

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**BIOMETRIA, GERMINAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA  
DE SEMENTES DE *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.)  
Standl. PROVENIENTES DE DIFERENTES MATRIZES**

**Fabiana Silva dos Santos**

Bióloga

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**BIOMETRIA, GERMINAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA  
DE SEMENTES DE *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.)  
Standl. PROVENIENTES DE DIFERENTES MATRIZES**

**Fabiana Silva dos Santos**

Orientador: Prof. Dr. **Rinaldo Cesar de Paula**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2007

Santos, Fabiana Silva  
S237b Biometria, germinação e qualidade fisiológica de sementes de  
*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. Dc.) Standl. provenientes de  
diferentes matrizes / Fabiana Silva dos Santos. -- Jaboticabal, 2007  
ix, 48 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007  
Orientador: Rinaldo Cesar de Paula  
Banca examinadora: Ivor Bergemann de Aguiar, Jose Marcos

Barbosa  
Bibliografia

1. Espécie nativa. 2. Vigor de sementes. 3. Sementes florestais.  
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 634.0.2:631.531

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**FABIANA SILVA DOS SANTOS**, nascida em 11 de fevereiro de 1981 em São Paulo (SP), é Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas, formada pela Universidade do Grande ABC, Santo André-SP. Foi estagiária do Instituto de Botânica de São Paulo – IBt/ SMA em nível de Iniciação Científica e Aperfeiçoamento por três anos, tendo participado do projeto de políticas públicas “Modelos de Repovoamento Vegetal” IBt/FAPESP e de diversas atividades junto à Seção de Melhoramento Vegetal e Tecnologia de Sementes.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tornar este sonho possível, dando-me perseverança e força para vencer os obstáculos desta caminhada.

À UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade e condições oferecidas durante a realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao meu orientador, Prof. **Dr. Rinaldo Cesar de Paula**, pela amizade, paciência, apoio e ensinamentos que foram imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

Aos Profs. Drs. Ivor Bergemann de Aguiar e Jose Marcos Barbosa, membros da Banca Examinadora, pela delicadeza e sensibilidade em suas observações, as quais foram de fundamental importância para o enriquecimento da versão final deste trabalho.

Às amigas Debora Zumkeller Sabonaro e Maria de Lurdes (Dona Lurdinha), pela amizade, compreensão e ajuda durante todos os momentos dessa caminhada. “O tempo e a distância jamais apagarão os momentos que compartilhamos...”

À amiga Jane Valadarez pela sua inestimável ajuda na tradução de alguns textos em inglês, entre outras, e sua preciosa amizade.

Ao amigo Breno Marques da Silva e Silva e José Luis Soto Gonzales por sua amizade, e ajuda nos importantes momentos.

Ao funcionário do Departamento de Produção Vegetal/FCAV/UNESP: Lázaro José Ribeiro da Silva, pela ajuda nos experimentos.

Aos meus tios Vera Stolai e Roberto Stolai, pelo incentivo e força durante todos os momentos marcantes na minha vida.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo, pela oportunidade de estágio, no qual proporcionou -me o “caminho” para o ingresso ao mestrado.

A todos os meus colegas de curso: Daniela, Bruno Camila, Paula, Adriana, Nilce, Cleia, Magnólia, Thaís, Ricardo ... pela convivência e, certamente, pelas pequenas ajudas que me foram transmitidas e que se tornaram de suma importância. A todos aqueles que não foram aqui citados, mas com certeza, também tiveram a sua importância, eu não me esqueço disso. ***Meu muito obrigada a todos!***

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Considerações Sobre a Espécie .....	2
2.2 Biometria de Sementes .....	3
2.3 Germinação de Sementes .....	4
2.4 Testes de Vigor em Sementes .....	8
2.4.1 Teste de condutividade elétrica .....	11
2.4.2 Teste de envelhecimento acelerado .....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Obtenção das Sementes .....	16
3.2 Avaliações Preliminares.....	16
3.3 Teste de Germinação.....	17
3.4 Teste de Condutividade Elétrica.....	19
3.5 Teste de Envelhecimento Acelerado.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21

4.1 Biometria de Sementes .....	21
4.2 Germinação de Sementes.....	23
4.3 Teste de Condutividade Elétrica.....	25
4.4 Teste de Envelhecimento Acelerado.....	29
5. CONCLUSÕES.....	35
6. REFERÊNCIAS .....	36

**BIOMETRIA, GERMINAÇÃO E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE  
*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) Standl. PROVENIENTES DE  
DIFERENTES MATRIZES**

**RESUMO** - *Tabebuia chrysotricha* é uma planta arbórea com grande valor ornamental e potencial para uso em trabalhos de restauração de áreas degradadas. Este trabalho teve por objetivo verificar a variação quanto a caracteres biométricos de sementes, quanto ao processo germinativo e qualidade fisiológica de sementes provenientes de diferentes matrizes. Foram determinados o tamanho (comprimento, largura e espessura) e massa de matéria fresca de sementes, em oito repetições de 50 unidades. As avaliações de tamanho foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital e a massa em balança analítica. O teste de germinação foi conduzido sob temperatura 25°C, usando-se como substrato duas folhas de papel. Avaliou-se a porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, índice de velocidade de germinação, valor pico, média diária de germinação, valor germinativo, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas e porcentagem de sementes poliembrionicas, utilizando-se oito repetições de 25 sementes por tratamento. A condutividade elétrica foi avaliada em diferentes períodos de embebição (4, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas) a 25°C, utilizando oito repetições de 25 sementes. As sementes foram envelhecidas durante 72 horas a 45°C, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade. Concluiu-se que as sementes apresentam ampla variabilidade nas características biométricas, suas matrizes possuem diferenças na capacidade germinativa e vigor, o teste de envelhecimento acelerado, conduzido a 45°C por 72 horas foi eficiente, o teste de condutividade elétrica conseguiu separar os lotes de melhor e os de pior qualidade, podendo ser conduzido com 24h de embebição.

**Palavras Chave:** espécie nativa, ipê-amarelo, sementes florestais, vigor

**BIOMETRICS, GERMINATION AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) Standl. SEEDS, PROCEEDING FROM DIFFERENT MOTHER TREES**

**SUMMARY** - *Tabebuia chrysotricha* is an arboreal plant of great ornamental value and huge potential use for degraded areas. The present work had the objective of verify the variability of seeds biometric traits, of germination process and physiological quality of seeds proceeding from different mother trees. The size (length, width and thickness) and fresh mass matter of the seeds were determined, in eight repetitions of fifty units. The evaluations of size were done with the help of a digital measuring calliper instrument and fresh mass with an analytical scale. The germination test was conducted at 25°C, using as subtract two germitest paper sheets. In the present work the percentage of germination, percentage of normal seedlings, speed germination index, peak value, daily germination average, germination value, seedling length, dry mass and percentage of poli-embryonic seeds were evaluated, using eight repetitions of twenty-five seeds. Electrical conductivity was evaluated at different imbibition times (4, 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours) at 25°C, using eight repetitions of twenty-five seeds. The seeds were submitted to accelerated aging test for 72 hours at 45°C, using four repetitions of twenty-five seeds. The statistical design was completely randomized and means were compared by Scott-Knott test ( $p < 0,01$ ). Results demonstrated that *Tabebuia chrysotricha* seeds present large variability in biometric traits; mother trees presented different germination capacities and vigour; the accelerated aging test conducted at 45°C for 72 hours is efficient to evaluated the physiological quality of seeds; the electrical conductivity test was promising, can be conducted during 24 h of soaking.

**Keywords:** native species, forest seeds, vigour

## 1. INTRODUÇÃO

Deve-se enfatizar a importância de se conhecer as características das espécies florestais brasileiras, para que se possa administrar com mais segurança e objetividade a produção de mudas. Entretanto, esses trabalhos ainda são escassos, frente ao grande número de espécies que têm potencial para esse fim (POGGIANI et al., 1992).

Considerando o aumento da demanda por sementes de espécies florestais nativas de alta qualidade, principalmente para subsidiar trabalhos de reflorestamentos mistos, é fundamental que os métodos de avaliação dessa qualidade sejam eficientes.

Dentro da mesma espécie, existem variações individuais entre árvores devido às influências ambientais durante o desenvolvimento das sementes e à variabilidade genética. A alta variabilidade genética devido ao estágio relativamente selvagem, sem domesticação, aliado à alogamia, têm sido apontadas como as grandes causas da variação no processo germinativo. É sempre questionado, por exemplo, sobre a magnitude desta variação. Para a produção de mudas e plantios de recomposição ou de produção, recomenda-se trabalhar com sementes provenientes de pelo menos 12 ou 13 matrizes (KAGEYAMA et al., 2003), porém para estudos de germinação este aspecto tem sido pouco estudado.

Isto posto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a variação quanto a caracteres biométricos, processo germinativo e qualidade fisiológica de sementes provenientes de diferentes matrizes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Considerações Sobre a Espécie

*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) Standl. pertence à família Bignoniaceae, conhecida popularmente como ipê-amarelo-cascudo, é uma planta arbórea que pode atingir altura de até 10 m e tronco de 40 cm de diâmetro. Ocorre na floresta pluvial atlântica, do Espírito Santo até Santa Catarina. Sua madeira é moderadamente pesada, de grande durabilidade mesmo em condições adversas. Floresce nos meses de agosto e setembro, geralmente com a planta totalmente despida da folhagem. Os frutos amadurecem a partir do final de setembro a meados de outubro (LORENZI, 1992).

De acordo com KAGEYAMA & MARQUEZ (1981), as sementes desta espécie possui pequena quantidade de reserva o que implica em curto período de viabilidade. Segundo MARQUES et al. (2004), esta espécie possui comportamento ortodoxo.

SEGHESE et al. (1992) classificaram o ipê-amarelo como espécie secundária e constataram que suas sementes apresentam bom percentual de germinação nos diferentes tratamentos de luz a que foram submetidas, comprovando que são indiferentes em relação à intensidade luminosa, ou seja, germinam tanto a pleno sol, como sob o dossel da floresta.

É uma árvore extremamente ornamental e, nos últimos anos, tem sido utilizada na arborização de ruas e parques e em reflorestamentos destinados à recomposição de vegetação arbórea. Embora seja uma espécie de grande valor, existem poucas informações sobre suas sementes (SANTOS et al., 2005).

## 2.2. Biometria de Sementes

A classificação das sementes por tamanho, para determinação da qualidade fisiológica, tem sido bastante empregada na multiplicação das diferentes espécies vegetais (ALVES et al., 2005).

A biometria da semente também está relacionada a características da dispersão e do estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993), sendo também utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas tropicais (BASKIN & BASKIN, 1998). Durante a maturação, as sementes crescem em tamanho até atingir o valor característico para a espécie (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Dentro da mesma espécie existe, porém, variações individuais devido às influências durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética (TURNBULL, 1975). Sendo assim, o tamanho das sementes pode variar entre lotes.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), em geral, as sementes de maior tamanho foram mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embrião bem formado e com maior quantidade de substâncias de reserva sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas. A maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula (HAIG & WESTOBY, 1991), pois permite a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis. POPINIGIS (1985) afirma que o tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica. Assim, dentro do mesmo lote, as sementes pequenas apresentam menor emergência de plântulas e vigor, ao contrário das sementes de maior tamanho.

A caracterização biométrica de frutos pode fornecer importante informação de modo a permitir diferenciar espécies do mesmo gênero no campo, como ocorre com *Hymenaea courbaril*, que tem frutos cerca de quatro vezes maior que os de *H. intermedia* (CRUZ et al., 2003).

A separação por classe de tamanho, para a determinação dos fatores de qualidade fisiológica e germinação, tem sido empregada com vista a encontrar a classe ideal para multiplicação das diferentes espécies vegetais. Entretanto, os resultados têm

sido bastante divergentes, mesmo se tratando de sementes da mesma espécie (FRAZÃO et al, 1983).

RÊGO et al. (1991) verificaram que sementes grandes de *Macadamia integrifolia* não apresentaram melhor desempenho germinativo que as pequenas. Resultados semelhantes foram obtidos por AGUIAR et al. (1996), que não encontraram influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata*.

SILVA & CARVALHO (2006) relataram que para sementes de *Clitoria fairchildiana* a germinação total não foi afetada pelo tamanho das sementes, porém, o vigor sim, sendo que as sementes grandes e médias originaram plântulas mais vigorosas.

ALVES et al. (2005) concluíram que o tamanho não influenciou a germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia*, mas que este apresentou ligação direta com o vigor, da mesma forma para sementes de *Acacia Senegal*, que também não foi correlacionado sua germinação em relação ao tamanho (FERREIRA & TORRES, 2000).

No geral, as sementes de maior tamanho têm sido correlacionadas com maiores taxas de crescimento inicial de plântulas, o que aumentaria a probabilidade de sucesso durante o seu estabelecimento, uma vez que o rápido crescimento de raiz e parte aérea possibilitariam à planta aproveitar as reservas nutricionais e hídricas do solo e realizar a fotossíntese (ALVES et al., 2005).

### **2.3. Germinação de Sementes**

O termo germinação pode ser conceituado de diferentes maneiras, em função do campo de investigação. Segundo LABOURIAU (1983), do ponto de vista botânico a germinação é um processo biológico constituído pela retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Para os tecnologistas de semente, a germinação é reconhecida como a produção de plântulas normais (BRASIL, 1992). Já sob o ponto de vista fisiológico, germinar é sair do repouso e entrar em atividade metabólica (BORGES & RENA, 1993).

O teste de germinação determina, numa amostra, a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis. Este teste foi desenvolvido e aperfeiçoado para avaliar o valor das sementes para o plantio, bem como para comparar diferentes lotes, servindo assim como base para o comércio de sementes. Este teste é conduzido oferecendo às sementes as condições mais favoráveis, tais como luz, substrato mais adequado, temperatura, umidade e aeração (FIGLIOLIA et al, 1993a).

As espécies vegetais apresentam comportamento variado em relação à exposição à luz. WHITMORE (1988) relata que as sementes que não germinam no escuro são chamadas de fotoblásticas positivas, enquanto que aquelas cuja germinação é inibida pela luz são denominadas fotoblásticas negativas, havendo também espécies indiferentes à luz.

As sementes detectam mudanças no ambiente luminoso através de um pigmento fotorreceptor, o fitocromo, que existe sob duas formas, uma ativa que inibe a germinação (F<sub>ve</sub>, que tem sua absorção em torno de 730 nm, luz vermelho - distante) e outra inativa que estimula a germinação (F<sub>v</sub>, cuja máxima absorção se dá em cerca de 660 nm, luz vermelha). Essas suas formas são reversíveis, dependendo da intensidade de luz que chega até a semente (BEWLEY & BLACK, 1994).

Segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a temperatura afeta o processo germinativo de três maneiras distintas: sobre o total de germinação, sobre a velocidade de germinação e sobre a uniformidade de germinação. A germinação só ocorrerá dentro de certos limites de temperatura: acima ou abaixo dos limites superior ou inferior, respectivamente, a germinação não ocorrerá. Dentro desses limites, existe uma faixa de temperatura, na qual o processo ocorre com a máxima eficiência, ou seja, obtém -se o máximo de germinação no menor período de tempo possível. Os limites extremos e a temperatura ótima se constituem nas chamadas temperaturas cardeais. OLIVEIRA (2004) cita que o conceito de temperaturas cardeais foi introduzido por SACHS em 1860.

Um grande número de espécies apresenta reação germinativa favorável a uma alternância de temperatura, à semelhança do que acontece na natureza, em que as

temperaturas diurnas são mais altas que as noturnas (MEDEIROS, 2001). Segundo BORGES & RENA (1993), essa alternância corresponde, provavelmente, a uma adaptação às flutuações do ambiente.

BAZZAZ & PICKETT (1980) relataram que a temperatura do solo sob o dossel da floresta é praticamente constante, enquanto que nas clareiras ela é significativamente elevada durante o dia e reduzida durante o período noturno. Espécies que requerem temperatura constante para germinar estão mais adaptadas às condições existentes sob o dossel e as que requerem temperatura alternada são típicas de clareiras.

De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), a água atua amolecendo o tegumento das sementes e favorecendo a penetração de oxigênio (MARCOS FILHO, 1986). O processo de germinação se inicia e acelera à medida que as sementes são postas para embeber em água.

Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos, com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e de nutrientes necessários para a retomada do crescimento por parte do eixo embrionário. Além desse papel de fundamental importância, a absorção de água desempenha outros, como o aumento do volume da semente, resultante da entrada de água em seu interior, e provoca o rompimento do tegumento que vem, posteriormente, facilitar a emergência do eixo embrionário (ou outra estrutura qualquer) do interior da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Da mesma forma que acontece com outros fatores que afetam a germinação, deve haver um adequado suprimento de oxigênio. Se a concentração de oxigênio é reduzida, a germinação de muitas sementes é retardada. Entretanto, há várias exceções para esta hipótese como, por exemplo, em sementes de arroz que germinam sob a água, onde o oxigênio está presente em concentrações limitadas (COPELAND & McDONALD, 1995).

Quanto aos substratos comumente recomendados, há variação entre eles na composição, toxicidade às sementes, associação com patógenos, aeração e capacidade de retenção de umidade. O nível de eficiência dos substratos tem relação com o tamanho das sementes, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade à luz e

ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e a avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993a).

Para a obtenção de resultados confiáveis e comparáveis dos testes de germinação, é necessária a utilização de condições padrões, que podem ser encontradas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992); entretanto, espécies do gênero *Tabebuia* não estão presentes entre as espécies listadas.

A seguir são listados alguns trabalhos realizados com espécies do gênero *Tabebuia*, em que pode-se constatar grandes variações nas metodologias usadas.

Sementes de *T. cassinoides*, por exemplo, foram avaliadas utilizando temperatura de 30°C em areia e 20°C em papel mata-borrão, ambos sob luz constante, sendo indicada a temperatura de 30°C (RAMOS & BIANCHETTI, 1984).

Sementes de *T. ochracea* foram germinadas em substrato sobre papel a 20-30°C e fotoperíodo de 8 h (CUNHA et al., 1992) e rolo de papel a 20-30°C e luz constante (MELLO & EIRA, 1995).

Sementes de *T. heptapylla* foram avaliadas a 20-30°C em substrato sobre papel e luz constante (MAEDA & MATHES, 1984); *T. vellosi* a 30°C sobre papel (FIGLIOLIA et al., 1988); *T. roseo-alba* a 20-30°C sobre papel (MAEDA & MATHES, 1984) e rolo de papel (MELLO & EIRA, 1995); *T. aurea* a 25°C em rolo de papel e fotoperíodo de 8 h (SALOMÃO & FUJICHIMA, 2002).

Para *T. impetiginosa*, a germinação de suas sementes foi recomendada a 25°C sobre areia (BARBOSA, 1982); avaliada a 20-30°C sobre papel e luz constante (MAEDA & MATHES, 1984); avaliada a 25°C sobre papel e luz constante (PINTO et al., 1986); e na ausência de luz (DIAS et al., 1992); e avaliada, também, a 20-30°C em rolo de papel (MELLO & EIRA, 1995). Já OLIVEIRA et al. (2005) sugerem que o teste de germinação desta espécie seja conduzido a 30°C.

Sementes de *T. serratifolia* foram submetidas ao teste de germinação a 25°C em papel mata-borrão e fotoperíodo de 12 h (SALES & CASTRO, 1994); MACHADO et al. (2002) concluíram que a faixa ótima de temperatura é entre 25 a 35°C, visto que a germinação é mais rápida a 30°C; tendo sido avaliada também em substrato rolo de

papel a 25°C e fotoperíodo 8h (SOUZA et al., 2005); e avaliada também sob luz contante e sobre substrato areia, sugerido a temperatura 30°C (OLIVEIRA et al., 2005).

Já sementes de *T. chrysotricha* foram avaliadas em substrato sobre papel e luz constante a 30°C (CARVALHO et al., 1976) e temperatura alternada de 20-30°C (MAEDA & MATHES, 1984). De acordo com MARQUES et al. (2004) sementes de *T. chrysotricha* apresentam boa germinação sobre papel a 25°C e sob luz contante.

Em literatura mais recente, SANTOS et al. (2005) relataram que as sementes das espécies do gênero *Tabebuia*, são indiferentes à luz. Para duas das espécies estudadas *T. chrysotricha* e *T. roseo-alba*, a faixa de temperatura ótima está entre 20 e 30°C, a temperatura máxima entre 35 e 40°C e a temperatura mínima entre 10 e 15°C.

#### 2.4. Testes de Vigor em Sementes

O conceito de vigor de sementes surgiu com base na observação de que sementes colocadas para germinar produziam plântulas muito diferentes quanto à velocidade de crescimento e desenvolvimento. Essas diferenças podem ser atribuídas ao vigor das sementes, o qual pode ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Segundo a ISTA (1995), “vigor de sementes é a soma das propriedades que determinam o nível do potencial da atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e emergência de plântula”. Para a AOSA (1983), o “vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla faixa de condições ambientais”.

O objetivo básico dos testes de vigor é a identificação de diferenças importantes no potencial fisiológico das sementes, principalmente das que compõem lotes com poder germinativo semelhante (MARCOS FILHO, 1999). Frequentemente,

observa-se que lotes de sementes que apresentam germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e/ou armazenamento.

A avaliação da qualidade das sementes por meio dos testes de germinação permite que elas expressem sua máxima germinação sob condições favoráveis. Entretanto, em situações naturais, as sementes estão submetidas a uma série de pressões, como variações na umidade do solo, radiação e competição, constituindo condições desfavoráveis para que a semente expresse todo seu potencial germinativo.

Comparações de vigor de sementes entre matrizes, progênies e procedências, oferecem ao pesquisador dados adicionais em uma fase inicial de um programa de melhoramento ou conservação genética. A divulgação da metodologia tornará, com certeza, mais difundida a sua aplicação no campo da ciência florestal (VALENTINI & PIÑA- RODRIGUES, 1995).

O desenvolvimento de métodos para avaliar o vigor de sementes tem por base o conhecimento de que o processo de deterioração tem início imediatamente após a maturidade fisiológica e prossegue enquanto as sementes permanecem em campo, durante a colheita, processamento e armazenamento. Tanto a intensidade como a velocidade desse processo dependem de fatores genéticos e ambientais e estão relacionados aos cuidados durante o manejo dos lotes de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 1991).

Além da necessidade de padronização destes métodos e de interpretação para possibilitar a comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios, os testes de vigor devem atender a outras exigências, como: relação com a emergência de plântulas em campo, rapidez, objetividade, simplicidade e viabilidade econômica (AOSA, 1983).

Os testes de vigor estão divididos em quatro grupos, os físicos, bioquímicos, de resistência e fisiológicos. Os testes físicos avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes possivelmente associadas ao vigor, como por exemplo: tamanho, peso unitário, densidade, coloração e teste de raio-x. Nos testes bioquímicos, são avaliadas alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes, sendo que os testes representativos deste grupo são: respiração, tetrazólio e

condutividade elétrica, entre outros. Os testes de resistência avaliam o desempenho das sementes expostas a estresses e aqueles que exemplificam este grupo são: imersão em água quente, imersão em solução osmótica, imersão em soluções tóxicas, submersão, germinação a baixa temperatura, envelhecimento acelerado e teste frio. Já os testes fisiológicos, são representados pela primeira contagem, índice de velocidade de germinação, classificação do vigor das plântulas, emergência de plântulas, transferência de matéria seca, crescimento de plântulas e teste de exaustão (MARCOS FILHO, 1999).

Para NAKAGAWA (1999), a determinação da massa de matéria seca de plântula é uma maneira de avaliar o crescimento de plântula onde se consegue determinar, com precisão, a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário. Assim, as amostras que apresentam a maior massa de matéria seca são consideradas de maior vigor. A mesma relação é feita para o comprimento de plântulas, onde as de maiores valores são associados às plantas mais vigorosas.

Dentre os testes mencionados, de acordo com MARCOS FILHO (1999), os comitês de vigor da ISTA e da AOSA consideram os seguintes como os mais convenientes para a avaliação do vigor: a) ISTA: taxa de crescimento de plântulas, classificação do vigor de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, teste do tijolo moído (teste de Hiltner), teste de deterioração controlada, teste de tetrazólio, e condutividade elétrica e, b) AOSA: classificação do vigor de plântulas, taxa de crescimento de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, germinação a temperatura subótima, teste de tetrazólio e condutividade elétrica.

De acordo com MARCOS FILHO (1999), os testes de vigor têm se mostrado úteis nas seguintes etapas de um programa de produção de sementes: avaliação do potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante; seleção de lotes para a semeadura, com base no potencial de emergência das plântulas em campo; avaliação do potencial de armazenamento; avaliação do grau de deterioração; controle de qualidade pós-maturidade; avaliação da qualidade fisiológica e auxílio em métodos de seleção durante o melhoramento de plantas e avaliação de efeitos de injúrias

mecânicas e térmicas, tratamento fungicida e de outros fatores adversos pré e pós-colheita.

Aqui serão traçados alguns comentários acerca dos testes de condutividade elétrica e de envelhecimento acelerado, objeto deste estudo, visto os testes de desempenho de plântulas serem mais comuns e mais difundidos que esses.

#### **2.4.1. Teste de condutividade elétrica**

O teste de condutividade elétrica começou a ser utilizado desde a década de 20, como provável indicativo da viabilidade de sementes forrageiras (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). A partir da década de 60, as pesquisas sobre este teste passaram a ser intensificadas (DIAS & MARCOS FILHO, 1995). Foi aceito e recomendado pela ISTA para uso em sementes de ervilha (MATTHEWS & POWWEL, 1981) e, logo depois, pela AOSA em ervilha e soja (HAMPTON & TEKRONY, 1995).

A condutividade elétrica tem sido relatada como um teste de vigor, o qual encerra, basicamente, dois princípios: um físico, relacionado à avaliação da corrente elétrica, por meio de uma ponte de condutividade na solução de embebição, e um biológico, que se refere à perda de lixiviados do interior da célula para o meio exterior, envolvendo processos bioquímicos inteiramente relacionados com a integridade das membranas celulares (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Foi proposto como um teste para avaliar o vigor de sementes, considerando que sementes com baixo vigor geralmente apresentam menor velocidade para restabelecer a integridade das membranas celulares, exibindo aumento na lixiviação de solutos durante a embebição. Como consequência, ocorre maior perda de lixiviados, tais como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos como  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $Na^+$  (TAYLOR et al., 1995).

Neste teste, a qualidade das sementes é avaliada indiretamente por meio da determinação da condutividade elétrica na solução de embebição das sementes. Os menores valores, correspondentes a menor liberação de exsudados, indicam maior

vigor, revelando menor intensidade de desorganização dos sistemas de membranas das células (MARQUES et al., 2002a). Pode ser medida por aparelhos capazes de monitorar a quantidade de exsudado das sementes liberada para o meio externo, quando imersas em água (VIEIRA, 1994).

A quantidade e a intensidade de material lixiviado estão diretamente relacionadas à permeabilidade das membranas e, conseqüentemente, com o nível de vigor das sementes. Estes solutos, com propriedades eletrolíticas, apresentam carga elétrica podendo, então, ser detectados por aparelhos (condutivímetros), constituindo estes um importante método para avaliação da qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 1990).

No Brasil, entretanto, KRZYZANOWSKI et al. (1991) afirmam que esse teste tem muito a evoluir para participar dos programas de controle de qualidade nas indústrias e seu uso está restrito a atividades relacionadas à pesquisa.

Não são comuns trabalhos utilizando este teste para a determinação da qualidade fisiológica das sementes florestais. Porém, é um teste de vigor promissor quanto à possibilidade de padronização da metodologia, pelo menos dentro de uma espécie. Contudo, existem fatores que influenciam os valores de condutividade, como o tamanho, o teor de água inicial, o tempo e a temperatura de embebição, o número de sementes da amostra e o genótipo (VIEIRA, 1994).

BONNER (1986) verificou para sementes de *Pinus elliottii* e *P. Taeda*, que os testes de tetrazólio e de condutividade elétrica são promissores, pois fornecem resultados em um tempo muito menor do que o teste de germinação; contudo, o teste de condutividade é preferível ao de tetrazólio por ser mais simples e relativamente rápido.

BARBEDO & CICERO (1998) relataram que o teste de condutividade elétrica forneceu, em 24 h, uma estimativa do potencial germinativo de lotes de *Inga uruguensis*, podendo-se separá-los em baixa, média e elevada qualidade (germinação), com o uso de 20 sementes embebidas em 75 mL de água a 25°C.

O teste de condutividade elétrica, conforme MARQUES et al. (2002b), se mostrou eficiente na diferenciação de lotes de sementes de *Dalbergia nigra*,

apresentando alta associação com a germinação em condições de laboratório e viveiro, sendo recomendado para a análise de vigor quando adotadas amostras de 50 sementes, embebidas por pelo menos 36 h em 75 mL de água deionizada, a 25°C.

No entanto, este teste não foi considerado eficiente para a avaliação de sementes de *Guazuma ulmifolia*, quando se utilizou diferentes números de sementes (50, 75, 100) postas para embeber em 50, 75 e 100 mL de água e mantidas em temperatura de 25°C durante 72 h (GONÇALVES, 2003).

Lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* podem ser avaliadas pelo teste de condutividade elétrica, conduzido a 25°C, com o uso de 75 sementes embebidas em 75 mL de água deionizada, por 24 h (SANTOS & PAULA, 2005).

Pode-se recomendar que este teste para sementes de *Solanum pseudoquina* seja conduzido com o uso de 50 sementes embebidas em 50 mL de água por 18 h de embebição a 25°C (TESSER, 2005).

MORAES (2007) recomenda para sementes de *Poecilanthe parviflora*, que a condutividade elétrica deve ser medida em 96 h de embebição em 75 mL, a temperatura de 25°C.

#### **2.4.2. Teste de envelhecimento acelerado**

Desenvolvido por DELOUCHE (1965), o teste de envelhecimento acelerado foi proposto para avaliar o comportamento de sementes submetidas à temperatura e umidade relativa altas procurando estimar o potencial relativo de armazenamento de sementes. Tem como princípio o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a altas temperatura e umidade relativa do ar, considerados fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999 & RAMOS et al., 2004).

Segundo RAMOS et al. (2004), as sementes consideradas vigorosas se deterioram mais lentamente após serem submetidas ao envelhecimento acelerado e,

portanto, podem tolerar estresse mais acentuado e suportar melhor as condições em campo ou armazenamento.

Segundo FANTI & PEREZ (1999), predominam na literatura pesquisas em que a eficiência do teste de envelhecimento acelerado é avaliada mediante diferenças na sensibilidade das sementes ao envelhecimento, capazes de permitir a identificação de diferentes níveis de vigor. As sementes mais vigorosas geralmente retêm sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, enquanto que as sementes de baixo vigor apresentam maior redução de sua viabilidade (VIEIRA, 1994).

MARCOS FILHO (1999) relata que diversos fatores afetam o comportamento das sementes durante o teste, tais como tamanho, teor de água e disposição das sementes em condições do envelhecimento sem oscilações. Além destes, RAMOS et al.(2004) destaca a interação da temperatura com o período de exposição. Na descrição do teste de envelhecimento, cita-se a possibilidade da utilização da temperatura de 40 a 45°C. Mas recentemente, o teste vem sendo realizado com a temperatura de 41°C. Em condições brasileiras, o teste de envelhecimento acelerado tem sido estudado principalmente em grandes culturas, plantas forrageiras e hortaliças, sendo ainda restrito o seu uso em espécies florestais.

Para as sementes de *Acacia polyphylla*, o período de 48 h pode ser recomendado para a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, porque com este período foi detectada redução significativa da germinação e do vigor das sementes (ARAÚJO NETO, 2001).

Para sementes de *Poecilanthe parviflora* foi recomendado que este teste seja conduzido por períodos superiores a 120 h, a 42°C (PIZETTA et al., 2001), porém, MORAES (2007) apresenta resultados diferentes, afirmando que o teste pode ser conduzido por 72 h, nesta mesma temperatura.

De acordo com os resultados obtidos por PEREZ & NEGREIROS (2001), o teste de envelhecimento acelerado em câmara com 45°C e 100% de umidade relativa durante 72 h, matou todas as sementes de *Peltophorum dubium*. No entanto, as

respostas germinativas após 24 e 48 h de exposição indicam a viabilidade da avaliação do potencial fisiológico desta espécie por meio deste teste.

De acordo com GONÇALVES (2003), o envelhecimento acelerado pode ser realizado na temperatura de 41°C por um período mínimo de 120 h ou a 45°C durante 96 h para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Guazuma ulmifolia*.

A exposição ao envelhecimento acelerado a 45°C e 100% de UR durante 12 h, foi suficiente para deteriorar totalmente as sementes de *Euterpe edulis* e *Dypsis lutescens* (NEGREIROS & PEREZ, 2004).

Para a avaliação do envelhecimento acelerado de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia impetiginosa*, OLIVEIRA (2004) utilizou a temperatura 42°C por 24, 48, 72 e 96 h, e concluiu que estas sementes possuem alterações irregulares na germinação durante o envelhecimento.

Os lotes de diásporos de *Oenocarpus bacaba*, podem ser separados em níveis de vigor por meio do envelhecimento acelerado, a 43°C e com cerca de 100% de umidade relativa do ar, por 48 ou 72 h de exposição (SILVA, 2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Obtenção das Sementes

O presente trabalho foi desenvolvido com sementes de *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) colhidas de frutos maduros em 17 árvores matrizes localizadas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV)-UNESP, Campus de Jaboticabal, em dois de outubro de 2005.

Para a colheita foi obedecida a distância mínima de 20 m entre as árvores, visando diminuir a possibilidade de cruzamentos relacionados (CAPELANES & BIELLA, 1984).

A escolha das matrizes foi baseada em recomendações prescritas por FIGLIOLIA & AGUIAR (1993b) e pela evidência de frutificação abundante.

Cada árvore matriz constituiu um lote de sementes. Paralelamente, foi constituído um lote composto, de maneira eqüitativa pelas diferentes matrizes, o qual foi considerado testemunha para todos os ensaios realizados.

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno e levados ao Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas e Florestais, do Departamento de Produção Vegetal da FCAV-UNESP, onde foram realizados os experimentos.

#### 3.2. Avaliações Preliminares

Foram retiradas amostras de sementes de cada um dos lotes citados para a determinação de dados biométricos e teor de água inicial.

**Dados biométricos:** foram determinados o tamanho (comprimento, largura e espessura) desconsiderando-se a parte alada, e massa fresca de sementes em oito

repetições de 50 unidades. As avaliações do tamanho foram realizadas com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm) e a massa em balança analítica (0,0001 mg).

As médias destas características, entre as matrizes, foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 1% de probabilidade, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com 18 tratamentos e oito repetições.

**Teor de água:** foi determinado pelo método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 h, de acordo com BRASIL (1992), utilizando-se duas repetições de 25 sementes/lote.

### 3.3. Teste de Germinação

O teste de germinação foi conduzido com oito repetições de 25 sementes/lote em caixas de germinação, tipo “gerbox”, sobre papel de filtro germitest umedecido com 2,5 vezes a massa do papel com água destilada (15 mL), em temperatura constante de  $25^\circ\text{C}$  (SANTOS et al., 2005) e fotoperíodo de 8 h. As avaliações foram diárias, tendo como critério de germinação a emissão da raiz primária e produção de plântulas normais. Ao final do teste, o qual teve duração de 14 dias, foram determinados a porcentagem, índice de velocidade de germinação, valor pico, germinação média diária e valor germinativo, com base no critério da emissão da raiz primária, e a porcentagem, comprimento e massa de matéria seca de plântulas normais, conforme procedimentos descritos a seguir.

a) Porcentagem de Germinação - %G (LABOURIAU, 1983).

$$G (\%) = N/A \times 100$$

Em que N = número de sementes germinadas;

A = número total de sementes colocadas para germinar

Foi determinada também a porcentagem de sementes poliembriônicas.

b) Índice de Velocidade Germinação – IVG (MAGUIRE, 1962).

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn, \text{ sendo:}$$

G1, G2, Gn = número de sementes com emissão da raiz primária, computadas na primeira contagem, na segunda e última contagem, N1, N2, Nn = número de dias de semeadura a primeira, segunda e última contagem.

c) Valor Pico - VP (CZABATOR, 1962)

$$VP = dG / dt$$

Refere-se ao valor máximo da razão entre a porcentagem de germinação acumulada e o tempo.

d) Média Diária de Germinação - MDG ( CZABATOR, 1962).

$$MDG = G (\%) / t$$

Em que t = tempo de duração do teste

e) Valor Germinativo - VGT (CZABATOR, 1962)

$$VGT = MDG \times VP$$

O comprimento de plântulas foi avaliado com régua graduada ao final do teste de germinação (14 dias), utilizando-se das plântulas normais obtidas, sendo que o comprimento médio das plântulas foi encontrado somando as medidas tomadas de cada plântula normal em cada repetição, e dividindo este valor pelo número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em centímetros.

A massa da matéria seca foi determinada ao final do teste de germinação, onde foram utilizadas as plântulas normais (as mesmas que foram medidas), as quais foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de ar aquecido (70°C) durante 72 h. Após este período as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador, sendo então pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, determinando-se a massa seca total das plântulas normais da repetição.

Os dados de porcentagem de germinação (emissão de raiz primária), plântulas normais e de sementes poliembriônicas foram submetidos ao teste de normalidade de

Liliefors (CRUZ, 2001), mas apenas a última característica não apresentou normalidade dos dados, sendo realizada a transformação para arc sen (%)<sup>0,5</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

### **3.4. Teste de Condutividade Elétrica**

Inicialmente foi determinado o teor de água das sementes pertencentes a cada lote (matriz). Para avaliação da condutividade elétrica foram utilizadas oito repetições de 25 sementes, cuja massa fresca de cada subamostra (repetição) foi determinada em balança analítica (0,0001 g). A seguir as sementes foram acondicionadas em recipientes contendo 75 mL de água deionizada e colocadas para embeber por 4, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 h, em germinadores regulados para a temperatura de 25°C. Após cada período foi realizada, imediatamente, a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, agitando-a levemente, utilizando-se um condutivímetro de bancada, marca DIGIMED com constante 1,0. Os valores da leitura da solução foram divididos pela massa fresca da respectiva subamostra, resultando em um valor expresso em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente (VIEIRA, 1994).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

### **3.5. Teste de Envelhecimento Acelerado**

Foi conduzido com a utilização de caixas plásticas para germinação, método do “gerbox” (MARCOS FILHO, 1999), contendo 40 mL de água em seu interior. As sementes foram dispostas sobre uma tela de alumínio, formando uma camada uniforme sobre a sua superfície, a qual foi acomodada no interior das caixas acima do nível da

água. As caixas foram mantidas em incubadora a 45°C, por 72 h. Decorrido esse período, as amostras de sementes foram colocadas para germinar nas mesmas condições descritas no item 3.3, usando-se quatro repetições de 25 sementes. Foi avaliado o teor de água das sementes antes e após o envelhecimento e a porcentagem de plântulas normais.

Esta característica não apresentou normalidade dos dados, sendo realizada a transformação para  $\text{arc sen } (\%)^{0,5}$ .

Os resultados foram submetidos à análise de variância seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Biometria de Sementes

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise de variância e comparação das médias quanto ao comprimento, largura, espessura e massa fresca de 50 sementes das diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha*.

Por possuírem frutos deiscentes, recomenda-se que os frutos sejam colhidos diretamente das árvores, quando iniciarem a abertura e dispersão espontânea (LORENZI, 1992), sendo assim não foi possível a obtenção dos dados biométricos dos frutos.

As sementes das diferentes matrizes variaram em média de 5,82 a 9,10 mm em relação ao comprimento, 3,60 a 5,69 em relação à largura e 0,25 a 0,75 de espessura; quanto à massa fresca das sementes, houve variação de 0,2172 g a 0,5015 g.

Houve diferença significativa a 1% de probabilidade, entre as matrizes, para todas as variáveis. O coeficiente de variação foi baixo para comprimento, largura e massa fresca de 50 sementes e alto para a espessura, conforme classificação de PIMENTEL GOMES (2000).

Verificou-se maior comprimento nas sementes das matrizes 1 e 10 e maior largura nas matrizes 1, 10, 11 e 16. Para espessura, se destacaram as matrizes 4, 9 e 12 que não diferiram do lote composto e para a massa fresca de 50 sementes se destacaram as matrizes 5, 7, 9 e 11.

Interessante notar que a matriz 4 se apresentou com menores valores para comprimento e largura, porém, está entre as de maior espessura.

Deve-se atentar para o fato das características biométricas dos frutos e sementes serem bastante variáveis em função das condições ambientais durante sua formação e das características genéticas das matrizes, o que explica os resultados obtidos.

TABELA 1. Resumo da análise de variância e comparação das médias para comprimento (CS), largura (LS), espessura (ES) e massa fresca de 50 sementes (M50S) de *Tabebuia chrysotricha* provenientes de diferentes matrizes.

Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	CS	LS	ES	M50S
Matriz	6,86**	3,19**	0,18**	0,4201**
Erro	0,30	0,21	0,01	0,0007
Média	7,32	4,7	0,48	0,4067
CV(%)	7,59	9,8	21,64	6,7219
Matriz/Lote	Média			
1	9,10 a	5,64a	0,30d	0,4398b
2	7,09 d	4,82c	0,43c	0,3507c
3	6,90d	4,29d	0,54b	0,4494b
4	5,82e	3,60e	0,75a	0,3421c
5	8,36b	5,23b	0,38c	0,5015a
6	6,44e	4,71c	0,32d	0,3785c
7	6,22e	4,06d	0,58b	0,4982a
8	6,91d	4,56c	0,25d	0,3553c
9	6,66d	4,15d	0,71a	0,4832a
10	8,94a	5,61a	0,34d	0,4322b
11	7,53d	5,48a	0,43c	0,4963a
12	8,02c	4,12d	0,69a	0,4256b
13	6,85d	4,03d	0,50b	0,4193b
14	7,70d	5,11b	0,42c	0,3653c
15	6,80d	4,59c	0,33d	0,3526c
16	8,43b	5,69a	0,51b	0,3708c
17	7,03d	4,45c	0,52b	0,2172d
18- Testemunha	6,93d	4,46c	0,67a	0,4491b

\*\* - Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1% de probabilidade

## 4.2. Germinação de Sementes

O teor de água inicial das sementes das diferentes matrizes por época da instalação do experimento, variou de 8% (matrizes 3 e 6) a 16% (matriz 17). O teor de água elevado pode favorecer o desempenho de sementes nos testes. Com relação à germinação em laboratório, as sementes mais úmidas, dentro de certos limites, germinam mais rapidamente (MARCOS FILHO, 1999).

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, valor pico, média diária de germinação, valor germinativo, porcentagem de plântulas normais, comprimento de plântulas, massa da matéria seca de plântulas e porcentagem de sementes poliembrionadas.

Nota-se que há variação entre as matrizes, sendo esta devido a variações genéticas e ambientais, pois de acordo com TURNBULL (1975), dentro de uma mesma espécie, existem variações individuais devido às influências durante o desenvolvimento das sementes e da variabilidade genética.

As matrizes 1, 3, 7, 11 e 16 apresentaram alto vigor considerando-se todas as variáveis estudadas, e apresentaram germinação variando de 76 a 87% e de 74 a 84% de plântulas normais.

O lote 18 (testemunha), no conjunto das variáveis estudadas, se caracterizou como um lote de médio vigor. Isto provavelmente ocorreu devido à homogeneização do lote, que é constituído tanto de sementes de matrizes consideradas vigorosas, como também por sementes de matrizes não vigorosas.

Já as matrizes 2, 13 e 15 se caracterizaram como sementes de vigor inferior. A matriz 17, a princípio, pode ser considerada uma árvore que produziu sementes de baixo vigor, pois apresentou desempenho inferior em todas variáveis estudadas. Contudo, dado o alto teor de água verificado para esta matriz, pode-se suspeitar da ocorrência de sementes imaturas.

Não houve diferença significativa entre as matrizes para massa seca de plântulas; sendo assim, pode-se considerar que este parâmetro não foi eficiente para avaliar a qualidade fisiológica dos lotes.

TABELA 2. Resumo da análise de variância e comparação de médias para porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), valor pico (VP), média diária de germinação (MDG), valor germinativo (VGT), porcentagem de plântulas normais (%PN), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP) e porcentagem de sementes poliembriônicas (% POLI) de *Tabebuia chrysotricha*, provenientes de diferentes matrizes.

Fonte de Variação	Quadrado Médio								
	% G	IVG	VP	MDG	VGT	%PN	CP	MSP	% POLI
Matriz	1780,26**	4,78**	2,70**	10,53**	183,53**	1854,64**	2,72**	0,015ns	353,93**
Erro	148,96	0,35	0,22	0,88	21,68	157,84	0,24	0,0098	50,11
Média	67,8	3,33	2,47	5,21	13,83	64,22	3,79	2,390	31,16
CV(%)	18	17,78	19,26	18	33,65	19,56	13,03	4,157	22,71
Matriz/Lote	Média								
1	76 a	4,05 a	3,04 a	5,89 a	18,35 a	74 a	4,22a	2,461a	28b (23)
2	60 c	2,90 c	2,04 c	4,61 c	9,84 c	53 c	3,95a	2,344a	21c (14)
3	83 a	4,14 a	2,97 a	6,38 a	19,16 a	78 a	4,09a	2,444a	30b (26)
4	66 b	3,07 c	2,31 c	5,08 b	12,15 c	64 b	3,26b	2,394a	29b (24)
5	69 b	3,44 b	2,74 b	5,34 b	14,97b	67 b	4,39a	2,385a	35a(34)
6	68 b	3,00 c	2,12 c	5,27 b	11,35 c	65 b	3,51b	2,392a	32b (28)
7	87 a	4,28 a	3,15 a	6,29 a	21,26 a	84 a	4,08a	2,403a	37a (37)
8	65 b	3,21 c	2,32 c	5,04 b	11,87 c	62 b	3,20b	2,353a	30b (26)
9	72 b	3,55 b	2,66 b	5,54 b	14,83 b	65 b	3,59b	2,397a	34a (33)
10	75 a	3,58 b	2,65 b	5,77 a	15,85 b	69 b	4,26a	2,411a	41a (34)
11	78 a	4,04 a	2,97 a	6,04 a	18,51 a	75 a	4,72a	2,473a	35a (43)
12	66 b	3,43 b	2,47 b	5,12 b	12,95c	63 b	3,52b	2,375a	41a (19)
13	51 c	2,55 c	1,93 c	3,92 c	8,43 c	51 c	4,32a	2,409a	25c (19)
14	69 b	3,62 b	2,81 b	5,31 b	15,35b	66 b	3,91a	2,412a	33a (31)
15	59 c	2,85 c	2,04 c	4,58 c	9,79 c	54 c	3,08b	2,346a	30b (27)
16	82 a	3,91 a	2,95 a	6,31 a	18,88 a	78 a	3,64b	2,396a	40a (42)
17	20 d	0,91 d	0,71 d	1,54 d	1,39 d	14 d	2,33c	2,312a	14d (7)
18 - Testemunha	71 b	3,42 b	2,53 b	5,46 b	14,05 b	68 b	4,24a	2,322a	35a (33)

\*\* - Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F

\* - Valores entre parênteses referem-se aos dados não transformados

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1% de probabilidade

VANZOLINI & NAKAGAWA (1999), trabalhando com amendoim, também não conseguiram diferenciar níveis de vigor dos lotes pelo parâmetro de matéria seca de plântulas. SANTOS (2004) considerou que a matéria seca de plântulas não se mostrou eficiente na discriminação de lotes de sementes de sementes de *Sebastiania commersoniana*.

Quanto à porcentagem de sementes poliembriônicas, esta variou de 7% (matriz 17) a 43% (matriz 11). A poliembriônia consiste na presença de mais de um embrião em uma mesma semente (COSTA et al., 2004). PIZZANO (1998) detectou este fenômeno pela primeira vez, na família Bignoniaceae, ao realizar estudos citogenéticos em *Tabebuia chrysotricha*, e SALOMÃO & ALLEM (2001) reportaram sua ocorrência em *Tabebuia ochracea* através de estudos de germinação de sementes.

#### **4.3. Teste de Condutividade Elétrica**

O teor de água na época da montagem do teste de condutividade elétrica variou de 7%, nas matrizes 3, 9, 14 e 16 a 12% na matriz 17. Ainda, as matrizes 2, 6, 7, 11, 12, 13 e o lote composto (testemunha) apresentaram 8% de teor de água nas sementes; as matrizes 1, 8, 10 e 15 apresentaram teor de água de 9%; a matriz 4 e a matriz 5 apresentaram, respectivamente, 10 e 12% de teor de água das sementes.

Em geral tem se verificado que teor de água muito baixo (<10%) ou muito alto (>17%) influencia significativamente os resultados. Em soja recomenda-se a uniformização do teor de água para uma faixa entre 10% e 17% antes da avaliação da condutividade elétrica (AOSA, 1983). Os valores dos lotes deste experimento estão um pouco abaixo do recomendado. Porém, baixo teor de água (8,2 a 9,4) em relação ao sugerido não afetou os resultados de condutividade elétrica em sementes de *Poecilanthe parviflora* (MORAES, 2007), como também, para sementes de *Croton floribundus* que apresentaram teor de água em torno de 7,1 a 9,2% (ABDO, 2005).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de variância e comparação de médias de sementes de dezoito lotes, embebidas em 75 mL de água deionizada por 4, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 h, a 25°C.

TABELA 3. Resumo da análise de variância (quadrados médios) e médias de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) obtidas de lotes de sementes de *Tabebuia chryso-tricha* provenientes de diferentes matrizes, embebidas em 75 mL de água, por diferentes períodos a 25°C.

Fonte de Variação	Quadrado Médio							
	4 h	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
Matriz	145325257,95**	122832,06**	146402,46**	33156,36**	383425,06**	537064,47**	644090,24**	661978,39**
Erro	297110,04	2352,13	3311,21	5397,42	8885,71	13024,95	16809,8	20441,64
Média	214,78	244,12	273,27	334,33	431,71	513,25	605,44	694,8
CV(%)	22,6	19,86	21,05	21,97	21,83	22,23	21,44	20,57
Matriz/Lote	Média							
1	315 e	390 f	434f	534 e	661d	750e	803e	863d
2	241e	295e	329e	361d	428c	491c	544c	633c
3	109 e	125 b	136b	139a	186a	210a	268a	317a
4	273 e	336 e	363e	408d	490c	560d	654d	720d
5	114 b	120 b	146b	160a	238b	300b	381b	476b
6	278 e	313 e	339e	395d	590d	614d	702d	827d
7	179 c	210 d	223c	246b	294b	335b	376b	442b
8	298 e	337 e	363e	410 d	502c	597d	680d	768d
9	228 d	251 d	282d	362 d	455c	569d	688d	787d
10	133 b	141 b	149b	251b	262b	306b	389b	462b
11	67 a	71 a	76a	101a	114a	124a	155a	195a
12	210 d	226 d	280d	323 c	590d	754e	907e	1066e
13	163 c	172 c	217c	430 d	510c	619d	733d	850d
14	148 c	172 c	183c	199 b	230b	337b	496c	588c
15	265 e	315 e	313e	411d	483c	574d	662d	770d
16	167 c	176 c	202c	225 b	305b	369b	452b	575c
17	516 f	585 g	651f	831f	1082e	1269f	1434f	1463f
18-Testemunha	163 c	158 c	199c	233b	348b	460c	572c	702d

\*\* - Valor significativo a 1% pelo teste de F.

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1% de probabilidade

Neste experimento considerouse boa separação dos lotes, quando os resultados das análises estatísticas referentes ao valores de condutividade elétrica

discriminaram os lotes de forma pelo menos semelhante ao teste de germinação (Tabela 2).

De forma geral, os resultados obtidos indicam um aumento progressivo dos lixiviados com o decorrer do período de embebição, o que mostra coerência com as observações feitas por DIAS et al. (1998) & MARQUES et al. (2002a).

Chama-se atenção quando da interpretação dos resultados de condutividade elétrica, pois altos valores indicam sementes com baixa qualidade fisiológica, e valores baixos são associados a sementes de melhor vigor.

Os resultados apontam que a matriz 11 apresenta alto vigor, pois para todos os períodos de embebição, a mesma se destacou com baixos valores de condutividade elétrica. Estes resultados estão coerentes com os dos demais testes empregados neste trabalho.

A matriz 3, a partir de 24 h de embebição, mostrou-se estatisticamente igual à matriz 11, ou seja, com alto vigor, podendo este resultado ser também correlacionado com o teste de germinação, ambos apresentando a mesma sensibilidade. A liberação de eletrólitos é intensa tanto pelas sementes vigorosas como pelas danificadas, tornando-se difícil a identificação de possíveis diferenças de qualidade entre os lotes, logo no início da embebição. Com o decorrer do processo, contudo, a quantidade de exsudados liberados pelas sementes vigorosas vai se estabilizando, devido principalmente à reorganização das membranas (ROSA et al., 2000).

As matrizes 7 e 16 se comportaram pelo teste de condutividade elétrica como de qualidade média. Já a matriz 1 (também considerada vigorosa pelo teste de germinação), foi classificada como lote de qualidade fisiológica regular pelo teste de condutividade elétrica.

Pela observação de todos os períodos de embebição, verifica-se que a matriz 17 pode ser considerada de baixo vigor, apresentando coerência com os resultados do teste de germinação, não obstante a consideração levantada anteriormente de que as sementes desta matriz apresentarem-se, ainda, imaturas.

As matrizes 2, 3 e 15 foram classificadas como de pior qualidade fisiológica, correlacionando-se com os resultados do teste de germinação.

Os resultados obtidos com o lote composto (18) pode ser também correlacionado com o do teste de germinação, se destacando como sendo um lote de médio vigor.

Quando comparado aos resultados do teste de germinação, de forma geral, o teste de condutividade elétrica conseguiu separar os lotes de melhor e os de pior qualidade dos demais, com pelo menos 24 h de embebição.

Lotes considerados de alto vigor pelo teste de germinação foram classificados como de qualidade média a regular pelo teste de condutividade elétrica. Ainda, o teste de CE conseguiu discriminar os lotes em maior número de classes, comparativamente ao teste de germinação. GONÇALVES (2003) concluiu que o teste de condutividade elétrica não se mostrou adequado para avaliação do potencial fisiológico das sementes de *Guazuma ulmifolia*, da mesma forma que (TESSER, 2005) verificou para sementes de *Solanum granuloso-leprosun* e *Solanum lycocarpum*.

A disponibilidade de sementes é um fator a ser considerado quando na escolha do tamanho das amostras e no volume de água utilizado na montagem e condução do teste. Maior volume de água requer maior quantidade de sementes.

ABDO (2005) constatou, em experimento de condutividade elétrica com sementes de *Croton floribundus* embebidas em 75 mL de água, que amostras de 50 sementes apresentam maior eficiência na separação de lotes do que repetições de 25 sementes. Da mesma forma SANTOS & PAULA (2005), trabalhando com sementes de *Sebastiania commersoniana*, constataram que com 75 mL de água, amostras de 75 sementes apresentavam maior eficiência na separação dos lotes do que repetições de 25 e 50 sementes. O mesmo foi constatado por MARQUES et al. (2002b) com sementes de *Dalbergia nigra*, em 75 mL de água, em que amostras de 50 sementes a 36 h de embebição foram mais eficientes quando comparadas com amostras de 25 sementes.

A grande variabilidade existente entre os lotes provenientes de diferentes matrizes pode ter influenciado, sendo tal variabilidade genética determinante na heterogeneidade de comportamento dos mesmos. O efeito do genótipo nos resultados da condutividade elétrica é evidente e alguns autores já haviam relatado este fato para soja (PANOBIANCO & VIEIRA, 1996; VIEIRA et al., 2002, entre outros).

Embora no presente trabalho, na combinação de 25 sementes com 75 mL de água, tenha apresentado resultados coerentes com outros testes, recomenda-se que sejam feitos outros estudos, envolvendo maior número de sementes, quantidade de água e temperatura, visando fornecer subsídios para o esclarecimento dos motivos que determinam a obtenção de resultados imprevisíveis com este teste e também sua padronização.

Deve-se enfatizar a importância de pesquisar tanto lotes com diferença estreita, como outros com variação mais ampla no potencial fisiológico, porque há possibilidades de detectar a sensibilidade dos testes estudados.

#### **4.4. Teste de Envelhecimento Acelerado**

Os dezoito lotes estudados apresentaram o teor de água relacionado na Tabela 4, antes e após o envelhecimento acelerado. Antes do envelhecimento acelerado (sementes não envelhecidas), as matrizes que apresentaram menor teor de água foram as de número 3 e 6, com 8%, e a que apresentou maior teor foi a matriz 17, com 16%.

O teor de água aumentou em todos os lotes após o envelhecimento acelerado. O lote que apresentou menor teor de água, após o envelhecimento acelerado foi a matriz 7 (29%) e as que apresentaram os maiores teores foram as matrizes 16 e 12, respectivamente, com 62% e 63%.

Na literatura consultada, não foram encontrados trabalhos que mencionassem valores de teor de água, após o envelhecimento acelerado, com espécie do gênero *Tabebuia*. OLIVEIRA (2004), trabalhando com *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia impetiginosa* após o envelhecimento artificial, acondicionou estas sementes em bandejas e manteve-as por dois dias em uma sala com temperatura de 15°C e 70% UR, para homogeneização da umidade.

Houve intenso aumento no teor de água das sementes de ipê-amarelo após o envelhecimento acelerado, mas analisando os resultados encontrados neste trabalho,

pode-se verificar que não ocorreu uma drástica redução da viabilidade (ocasionando a morte destas sementes) e, portanto, não sendo influentes nos resultados obtidos.

Vale ressaltar que, na ocasião do experimento, não ocorreu a abertura da “câmara” de envelhecimento. Segundo MARCOS FILHO (1999), a abertura da câmara externa

TABELA 4. Teor de água (TA, %) de sementes de *Tabebuia chrysotricha* provenientes de diferentes matrizes antes (não envelhecidas) e após o envelhecimento acelerado (envelhecidas) a 45°C por 72 h.

Matriz/Lote	Teor de água (%)	
	Sementes não envelhecidas	Sementes envelhecidas
1	10	54
2	12	57
3	8	55
4	12	55
5	11	57
6	8	57
7	9	29
8	11	59
9	9	58
10	11	55
11	9	51
12	10	63
13	11	54
14	11	55
15	11	58
16	11	62
17	16	59
18 - Testemunha	11	52

por curtos períodos pode afetar os resultados dos testes, sendo que nestas condições ocorre o resfriamento do ar, e a conseqüente condensação da água sob a tampa dos “gerbox” e o umedecimento das sementes.

Para algumas espécies de hortaliças ou de sementes pequenas (visto que estas absorvem água mais rapidamente), está sendo utilizado o método de envelhecimento

acelerado com uso de soluções saturadas de sal. As sementes são expostas a soluções saturadas de sais durante a realização do teste, as quais reduzem a umidade relativa do ambiente no interior dos compartimentos individuais, retardando a absorção de água pelas sementes. Em sementes de rúcula observou-se que pelo método de solução salina as sementes atingiram menores teores de água (máximo 14, 7%) enquanto que pelo método tradicional chegou a 43, 3%, com isso, o grau de deterioração foi maior nas sementes submetidas ao envelhecimento tradicional (RAMOS et al., 2004).

Pela Tabela 5 pode-se verificar que os diferentes lotes apresentam diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F para o teste de germinação, tanto para sementes envelhecidas como para as não envelhecidas.

Verifica-se também, por esta tabela, que o teste de envelhecimento acelerado mostrou-se eficiente na avaliação do vigor, tendo reduzido a porcentagem de germinação em todos os lotes.

As matrizes 1, 3, 7, 11 e 16 apresentaram produção de plântulas normais estatisticamente igual para as sementes não envelhecidas, sendo então consideradas de maior vigor. Os lotes 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14 e 18 se enquadraram na categoria de médio vigor; as matrizes 2, 13 e 15 na categoria de vigor regular e a matriz 17 apresentou baixo vigor.

Após a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, a matriz 1 apresentou queda considerável na porcentagem de plântulas normais, sendo consideradas de médio vigor; as matrizes 5 e 12 passaram a constituir, juntamente com a matriz 17, o grupo de pior desempenho (baixo vigor).

Provavelmente, em virtude das condições ótimas para a germinação, tanto as sementes de alto e médio quanto as de baixo vigor, de um mesmo lote, germinaram igualmente. Entretanto, o estresse provocado pelo envelhecimento acelerado acabou por eliminar, provavelmente, a maior proporção de sementes de baixo vigor existente no lote.

TABELA 5. Resumo da análise de variância e comparação das médias de plântulas normais de sementes de *Tabebuia chrysotricha* provenientes de diferentes matrizes e submetidas ou não ao envelhecimento acelerado a 45°C por 72 horas.

Fonte de Variação	Quadrado Médio	
	Sementes não envelhecidas	Sementes envelhecidas
Matriz	854,64**	450,27***
Erro	157,84	60,55
Média	64,22	26,41
CV(%)	19,56	29,46
Matriz/Lote	Média	
1	74 a	26 b (22)
2	53 c	32 b (29)
3	78 a	40 a (42)
4	64 b	26 b (21)
5	67 b	14 c (8)
6	65 b	23 b (17)
7	84 a	40 a (43)
8	62 b	27 b (23)
9	65 b	28 b (23)
10	69 b	29 b (24)
11	75 a	40 a (43)
12	63 b	5 c (2)
13	51 c	40 a (20)
14	66 b	25 b (19)
15	54 c	23 b (16)
16	78 a	36 a (35)
17	14 d	2 c (1)
18- Testemunha	68 b	26 b (21)

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade

\* - Valores entre parênteses referem-se aos dados não transformados

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott Knott

Ao contrário, as matrizes 13, 2 e 15 que apresentaram baixa porcentagem de plântulas normais, sendo classificadas inicialmente no grupo das matrizes de vigor regular, foram pelo teste de envelhecimento acelerado separadas como sendo de alto e médio vigor respectivamente. Isso evidencia que a maioria das sementes que

constituíam estes lotes eram vigorosas, não sendo eliminadas pelo estresse do envelhecimento acelerado.

De forma geral, os resultados foram elucidativos, pois o estresse a que as sementes foram submetidas não foi drástico e classificou os lotes quanto ao vigor, sendo portanto mais sensível que o teste de germinação.

Na verdade, de acordo com MARCOS FILHO (1999), o teste pode ser considerado eficiente mesmo que não consiga identificar diferenças significativas entre as amostras avaliadas, pois as mesmas podem apresentar níveis semelhantes de vigor.

Constata-se, então, a eficiência do teste de envelhecimento acelerado para sementes de ipê-amarelo, conduzido a 45°C por 72 h.

Em sementes de *Adenantha pavonina*, de acordo com FANTI & PEREZ (1999), o envelhecimento acelerado acarretou perda da viabilidade das sementes, tanto em relação ao aumento da temperatura (60°C) quanto ao aumento do período de permanência na câmara de envelhecimento (72 h).

GEMAQUE (1999), trabalhando com sementes de *Tabebuia impetiginosa*, observou aumento da germinação com 96 h de envelhecimento acelerado conduzido a 42°C, com acréscimos na germinação de 45% para 51%, concluindo que houve processo de reestruturação do sistema de membrana, melhorando o processo germinativo.

GONÇALVES (2003) afirma que este teste pode ser realizado na temperatura de 41°C por um período de 120 h ou 45°C durante 96 h, para sementes de *Guazuma ulmifolia*.

O teste de envelhecimento acelerado aplicado às sementes de *Anadenanthera colubrina* (40°C a partir de 24h), comprometeu o vigor, reduzindo drasticamente a viabilidade, provocando baixa porcentagem de plântulas normais e alta porcentagem de sementes deterioradas (GARCIA et al., 2004).

ABDO (2005) sugere o uso da temperatura 45°C por 96h, no envelhecimento acelerado para sementes de *Croton floribundus*; MORAES (2007) relata que este teste foi eficiente, podendo ser conduzido a 42°C por 72 h para sementes de *Poecilanthe parviflora*.

Dentre os diferentes resultados encontrados em pesquisas, ressalta-se a importância de padronização do método de envelhecimento acelerado, visto que há variação de temperatura e do período de exposição suportada para cada espécie e indivíduos dentro de uma mesma espécie.

## 5. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos com sementes de *Tabebuia chrysotricha* provenientes de diferentes matrizes, pode-se concluir que:

- As sementes apresentam ampla variabilidade nas suas características biométricas;
- As matrizes estudadas apresentam diferenças na capacidade germinativa e vigor das sementes;
- O teste de envelhecimento acelerado, conduzido a 45°C por 72h, foi eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes;
- O teste de condutividade elétrica conseguiu separar os lotes de melhor e os de pior qualidade, podendo ser conduzido com 24h de embebição;
- O lote composto por sementes das diferentes matrizes caracterizou-se como de médio vigor.

## 6. REFERÊNCIAS

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

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; BARBEDO, C. J.; SEMACO, M.. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n. 2, p.283-285, 1996.

ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; PAULA, R. C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.877-885, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

ARAÚJO NETO, J. C. **Caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC**. 2001. 109f Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BARBEDO, C. J.; CÍCERO, S. M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.249-259, 1998.

BARBOSA, J. M. Germinação de sementes de sete essências nativas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16-A, pt.1, p.322-327, 1982.

BARBOSA, J. M.; MACEDO, A. C. **Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo, informações técnicas sobre:** sementes, grupo ecológico, fenologia e produção de mudas. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal, 1993. 125p.

BASKIN, C. S.; BASKIN, J.M. **Seeds:** ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press: London, 1998.

BAZZAR, F. A.; PICKETT, T. A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.11, p.287-310, 1980.

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

BONNER, F. T. Measurement of seed vigor for loblolly and slash pines. **Forest science**, Atlanta, v.32, n.1,p.170-178, 1986.

BONNER, F. T. Testing tree seeds for vigor: a review. **Seed Technology**, Lawrence, v. 20, n. 1, p. 5-17, 1998.

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

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

CAPELANES, T. M. C.; BIELLA, L. C. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas desenvolvido pela Companhia Energética de São Paulo- CESP. In: SÍMPOSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: IBDF, 1986. p.85-107.

CARVALHO, N. M.; GOES, M.de; AGUIAR, I. B.; FERNANDES, P. D. Armazenamento de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*). **Científica**, São Paulo, v.4, n.3, p.315-319, 1976.

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

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

COSTA, M. E.; SAMPAIO, D. S.; PAOLI, A. A. S.; LEITE, S. C. A. L. Poliembriônia e aspectos da embriogênese em *Tabebuia ocracea* (Chamisso) Standley (Bignoniaceae). **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, n.2, p.395-406, 2004.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* MART.& EICHLER- Sapotaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.33, n.3,p.389-398,2003.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Imprensa Universitária, 2001. 648p.

CUNHA, R.; SALOMÃO, A. N.; EIRA, M. T. S.; MELLO,C. M. C.; TANAKA, D. M. Métodos para conservação a longo prazo de sementes de *Tabebuia* spp.- Bignoniaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, n.4, p. 675-678, 1992.

CZABATOR, F. J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. **Forest Science**, v.8, n.4, p.386-396, 1962.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; ISSIKI, K. Qualidade de luz e germinação de sementes de espécies arbóreas tropicais. **Acta Amazônica**, Manaus, v.22, n.1, p.79-84, 1992.

DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N.; BHÉRING, M. C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão de vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DELOUCHE, J. C. An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstracts**. 1965. 40 p.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavoniana* L.-Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Curitiba, v.21, n.2, p.135-141, 1999.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman & Hall, 1993.

FERREIRA, M. G. R.; TORRES, S.B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p.271-275, 2000.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; JARDIM, D. C. P.; IWANE, M. S. S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. **Sivilcultura em São Paulo**, São

Paulo, v.20/22, p.47-55, 1988.

FIGLIOLIA, M. B; OLIVEIRA, E. C; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord). **Sementes Florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993a, p.137-174.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Colheita de sementes. In: AGUIAR, I. B, PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.(Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993b. p.275-302.

FRAZÃO, D. A. C. Tamanho de semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.5, n.1, p.81-91, 1983.

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.

GEMAQUE, R. C. R. **Maturação, tolerância à dessecação e alterações na qualidade fisiológica em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) envelhecidas artificialmente**. 1999. 93f (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

HAIG, D. WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, p. 231-247, 1991.

HAMPTON, H. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**.3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. ISTA, Zurich, 1995. 117p.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. F.; GANDARA, F. B. ( Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 29-46.

KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. **Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: gênero *Tabebuia***. Piracicaba: IEF, 1981, 4p.

KRZYZANOWSKI, 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.15-20.1991.

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 174 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. 382p.

MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Revista CERNE**, Lavras, v. 8, n. 2, p.17 –25, 2002.

MAEDA, J. A.; MATTHES, L. A. F. Conservação de sementes de ipê. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 1, 45-50,1984.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.3.1-3.24.

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

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

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S. M, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Org.). **Atualização em produção de semente**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-40.

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

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de jacarandá- da- bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All.ex. Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.254-262, 2002b.

MARQUES, M. A.; RODRIGUES, T. J. D.; VALERI, S. V.; MALHEIROS, E. B. Comportamento [(*Tabebuia chrysotricha* (Mart.) Standl.) secadas em câmara seca, armazenadas em diferentes ambientes e submetidas a sete níveis de potencial osmótico. **Científica**, São Paulo, v.32, n.2, p.127-133, 2004.

MATTHES, S.; POWELL, A. A electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigor test methods**. Zurich: International Seed Testing Associaty, 1981. p.37-42.

MEDEIROS, A. C. S. **Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas**. EMBRAPA, 2001. 12p. (Circular Técnica).

MELLO, C. M. C.; EIRA, M. T. S. Conservação de sementes de ipês (*Tabebuia spp*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.4, p.427-432, 1995.

MORAES, J. V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* (Fabaceae - Faboideae)**. 2007. 49f Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B.(Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p.1-24.

NEGREIROS, G. F.; PEREZ, S. C. J. G. Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.4, p.391-396, abr. 2004.

OLIVEIRA, L. M. **Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martinus ex A. P. de Candolle Stansley) envelhecidas**

**natural e artificialmente.** 2004. 160p (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; SILVA, T. T. A.; BORGES, D. I. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes *Tabebuia impetiginosa* (Martinus ex A. P. de Candolle) Stansley e *T. serratifolia* Vahl Nich. **Revista Ciência agrotec**, Lavras, v.29, n.3, p.642-648, 2005.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.621-627, 1996.

PEREZ, S. C. J. G. A.; NEGREIROS, G. F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p.175-183, 2001.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Ed. F. P. Gomes, 2000. 477p.

PINTO, M. M.; SADER, R.; BARBOSA, J. M. Influência do tempo de secagem e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de ipê-rosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.1, p.37-47, 1986.

PIAZZANO M. Números cromosômicos en Bignoniaceae de Argentina. **Kurtziana.** v.26, p.37-47, 1986.

PIZZETA, P. U. C.; BATISTELA FILHO, F. S.; PAULA, R. C. Efeito do envelhecimento acelerado sobre o comportamento germinativo de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthus parviflorus* Benth. – Fabaceae). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2,

p.281, 2001.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOS, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, p.564-569, 1992.

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

RAMOS, A; BIANCHETTI, A. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1984. p.193-204.

RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p.98-103, 2004.

RÊGO, F.A.; COSTA, M. M. N.; SILVA, A. Q.; SILVA, H. Influência do tamanho da semente e escarificação na germinação da macadamia (*Macadamia integrifolia*). **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 4, p.85, 1991.

ROSA, S. D. V. F.; PINHO, E. V. R. V.; VIEIRA, M. G. G. C.; VEIGA, R. D. Eficácia do teste de condutividade elétrica para uso em estudos de danos de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.54-63, 2000.

SALES, N. L. P.; CASTRO, H. A. Efeito da população fúngica sobre a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. e barbartimão (*Stryphnodendron adstringes* (Mart.) Couville). **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, n.1, p.83-89, 1994.

SALOMÃO, A. N.; FUJICHIMA, A. G. **Respostas de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex S. Moore (Bignoniaceae) à dessecação e ao congelamento em temperaturas subzero.** Brasília: EMBRAPA, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, n.76).

SALOMÃO, A. N.; ALLEM, A. C. Polyembryony in Angiospermous trees of the Brazilian cerrado and caatinga vegetation. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.3, p.369-378, 2001.

SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chysotricha* (Mart. Ex Dc) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand-(Bignoniaceae). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.1, p. 87-92, 2005.

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

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, 2005.

SEGHESE, F.; ISSHIKI, K.; VITTI, A. P. Ecofisiologia de germinação de espécies arbóreas. In: KAGEYAMA, P. Y. **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidroelétricas da CESP.** Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.8 , n.25, p.9-11, 1992.

SILVA, B. M. S. **Morfo-anatomia e envelhecimento acelerado em diásporos de**

***Oenocarpus bacaba* Mart. - Arecaceae. 2007 68f.** Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.

SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Influencia del estrés hídrico sobre el desempeño germinativo de semillas de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. FABACEAE) de diferentes tamaños. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: 2006.1CD-ROM.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (VAHL.) NICH. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.833-841, 2005.

TAYLOR, A. G.; LEE, S. S.; BERESNIEWICZ, M. M.; PAINE, D. H. Aminoacid leakage from aged vegetable seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, p.113-122, 1995.

TESSER, S. M. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de espécies florestais**. 2005. 46f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

TURNBULL, J. W. Seed extraction and cleaning. In: REPORT ON THE FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang mai. **Proceedings Rome**: FAO, 1975. p.135-151.

VALENTINI, S. R. T.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Aplicação do teste de vigor em sementes: In: SILVA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.74-84.

(Série Registros, 14).

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de temperatura e de períodos de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.41-45, 1999.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 103p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina – ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p. 1333-1338, 2002.

WHITMORE, T. C. Forest dynamics and questions of scale. In: HADLEY, M. (Ed.) **Rain forest regeneration and management**. Paris: Institute Union of Biol Sci., 1988. p.13-17.