

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DE  
SEMENTES DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Tabebuia* (BIGNONIACEAE)**

ALUISIO BRIGIDO BORBA FILHO

SÃO CARLOS – SP

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DE  
SEMENTES DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Tabebuia* (BIGNONIACEAE)**

Aluisio Brigido Borba Filho  
Engenheiro Agrônomo

Orientadora:

Profa. Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS – SP

2006

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

B726ag

Borba Filho, Aluisio Brigido.

Aspectos da germinação e da conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae) / Aluisio Brigido Borba Filho. -- São Carlos : UFSCar, 2006.  
86 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2006.

1. Germinação. 2. *Tabebuia*. 3. Plantas florestais - sementes. 4. Vigor de sementes. I. Título.

CDD: 581.334 (20<sup>a</sup>)

Aluisio Brigido Borba Filho

**ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DE  
SEMENTES DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Tabebuia* (BIGNONIACEAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 08 de junho de 2006

**BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez  
Orientadora  
PPG-ERN/UFSCar

Prof. Dr. Alfredo Gui Ferreira  
UFRGS

Profa. Dra. Silmara Cristina Fanti  
UNICEP

Profa. Dra. Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque  
UFMT

Prof. Dr. Sérgio Roberto Garcia dos Santos  
Instituto Florestal – SP

À minha esposa

Aneliza

e

aos nossos filhos

André, Alexandre e Adriano.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Mato Grosso;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos;

À Professora Dra. Sonia Cristina J. G. de A. Perez, pela orientação, incentivo e amizade;

À Professora Dra. Miramy Macedo, pela carinhosa atenção e pelo apoio e estímulo para início e desenvolvimento desse estudo;

À Professora Dra. Maria Cristina de F. e Albuquerque, pelo apoio e constante incentivo e pelas sugestões como membro da Banca Examinadora;

Aos Professores. Dr. Alfredo Gui Ferreira e Dr. Sérgio Roberto G. dos Santos e à Professora Dra. Silmara Cristina Fanti, pela participação na Banca Examinadora e pelas importantes sugestões apresentadas;

Ao Eng. Agrônomo Dimas de Melo, por ceder a Fazenda Invernada para coleta de sementes e pela colaboração nas atividades de campo;

Ao Professor Zenésio Finger, pelo auxílio na coleta de sementes e por fotos para ilustrar o trabalho;

Ao Técnico José Edivaldo da Silva, do UFMT – Herbário Central, pela ajuda na coleta de sementes;

Ao Professor Sidney F. Caldeira, por permitir o uso do Viveiro Florestal e pelas colaborações prestadas;

À Bióloga Sidnéa A. F. Caldeira e aos funcionários e estagiários do Laboratório de Sementes da FAMEV/UFMT, pelo apoio na condução dos experimentos;

Aos Professores Joadil G. de Abreu, Mariano M. Espinosa, Sebastião C. Guimarães e Adriana Q. Machado, pelo auxílio nos procedimentos estatísticos e pelas sugestões apresentadas;

Aos acadêmicos do curso de agronomia da UFMT Luiz Fernando de J. B. Souza, Marcianne Cristinne Q. dos Santos e Valéria Louise da S. Pires, pela importante colaboração nas atividades de laboratório;

Às amigas Ana Beatriz Gatti, Luiza P. S. Moraes, Maristela Imatomi e Rosângela P. Biruel, pela atenção, incentivo e decisiva colaboração;

À minha esposa Aneliza M. Borba, pela paciência, compreensão e carinhoso apoio em todos os momentos;

Aos meus filhos André M. Borba, Alexandre M. Borba e Adriano M. Borba, pela amizade, dedicação e ajuda em várias etapas.

*“Não julgues nada pela pequenez dos começos.  
Uma vez fizeram-me notar que não se distinguem  
pelo tamanho as sementes que darão ervas  
anuais das que vão produzir árvores centenárias”.*

**Josemaria Escrivá**

## ASPECTOS DA GERMINAÇÃO E DA CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Tabebuia* (BIGNONIACEAE)

**RESUMO GERAL** – O gênero *Tabebuia*, da família Bignoniaceae, é formado por cerca de 100 espécies, várias das quais apresentam, além de importância ambiental, valor madeireiro, medicinal e ornamental. Essas espécies produzem sementes em grande quantidade, com curto período de viabilidade em condições naturais. No presente estudo foram desenvolvidos trabalhos sobre aspectos da germinação e conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia*. Inicialmente foram avaliados substratos para uso no teste de germinação de sementes das espécies *T. aurea* (Manso) Benth. & Hook., *T. impetiginosa* (Mart.) Standl., *T. ochracea* (Cham.) Standl., *T. roseo-alba* (Ridl.) Sand. e *T. serratifolia* (Vahl.) Nich. Foram testados os substratos sobre-areia, sobre-vermiculita, sobre-areia+vermiculita, sobre-papel (duas folhas de papel mata-borrão) e entre-papel (duas folhas de papel mata-borrão abaixo e uma sobre as sementes). Para sementes de *T. impetiginosa*, esses substratos são favoráveis para uso no teste de germinação. Para as demais espécies, os substratos mais adequados são: sobre-areia, sobre-papel e entre-papel para *T. aurea*; entre-papel para *T. ochracea* e *T. roseo-alba* e sobre-areia e entre-papel para *T. serratifolia*. Em outro trabalho procurou-se identificar a condição adequada para o armazenamento de sementes de *T. roseo-alba* e de *T. impetiginosa*, bem como avaliar métodos para estimar alterações na viabilidade e no vigor dessas sementes. Diferentes grupos de sementes foram acondicionados em sacos de plástico transparente, sacos de papel Kraft e latas. Em seguida foram armazenados por até 300 dias em condições de laboratório, geladeira e câmara refrigerada. No início do armazenamento e após cada período de 60 dias

determinou-se o teor de água, a porcentagem e a velocidade de germinação e a condutividade elétrica das sementes. A melhor condição para conservação de sementes de *T. roseo-alba* e *T. impetiginosa* foi obtida com o acondicionamento em lata e manutenção em geladeira. Sementes de *T. impetiginosa* também podem ser conservadas embaladas em saco de plástico, saco de papel ou lata quando estocadas em câmara refrigerada. Alterações no vigor de sementes dessas espécies são primeiramente identificadas considerando a velocidade de germinação. No terceiro trabalho foi avaliada a eficiência do envelhecimento acelerado em detectar variações no vigor de sementes de *T. roseo-alba* e de *T. impetiginosa*. Sementes dessas espécies foram submetidas ao envelhecimento acelerado sob temperaturas de 40 ou 45°C, por períodos de 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Após esses períodos foram realizados testes de germinação e de emergência de plântulas e calculados os índices de emergência em campo. Verificou-se que o envelhecimento acelerado é eficiente para detectar variações no vigor de sementes de *T. roseo-alba* e de *T. impetiginosa*. Quando o envelhecimento é conduzido a 45°C, as diferenças na viabilidade e no vigor ocorrem primeiro. As características porcentagem e velocidade de germinação, emergência de plântulas e biomassa incorporada, podem ser recomendadas como indicadoras do vigor das sementes com o uso do envelhecimento acelerado. Sob condições mais drásticas de envelhecimento acelerado, não há correspondência entre os dados obtidos em campo e em laboratório.

Termos para indexação – sementes florestais; viabilidade; vigor.

**ASPECTS ON THE GERMINATION AND CONSERVATION OF SEEDS IN  
SPECIES OF THE GENUS *Tabebuia* (BIGNONIACEAE)**

**GENERAL ABSTRACT** – The genus *Tabebuia* in the family Bignoniaceae comprises about 100 species, several of which have medicinal, ornamental, and timber value, in addition to their environmental importance. These species produce large amounts of seeds, with a short viability period under natural conditions. In the present research, studies were developed on germination and conservation aspects of seeds in species of the genus *Tabebuia*. Initially, substrates were evaluated to be used in seed germination tests for the species *T. aurea* (Manso) Benth. & Hook., *T. impetiginosa* (Mart.) Standl., *T. ochracea* (Cham.) Standl., *T. roseo-alba* (Ridl.) Sand., and *T. serratifolia* (Vahl.) Nich. The following substrates were tested: on sand, on vermiculite, on sand+vermiculite, on paper (two sheets of blotting paper) and between sheets (two sheets of blotting paper under and one sheet over the seeds). For *T. impetiginosa* seeds, these substrates are suitable for use in germination tests. For the other species, the most suitable substrates were: on sand, on paper, and between sheets for *T. aurea*; between sheets for *T. ochracea* and *T. roseo-alba*; and on sand and between sheets for *T. serratifolia*. In another study we attempted to identify a suitable condition to store *T. roseo-alba* and *T. impetiginosa* seeds, as well as to evaluate methods to estimate alterations in the viability and vigor of those seeds. Different groups of seeds were placed in clear plastic bags, Kraft paper bags, and cans. The seeds were then stored for up to 300 days under laboratory, refrigerator, and refrigerated chamber conditions. Seed water content, germination percentage and velocity, and electric conductivity were determined at the onset of storage and thereafter at every 60 days. The best *T. roseo-alba* and *T. impetiginosa*

seed conservation condition was obtained with cans maintained in the refrigerator. *T. impetiginosa* seeds can also be kept in plastic bags, paper bags, or cans when stored in refrigerated chamber. Seed vigor alterations in these species are initially identified based on germination velocity. In the third study, we evaluated accelerated aging effectiveness in detecting vigor variations in *T. roseo-alba* and *T. impetiginosa* seeds. Seeds of these species were submitted to accelerated aging under temperatures of 40 or 45°C, for periods of 24, 48, 72, 96, 120, and 144 hours. After those periods, germination and plantlet emergence tests were conducted, and field emergence index values were calculated. We verified that accelerated aging is effective to detect seed vigor variations in *T. roseo-alba* and *T. impetiginosa*. When aging is conducted at 45°C, differences in viability and vigor occur first. Traits such as germination percentage and velocity, plantlet emergence, and incorporated biomass can be recommended as seed vigor indicators, using accelerated aging. Under more drastic accelerated-aging conditions, no correspondence is observed between data obtained in the field and in the laboratory.

Index terms – forest seeds; viability; vigor.

## SUMÁRIO

Introdução Geral.....	1
Características das espécies estudadas.....	4
Capítulo 1	
Avaliação de substratos para uso no teste de germinação de sementes de espécies do gênero <i>Tabebuia</i> .....	11
Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução .....	13
Material e Métodos.....	16
Resultados e Discussão.....	18
Conclusões.....	35
Referências Bibliográficas.....	36
Capítulo 2	
Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes.....	38
Resumo.....	38
Abstract.....	39
Introdução .....	40
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	46
Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas.....	56

### Capítulo 3

Eficiência do envelhecimento acelerado em detectar variações no vigor de sementes de ipê-branco e de ipê-roxo.....	59
Resumo .....	59
Abstract .....	60
Introdução .....	61
Material e Métodos.....	64
Resultados e Discussão.....	67
Conclusões.....	83
Referências Bibliográficas .....	84
Conclusões Gerais .....	86

## INTRODUÇÃO GERAL

A conversão das áreas com vegetação nativa em áreas agrícolas tem sido uma das principais causas de modificações no meio ambiente e, várias dessas, de alto potencial de impacto negativo, com danos severos à biodiversidade (CAMPANHOLA et al., 1997). Dessa forma, diversas espécies vegetais vêm sofrendo forte erosão genética em virtude do avanço das fronteiras agrícolas e da intensa exploração predatória (RIBEIRO & SILVA, 1996; BARROS, 1997).

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos esforços no sentido de amenizar essas ações negativas por meio de projetos de recomposição vegetal de áreas degradadas e, nesse sentido, as espécies da flora brasileira que apresentam potencial econômico, madeireiro, ornamental e medicinal, vêm recebendo atenção de pesquisadores. Entretanto, são necessários mais estudos sobre a avaliação e a preservação da qualidade física e fisiológica das sementes para melhor aproveitamento de um lote, quer para estudos básicos, quer para a produção de mudas (HEBLING, 1997).

Em geral, as espécies florestais apresentam uma produção irregular de sementes, sendo abundante em determinado ano e escassa em outros. Por esse motivo, determinar as melhores condições para o armazenamento torna-se necessário para garantir a demanda anual de sementes, possibilitando a formação de um estoque com manutenção da viabilidade e do vigor para os anos onde há baixa, ou nenhuma produção (CARNEIRO & AGUIAR, 1993).

A partir da maturidade fisiológica tende a ocorrer redução no potencial fisiológico das sementes, como consequência do processo de deterioração. Assim, depois de colhidas e, antes de serem utilizadas para a semeadura, as sementes devem ser armazenadas adequadamente para que a deterioração seja reduzida ao

mínimo, possibilitando a manutenção da viabilidade das mesmas (AGUIAR, 1995).

O potencial fisiológico das sementes pode ser avaliado em laboratório por meio de diferentes testes. Dentre esses, o teste de germinação possibilita informações sobre a viabilidade e o vigor das mesmas. Na condução de testes de germinação, o substrato é de grande importância por constituir o ambiente no qual a semente pode germinar e se desenvolver (FIGLIOLIA et al., 1993). As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) recomendam que para a escolha do substrato deve-se levar em consideração o tamanho da semente, sua sensibilidade ou não à luz, disponibilidade de nutrientes e facilidade que esse oferece para as avaliações das plântulas emergidas.

Entretanto, o teste de germinação não é considerado completo, uma vez que não envolve vários aspectos da relação entre a semente e o ambiente. Desse modo, é importante a adoção de métodos que permitam a avaliação do vigor das sementes para identificar diferenças no potencial de desempenho entre lotes com porcentagem de germinação semelhante. Uma vez que a deterioração tem início logo após a maturidade fisiológica, quanto mais próximo desse estágio estiver o parâmetro avaliado, mais sensível será o teste (MARCOS FILHO, 1999).

Dentre os testes de vigor, o da condutividade elétrica estima a qualidade da semente em função da quantidade de íons liberados na solução de embebição das sementes, que está relacionada à integridade das membranas celulares. Membranas mal estruturadas e danificadas estão geralmente associadas aos processos de deterioração e de redução do vigor da semente (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Outra maneira de avaliar o vigor das sementes é com a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, que tem como premissa que a taxa de deterioração

das sementes é aumentada após serem expostas a elevadas temperatura e umidade relativa do ar, considerados os principais fatores relacionados com a deterioração de sementes ortodoxas (MARCOS FILHO, 2005). Após serem submetidas ao envelhecimento, as sementes são avaliadas pelo teste de germinação ou de emergência de plântulas. Desse modo, sementes mais vigorosas apresentam germinação mais rápida e homogênea e plântulas mais desenvolvidas.

O gênero *Tabebuia*, da família Bignoniaceae, é formado por cerca de 100 espécies, das quais 35 ocorrem no Brasil (FARIAS, 2000). Várias dessas espécies, além de importância ambiental, apresentam valor madeireiro, com usos na construção civil e marcenaria. São também utilizadas como plantas medicinais, ornamentais e melíferas, sendo apreciadas para paisagismo e recomposição vegetal de áreas degradadas. Em geral produzem sementes em grande quantidade que, entretanto, apresentam curto período de viabilidade em condições naturais (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003).

Essas espécies apresentam possibilidades de múltiplos usos e suas sementes constituem um material biológico de fácil manuseio. Desse modo, foram escolhidas para o presente estudo, com o objetivo de acrescentar informações sobre aspectos da germinação e conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia*.

## Características das espécies estudadas

*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook., conhecida como caraibeira ou paratudo, é uma espécie arbórea, com aproximadamente 20 m de altura, tronco tortuoso e revestido por casca grossa. Floresce durante os meses de junho a setembro, com a árvore quase totalmente despida da folhagem e suas flores tem coloração amarela. Os frutos são deiscentes, com sementes dotadas de alas, dispersas pelo vento. Um quilograma de sementes contém entre 4.300 e 6.700 unidades (LORENZI, 2000; SILVA JUNIOR, 2005).

Ocorre nas regiões Norte e Nordeste, no Cerrado e no Pantanal. Produz madeira moderadamente pesada, própria para cabos de ferramentas, confecção de móveis e para construção civil. A árvore é ornamental, prestando-se para arborização urbana e para recomposição vegetal de áreas degradadas (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000). Apresenta vários usos medicinais, sendo considerada “um santo remédio do pantaneiro” para problemas de estômago e fígado, vermes, anemia, entre outros (POTT & POTT, 1994).



**Figura 1** – Árvore, frutos e sementes de *Tabebuia aurea*. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. (Fotos: Borba Filho, A.B.).

A espécie *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl. é conhecida pelos nomes populares de ipê-roxo, ipê-roxo-de-bola ou pau-d'arco-roxo. É uma árvore que pode atingir altura superior a 20 m, com tronco de 60 a 90 cm de diâmetro. Floresce de maio a agosto, com a árvore despida da folhagem. Os frutos amadurecem de setembro a outubro, produzindo sementes aladas. Um quilograma contém aproximadamente 8.950 sementes (LORENZI, 2000).

Apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até a Argentina. A madeira é muito pesada, dura, apropriada para construções externas, para cabo de ferramentas, implementos agrícolas e construções rurais. Tem aplicações medicinais no combate à escabiose (impetigo), contra anemia e câncer. É também empregada em arborização urbana e em reflorestamentos (POTT & POTT, 1994; CARVALHO, 2003).



**Figura 2** – Árvore e sementes de *Tabebuia impetiginosa*. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. (Fotos: Borba Filho, A.B.).

*Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. é popularmente conhecida como ipê-amarelo, ipê-amarelo-do-cerrado ou ipê-cascudo. É uma espécie arbórea, com altura de até 14 m, tronco tortuoso, de 30 a 50 cm de diâmetro. Floresce de julho a outubro, quando a árvore apresenta-se totalmente despida da folhagem, com amadurecimento dos frutos a partir da fase final desse período. As sementes são aladas, com aproximadamente 72.000 unidades por quilograma (LORENZI, 2000; SILVA JUNIOR, 2005).

Essa espécie ocorre na região Centro-Oeste e nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Produz madeira muito pesada, durável, utilizada para móveis, acabamentos internos ou externos e para confecção de peças torneadas. Pode ser utilizada para plantio em áreas degradadas e para arborização urbana (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000). Como planta medicinal é empregada para doenças venéreas e dos rins (POTT & POTT, 1994).



**Figura 3** – Flores e sementes de *Tabebuia ochraceae*. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. (Fotos: Finger, Z.; Borba Filho, A.B.).

*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. é o popular ipê-branco, de porte arbóreo, com aproximadamente 16 m de altura, com tronco ereto, de 40 a 50 cm de diâmetro. Floresce de agosto a outubro, com a planta despida da folhagem. O amadurecimento dos frutos acontece a partir de outubro, com produção de grande quantidade de sementes aladas. Um quilograma contém aproximadamente 71.000 sementes (LORENZI, 2000).

Ocorre na região Centro-Oeste, na Caatinga do Nordeste, no Pantanal e nos estados de São Paulo e Minas Gerais. A madeira é moderadamente pesada e macia, servindo para acabamentos internos na construção civil. A árvore é ornamental, adequada para arborização de ruas e avenidas, em virtude de seu porte não muito elevado (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000).



**Figura 4** – Árvore, flores e sementes de *Tabebuia roseo-alba*. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. (Fotos: Borba Filho, A.B.).

*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. é conhecida como ipê-amarelo, pau-d'arco-amarelo ou piúva-amarela. É uma árvore com altura de até 20 m, com tronco ereto, de 60 a 80 cm de diâmetro. Floresce nos meses de julho a novembro, com a planta despida da folhagem. Os frutos amadurecem de setembro a dezembro, produzindo grande quantidade de sementes aladas, com um quilograma contendo entre 14.900 a 25.000 unidades (LORENZI, 2000; SILVA JUNIOR, 2005).

Essa espécie ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e nos estados de Minas Gerais e São Paulo. A madeira é pesada, duríssima, própria para estruturas externas, tanto na construção civil como naval. A árvore é excelente para paisagismo (LORENZI, 2000; SILVA JUNIOR, 2005).



**Figura 5** – Flores e sementes de *Tabebuia serratifolia*. Cotriguaçu, Mato Grosso, Brasil. (Fotos: Finger, Z.; Borba Filho, A.B.).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 33-44. (Série Registros, n. 14).

BARROS, M.A.G. Avaliação da ação antrópica sobre as plantas do Cerrado com potencial econômico. In: LEITE, L.L.; SAITO, C.H. (Ed.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**. Brasília: UnB, 1997. p. 257-260.

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

CAMPANHOLA, C.; LUIZ, A.J.B.; LUCCHIARI JÚNIOR, A. O problema ambiental no Brasil: agricultura. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas: UNICAMP/IE, 1997. p. 265-281.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.

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

FARIAS, R. **Fitogeografia dos gêneros *Jacaranda* Juss. e *Tabebuia* Gomes Ex DC. no bioma Cerrado**. 2000. 112 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – UnB, Brasília, 2000.

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

HEBLING, S.A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong**. 1997. 116 f. Tese (Doutorado – concentração em Ecologia e Recursos Naturais) – UFSCar, São Carlos, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 1.

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

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do pantanal**. Brasília: Embrapa, 1994. 320 p.

RIBEIRO, J.F.; SILVA, J.C.S. Manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma cerrado: o uso de plantas nativas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA - CPAC, 1996. p. 10-14.

SILVA JUNIOR, M.C. **100 árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília: Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKY, 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. 4.

## CAPÍTULO 1

### AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA USO NO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Tabebuia*

**RESUMO** – O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar substratos e identificar o mais adequado para uso no teste de germinação de sementes das espécies *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook., *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl., *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl., *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. e *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, avaliando-se os substratos sobre-areia, sobre-vermiculita, sobre-areia+vermiculita, sobre-papel (duas folhas de papel mata-borrão) e entre-papel (duas folhas de papel mata-borrão abaixo e uma sobre as sementes). As sementes foram distribuídas nos substratos em caixas de plástico transparente (gerbox) e incubadas em câmara de germinação a 27°C e fotoperíodo de 8 horas. Os experimentos seguiram o delineamento inteiramente casualizado com seis repetições de 15 sementes, determinando-se as características porcentagem e velocidade de germinação. Para sementes de *Tabebuia impetiginosa*, os substratos avaliados são favoráveis para uso no teste de germinação. Para as demais espécies, os substratos mais adequados são: sobre-areia, sobre-papel e entre-papel para *Tabebuia aurea*; entre-papel para *Tabebuia ochracea* e *Tabebuia roseo-alba* e sobre-areia e entre-papel para *Tabebuia serratifolia*.

Termos para indexação: Bignoniaceae; espécie florestal; viabilidade.

**EVALUATION OF SUBSTRATES FOR USE IN SEED GERMINATION TESTS  
WITH SPECIES IN THE GENUS *Tabebuia***

**ABSTRACT** - This study was developed in order to evaluate and identify the most adequate substrate for use in seed germination tests with the species *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook., *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl., *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl., *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand., and *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. The experiments were conducted in the Seed Laboratory of Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária at Universidade Federal de Mato Grosso, Brazil. The following substrates were evaluated: on sand, on vermiculite, on sand+vermiculite, on paper (two sheets of blotting paper), and between sheets (two sheets of blotting paper under and one sheet over the seeds). The seeds were distributed on the substrates in clear plastic boxes (gerbox) and incubated in a germination chamber at 27°C and an 8-hour photoperiod. The experiments were installed as a completely randomized design with six replicates containing 15 seeds each. Determinations included germination percentage and velocity. For *Tabebuia impetiginosa* seeds, the substrates evaluated were suitable for use in germination tests. For the other species, the most suitable substrates were: on sand, on paper, and between sheets for *Tabebuia aurea*; between sheets for *Tabebuia ochracea* and *Tabebuia roseo-alba*, and on sand and between sheets for *Tabebuia serratifolia*.

Index terms: Bignoniaceae; forest species; viability.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Tabebuia*, família Bignoniaceae, é formado por cerca de 100 espécies, das quais 35 ocorrem no Brasil (FARIAS, 2000). Várias espécies desse gênero apresentam valor madeireiro, medicinal e ornamental, sendo apreciadas para paisagismo e recomposição de áreas degradadas. Em geral, produzem sementes em grande quantidade, com curto período de viabilidade em condições naturais (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003).

O teste de germinação tem por objetivo obter informações sobre a qualidade das sementes para fins de armazenamento, de semeadura ou para comparar diferentes lotes de sementes. As condições para a realização do teste são controladas e consideradas ótimas, de modo a permitir a germinação das sementes de uma determinada espécie e, padronizadas, para que o teste possa ser reproduzido (BRASIL, 1992).

Na condução do teste de germinação, o substrato é importante por proporcionar condições para que ocorra a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas. A escolha do material para substrato deve considerar o tamanho e o formato da semente, sua exigência com relação à umidade e aeração, sensibilidade à luz, bem como a facilidade que o material oferece para o desenvolvimento e avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) citam como mais utilizados os substratos papel (mata-borrão, toalha e de filtro), pano, areia e solo. Para cada um desses materiais são apresentadas especificações a serem seguidas, no sentido de padronizar o teste. Para sementes florestais, vários substratos têm sido testados, destacando-se a vermiculita e a areia, principalmente pela baixa contaminação por microrganismos. Conforme o tipo de substrato utilizado,

observam-se variações no comportamento germinativo apresentado pelas sementes de diferentes espécies. Por esse motivo, é importante a escolha do substrato adequado para a realização do teste de germinação (FIGLIOLIA et al., 1993).

A areia, quando utilizada para substrato, deve apresentar uniformidade de tamanho de suas partículas; para tanto deve ser utilizada a fração que passe através de uma peneira de orifícios de 0,8 mm e fique retida sobre outra de orifícios de 0,05 mm. Deve ter capacidade de retenção de água em quantidade suficiente para suprir as sementes, bem como permitir aeração adequada para a germinação, com valor de pH entre 6,0 a 7,5 (BRASIL, 1992).

Os papéis devem ser compostos de 100% de fibra de madeira, clareada quimicamente, de algodão ou outro tipo de celulose vegetal. Devem ter textura porosa e apresentar capacidade de retenção de água para garantir umidade às sementes durante o teste, com valor de pH entre 6,0 a 7,5 (BRASIL, 1992).

A vermiculita é um material de origem mineral, de estrutura laminar, praticamente inerte e livre de microrganismos patogênicos. Apresenta baixa densidade, grande aeração e elevada capacidade de retenção de água (WENDLING & GATTO, 2002).

Para algumas espécies, um único material pode ser utilizado como substrato no teste de germinação. Como exemplo, o substrato papel-filtro foi o mais indicado para sementes de *Peltophorum dubium* (PEREZ et al., 1999), sobre-papel para *Bowdichia virgilioides* e *Cybistax antisiphilitica* (FERRONATO, 1999), e entre-papel para *Mimosa caesalpiniaefolia* (ALVES et al., 2002). Melhores resultados foram registrados com os substratos sobre-areia para *Sebastiania commersoniana* (SANTOS & AGUIAR, 2000) e entre-areia para *Hymenaea stignocarpa* (DIGNART, 1998).

Em outras espécies, dois ou mais substratos mostraram-se adequados para o teste de germinação. Os mais indicados para *Colubrina glandulosa* foram sobre-vermiculita, areia e papel ou entre-vermiculita (ALBUQUERQUE et al., 1998), e papel, algodão e vermiculita para *Adenantha pavonina* (FANTI & PEREZ, 1999) enquanto que vermiculita e areia foram recomendados para *Zeyhera tuberculosa* (RAMOS et al., 2003).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar substratos e identificar o mais adequado para uso no teste de germinação de sementes de cinco espécies do gênero *Tabebuia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, no período de dezembro de 2002 a fevereiro de 2003. Foram utilizadas sementes das seguintes espécies:

- *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. - colhidas na Fazenda Invernada, município de Chapada dos Guimarães – MT;
- *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl. - provenientes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – Piracicaba – SP;
- *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. - colhidas na Fazenda Invernada, município de Chapada dos Guimarães – MT;
- *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. - provenientes da Fundação Florestal – São Paulo – SP;
- *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nick. - provenientes do Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras – Lavras – MG.

Foi realizada seleção manual para garantir homogeneidade de tamanho, coloração e melhor estado de conservação das sementes, não havendo necessidade de divisão das mesmas em diferentes categorias quanto a esses aspectos. Em seguida, foi determinado o teor de água das sementes pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizando-se duas amostras de sementes intactas de aproximadamente 1,0 g para *T. roseo-alba* e de 4,0 a 5,0 g para as demais espécies.

Os testes de germinação foram realizados em caixas de plástico transparente (gerbox) com seis repetições de 15 sementes. Essa quantidade em

cada caixa foi adotada em função do maior tamanho das sementes de *T. aurea* e mantida para as demais espécies. Para acomodação nas caixas, as sementes de *T. aurea* tiveram as alas cortadas com o auxílio de tesoura.

Os substratos utilizados no estudo foram: sobre-areia, sobre-vermiculita, sobre-areia+vermiculita (misturadas em partes iguais), sobre-papel (duas folhas de papel mata-borrão) e entre-papel (duas folhas de papel mata-borrão abaixo e uma folha sobre as sementes). Os materiais constituintes dos substratos foram esterilizados em estufa a 120°C durante três horas. Posteriormente foram umedecidos com água destilada nas seguintes quantidades: areia, até 60% da capacidade de absorção; vermiculita, na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato; papel mata-borrão, na capacidade máxima de absorção de água.

Após a distribuição das sementes nos substratos, as caixas foram envolvidas com filme de policloreto de vinila (PVC) transparente, tampadas e mantidas em câmara de germinação à temperatura constante de 27°C e fotoperíodo de oito horas. Os substratos e as sementes utilizados nos experimentos não receberam tratamento com fungicidas.

Foram realizadas contagens a cada 24 horas, considerando-se germinadas as sementes com protrusão de radícula igual ou superior a 2,0 mm e curvatura geotrópica positiva. Foram calculados os valores de porcentagem, velocidade média e frequência relativa de germinação (LABOURIAU, 1983).

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, sendo os dados submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar 4.3. Os valores das variáveis dependentes atenderam aos pressupostos da análise de variância e foram analisados sem transformação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do teor de água das sementes, determinados no momento da instalação dos experimentos, estão apresentados na Tabela 1. O teor de água é uma característica importante na avaliação da qualidade de sementes, por ser um fator de grande influência no potencial de armazenamento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Verifica-se que os valores obtidos estão situados dentro do intervalo de 7 a 9% (Tabela 1), o qual permite o armazenamento de sementes de espécies do gênero *Tabebuia*. Essas sementes apresentam comportamento ortodoxo e devem ser armazenadas com reduzido teor de água (MELLO & EIRA, 1995; SILVA et al., 2001).

**Tabela 1** – Teor de água das sementes de espécies do gênero *Tabebuia* utilizadas nos experimentos.

Espécies	Teor de água (%)
<i>Tabebuia aurea</i>	9,2
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	8,3
<i>Tabebuia ochracea</i>	8,7
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	7,9
<i>Tabebuia serratifolia</i>	8,3

A porcentagem e a velocidade de germinação de sementes de *T. aurea* apresentaram melhores resultados com o uso dos substratos sobre-areia, sobre-papel e entre-papel. Esses resultados foram superiores aos registrados com a utilização dos substratos sobre-vermiculita ou sobre-areia+vermiculita (Tabela 2).

Dessa forma, a vermiculita, isolada ou em mistura com areia, proporcionou nessas sementes, menores valores de porcentagem e velocidade de

germinação. Resultados dessa natureza foram também observados por Bezerra et al. (2002) com sementes de *Momordica charantia*. Esses autores, analisando os efeitos de diferentes substratos, concluíram que a vermiculita causou redução do percentual e da velocidade de germinação das sementes.

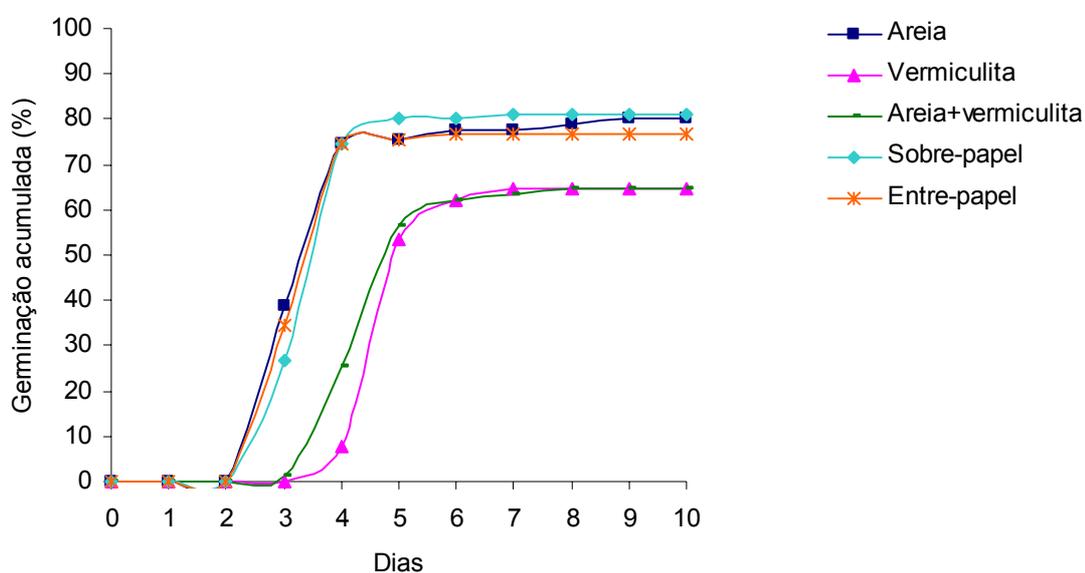
A porcentagem de germinação acumulada apresentou estabilização seis dias após a semeadura com o uso do substrato entre-papel (77%) e após sete dias com sementes distribuídas sobre-vermiculita (64%) ou sobre-papel (81%). Oito dias após o início da embebição ocorreu a estabilização da germinação das sementes no substrato sobre-areia+vermiculita (64%) e após nove dias quando dispostas sobre-areia (80%) (Figura 1). Os polígonos de frequência relativa da germinação apresentaram caráter unimodal, indicando germinação homogênea das sementes (Figura 2).

Com base nesses resultados, os substratos sobre-areia, sobre-papel e entre-papel são os mais indicados para o teste de germinação de sementes de *T. aurea*. Entretanto, a areia é um material que apresenta entre outros inconvenientes, desuniformidade na capacidade de retenção e distribuição da água e dificuldades de manuseio (FIGLIOLIA et al., 1993). Assim, o substrato sobre-papel, por apresentar praticidade de uso e ser mais econômico que a forma entre-papel, reúne melhores características para ser empregado no teste de germinação de sementes de *T. aurea*.

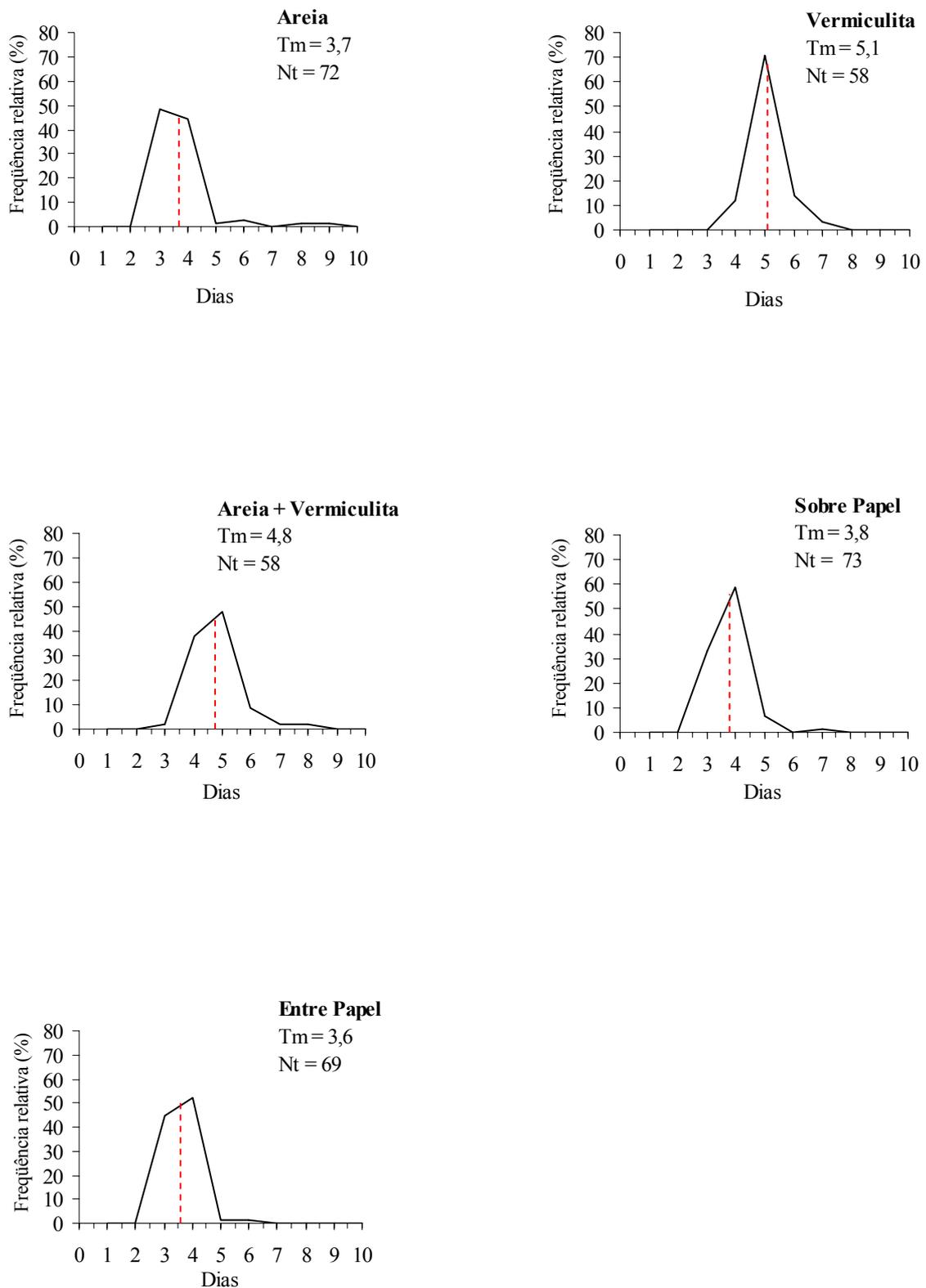
**Tabela 2** – Valores médios de porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *Tabebuia aurea* em diferentes substratos.

Substrato	G (%)	V (dias <sup>-1</sup> )
Sobre-areia	80 a	0,273 a
Sobre-vermiculita	64 b	0,197 b
Sobre-areia+vermiculita	64 b	0,211 b
Sobre-papel	81 a	0,265 a
Entre-papel	77 a	0,278 a
Média	73	0,245
CV (%)	13,97	8,13

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 1** – Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Tabebuia aurea* em diferentes substratos.



**Figura 2** – Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Tabebuia aurea* em diferentes substratos. Tm = tempo médio de germinação, em dias; Nt = número total de sementes germinadas.

As sementes de *T. impetiginosa* apresentaram comportamento germinativo semelhante nos diferentes substratos avaliados. Os resultados obtidos não diferiram significativamente entre si quanto às variáveis porcentagem e velocidade de germinação (Tabela 3).

A estabilização da porcentagem de germinação acumulada ocorreu após oito dias de incubação com o uso dos substratos sobre-areia (76%), sobre-vermiculita (86%), sobre-areia+vermiculita (86%) e entre-papel (77%). Após nove dias, observou-se estabilização da germinação com o substrato entre-papel (87%) (Figura3).

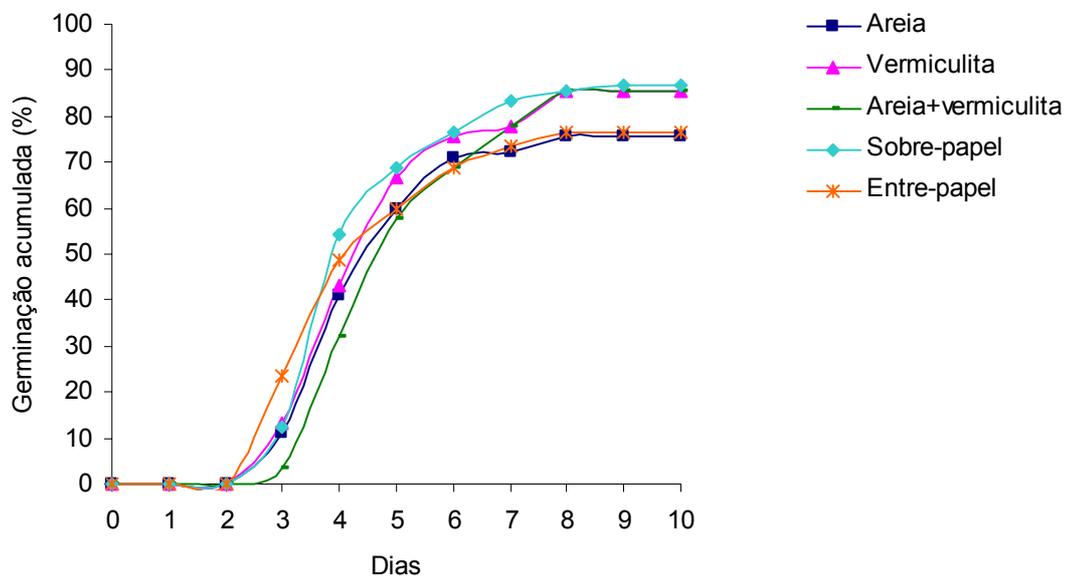
A germinação foi mais sincronizada com a utilização dos substratos sobre-papel e entre-papel, os quais apresentaram gráfico unimodal da frequência relativa da germinação de sementes dessa espécie. Com os substratos sobre-areia e sobre-vermiculita, observou-se a formação de uma moda de menor tamanho à direita da principal, indicando germinação distribuída no tempo, com o uso desses materiais (Figura 4).

Na escolha do substrato, devem ser observadas as características do material quanto às facilidades de uso e de avaliações durante o teste (FIGLIOLIA et al., 1993). Para uso no teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium*, o substrato papel-filtro foi selecionado como o mais indicado, com base em aspectos de praticidade de uso e de economia (PEREZ et al., 1999). Adotando-se critério semelhante, o substrato sobre-papel oferece vantagens para ser utilizado no teste de germinação de sementes de *T. impetiginosa*, por ser de baixo custo e de uso mais fácil e prático que os demais.

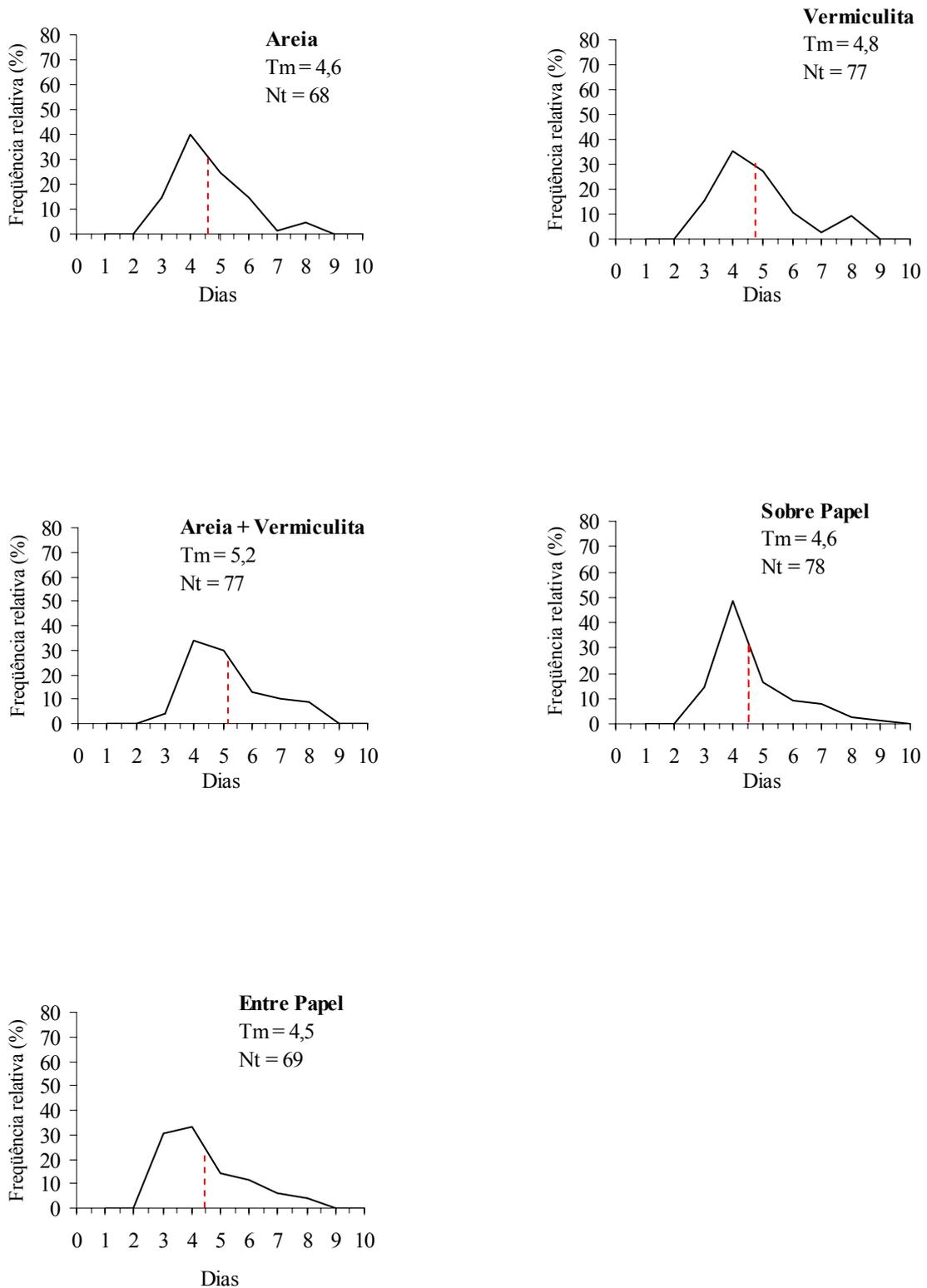
**Tabela 3** – Valores médios de porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *Tabebuia impetiginosa* em diferentes substratos.

Substrato	G (%)	V (dias <sup>-1</sup> )
Sobre-areia	76 a	0,216 a
Sobre-vermiculita	86 a	0,213 a
Sobre-areia+vermiculita	86 a	0,195 a
Sobre-papel	87 a	0,220 a
Entre-papel	77 a	0,227 a
Média	82	0,214
CV (%)	13,46	11,82

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 3** – Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Tabebuia impetiginosa* em diferentes substratos.



**Figura 4** – Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* em diferentes substratos.  
Tm = tempo médio de germinação, em dias; Nt = número total de sementes germinadas.

A porcentagem de germinação de sementes de *T. ochracea* não apresentou diferença significativa entre os substratos avaliados. Entretanto, os resultados de velocidade de germinação diferiram entre si, registrando-se com o uso do substrato entre-papel, valor superior aos demais (Tabela 4).

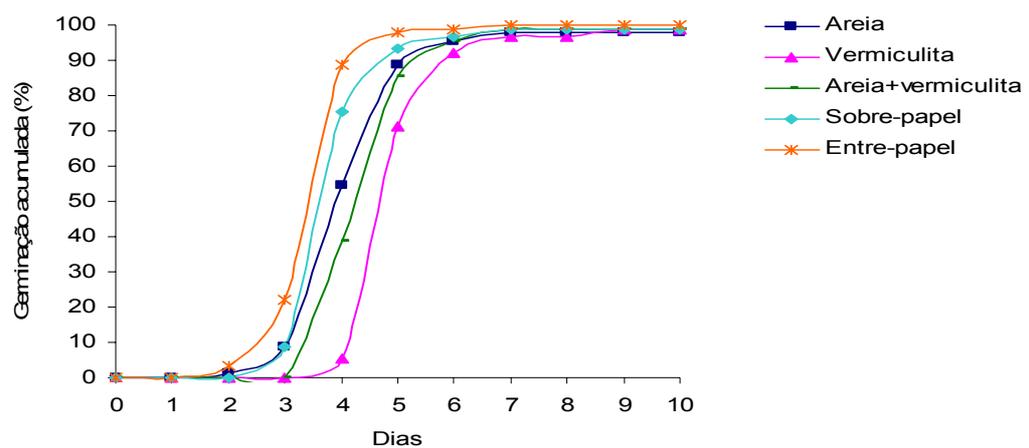
Verificou-se estabilização da porcentagem de germinação acumulada sete dias após a semeadura nos substratos sobre-areia (98%), areia+vermiculita (99%), sobre-papel (99%), e entre-papel (100%). Após nove dias de incubação observou-se estabilização da germinação das sementes no substrato sobre-vermiculita (99%) (Figura 5). Os polígonos de frequência relativa da germinação apresentaram caráter unimodal, em virtude da germinação homogênea que ocorreu em todos os substratos (Figura 6).

As sementes dessa espécie são pequenas e delgadas, necessitando um efetivo contato com o substrato para absorção de água em quantidade ótima para a germinação. Por essa razão, bem como por ter proporcionado germinação mais rápida, o substrato entre-papel pode ser considerado como o mais adequado para o teste de germinação de sementes de *T. ochracea*.

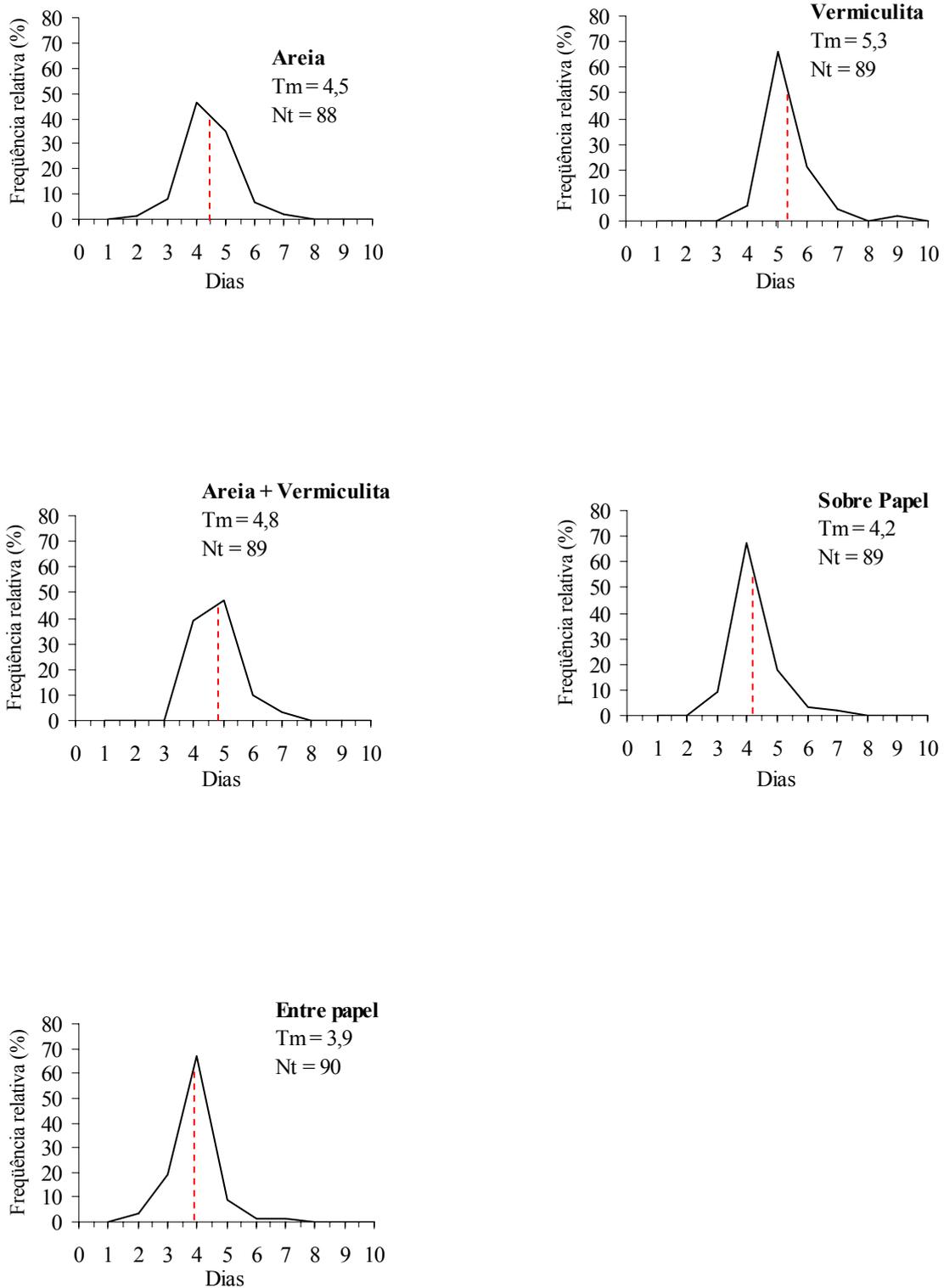
**Tabela 4** – Valores médios de porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *Tabebuia ochracea* em diferentes substratos.

Substrato	G (%)	V (dias <sup>-1</sup> )
Sobre-areia	98 a	0,224 b
Sobre-vermiculita	99 a	0,187 d
Sobre-areia+vermiculita	99 a	0,210 c
Sobre-papel	99 a	0,237 b
Entre-papel	100 a	0,258 a
Média	99	0,223
CV (%)	2,64	5,40

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 5** – Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Tabebuia ochracea* em diferentes substratos.



**Figura 6** – Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Tabebuia ochracea* em diferentes substratos.

Tm = tempo médio de germinação, em dias; Nt = número total de sementes germinadas.

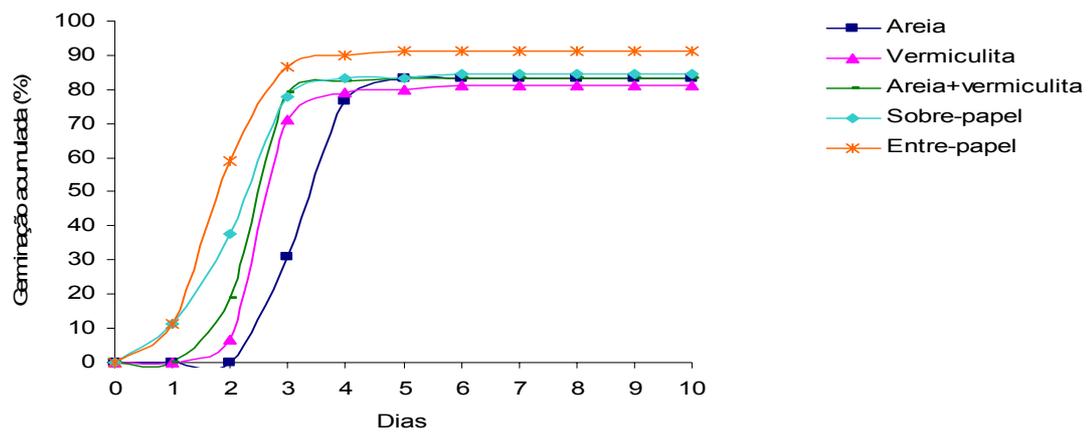
Os valores de porcentagem de germinação de sementes de *T. roseo-alba* nos substratos avaliados não apresentaram diferença significativa entre si. Com relação à velocidade de germinação, as médias dos tratamentos diferiram significativamente, destacando-se o resultado obtido com o substrato entre-papel, superior aos demais, seguido por sobre-papel, sobre-areia+vermiculita e sobre-vermiculita. O menor valor de velocidade de germinação ocorreu com o uso do substrato sobre-areia (Tabela 5).

As sementes dessa espécie iniciaram a germinação já a partir do primeiro dia após a embebição quando distribuídas nos substratos sobre-papel e entre-papel. A estabilização da porcentagem de germinação acumulada ocorreu cinco dias após a semeadura nos substratos sobre-areia (83%), areia+vermiculita (83%) e entre-papel (91%). Após seis dias verificou-se estabilização nos tratamentos com o uso dos substratos sobre-vermiculita (81%) e sobre-papel (84%) (Figura 7). A germinação foi homogênea, verificando-se formação de gráfico unimodal de frequência relativa da germinação em todos os substratos (Figura 8). Desse modo, para uso no teste de germinação de sementes de *T. roseo-alba*, o substrato entre-papel é o mais indicado.

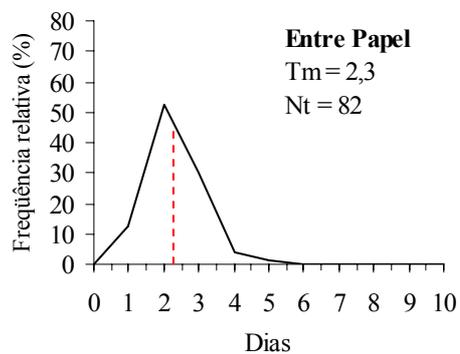
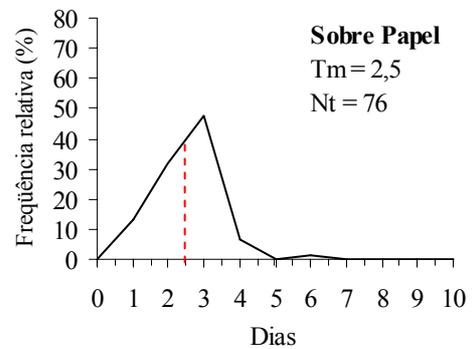
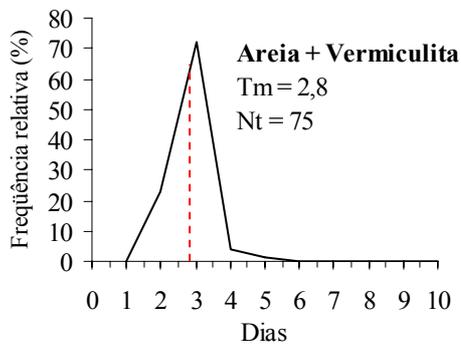
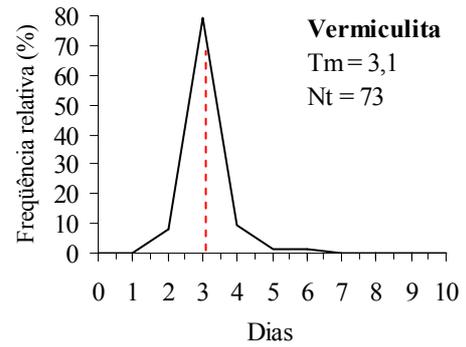
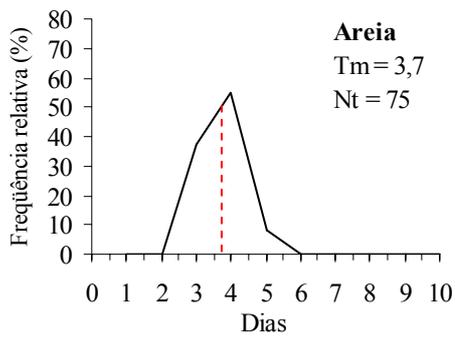
**Tabela 5** – Valores médios de porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *Tabebuia roseo-alba* em diferentes substratos.

Substrato	G (%)	V (dias <sup>-1</sup> )
Sobre-areia	83 a	0,270 d
Sobre-vermiculita	81 a	0,326 c
Sobre-areia+vermiculita	83 a	0,353 c
Sobre-papel	84 a	0,400 b
Entre-papel	91 a	0,438 a
Média	84	0,357
CV (%)	10,27	8,55

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 7** – Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Tabebuia roseo-alba* em diferentes substratos.



**Figura 8** – Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Tabebuia roseo-alba* em diferentes substratos.

$T_m$  = tempo médio de germinação, em dias;  $N_t$  = número total de sementes germinadas.

Nos testes realizados com sementes de *Tabebuia serratifolia*, os melhores resultados de porcentagem de germinação foram verificados com o uso dos substratos sobre-areia, sobre-papel e entre-papel. Quanto à velocidade de germinação, observou-se maior valor dessa característica quando foram utilizados os substratos sobre-areia, sobre-areia+vermiculita e entre-papel (Tabela 6).

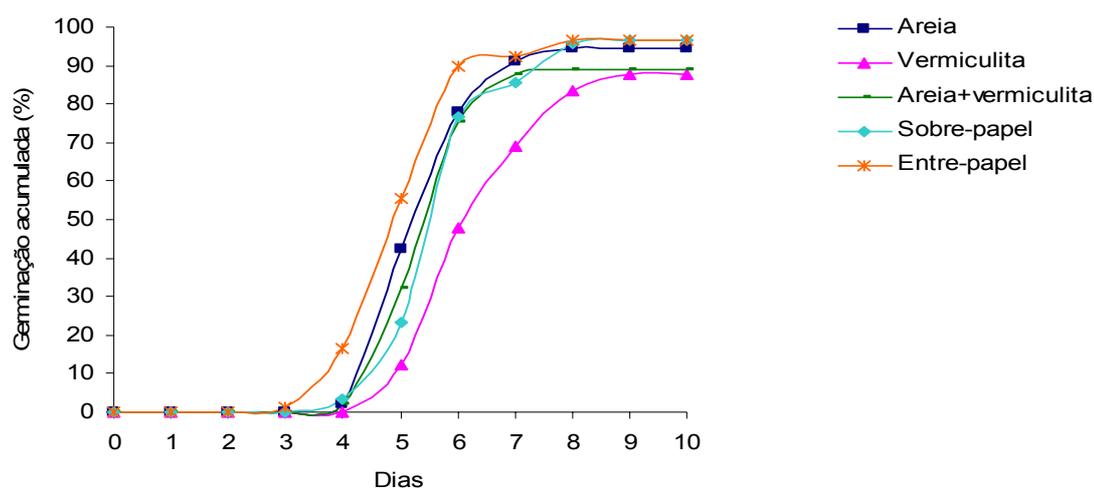
A estabilização da porcentagem de germinação ocorreu oito dias após a semeadura nos substratos sobre-areia (94%), areia+vermiculita (89%) e entre-papel (97%), e após nove dias nos substratos sobre-vermiculita (88%) e sobre-papel (97%) (Figura 9). Em relação à frequência relativa da germinação, predominaram os gráficos com polígono unimodal, caracterizando germinação homogênea, com pequena variação nos tratamentos utilizando os substratos sobre-papel e entre-papel (Figura 10).

Em virtude de terem proporcionado os melhores valores de porcentagem e velocidade de germinação, os substratos sobre-areia e entre-papel podem ser considerados como os mais indicados para uso no teste de germinação de sementes de *T. serratifolia*.

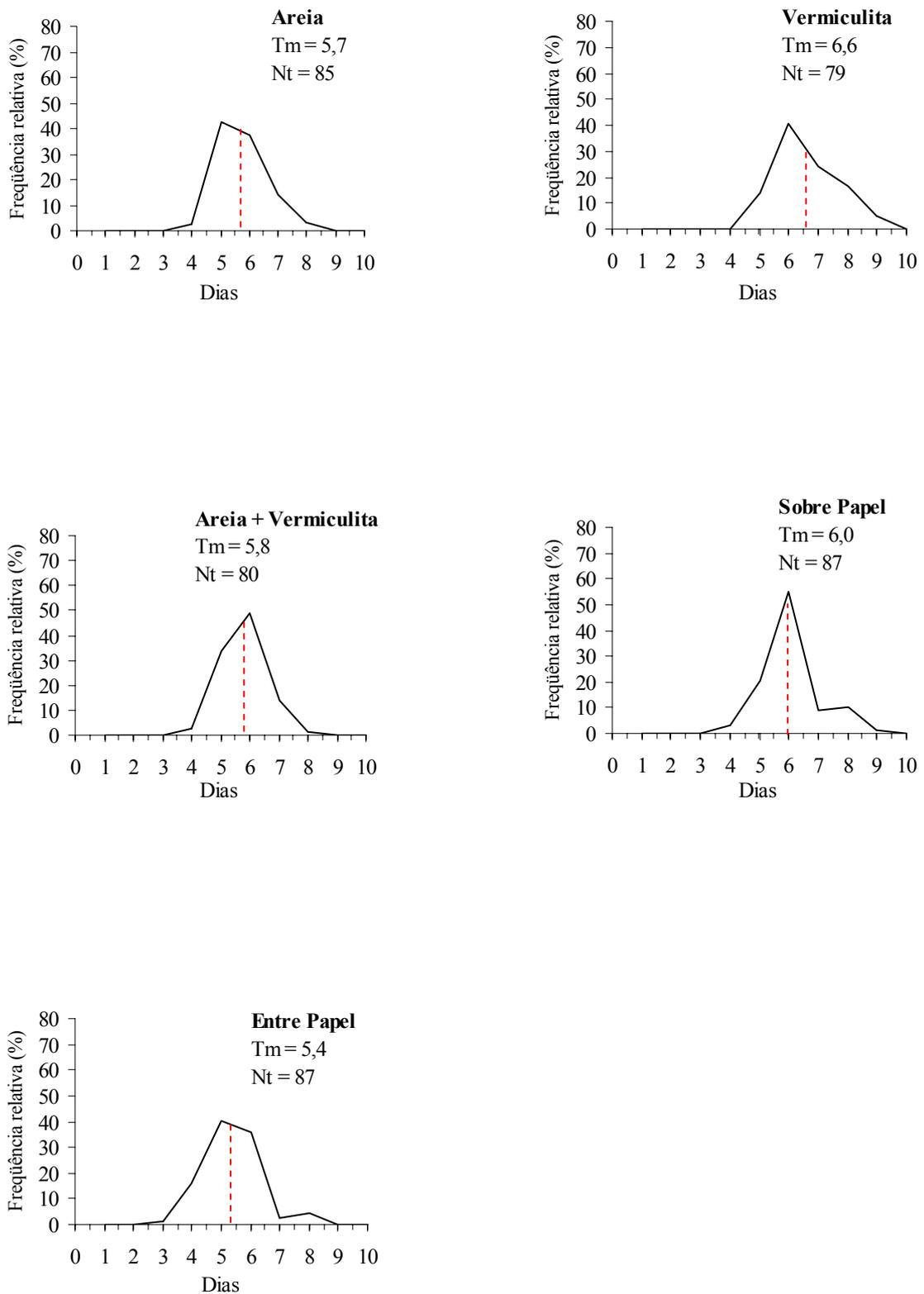
**Tabela 6** - Valores médios de porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *Tabebuia serratifolia* em diferentes substratos.

Substrato	G (%)	V (dias <sup>-1</sup> )
Sobre-areia	94 a	0,175 a
Sobre-vermiculita	88 b	0,152 b
Sobre-areia+vermiculita	89 b	0,174 a
Sobre-papel	97 a	0,165 b
Entre-papel	97 a	0,188 a
Média	93	0,171
CV (%)	5,74	7,07

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 9** – Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Tabebuia serratifolia* em diferentes substratos.



**Figura 10** – Polígonos de frequência relativa da germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* em diferentes substratos.

Tm = tempo médio de germinação, em dias; Nt = número total de sementes germinadas.

As sementes dessas espécies possuem forma achatada, o que possibilitou um bom contato com o substrato e absorção de água em quantidade suficiente para a germinação ser iniciada e concluída. Conforme Marcos Filho (2005), a absorção de água é uma etapa fundamental para o processo de germinação, por promover o reinício das atividades metabólicas da semente e contribuir para amolecer o tegumento e facilitar a protrusão da raiz primária.

Durante o teste de germinação o substrato deve permanecer úmido, a fim de suprir as sementes com a quantidade de água necessária para a germinação e posterior desenvolvimento das plântulas. Entretanto, deve-se evitar o excesso de umidade, uma vez que pode limitar o suprimento de oxigênio, diminuir a respiração, atrasar o processo de germinação, além de propiciar o desenvolvimento de fungos, que muitas vezes já estão presentes nas sementes por ocasião da coleta em campo (FIGLIOLA et al., 1993).

## CONCLUSÕES

Para sementes de *Tabebuia impetiginosa*, todos os substratos avaliados são favoráveis para uso no teste de germinação. Para as demais espécies os substratos mais adequados são: sobre-areia, sobre-papel e entre-papel para *Tabebuia aurea*; entre-papel para *Tabebuia ochracea* e *Tabebuia roseo-alba* e sobre-areia e entre-papel para *Tabebuia serratifolia*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M.C.F. et al. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. – Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.356-349, 1998.
- 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.
- BEZERRA, A.M.E. et al. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melão-de-são-caetano em diferentes ambientes e substratos. **Ciência Agrônômica**, v.33, n.1, p. 39-44, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. vol.1.
- DIGNART, S. **Análise de sementes de jatobá do cerrado (*Hymenaea stignocarpa* (Hayne) Mart.) e barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov.)**. 1998. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – UFMT, Cuiabá, 1998.
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.135-141, 1999.
- FARIAS, R. **Fitogeografia dos gêneros *Jacaranda* Juss. e *Tabebuia* Gomes Ex DC. no bioma Cerrado**. 2000. 112 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – UnB, Brasília, 2000.
- FERRONATO, A. **Análise de sementes de *Bowdichia virgilioides* H.B.K. (sucupira preta) e *Cybistax antisyphilitica* M. (pé-de-anta)**. 1999. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – UFMT, Cuiabá, 1999.

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

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

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1.

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

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

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, v.58, n.1, p.57-68, 1999.

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do pantanal**. Brasília: Embrapa, 1994. 320 p.

RAMOS, N.P.; MENDONÇA, E.A.F.; PAULA, R.C. Germinação de sementes de *Zeyhera tuberculosa* (Vell. Bur. (ipê-felpudo). **Revista Agricultura Tropical**, v.7, n.1, p.41-52, 2003.

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

SILVA, A. et al. Liofilização e armazenamento de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (A.P. Candolle) Britton) – Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.252-259, 2001.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Ed., 2002. 166 p.

## CAPÍTULO 2

### ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE IPÊ-BRANCO E IPÊ-ROXO EM DIFERENTES EMBALAGENS E AMBIENTES

**RESUMO** – O armazenamento é de fundamental importância para a conservação da qualidade fisiológica de um lote de sementes. Nesse trabalho procurou-se identificar a condição adequada para o armazenamento de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.), bem como avaliar métodos para estimar alterações na viabilidade e no vigor dessas sementes. Diferentes grupos de sementes foram acondicionados em sacos de plástico transparente, sacos de papel Kraft e latas. Em seguida foram armazenados por até 300 dias em condições de laboratório, geladeira e câmara refrigerada. No início do armazenamento e após cada período de 60 dias determinou-se o teor de água, a porcentagem e a velocidade de germinação e a condutividade elétrica das sementes. A melhor condição para conservação de sementes de *T. roseo-alba* e *T. impetiginosa* foi obtida com o acondicionamento em lata e manutenção em geladeira. Sementes de *T. impetiginosa* também podem ser conservadas embaladas em saco de plástico, saco de papel ou lata quando estocadas em câmara refrigerada. Alterações no vigor de sementes dessas espécies são primeiramente identificadas avaliando a velocidade de germinação.

Termos para indexação: *Tabebuia*, conservação de sementes, vigor.

## STORAGE OF IPÊ-BRANCO AND IPÊ-ROXO SEEDS IN DIFFERENT PACKAGINGS AND ENVIRONMENTS

**ABSTRACT** - Storage plays a crucial role in maintaining the physiological quality of a seed lot. In this study, we aimed to identify an adequate condition for storage of ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.) and ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) seeds, and to evaluate methods to estimate changes in the viability and vigor of those seeds. Different groups of seeds were placed in clear plastic bags, Kraft paper bags, and cans. The seeds were then stored for up to 300 days under laboratory, refrigerator, and refrigerated chamber conditions. Seed water content, germination percentage and velocity, and electric conductivity were determined at the onset of storage and thereafter at every 60 days. The best *T. roseo-alba* and *T. impetiginosa* seed conservation condition was obtained with cans maintained in the refrigerator. *T. impetiginosa* seeds can also be kept in plastic bags, paper bags, or cans when stored in refrigerated chamber. Seed vigor alterations in these species are initially identified by evaluating germination velocity.

Index terms: *Tabebuia*, seed preservation, vigor.

## INTRODUÇÃO

O ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.) e o ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) são espécies da família Bignoniaceae que ocorrem em várias regiões do Brasil. Apresentam grande valor madeireiro, medicinal e ornamental, com ampla utilização em arborização urbana e na recomposição vegetal de áreas degradadas. Essas espécies produzem sementes aladas em grande quantidade com curto período de viabilidade em condições naturais (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000).

Essa perda de viabilidade é decorrente do processo de deterioração, que tem início logo após a maturidade fisiológica, mas somente influencia a viabilidade quando o processo progride para um estágio avançado, porque pequenos danos são reversíveis e possíveis de serem reparados pelas sementes (SCHMIDT, 2000).

As espécies florestais apresentam, em geral, uma produção irregular de sementes, sendo abundante em um ano e escassa em outros. Por essa razão, depois de serem colhidas devem ser armazenadas de maneira a atrasar ao máximo o processo de deterioração. Esse procedimento é de particular importância para as sementes com curto período de viabilidade (CARNEIRO & AGUIAR, 1993).

Em sementes armazenadas sob condições adequadas, a velocidade do processo de deterioração pode ser diminuída, permitindo a conservação da viabilidade das mesmas por período mais prolongado do que o obtido em condições naturais. A umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes durante o armazenamento. Condições de elevada umidade relativa do ar podem proporcionar o reinício das atividades metabólicas do embrião, enquanto que temperaturas elevadas ocasionam aumento da atividade respiratória e esgotamento das

substâncias de reserva acumuladas (AGUIAR, 1995; FIGLIOLIA & PIÑA-RODRIGUES, 1995).

A conservação da qualidade fisiológica das sementes está também relacionada ao tipo de embalagem utilizada, conforme a maior ou menor facilidade que apresentam para as trocas de vapor d'água entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes de espécies do gênero *Tabebuia* são consideradas ortodoxas quanto ao comportamento fisiológico que apresentam durante o armazenamento (MELLO & EIRA, 1995; SILVA et al., 2001; GEMAQUE et al., 2005). Sementes com esse comportamento, caracterizado por Roberts (1973), são tolerantes à dessecação e podem ser armazenadas com reduzido teor de água em ambientes com baixos valores de temperatura e umidade relativa do ar.

Comprovando esse fato, Kageyama et al. (1992) verificaram que sementes de *Tabebuia heptaphylla* acondicionadas em sacos de plástico ou de papel e armazenadas em câmara fria e seca ou câmara seca, mantiveram a germinação ao redor de 65% após 15 meses de armazenamento. Cabral et al. (2003) analisaram a conservação de sementes de *Tabebuia aurea* acondicionadas em sacos de papel Kraft, de algodão e de plástico transparente permeável e armazenadas em câmara fria e seca. Constataram que as sementes mantiveram porcentagem de germinação variando de 88 a 97% durante 120 dias, independente da embalagem utilizada.

Entretanto, o potencial fisiológico das sementes avaliadas nesses estudos foi determinado com o uso de características derivadas do teste de germinação. Testes baseados na integridade do sistema de membranas celulares estimam o vigor das sementes e permitem que a deterioração seja detectada em sua fase

inicial (MARCOS FILHO, 1999). O teste de condutividade elétrica relaciona a quantidade de substâncias liberada pelas sementes durante a embebição com a integridade das membranas, uma vez que membranas mal estruturadas, desorganizadas e danificadas estão associadas à redução do vigor das sementes (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Nesse trabalho procurou-se identificar a condição adequada para o armazenamento de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba*) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), bem como avaliar métodos para estimar alterações na viabilidade e no vigor dessas sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, no período de dezembro de 2002 a novembro de 2003. Foram utilizadas sementes certificadas de *Tabebuia roseo-alba* provenientes da Fundação Florestal – São Paulo, coletadas no município de Araraquara – SP, e de *Tabebuia impetiginosa* provenientes do IPEF/ESALQ – Piracicaba – SP, coletadas no município de Rio das Pedras – SP.

Após triagem manual para garantir homogeneidade de tamanho, coloração e melhor estado de conservação, as sementes de cada espécie foram acondicionadas em embalagens individuais, constituídas de materiais de diferentes permeabilidades: saco de plástico transparente (semipermeável), saco de papel Kraft (permeável) e lata (impermeável). Em cada embalagem foi colocada quantidade de sementes necessária para a realização dos testes de cada avaliação posterior.

Assim acondicionadas, as sementes foram armazenadas por até 300 dias em três ambientes: condições de laboratório (21 a 31°C; 40 a 78% de umidade relativa), geladeira (4 a 6°C; 38 a 43% de umidade relativa) e câmara refrigerada (14 a 20°C; 74 a 82% de umidade relativa).

No início do armazenamento e após cada período de 60 dias, determinou-se o teor de água e foram realizados os testes de germinação e de condutividade elétrica das sementes mantidas nas diferentes condições de embalagem e ambiente.

O teor de água foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^\circ\text{C}$  durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992),

utilizando-se duas amostras de sementes intactas de aproximadamente 1,0 g para *T. roseo-alba* e de 4,0 g a 5,0 g para *T. impetiginosa*.

Os testes de germinação foram realizados em caixas de plástico transparente (gerbox) com seis repetições de 15 sementes, utilizando-se como substrato papel mata-borrão umedecido com água destilada, na forma entre-papel para *T. roseo-alba* e na forma sobre-papel para *T. impetiginosa* (BORBA FILHO & PEREZ, 2003). Após a distribuição das sementes nos substratos, as caixas foram envolvidas com filme de policloreto de vinila (PVC) transparente, tampadas e mantidas em câmara de germinação à temperatura constante de 27°C e fotoperíodo de oito horas. Foram realizadas contagens diárias, considerando-se germinadas as sementes com protrusão de radícula igual ou superior a 2,0 mm e curvatura geotrópica positiva (LABOURIAU, 1983). A partir desses dados foram calculados os valores de porcentagem e velocidade média de germinação (BORGHETTI & FERREIRA, 2004).

Os testes de condutividade elétrica foram realizados pelo método de massa com seis repetições de 15 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos de plástico com capacidade para 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água deionizada. Os recipientes contendo as sementes e a água foram colocados em câmara de germinação (tipo BOD) a 25°C durante 24 horas, sendo então efetuadas as leituras de condutividade elétrica da solução de embebição e os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, em esquema fatorial (3x3x5) + 1, sendo três embalagens, três ambientes, cinco períodos de armazenamento e o grupo controle. Os valores das variáveis

dependentes atenderam aos pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias, sendo analisados sem transformação. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias dos tratamentos foram comparadas com o grupo controle pelo teste de Dunnett a 5%, e entre si pelo teste de Tukey a 5% (BANZATTO & KRONKA, 1992), utilizando-se os programas SPSS 12.0 e Sisvar 4.3, respectivamente. Para cada espécie foram calculados os coeficientes de correlação simples de Pearson para as combinações entre os resultados obtidos nos testes de condutividade elétrica e os resultados de porcentagem e de velocidade de germinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as variáveis teor de água, porcentagem de germinação, velocidade de germinação e condutividade elétrica, determinados nas sementes antes do armazenamento, encontram-se na Tabela 1. Esses dados são referentes ao grupo controle de cada uma das espécies em estudo.

**Tabela 1** – Valores médios de teor de água (TA), porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) e condutividade elétrica (CE) das sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa*, antes do armazenamento.

Espécie	TA (%)	G (%)	V (dias <sup>-1</sup> )	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )
<i>T. roseo-alba</i>	7,9	91	0,438	14,76
<i>T. impetiginosa</i>	8,3	87	0,220	246,63

Os valores médios de teor de água nas sementes verificados durante o período de armazenamento são apresentados na Tabela 2, com valores iniciais de 7,9% para *T. roseo-alba* e de 8,3% para *T. impetiginosa*. Alguns dos valores de teor de água foram superiores ao do respectivo grupo controle, porém, todos estão situados próximos ao intervalo de 7% a 9%, considerado como possível para o armazenamento de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (MELLO & EIRA, 1995). Além disso, não atingiram um valor mínimo prejudicial à qualidade fisiológica das sementes.

Nesse aspecto, Gemaque et al. (2005) constataram a manutenção da viabilidade de sementes de *T. impetiginosa* com teor de água de 1,87%. A habilidade das células de sementes ortodoxas sobreviverem à dessecação envolve a síntese de proteínas conhecidas como LEA (late embryonic abundant), produzidas na embriogênese tardia, o acúmulo de açúcares solúveis e a presença de antioxidantes, que permitem que o citoplasma atinja o chamado estado vítreo (BERJAK, 2006).

**Tabela 2** – Valores médios de teor de água (%) de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* mantidas sob diferentes condições de armazenamento.

Armazenamento (dias)	Embalagem	<i>Tabebuia roseo-alba</i>			<i>Tabebuia impetiginosa</i>		
		Ambiente			Ambiente		
		Laboratório	Geladeira	Câmara	Laboratório	Geladeira	Câmara
		Controle = 7,9%			Controle = 8,3%		
60	Plástico	8,5 (*)	7,8	7,9	8,1	7,5	7,8
	Papel	8,1	7,1	7,8	8,6	6,8	8,3
	Lata	8,1	7,3	7,4	7,9	7,7	8,0
120	Plástico	8,6 (*)	7,2	8,6 (*)	8,7	7,9	8,2
	Papel	8,3	6,6	7,7	8,0	7,5	8,3
	Lata	8,5 (*)	7,8	7,6	8,9 (*)	7,7	8,3
180	Plástico	6,5	6,5	7,2	8,1	6,9	8,0
	Papel	6,6	6,6	7,7	7,4	6,4	8,2
	Lata	6,4	7,0	7,0	7,8	6,9	8,1
240	Plástico	6,5	6,5	7,0	7,4	7,2	8,0
	Papel	6,2	5,9	7,1	8,1	6,8	8,2
	Lata	6,3	6,7	6,9	8,0	7,4	8,2
300	Plástico	7,7	6,7	7,6	8,8 (*)	7,2	8,3
	Papel	7,4	6,7	8,0	8,3	6,9	8,8 (*)
	Lata	7,9	6,8	7,4	8,8 (*)	7,4	8,6

(\*) – diferença significativa em relação ao tratamento controle pelo teste unilateral de Dunnett a 5 % de probabilidade.

No início do armazenamento a germinação das sementes foi de 91% para *T. roseo-alba* e de 87% para *T. impetiginosa*. As sementes das duas espécies, acondicionadas em qualquer das embalagens e armazenadas em ambiente de laboratório, apresentaram significativa redução nos valores de porcentagem de germinação no momento da primeira avaliação. A partir de 120 dias de armazenamento observou-se perda de viabilidade das sementes mantidas nesse ambiente (Tabela 3).

Uma vez que os valores de teor de água não atingiram limites prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes, a perda de viabilidade dessas quando mantidas em laboratório, está relacionada às temperaturas registradas

nesse ambiente, que variaram de 21 a 31°C. Essa situação causa aumento da atividade respiratória das sementes e a conseqüente redução da qualidade fisiológica das mesmas (MARCOS FILHO, 2005).

Durante o período de armazenamento, as sementes de *T. roseo-alba* acondicionadas em qualquer uma das embalagens e mantidas em ambiente de geladeira não apresentaram redução da porcentagem de germinação. Em câmara refrigerada observou-se redução significativa apenas aos 240 dias de armazenamento em sementes embaladas em saco plástico (Tabela 3).

Nas sementes de *T. impetiginosa* mantidas em geladeira, observou-se redução da porcentagem de germinação somente aos 180 dias de armazenamento para aquelas embaladas em sacos de plástico ou de papel. Quando conservadas em câmara refrigerada, as sementes dessa espécie mantiveram a viabilidade nas diferentes condições de embalagens e períodos de armazenamento (Tabela 3).

As reduções observadas na porcentagem de germinação das sementes em avaliações intermediárias durante o período de armazenamento foram causadas por fatores alheios aos tratamentos, uma vez que não se repetiram nas avaliações posteriores. Desse modo, as sementes de *T. roseo-alba* e de *T. impetiginosa*, independente da embalagem de acondicionamento e mantidas em ambiente de geladeira ou câmara refrigerada, conservaram a capacidade germinativa aos 300 dias de armazenamento.

Resultados corroborando a conservação da capacidade germinativa de sementes de espécies do gênero *Tabebuia*, quando armazenadas em ambientes com baixa temperatura, foram obtidos com *T. heptaphylla* em câmara fria e seca e câmara seca (KAGEYAMA et al., 1992), com *T. heterophylla* em câmara fria (SILVA et al., 2001) e com *T. aurea* em câmara fria e seca (CABRAL et al., 2003).

**Tabela 3** – Valores médios de porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* mantidas sob diferentes condições de armazenamento.

Armazenamento (dias)	Embalagem	<i>Tabebuia roseo-alba</i>			<i>Tabebuia impetiginosa</i>		
		Ambiente			Ambiente		
		Laboratório	Geladeira	Câmara	Laboratório	Geladeira	Câmara
Germinação (%)							
Controle = 91%				Controle = 87%			
60	Plástico	28 (*)	81	83	23 (*)	81	83
	Papel	37 (*)	92	92	7 (*)	84	79
	Lata	40 (*)	90	89	64 (*)	84	83
120	Plástico	0 (*)	78	83	0 (*)	78	77
	Papel	0 (*)	94	89	0 (*)	74	90
	Lata	0 (*)	90	92	2 (*)	82	84
180	Plástico	0 (*)	82	80	0 (*)	73 (*)	74
	Papel	0 (*)	83	83	0 (*)	72 (*)	78
	Lata	0 (*)	84	83	0 (*)	84	89
240	Plástico	0 (*)	82	75 (*)	0 (*)	79	87
	Papel	0 (*)	90	87	0 (*)	84	85
	Lata	0 (*)	95	81	0 (*)	88	79
300	Plástico	0 (*)	89	81	0 (*)	79	83
	Papel	0 (*)	83	90	0 (*)	84	74
	Lata	0 (*)	88	82	0 (*)	84	84

(\*) - diferença significativa em relação ao tratamento controle pelo teste unilateral de Dunnett a 5% de probabilidade.

Quanto ao vigor das sementes avaliado pela velocidade de germinação, os valores obtidos antes do armazenamento foram de 0,438 dias<sup>-1</sup> para *T. roseo-alba* e de 0,220 dias<sup>-1</sup> para *T. impetiginosa*.

Em ambiente de geladeira, observou-se decréscimo do vigor de sementes de *T. roseo-alba* acondicionadas em saco de plástico ou de papel após 120 dias de armazenamento, bem como após 180 dias, quando embaladas em saco de papel. Além disto, também se observou redução do vigor aos 300 dias de armazenamento em sementes mantidas em embalagens de plástico, papel ou lata (Tabela 4).

Quando mantidas em ambiente de câmara refrigerada, as sementes de *T. roseo-alba* apresentaram redução mais destacada da velocidade de germinação, verificada aos 60 dias de armazenamento naquelas embaladas em saco de plástico e saco de papel e a partir de 120 dias, em sementes acondicionadas em lata. Desse modo, para essa espécie, o vigor manteve-se inalterado apenas nas sementes embaladas em lata e conservadas em geladeira por até 240 dias. Em contraste, as sementes de *T. impetiginosa*, independente da embalagem utilizada e mantidas nos ambientes de geladeira ou câmara refrigerada, conservaram o vigor até 300 dias de armazenamento (Tabela 4).

**Tabela 4** – Valores médios de velocidade de germinação ( $\text{dias}^{-1}$ ) de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* mantidas sob diferentes condições de armazenamento.

Armazenamento (dias)	Embalagem	<i>Tabebuia roseo-alba</i>			<i>Tabebuia impetiginosa</i>		
		Ambiente			Ambiente		
		Laboratório	Geladeira	Câmara	Laboratório	Geladeira	Câmara
Velocidade de germinação ( $\text{dias}^{-1}$ )							
		Controle = 0,438 $\text{dias}^{-1}$			Controle = 0,220 $\text{dias}^{-1}$		
60	Plástico	0,335(*)	0,409	0,360(*)	0,194	0,239	0,218
	Papel	0,295(*)	0,399	0,375(*)	0,130(*)	0,227	0,282
	Lata	0,300(*)	0,423	0,417	0,231	0,233	0,264
120	Plástico	0,00(*)	0,353(*)	0,403	0,00(*)	0,215	0,229
	Papel	0,00(*)	0,358(*)	0,423	0,00(*)	0,223	0,212
	Lata	0,00(*)	0,418	0,376(*)	0,125(*)	0,238	0,217
180	Plástico	0,00(*)	0,408	0,375(*)	0,00(*)	0,235	0,211
	Papel	0,00(*)	0,375(*)	0,375(*)	0,00(*)	0,226	0,227
	Lata	0,00(*)	0,412	0,386(*)	0,00(*)	0,239	0,237
240	Plástico	0,00(*)	0,425	0,369(*)	0,00(*)	0,217	0,233
	Papel	0,00(*)	0,412	0,385(*)	0,00(*)	0,219	0,243
	Lata	0,00(*)	0,425	0,400	0,00(*)	0,232	0,246
300	Plástico	0,00(*)	0,352(*)	0,314(*)	0,00(*)	0,217	0,217
	Papel	0,00(*)	0,377(*)	0,341(*)	0,00(*)	0,237	0,215
	Lata	0,00(*)	0,387(*)	0,351(*)	0,00(*)	0,224	0,216

(\*) - diferença significativa em relação ao tratamento controle pelo teste unilateral de Dunnett a 5% de probabilidade.

Com relação ao vigor avaliado pelo teste de condutividade elétrica, foram registrados no início do armazenamento valores de  $14,76 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  para *T. roseo-alba* e de  $246,63 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  para *T. impetiginosa*. As sementes de *T. roseo-alba* estocadas em laboratório apresentaram elevados valores dessa característica em virtude da deterioração e conseqüente perda da capacidade germinativa, manifestada a partir dos 60 dias de armazenamento (Tabela 5). Independente da embalagem de acondicionamento, os valores de condutividade elétrica das sementes de *T. roseo-alba*, mantidas em geladeira ou câmara refrigerada, não foram superiores ao do grupo controle, indicando que não houve alteração do vigor durante o armazenamento. Entretanto, esses resultados não refletem a redução do vigor detectada pelo teste de velocidade de germinação aplicado às sementes armazenadas nesses ambientes.

Quanto às sementes de *T. impetiginosa* mantidas em laboratório, somente foram observados valores de condutividade elétrica superiores ao do grupo controle aos 180 dias de armazenamento nas sementes acondicionadas em lata, e em todas as embalagens nos períodos subseqüentes. Esses resultados também não estão de acordo com o registrado pelo teste de velocidade de germinação nos períodos iniciais de armazenamento dessas sementes em laboratório. Nos ambientes de geladeira ou câmara refrigerada, os valores médios de condutividade elétrica das sementes de *T. impetiginosa* acondicionadas nas embalagens de plástico, papel ou lata, não apresentaram valores superiores ao do grupo controle (Tabela 5).

**Tabela 5** – Valores médios de condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* mantidas sob diferentes condições de armazenamento.

Armazenamento (dias)	Embalagem	<i>Tabebuia roseo-alba</i>			<i>Tabebuia impetiginosa</i>		
		Ambiente			Ambiente		
		Laboratório	Geladeira	Câmara	Laboratório	Geladeira	Câmara
		Controle = $14,76 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$			Controle = $246,63 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$		
60	Plástico	55,43(*)	25,37	27,18	270,31	277,93	185,16
	Papel	46,08(*)	25,27	17,04	283,12	240,91	174,87
	Lata	34,31(*)	24,13	16,39	268,34	267,43	197,06
120	Plástico	115,37(*)	21,96	25,17	271,54	226,98	190,32
	Papel	113,43(*)	20,80	23,85	273,08	193,37	164,69
	Lata	111,46(*)	19,61	21,30	267,12	173,37	209,67
180	Plástico	95,94(*)	16,62	20,33	281,41	255,99	183,77
	Papel	106,05(*)	19,50	20,25	282,77	253,61	164,69
	Lata	85,71(*)	19,98	13,83	329,45(*)	264,33	201,23
240	Plástico	110,61(*)	19,54	22,05	293,16(*)	247,83	169,71
	Papel	101,07(*)	18,97	17,57	320,12(*)	218,09	164,38
	Lata	106,51(*)	18,30	18,30	296,59(*)	156,11	184,79
300	Plástico	104,50(*)	25,23	28,76	312,42(*)	240,42	224,51
	Papel	101,21(*)	19,40	17,99	321,79(*)	211,49	222,58
	Lata	93,24(*)	22,43	12,97	284,37(*)	220,13	235,84

(\*) - diferença significativa em relação ao tratamento controle pelo teste unilateral de Dunnett a 5% de probabilidade.

Uma vez que em ambiente de laboratório não ocorreu germinação das sementes das duas espécies após 60 dias de armazenamento, foram considerados para os cálculos dos coeficientes de correlação simples, somente os resultados obtidos nos testes de condutividade elétrica e de porcentagem e velocidade de germinação das sementes armazenadas em geladeira e câmara refrigerada. Observou-se que os valores dos coeficientes de correlação foram inferiores a  $\pm 0,40$  (Tabela 6), significando baixa ou muito baixa relação entre as variáveis (BISQUERRA et al., 2004).

**Tabela 6** – Coeficientes de correlação simples entre os valores obtidos nos testes de condutividade elétrica (CE) e de porcentagem (G) e velocidade de germinação (V) de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* mantidas sob diferentes condições de armazenamento.

Embalagem	<i>Tabebuia roseo-alba</i>				<i>Tabebuia impetiginosa</i>			
	Ambiente				Ambiente			
	Geladeira		Câmara		Geladeira		Câmara	
	CE x G	CE x V	CE x G	CE x V	CE x G	CE x V	CE x G	CE x V
Plástico	0,126	-0,002	-0,291	-0,007	-0,087	0,395	-0,047	-0,075
Papel	-0,007	0,074	-0,157	0,034	-0,188	0,274	-0,215	-0,111
Lata	0,040	0,070	0,227	-0,001	-0,112	0,033	-0,100	-0,196

A análise desses resultados indica que o teste de condutividade elétrica, nas condições em que foi realizado no presente trabalho, não foi sensível para detectar variações no vigor das sementes de *T. roseo-alba* e *T. impetiginosa*.

O valor da condutividade elétrica é determinado em função da quantidade de lixiviados presentes na solução de embebição das sementes, relacionando o vigor à integridade do sistema de membranas celulares (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). Os trabalhos realizados em laboratório que incluem o teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes florestais são ainda reduzidos. Para Barbedo & Cícero (1998), os resultados do teste de condutividade elétrica permitiram a separação de lotes de sementes de *Inga uruguensis* (ingá). Marques et al. (2002) verificaram eficiência desse teste para diferenciar lotes de sementes de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia), com alto grau de associação com o teste de germinação, e Santos & Paula (2005) consideraram o teste de condutividade elétrica promissor para diferenciar lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (branquilha).

Por meio da comparação das médias sugerida pela análise de variância do modelo fatorial, foi possível determinar as melhores condições de embalagem e ambiente para manutenção do potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento (Tabela 7). Em sementes de *T. roseo-alba* a interação entre os

fatores embalagem e ambiente não apresentou efeito significativo para porcentagem de germinação, porém foi significativa para velocidade de germinação. Em sementes de *T. impetiginosa* observou-se efeito significativo da interação entre esses fatores, tanto para porcentagem quanto para velocidade de germinação.

**Tabela 7** – Interação entre os fatores embalagem e ambiente para os valores de porcentagem e velocidade de germinação obtidos com sementes de *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas a diferentes condições de armazenamento.

Embalagem	Ambiente			Média
	Laboratório	Geladeira	Câmara	
<i>Tabebuia roseo-alba</i>				
Germinação (%)				
Plástico	6	82	81	56 B
Papel	7	90	88	62 A
Lata	8	90	86	61 A
Média	7 b	87 a	85 a	
Velocidade de germinação (dias <sup>-1</sup> )				
Plástico	0,067 Ac	0,389 Ba	0,364 Bb	0,273
Papel	0,059 Ab	0,384 Ba	0,380 ABa	0,274
Lata	0,060 Ac	0,413 Aa	0,386 Ab	0,286
Média	0,062	0,396	0,377	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>				
Germinação (%)				
Plástico	5 Bb	78 Ba	81 Aa	55
Papel	1 Bb	80 ABa	81 Aa	54
Lata	13 Ab	85 Aa	84 Aa	61
Média	6	81	82	
Velocidade de germinação (dias <sup>-1</sup> )				
Plástico	0,039 Bb	0,225 Aa	0,221 Aa	0,162
Papel	0,026 Bb	0,226 Aa	0,236 Aa	0,163
Lata	0,071 Ab	0,233 Aa	0,236 Aa	0,180
Média	0,045	0,228	0,231	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Desse modo, verificou-se que a melhor condição para o armazenamento de sementes de *T. roseo-alba* foi obtida com o acondicionamento em lata e manutenção em geladeira. As sementes de *T. impetiginosa* apresentaram melhor qualidade fisiológica com o acondicionamento em lata quando armazenadas em geladeira, porém, não houve diferença entre as embalagens quando estocadas em câmara refrigerada.

## CONCLUSÕES

O acondicionamento em lata e manutenção em geladeira é uma condição adequada para o armazenamento de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e de *Tabebuia impetiginosa*. Sementes de *T. impetiginosa* também podem ser conservadas embaladas em saco plástico, saco de papel Kraft ou lata, quando estocadas em câmara refrigerada.

Alterações no vigor de sementes dessas espécies são primeiramente identificadas com avaliação da velocidade de germinação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 33-44. (Série Registros, n. 14).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 1992. 247 p.
- BARBEDO, C.J.; CICERO, S.M. Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá. **Scientia Agrícola**, v.55, n.2, p.249-259, maio/ago, 1998.
- BERJAK, P. Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. **Seed Science Research**, v.16, p.1-15, 2006.
- BISQUERRA, R.; SARRIERA, J.C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 255 p.
- BORBA FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Seleção de substratos para o teste de germinação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae). In: ENCONTRO DE BIÓLOGOS DO CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA, 14., 2003, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Conselho Regional de Biologia – 1 (SP, MT, MS), 2003. p.86-87.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. Ex. S. Moore. **Acta Botânica Brasilica**, v.17, n.4, p. 609-617, 2003.
- CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 333-350.

FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Manejo de sementes de espécies arbóreas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. 59 p. (Série Registros, n. 15).

GEMAQUE, R.C.R. et al. Efeito das secagens lenta e rápida em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) **Cerne**, v.11, n.4, p.329-335, out/dez, 2005.

KAGEYAMA, P.Y. et al. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). **Revista do Instituto Florestal**, v.4, pt.2, p.435-439, 1992.

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

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. cap. 1.

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

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

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

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do pantanal**. Brasília: Embrapa, 1994. 320 p.

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

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Dows – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.136-145, 2005.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seed.** Denmark: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.

SILVA, A. et al. Liofilização e armazenamento de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (A.P. Candolle) Britton) – Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.252-259, 2001.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKY, 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. 4.

### CAPÍTULO 3

#### EFICIÊNCIA DO ENVELHECIMENTO ACELERADO EM DETECTAR VARIAÇÕES NO VIGOR DE SEMENTES DE IPÊ-BRANCO E DE IPÊ-ROXO

**RESUMO** – Os testes de vigor são realizados no sentido de fornecer informações complementares às obtidas no teste de germinação, permitindo melhor conhecimento da qualidade das sementes. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do envelhecimento acelerado em detectar variações no vigor de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). Sementes dessas espécies foram submetidas ao envelhecimento acelerado sob temperaturas de 40 ou 45°C, por períodos de 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Após esses períodos foram realizados testes de germinação e de emergência de plântulas e calculados os índices de emergência em campo. Verificou-se que o envelhecimento acelerado é eficiente para detectar variações no vigor de sementes de *T. roseo-alba* e de *T. impetiginosa*. Quando o envelhecimento é conduzido a 45°C, as diferenças na viabilidade e no vigor ocorrem primeiro. As características porcentagem e velocidade de germinação, emergência de plântulas e biomassa incorporada, podem ser recomendadas como indicadoras do vigor das sementes com o uso do envelhecimento acelerado. Sob condições mais drásticas de envelhecimento acelerado, não há correspondência entre os dados obtidos em campo e em laboratório.

Termos para indexação: *Tabebuia*, germinação, viabilidade.

## ACCELERATED AGING EFFECTIVENESS IN DETECTING VIGOR VARIATIONS IN IPÊ-BRANCO AND IPÊ-ROXO SEEDS

**ABSTRACT** – Vigor tests are conducted to provide supplementary information to data obtained in germination tests, allowing a better knowledge about seed quality. The objective of this work was to evaluate accelerated aging effectiveness in detecting seed vigor variations in ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.) and ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). Seeds of these species were submitted to accelerated aging under temperatures of 40 or 45°C, for periods of 24, 48, 72, 96, 120, and 144 hours. After those periods, germination and plantlet emergence tests were conducted, and field emergence index values were calculated. We verified that accelerated aging is effective to detect seed vigor variations in *T. roseo-alba* and *T. impetiginosa*. When aging is conducted at 45°C, differences in viability and vigor occur first. Traits such as germination percentage and velocity, plantlet emergence, and incorporated biomass can be recommended as seed vigor indicators, using accelerated aging. Under more drastic accelerated-aging conditions, no correspondence is observed between data obtained in the field and in the laboratory.

Index terms: *Tabebuia*, germination, viability.

## INTRODUÇÃO

O potencial fisiológico das sementes é avaliado em laboratório pelo teste de germinação que fornece dados sobre a capacidade dessas de produzir plântulas normais. Entretanto, por ser conduzido sob condições ambientais controladas, o teste de germinação apresenta limitações, igualando sementes com potencial fisiológico diverso, bem como o desempenho no campo pode não corresponder aos resultados obtidos em laboratório (VALENTINI & PIÑA-RODRIGUES, 1995).

Os testes de vigor são realizados no sentido de fornecer informações complementares às obtidas no teste de germinação, permitindo melhor conhecimento da qualidade das sementes. Esses testes têm como objetivo básico, detectar diferenças no potencial fisiológico de sementes com porcentagem de germinação semelhante (MARCOS FILHO, 2005).

Entre as propostas de classificação dos métodos de avaliação do vigor, a mais completa é atribuída a McDonald (1975, citado por Marcos Filho, 2005), por ser precisa e permitir a inclusão de novos métodos. De acordo com essa classificação os métodos são agrupados da seguinte forma: a) Testes físicos: avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes possivelmente associadas ao vigor, tais como, tamanho, massa ou coloração da semente; b) Testes fisiológicos: procuram determinar atividade fisiológica específica cuja manifestação depende do vigor, como por exemplo, a velocidade de germinação e o crescimento de plântulas; c) Testes bioquímicos: avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes, como os testes de tetrazólio, de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio; d) Testes de resistência a estresse: avaliam o desempenho de sementes expostas a condições desfavoráveis do ambiente, citando-se os de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada.

Entre os testes de vigor, o de envelhecimento acelerado é um dos mais indicados, apresentando eficiência para avaliação do potencial fisiológico de sementes de várias espécies. Esse teste baseia-se no princípio de que a taxa de deterioração das sementes é afetada pela exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais mais relacionados à deterioração de sementes ortodoxas. Sob essas condições, sementes de alta qualidade deterioram-se mais lentamente do que as menos vigorosas (HAMPTON & TEKRONY, 1995).

O processo de deterioração tem início na maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, envolvendo alterações bioquímicas e fisiológicas, tais como, peroxidação de lipídios, mudanças nas atividades enzimáticas e redução na germinação de sementes e no crescimento de plântulas (BRACCINI et al., 2001). Entretanto, o primeiro evento característico da deterioração é a desorganização do sistema de membranas celulares. Em seguida, ocorrem distúrbios nas atividades respiratórias e biossintéticas, evoluindo para a diminuição do vigor e da viabilidade, culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Para análise de sementes de espécies florestais, são necessários estudos no sentido de estabelecer e padronizar procedimentos que atendam ao princípio do teste de envelhecimento acelerado. Pesquisas dessa natureza são importantes em virtude da diferença de características entre e dentro das espécies, como tamanho e forma das sementes, bem como devido às variadas condições dos ambientes de desenvolvimento das plantas. Um dos aspectos dos estudos refere-se aos efeitos da combinação entre diferentes temperaturas e períodos de exposição das sementes ao teste.

Entre as espécies do gênero *Tabebuia*, o ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sand.) e o ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) apresentam grande importância ambiental e econômica. As árvores são apreciadas para arborização urbana e recomposição vegetal de áreas degradadas e fornecem madeira de grande durabilidade, utilizada na construção civil e marcenaria. Essas espécies produzem sementes em grande quantidade, porém, com curto período de viabilidade em condições naturais (POTT & POTT, 1994; LORENZI, 2000; CARVALHO, 2003).

Partindo da premissa que sementes mais vigorosas são mais resistentes a condições de estresse, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do envelhecimento acelerado em detectar variações no vigor de sementes de ipê-branco e de ipê-roxo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e no Viveiro Experimental da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso. Foram utilizadas sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand.) provenientes da Flora Tietê – Penápolis – SP, coletadas na região noroeste do estado de São Paulo, e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.), provenientes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – Piracicaba – SP, coletadas no município de Rio das Pedras – SP.

Foi realizada triagem manual das sementes para garantir homogeneidade de tamanho, coloração e melhor estado de conservação. Em seguida foi determinado o teor de água pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Para utilização nos experimentos, as sementes não foram submetidas a tratamentos com fungicidas.

O envelhecimento acelerado foi realizado utilizando-se caixas de plástico transparente (gerbox) como compartimentos individuais (mini-câmaras), possuindo em seu interior uma bandeja com tela metálica onde as sementes foram distribuídas, formando uma camada uniforme. Sob a tela metálica, foram adicionados 40 mL de água destilada, no sentido de garantir umidade relativa do ar próximo de 100% em seu interior (MARCOS FILHO, 2005). As caixas tampadas foram mantidas em câmara do tipo BOD, sob temperaturas de 40 ou  $45^{\circ}\text{C}$ , por períodos de 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas.

Decorridos os períodos de permanência na câmara, foram realizados os testes de germinação e de emergência de plântulas, bem como calculado o Índice de Emergência em Campo (IEC), descritos a seguir. Em cada teste foram utilizadas

como controle, sementes de *T. roseo-alba* e de *T. impetiginosa* sem serem submetidas ao envelhecimento.

Teste de germinação: realizado em caixas de plástico transparente (gerbox) com seis repetições de 15 sementes intactas, utilizando-se como substrato papel mata-borrão umedecido com água destilada, na forma entre-papel para *T. roseo-alba* e na forma sobre-papel para *T. impetiginosa* (BORBA FILHO & PEREZ, 2003). Os materiais constituintes dos substratos foram previamente esterilizados em estufa a 120°C durante três horas. Após a distribuição das sementes nos substratos, as caixas foram envolvidas com filme de policloreto de vinila (PVC) transparente, tampadas e mantidas em câmara de germinação à temperatura constante de 27°C e fotoperíodo de oito horas. Foram realizadas contagens diárias, considerando-se germinadas as sementes com protrusão de radícula igual ou superior a 2,0 mm e curvatura geotrópica positiva (LABOURIAU, 1983). A partir desses dados foram calculados os valores de porcentagem e velocidade média de germinação (BORGHETTI & FERREIRA, 2004).

Emergência de plântulas: foram utilizadas seis repetições de 15 sementes intactas, semeadas a 1,0 cm de profundidade, em bandejas de isopor com células individuais com capacidade para 110 mL, contendo substrato comercial para espécies florestais. As bandejas foram mantidas sobre bancada, em casa de vegetação com cobertura superior de plástico transparente e, nas laterais, com tela de sombreamento, reduzindo 30% da luz incidente. Efetuou-se irrigação conforme a necessidade, no sentido de manter o substrato umedecido. Foram realizadas contagens diárias do número de plântulas emergidas, considerando-se para tanto, aquelas com cotilédones expandidos acima da superfície do substrato, classificadas como normais ou anormais, conforme critérios das Regras para Análise de

Sementes (BRASIL, 1992). Aos 35 dias após a semeadura, as plântulas foram retiradas do substrato por lavagem em água corrente, efetuando-se a separação da parte aérea e subterrânea. Em seguida foram colocadas para secar em estufa com circulação de ar sob a temperatura de 60 a 65°C até atingirem peso constante e pesadas em balança de precisão (NAKAGAWA, 1994). O valor obtido da biomassa seca da parte aérea e subterrânea foi dividido pelo número de plântulas normais de cada repetição.

Índice de emergência em campo (IEC): para cada temperatura e período de envelhecimento foi calculado o IEC, conforme proposto por Egli & TeKrony (1995), dado pela razão entre a porcentagem de emergência no campo e a porcentagem de germinação obtida no teste de germinação, segundo a fórmula:

$$IEC = \frac{\mu EC}{\mu PG} \times 100$$

onde: IEC = índice de emergência em campo

$\mu EC$  = porcentagem média de emergência em campo

$\mu PG$  = porcentagem média de germinação em laboratório

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, num esquema fatorial (2x7), sendo duas temperaturas (40 e 45°C) e sete períodos de envelhecimento (controle, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas). Os valores das variáveis dependentes atenderam aos pressupostos da análise de variância e foram analisados sem transformação. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar 4.3.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

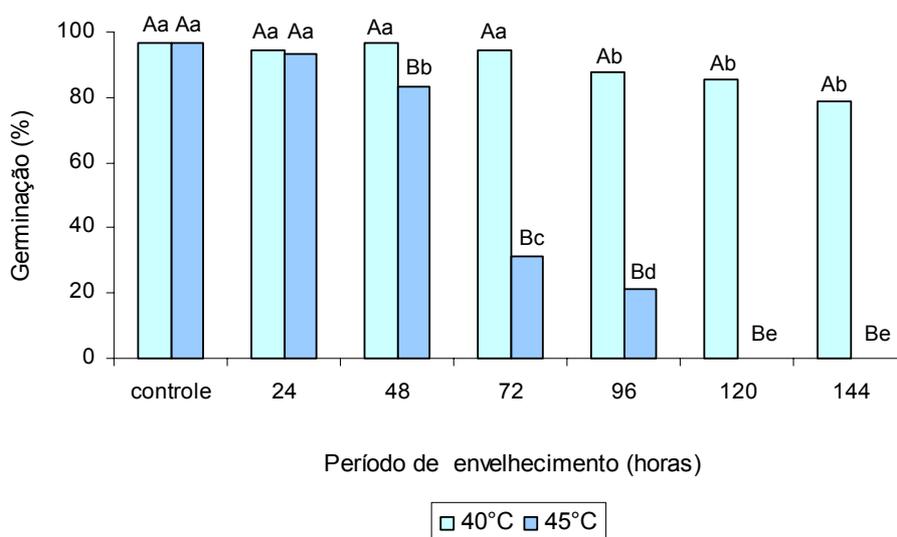
As sementes apresentaram por ocasião da instalação do envelhecimento acelerado, teor de água de 8,2% para *Tabebuia roseo-alba* e de 8,5% para *Tabebuia impetiginosa*. Esses teores atendem à condição adequada para a conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia*, as quais apresentam comportamento ortodoxo e devem ser armazenadas com reduzido teor de água (MELLO & EIRA, 1995; SILVA et al., 2001).

A análise de variância dos resultados do teste de germinação com sementes de *Tabebuia roseo-alba* submetidas ao envelhecimento acelerado, apresentou interação significativa entre os fatores temperatura e períodos de envelhecimento para as variáveis porcentagem e velocidade de germinação.

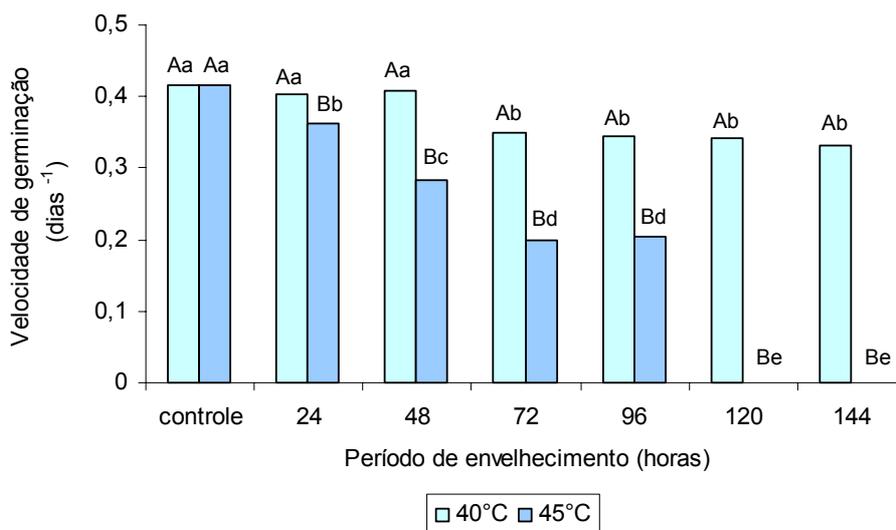
A porcentagem de germinação das sementes envelhecidas sob as temperaturas de 40 e 45°C durante 24 horas, não diferiu do grupo controle (Figura 1). Sob a temperatura de 40°C, ocorreu diminuição da porcentagem de germinação a partir de 96 horas de envelhecimento, observando-se estabilidade dos valores até o último período avaliado. Sob a temperatura de 45°C, observou-se redução na porcentagem de germinação com 48 horas de envelhecimento. Com o aumento desse período, houve redução da capacidade germinativa até a perda total da viabilidade a partir de 120 horas de envelhecimento. Comparando-se as duas temperaturas, a de 45°C ocasionou maior redução da viabilidade das sementes (Figura 1).

Com o envelhecimento sob a temperatura de 40°C, verificou-se redução da velocidade de germinação a partir do período de 72 horas, não havendo diferença entre os valores até o período de 144 horas. Sob temperatura de 45°C, a redução foi mais acentuada, com início após o período de exposição de 24 horas, decrescendo

até 96 horas. A partir de 120 horas de envelhecimento ocorreu supressão total da germinação. Entre as temperaturas utilizadas, a de 45°C ocasionou maior redução do vigor das sementes, manifestada a partir do período de 24 horas de envelhecimento (Figura 2).



**Figura 1** – Porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia roseo-alba* submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

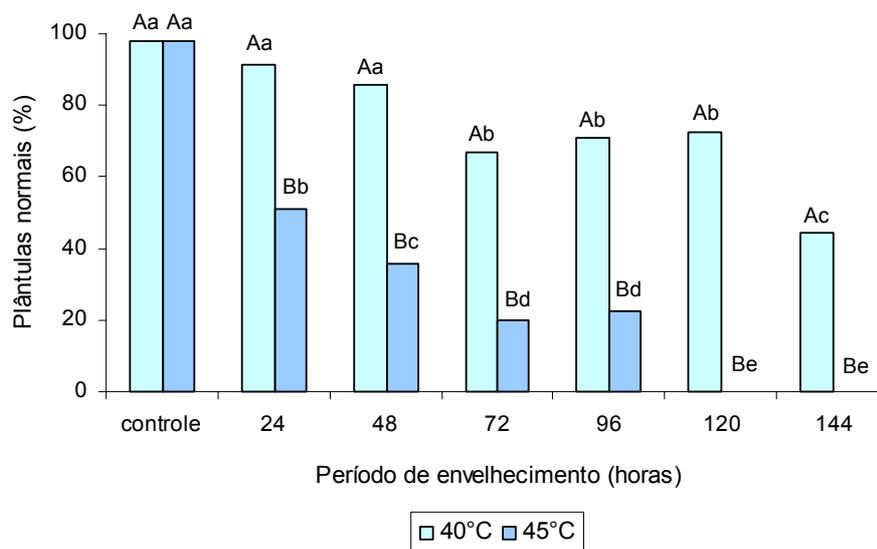


**Figura 2** – Velocidade de germinação de sementes de *Tabebuia roseo-alba* submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

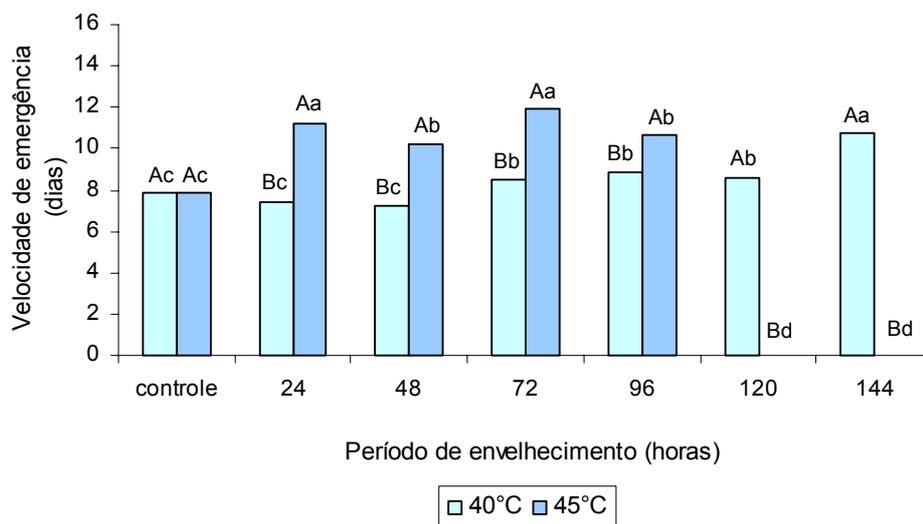
As plântulas originadas de sementes de *T. roseo-alba* submetidas ao envelhecimento acelerado foram avaliadas quanto às características porcentagem de plântulas normais, velocidade de emergência e biomassa incorporada (biomassa seca da parte aérea, subterrânea e total). A análise de variância apresentou, para essas características, interação significativa entre temperaturas e períodos de envelhecimento.

Com o envelhecimento realizado a 40°C, ocorreu redução da porcentagem de plântulas normais após 72 horas de exposição ao tratamento, mantendo estabilidade até o período de 120 horas. O envelhecimento durante 144 horas ocasionou redução da porcentagem de plântulas normais em torno de 50% do valor obtido no controle. Sob a temperatura de 45°C, observou-se acentuada redução na porcentagem de plântulas normais quando as sementes foram envelhecidas durante 24 horas. Essa redução nos valores se prolongou até 96 horas de exposição ao tratamento, ocorrendo morte das sementes com o aumento desse período. Em todos os períodos, a porcentagem de plântulas normais foi menor quando o envelhecimento das sementes foi realizado sob a temperatura de 45°C (Figura 3).

Observou-se que, sob a temperatura de 40°C, o número de dias para a emergência de plântulas foi maior que o controle a partir de 72 horas de envelhecimento, ou seja, ocorreu diminuição da velocidade de emergência de plântulas a partir desse período. Quando as sementes foram expostas à temperatura de 45°C, a emergência de plântulas foi mais lenta em todos os períodos de envelhecimento em relação ao controle. Esses resultados refletem a redução do vigor das sementes submetidas a essas condições. (Figura 4).



**Figura 3** – Porcentagem de plântulas normais de *Tabebuia roseo-alba* originadas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



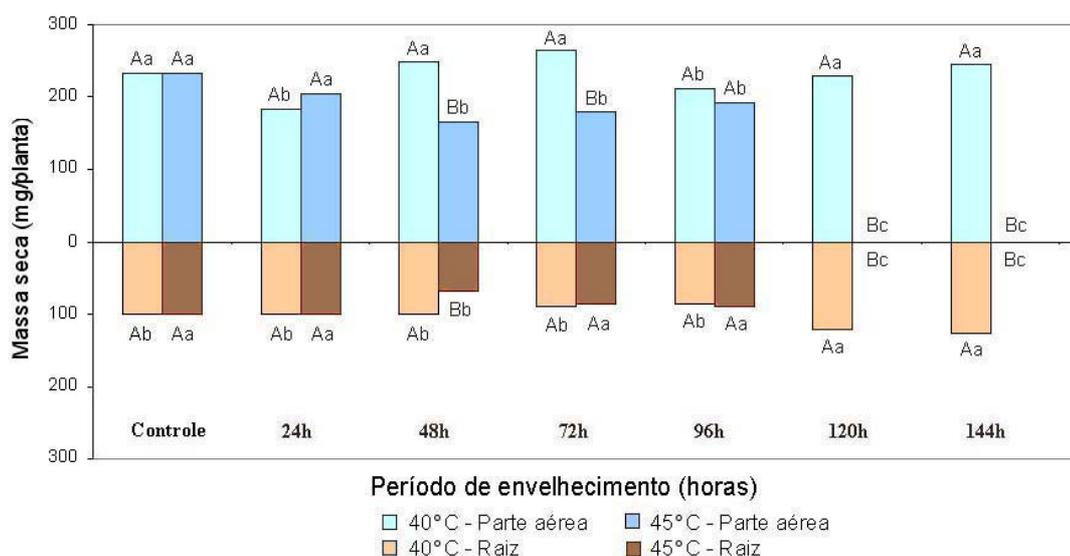
**Figura 4** – Velocidade de emergência de plântulas de *Tabebuia roseo-alba* originadas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A biomassa incorporada na parte aérea de plântulas de *T. roseo-alba* provenientes de sementes envelhecidas sob a temperatura de 40°C, apresentou os menores valores quando o envelhecimento foi realizado durante 24 e 96 horas. Sob a temperatura de 45°C, observou-se redução dos valores de biomassa incorporada na parte aérea após 48 ou mais horas de envelhecimento acelerado. Em geral, a incorporação de biomassa na parte aérea foi mais reduzida em plântulas oriundas de sementes envelhecidas a 45°C (Figura 5).

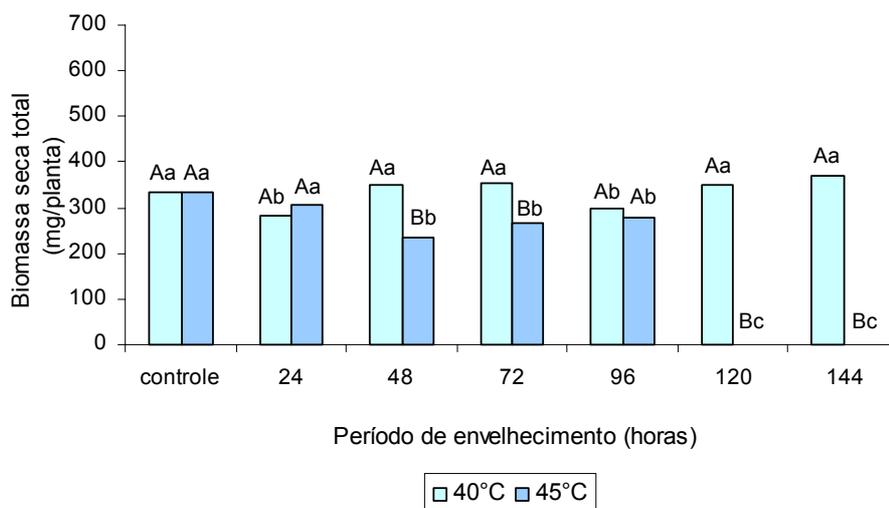
A análise da biomassa seca incorporada na parte subterrânea de plântulas provenientes de sementes envelhecidas sob a temperatura de 40°C, revelou não haver diferença significativa entre o controle e os períodos de envelhecimento de 24, 48,72 e 96 horas. Nos períodos de 120 e 144 horas, o envelhecimento resultou em aumento da biomassa da parte subterrânea. Sob a temperatura de 45°C, ocorreu redução da biomassa da parte subterrânea de plântulas oriundas de sementes envelhecidas durante 48 horas (Figura 5).

Quanto à biomassa seca total em plântulas originadas de sementes envelhecidas a 40°C, observou-se menor incorporação de biomassa com o envelhecimento durante períodos de 24 e 96 horas. Sob a temperatura de 45°C, observou-se redução da incorporação de biomassa seca das plântulas formadas por sementes envelhecidas durante período igual ou superior a 48 horas (Figura 6).

Dessa forma, o envelhecimento das sementes a 40°C não resultou em alterações bem definidas sobre a biomassa das plântulas. Entretanto, quando realizado a 45°C a partir do período de 48 horas, causou alterações no vigor das sementes, o que levou à redução da biomassa da parte aérea e total das plântulas formadas.



**Figura 5** – Biomassa seca (mg/planta) da parte aérea e subterrânea de plântulas de *Tabebuia roseo-alba* oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



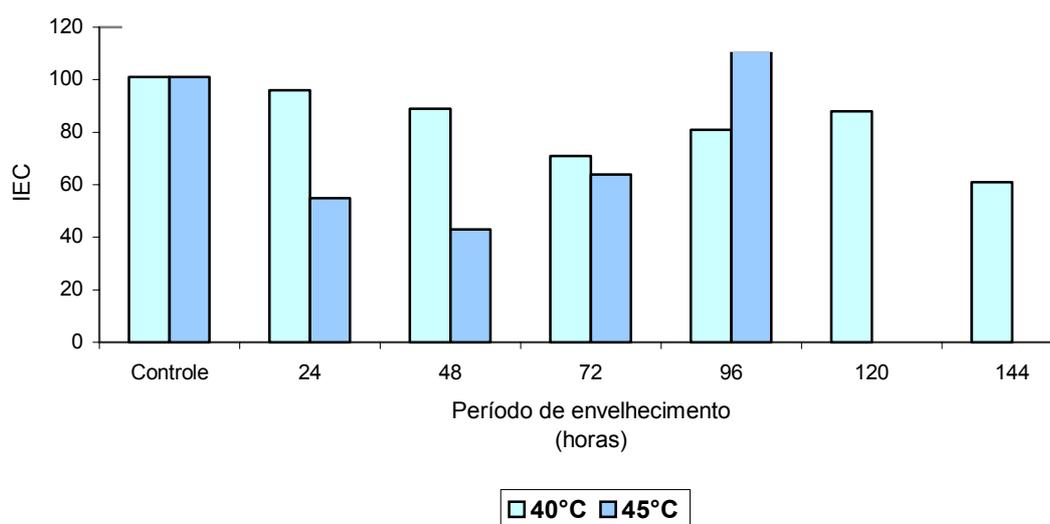
**Figura 6** – Biomassa seca total (mg/planta) de plântulas de *Tabebuia roseo-alba* oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Uma avaliação adicional do vigor de sementes pode ser obtida por meio do índice de emergência em campo (IEC), utilizando-se os valores de porcentagem de emergência registrados em campo e os de germinação em laboratório. Esse

índice permite uma indicação sobre o vigor das sementes, pois, conforme Valentini & Pina-Rodrigues (1995), o teste de germinação, pode igualar sementes com potencial fisiológico diverso, assim como pode haver divergência entre o desempenho no campo e os resultados de laboratório.

Assim, o IEC obtido para sementes de *T. roseo-alba* envelhecidas sob 40°C, variou pouco, indicando correspondência dos resultados obtidos em campo e em laboratório quanto a tendências de alterações no vigor. Com o envelhecimento acelerado conduzido sob 45°C, os valores do IEC apresentaram maiores variações, não evidenciando correspondência entre resultados obtidos em campo e em laboratório (Figura 7).

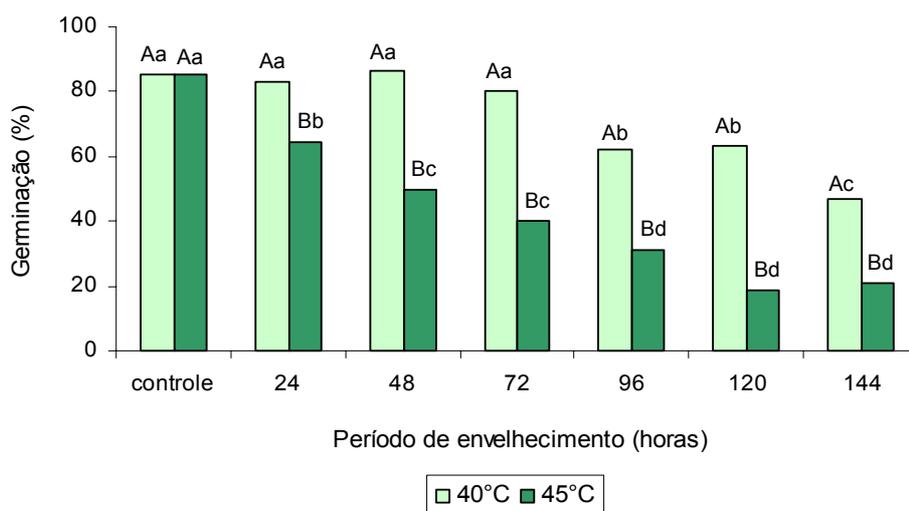
Pode-se observar também que as sementes sobreviventes ao envelhecimento artificial aplicado de forma mais drástica, ou seja, em temperatura de 45°C e durante 96 horas, mantiveram-se ainda vigorosas, apresentando melhor desempenho em campo, comprovado pelo maior valor do IEC obtido (Figura 7).



**Figura 7** – Índice de emergência em campo (IEC) de *Tabebuia roseo-alba* quando as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas.

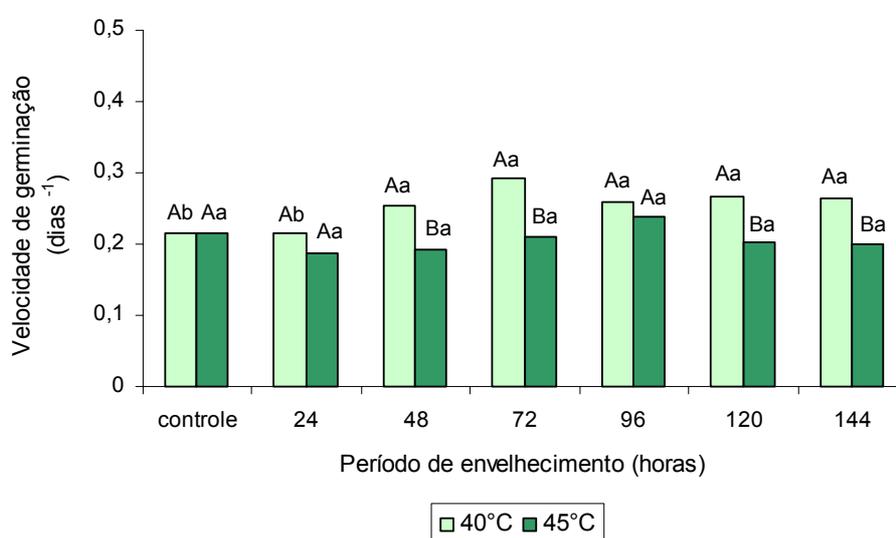
Para *Tabebuia impetiginosa*, a análise de variância dos dados do teste de germinação com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, apresentou interação significativa entre os fatores temperatura e períodos de envelhecimento para as características porcentagem e velocidade de germinação.

As sementes envelhecidas sob a temperatura de 40°C apresentaram diminuição significativa da porcentagem de germinação em relação ao controle a partir de 96 horas de envelhecimento. O menor valor foi registrado quando o período de envelhecimento das sementes foi de 144 horas. Entretanto, sob a temperatura de 45°C, a redução da porcentagem de germinação foi mais acentuada, registrada a partir do período de 24 horas, progredindo até 144 horas de envelhecimento. Desse modo, o envelhecimento acelerado sob a temperatura de 45°C produziu, em todos os períodos, maior redução da viabilidade das sementes do que sob 40°C (Figura 8).



**Figura 8** – Porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com sementes envelhecidas sob a temperatura de 40°C, verificou-se que a germinação foi mais rápida em relação ao controle a partir do período de 48 horas. No entanto, sob a temperatura de 45°C, a velocidade de germinação não sofreu alteração pelo envelhecimento imposto às sementes, indicando que, mesmo submetidas a tais condições, as sementes mantiveram o vigor (Figura 9).

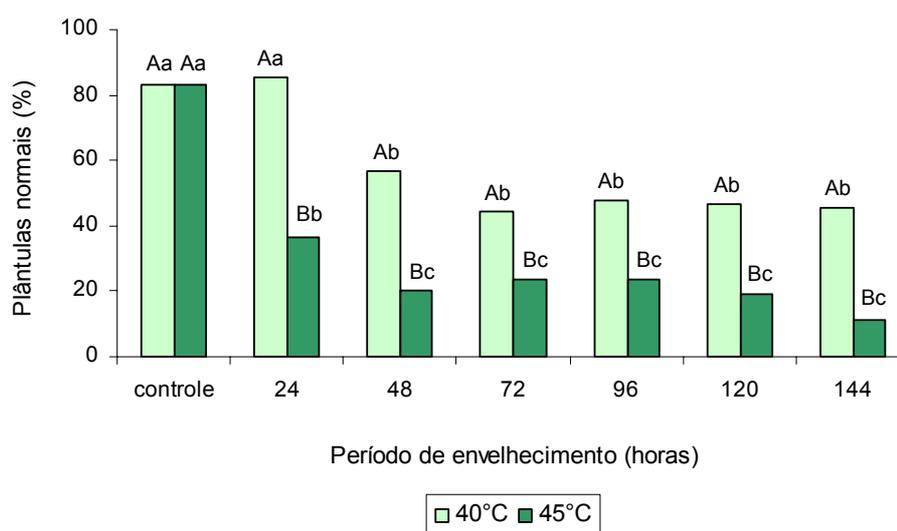


**Figura 9** – Velocidade de germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conforme resultados obtidos nos experimentos sobre o envelhecimento natural em diferentes condições, sementes de *T. impetiginosa* têm maior período de manutenção de viabilidade que de *T. roseo-alba*, o que também foi registrado com o envelhecimento acelerado. Esse fato confirma que, na condição de armazenamento em laboratório, a temperatura mais elevada registrada nesse ambiente foi o fator que provocou a redução do período de armazenamento e a perda da viabilidade das sementes de *T. roseo-alba* (BORBA FILHO & PEREZ, 2004).

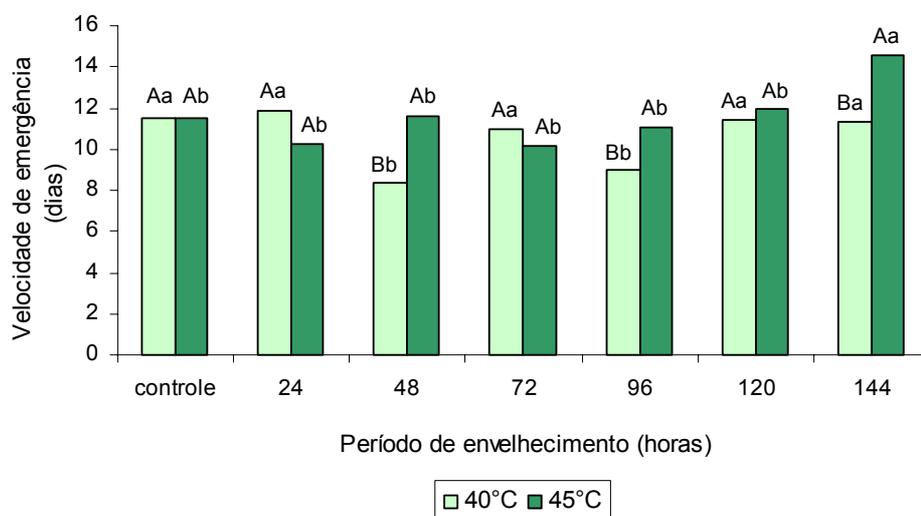
Os efeitos do envelhecimento acelerado em plântulas de *T. impetiginosa* oriundas de sementes submetidas a esse tratamento, foram avaliados quanto às características porcentagem de plântulas normais, velocidade de emergência e biomassa incorporada (biomassa seca da parte aérea, subterrânea e total). Verificou-se, para essas características, interação significativa entre temperaturas e períodos de envelhecimento.

O envelhecimento das sementes conduzido a 40°C, ocasionou redução nos resultados da porcentagem de plântulas normais em relação ao controle com os períodos de 48 até 144 horas de envelhecimento, os quais não diferiram entre si. Sob a temperatura de 45°C, ocorreu redução da porcentagem de plântulas normais com 24 horas de envelhecimento. Nos períodos de 48 até 144 horas, verificou-se nova redução, cujos valores não apresentaram diferença significativa. Em todos os períodos, a porcentagem de plântulas normais foi significativamente menor sob a temperatura de 45°C (Figura 10).



**Figura 10** – Porcentagem de plântulas normais de *Tabebuia impetiginosa* originadas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

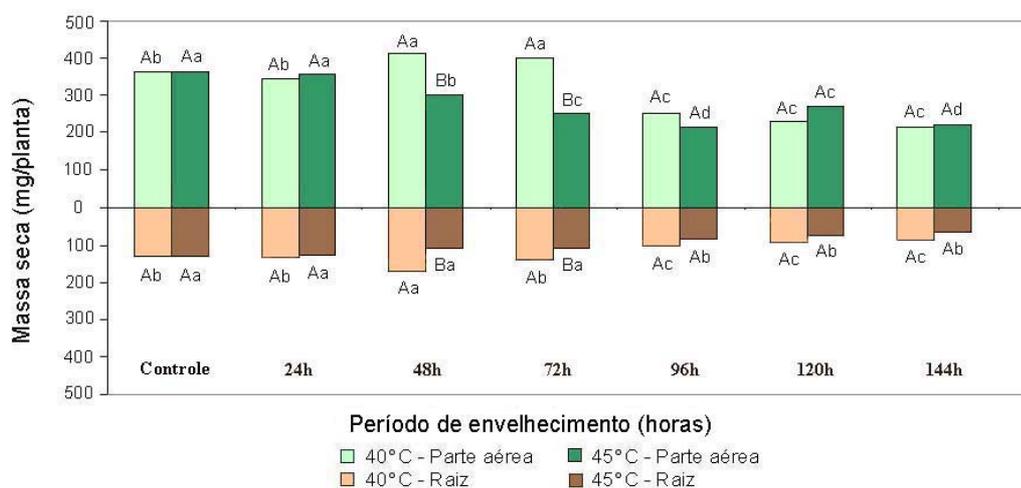
Verificou-se que a emergência de plântulas foi mais rápida quando as sementes foram envelhecidas a 40°C durante 48 e 96 horas e, nos demais períodos, não diferiu do controle. O envelhecimento a 45°C, não produziu alterações na velocidade de emergência de plântulas até o período de 120 horas, entretanto, esta foi mais lenta com o período de 144 horas (Figura 11).



**Figura 11** – Velocidade de emergência de plântulas de *Tabebuia impetiginosa* originadas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

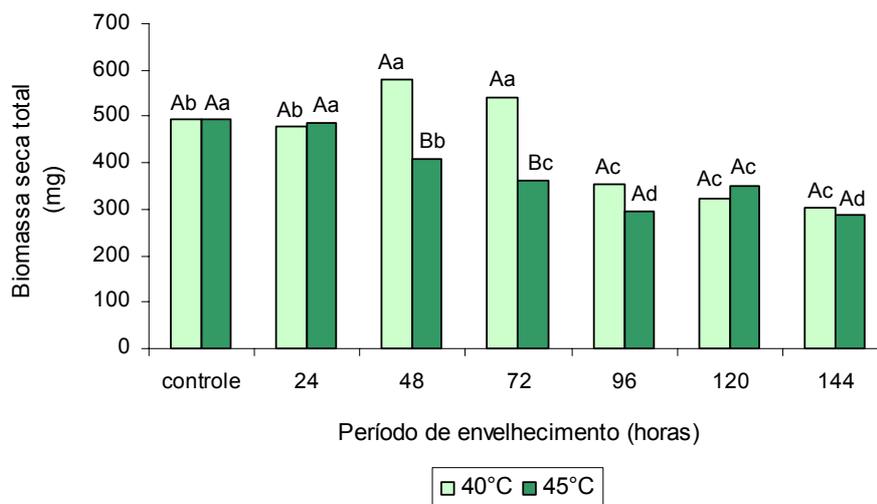
Em plântulas de *T. impetiginosa* oriundas de sementes envelhecidas a 40°C, ocorreu aumento da biomassa da parte aérea com o envelhecimento por 48 e 72 horas, verificando-se redução nos valores a partir do período de 96 horas. Quando realizado sob a temperatura de 45°C, o envelhecimento a partir do período de 48 horas causou redução da biomassa da parte aérea. Desse modo, o envelhecimento acelerado das sementes a 45°C ocasionou maior redução da biomassa da parte aérea das plântulas (Figura 12).

Quanto à biomassa da parte subterrânea, o envelhecimento das sementes sob as temperaturas de 40 ou 45°C, a partir do período de 96 horas, ocasionou redução nos valores dessa característica (Figura 12).



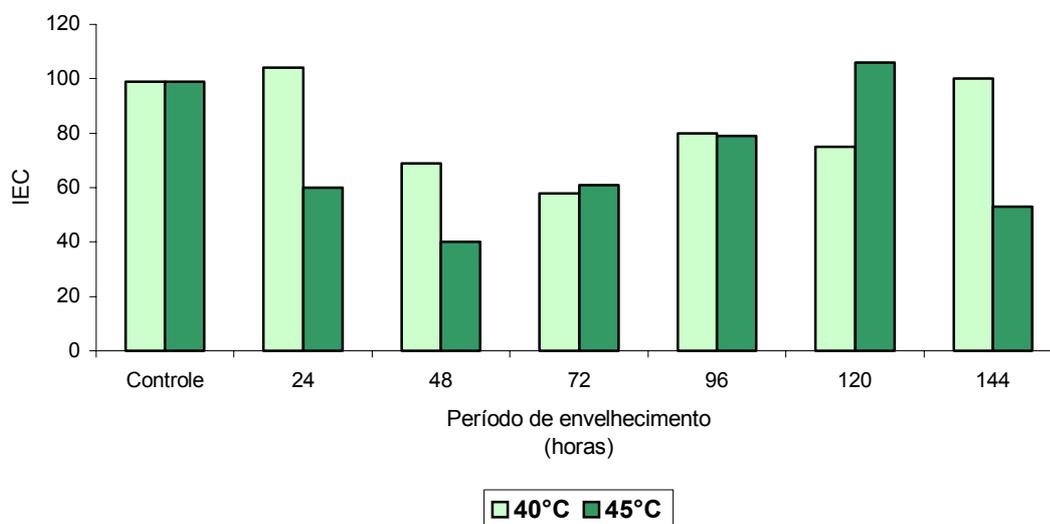
**Figura 12** – Biomassa seca (mg/planta) da parte aérea e subterrânea de plântulas de *Tabebuia impetiginosa* oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação à biomassa seca total incorporada em plântulas provenientes de sementes envelhecidas sob temperatura de 40°C, observou-se aumento dos valores nos períodos de 48 e 72 horas e redução a partir de 96 horas. Com o envelhecimento sob a temperatura de 45°C, a redução nos resultados foi evidenciada a partir do período de 48 horas (Figura 13).



**Figura 13** – Biomassa seca total (mg/planta) de plântulas de *Tabebuia impetiginosa* oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Letras maiúsculas comparam temperaturas em cada período de envelhecimento e letras minúsculas comparam períodos de envelhecimento em cada temperatura, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A partir dos valores do IEC obtidos para sementes de *T. impetiginosa* envelhecidas sob 40°C e 45°C, observa-se que a 45°C as alterações nos valores foram mais acentuadas, indicando menor correspondência entre os resultados obtidos em laboratório e em campo, quanto a alterações no vigor (Figura 14).



**Figura 14** – Índice de emergência em campo (IEC) de *Tabebuia impetiginosa* quando as sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento a 40 e 45°C durante 0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas.

O envelhecimento acelerado tem como base o fato de que as sementes com alta qualidade fisiológica deterioram-se mais lentamente do que as menos vigorosas, quando submetidas ao estresse induzido por elevadas temperatura e umidade relativa (HAMPTON & TEKRONY, 1995). A exposição de sementes a tais condições promove a desestruturação e perda da integridade das membranas celulares, causadas principalmente pela peroxidação de lipídios. Em consequência, ocorrem descontroles nas atividades respiratórias e na síntese de proteínas (BRACCINI et al., 2001; CARVALHO & CAMARGO, 2003).

Assim, o envelhecimento acelerado antecipa o processo de deterioração de sementes, cujos sintomas são percebidos durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. Entre as manifestações mais evidentes destacam-se a redução da velocidade e da porcentagem de germinação em laboratório e a redução da velocidade de emergência e do crescimento de plântulas (BRACCINI et al., 2001; MARCOS FILHO, 2005).

Entretanto, a deterioração influencia de maneira significativa a viabilidade apenas quando o processo progride para um estágio avançado, uma vez que, pequenos danos são reversíveis e possíveis de serem reparados pelas sementes (SCHMIDT, 2000).

As sementes ortodoxas apresentam características genéticas que contribuem para a redução do processo de deterioração durante o armazenamento em condições adequadas. Essas sementes adquirem tolerância à dessecação no final do processo de maturação, quando ocorre rápida redução no teor de água e, provavelmente, dependem dessa propriedade para redirecionar os processos metabólicos de desenvolvimento em direção à germinação (BARBEDO & MARCOS FILHO, 1998).

Sob estresse, a causa mais freqüente de deterioração das sementes está relacionada à peroxidação de lipídios. Essa reação consiste na oxidação de ácidos graxos hidrocarbonados, produzindo radicais livres. Esses radicais podem combinar-se a outros, e produzir danos em membranas e continuar a propagação de outros radicais livres, dentre eles, o superóxido ( $O_2$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e a hidroxila (OH) (CARVALHO & CAMARGO, 2003).

Em geral, as células possuem moléculas antioxidantes e sistemas removedores, tais como os solúveis em lipídios (isômero de tocoferol-vitamina E e  $\beta$ -caroteno) ou os solúveis em água (ácido ascórbico-vitamina C e glutathione) (ROSA et al., 2005). Porém, esses mecanismos envolvem gasto de energia e, quanto menor o vigor da semente, menor a energia disponível para manutenção do mecanismo reparador de danos.

Durante o processo de deterioração ocorrem mudanças na atividade respiratória das sementes, que se torna gradativamente menos intensa, finalizando com o colapso metabólico da semente. A diminuição na capacidade respiratória tem sido relatada como consequência de danos às membranas da mitocôndria, que é a organela mais susceptível à peroxidação de lipídios.

Desse modo, a diminuição na eficiência respiratória reduz a capacidade das sementes em produzir ATP, afetando a síntese de proteínas, de ácidos nucléicos e a reação de reparo de danos, que são etapas requeridas para a germinação. Em resposta, observa-se que, em sementes envelhecidas ou submetidas a condições ambientais desfavoráveis, a germinação pode não ser muito afetada, mas o vigor é reduzido (BRACCINI et al., 2001; MARCOS FILHO, 2005).

Um outro mecanismo que merece destaque, diz respeito às mudanças na síntese de proteínas e nas atividades enzimáticas que ocorrem em sementes.

Mudanças na atividade enzimática durante a germinação de sementes envelhecidas podem ocorrer como resultado da perda da habilidade das sementes para sintetizar proteínas (BRACCINI et al., 2001). Em sementes deterioradas, têm sido relatados decréscimos na atividade de enzimas como catalase, desidrogenase e descarboxilase do ácido glutâmico. Assim, ocorre redução do suprimento de nutrientes e disponibilidade de energia para a semente em germinação, uma vez que, alterações na estrutura de enzimas contribuem para a redução de sua eficiência (MARCOS FILHO, 2005).

A disponibilidade de substâncias de reserva é fundamental para a manifestação do vigor das sementes. Mudanças no conteúdo de carboidratos solúveis limitam a disponibilidade de substratos para a respiração, ocasionando queda da germinação e do vigor da semente. Além disso, a redução dos níveis de sacarose, rafinose e estaquiose pode afetar a proteção exercida pelos açúcares à integridade das membranas (MARCOS FILHO, 2005).

Quanto aos lipídios, as principais alterações durante a deterioração ocorrem em virtude da hidrólise enzimática, da peroxidação e da autoxidação. Em consequência, há a destruição dos lipídios e, também, a ocorrência de reações que originam produtos potencialmente tóxicos (MARCOS FILHO, 2005).

Assim, os processos metabólicos inerentes à deterioração acontecem em maior ou menor velocidade, conforme a qualidade fisiológica da semente, e também de acordo com a sensibilidade da espécie a estresses abióticos, como registrado para *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa*.

## CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado é eficiente para detectar variações no vigor de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba*) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). Quando o envelhecimento é conduzido a 45°C, as diferenças na viabilidade e no vigor ocorrem primeiro.

As características porcentagem e velocidade de germinação, emergência de plântulas e biomassa incorporada, podem ser recomendadas como indicadoras do vigor das sementes com o uso do envelhecimento acelerado. Sob condições mais drásticas de envelhecimento acelerado, não há correspondência entre os dados obtidos em campo e em laboratório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botânica Brasílica**, vol.12, n.2, p. 145-164, 1998.

BORBA FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Seleção de substratos para o teste de germinação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae). In: ENCONTRO DE BIÓLOGOS DO CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA, 14., 2003, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: Conselho Regional de Biologia – 1 (SP, MT, MS), 2003. p.86-87.

BORBA FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Armazenamento de sementes de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand . e *Tabebuia impetiginosa* ( Mart.) Standl. em diferentes embalagens e ambientes . In: SEMINARIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 19. 2004, Assunción. **Anais...** Assunción: Federación Latinoamericana de Asociaciones de Semillistas, 2004. p.398.

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

BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, v.11, n.1, p.10-15, abril, 2001.

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

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

CARVALHO, M.L.M.; CAMARGO, R. Aspectos bioquímicos da deterioração das sementes. **Informativo ABRATES**, v.13, n. 1-2, p. 66-88, ago., 2003.

EGLI, D.B.; TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. **Seed Science and Technology**, v.23, p.595-607, 1995.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigor tests methods**. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

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

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. v. 1.

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

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. p. 49-86.

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do pantanal**. Brasília: Embrapa, 1994. 320 p.

ROSA, S.D.V.F. et al. Enzimas removedoras de radicais livres e proteínas LEA associadas à tolerância de sementes de milho à alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p. 91-101, 2005.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical forest seed**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.

SILVA, A. et al. Liofilização e armazenamento de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia heterophylla* (A.P. Candolle) Britton) – Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.252-259, 2001.

VALENTINI, S.R.T.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação do teste de vigor em sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 75-84. (Série Registros, n. 14).

## CONCLUSÕES GERAIS

1 - Para sementes de *Tabebuia impetiginosa*, todos os substratos avaliados são favoráveis para uso no teste de germinação. Para as demais espécies os substratos mais adequados são: sobre-areia, sobre-papel e entre-papel para *Tabebuia aurea*; entre-papel para *Tabebuia ochracea* e *Tabebuia roseo-alba* e sobre-areia e entre-papel para *Tabebuia serratifolia*.

2 - O acondicionamento em lata e manutenção em geladeira é uma condição adequada para o armazenamento de sementes de *Tabebuia roseo-alba* e de *Tabebuia impetiginosa*. Sementes de *T. impetiginosa* também podem ser conservadas embaladas em saco plástico, saco de papel Kraft ou lata, quando estocadas em câmara refrigerada.

Alterações no vigor de sementes dessas espécies são primeiramente identificadas com avaliação da velocidade de germinação.

3 - O envelhecimento acelerado é eficiente para detectar variações no vigor de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba*) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). Quando o envelhecimento é conduzido a 45°C, as diferenças na viabilidade e no vigor ocorrem primeiro.

As características porcentagem e velocidade de germinação, emergência de plântulas e biomassa incorporada, podem ser recomendadas como indicadoras do vigor das sementes com o uso do envelhecimento acelerado. Sob condições mais drásticas de envelhecimento acelerado, não há correspondência entre os dados obtidos em campo e em laboratório.