco foram superiores às mudas produzidas nos demais substratos, mas não diferindo estatisticamente das mudas produzidas com o substrato solo+biosólido. Melo e Cunha (2007), estudando o crescimento inicial de mudas de *Erythrina velutina* Wild. sob diferentes níveis de sombreamento constaram que o IQD é um índice importante, considerando-o como promissora medida morfológica ponderada, devido este considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda. Gomes (2001), afirma que os vários parâmetros morfológicos utilizados no IQD, permitem predizer consideravelmente a qualidade das mudas na fase de viveiro.

Tabela 5. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) em diferentes substratos. S1 (Solo+Biosólido); S2 (Substrato comercial); S3 (Solo + Areia + Esterco). Alegre, ES, 2011

Substratos		
S1	S2	S3
0,030 ab	0,017 b	0,038 a

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

As relações dos teores de clorofila (Tabela 6) obtidas das folhas das plantas evidenciaram que a relação clorofila *a/b* foi superior nos níveis de sombreamento com uma e com duas telas para os substratos solo+biosólido e solo+areia+esterco. O que sugere um acréscimo de clorofila *b* nas mudas desenvolvidas no sombreamento com três telas. Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Rego e Possamai (2006), que estudando o efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa observaram um acréscimo no teor de clorofila *b* em relação à clorofila *a* nos níveis mais altos de sombreamento.

Tabela 6. Relação clorofila *a/b* e clorofila/carotenóides em folhas de mudas de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart) em diferentes substratos e níveis de sombreamento. S1 (Solo+Biosólido); S2 (Substrato comercial); S3 (Solo + Areia + Esterco). Alegre, ES, 2011

Substratos	Nível de Sombreamento					
	1 tela	2 telas	3 telas	1 tela	2 telas	3 telas
	Clorofila <i>a/b</i>			Clorofila/Carotenóides		
S1	1,50 aA	1,44 aA	1,21 bB	2,36 bC	2,97 cB	3,10 cA
S2	0,00 bB	1,55 aA	1,44 aA	0,00 cC	3,11 bB	3,53 aA
S3	1,50 aA	1,44 aA	1,26 bB	3,31 aAB	3,23 aB	3,35 bA

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

Johnson et al. (1982) e He et al. (1996) observaram que nos níveis mais elevados de sombreamento a razão clorofila *a/b* decresce, indicando aumento de clorofila *b* em relação à *a*. Segundo Scalon et al. (2002), o aumento de clorofila *b* nas folhas é uma característica importante para espécies sombreadas, pois a clorofila *b* capta energia de outros comprimentos

de onda e a transfere para a clorofila *a*, que atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese, representando um mecanismo de adaptação à menor intensidade luminosa.

A razão clorofila/carotenóides (Tabela 6) sugere que houve acréscimo nos teores de clorofila nos maiores níveis de sombreamento. De um modo geral, o aumento da concentração de clorofila, com a redução da luminosidade, aumenta a capacidade de absorção de luz de comprimento de ondas diferentes dos picos da fotossíntese. Rego e Possamai (2006) verificaram que plantas de jequitibá-rosa respondem ao aumento da luminosidade com o aumento na razão clorofila *a/b*. Morais et al. (2007) observaram que arbóreas da Amazônia que crescem sob sombreamento apresentam maior teor foliar de clorofila.

A clorofila *b* e os carotenóides são considerados pigmentos acessórios do processo fotossintético, pois, embora não estejam relacionados à captura da energia luminosa nos centros de reação (papel desenvolvido pela clorofila *a*), promovem fotoproteção ao sistema (MARENCO; LOPES, 2009). De acordo com estes resultados pode-se concluir que a relação clorofila *a/b* e clorofilas/carotenóides são indicadores da plasticidade fisiológica em relação à alteração das condições de luminosidade, corroborando com as observações de (KITAJIMA; HOGAN, 2003; SCALON et al., 2003).

#### **4. CONCLUSÕES**

De acordo com a metodologia utilizada para a produção de mudas de canudo de pito, conclui-se que:

- a) as mudas de canudo de pito repicadas para substratos e mantidas em pleno sol não sobrevivem;
- b) o crescimento inicial das mudas de canudo de pito é favorecido pelo nível de sombreamento;
- c) para as mudas de canudo de pito, a relação altura/diâmetro é um excelente parâmetro para predizer o potencial de sobrevivência das mudas no campo;
- d) o substrato solo+areia+esterco é o mais recomendado para desenvolvimento das mudas sob regime de sombreamento;

- e) o aumento no nível de sombreamento reduz a relação clorofila *a/b*, com aumento do teor de clorofila *b*;
- f) a alteração na luminosidade altera a relação clorofila *a/b* e clorofilas/carotenóides das plantas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.

BENICASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas**. Funep, Jaboticabal-SP, 2003.

CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba:UFPR/FUPEF, 1995.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 22-29, 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – CFSRS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3 ed., Passo Fundo, SBCS/Núcleo Regional, 1994.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed., Rev.atual. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ALEGRE. **Dados climáticos**. Alegre: CCA-UFES/INMET, 2010.

GOMES, J. M. et al. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-41, 1991.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. Viçosa, 2001. 126 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

HE, J.; CHEE, C. W.; GOH, C. J. Photoinhibition of Heliconia under natural tropical conditions: the importance of leaf orientation for light interception and



leaf temperature. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 1238-1248, 1996.

JOHNSON, C. R.; NELL, T. A.; ROSENBAUM, S. E. Influence light intensity and drought stress on *Ficus benjamina* L. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 107, n. 2, p. 252–255, 1982.

KITAJIMA, K.; HOGAN, K. P. Increases of chlorophyll a/b ratios during acclimation of tropical woody seedlings to nitrogen limitation and high light. **Plant Cell Environ**, v. 26, n. 6, p. 857-865. 2003.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (eds.). **Methods in Enzimology**. London: Academic Press, v. 148, 1987. p. 350-381.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. UFV, Viçosa, 2009.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 67-77, jan./abr. 2008.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 29-38, 2001.

MORAIS, R. R. et al. Chloroplastid pigment contents and chlorophyll a fluorescence in Amazon tropical three species. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 5, Set./Out., 2007.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.

OLIVEIRA, R. B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, Jan/Fev., 2008.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 69 p. (Cadernos didáticos, 72)

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial de jequitibá-rosa. **Boletim Pesquisa Florestal**, v. 53, p. 179-194, 2006.

SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2001, p. 313-318.

SCALON, S. P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.

SCALON, S. P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SHROPSHIRE, C.; WAGNER, R. G.; BELL, F. W. Light attenuation by early successional plants of the boreal forest. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 31, n. 5, p.812-823, 2001.

SILVA; SILVA, B. M. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. Pêra Rio) em vaso**. 1992. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

VIEIRA, R. M.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Diagnóstico e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: Reunião Temática Matérias-Primas Oleaginosas no Brasil: Diagnóstico, Perspectivas e Prioridades de Pesquisa, 1997, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: Embrapa-CNP/MAA/ABIOVE, p. 139-150 (Embrapa-CNP/MAA/ABIOVE. Documentos, 63).