

57514

049264

LUCIANA MAGDA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES  
DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E  
*T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle  
Standley) ENVELHECIDAS NATURAL E  
ARTIFICIALMENTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientadora

Profa. Maria Laene Moreira de Carvalho

BIBLIOTECA CENTRAL

UFLA

N.º CLAS. 7634.99354

OH

alvar

N.º REGISTRO 57514

DATA 15/07/04

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2004

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



57514

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Oliveira, Luciana Magda de

Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl  
Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley)  
envelhecidas natural e artificialmente / Luciana Magda de Oliveira. --  
Lavras : UFLA, 2004.

160 p. : il.

Orientadora: Maria Laene Moreira de Carvalho.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Germinação. 2. Tetrazólio. 3. Raios X. 4. Dormência. 5.  
Armazenamento. 6. Ipê-amarelo. 7. Ipê-roxo. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

CDD- 634.97354

LUCIANA MAGDA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES  
DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E  
*T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle  
Standley) ENVELHECIDAS NATURAL E  
ARTIFICIALMENTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2004

Dr. Antonio Claudio Davide

UFLA/DCF

Dra. Denise Augusta Camargo Bília

Instituto de Botânica, SP

Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

UFLA/DCF

Dr. Henk W. M. Hilhorst

Wageningen University, Holanda

Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA/DAG



Prof. Dra. Maria Lene Moreira de Carvalho  
UFLA/DAG  
(Orientadora)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais Pedro e Neuza,  
aos meus irmãos Edilson, Elenice e Eveline,  
e aos meus sobrinhos  
pelo amor e incentivo  
DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado e de PDEE (Programa de Doutorado no País com Estágio no Exterior).

À Profa. Maria Laene Moreira de Carvalho pela amizade, orientação, disposição e incentivo.

Ao Dr. Henk W. M. Hilhorst pela co-orientação, atenção e confiança.

Ao Prof. José Marcio Rocha Faria (UFLA/DCF) pelo inestimável apoio, contribuições no trabalho e amizade.

Ao Dr. Edilson Batista de Oliveira (EMBRAPA/Florestas) pelas sugestões e pelo constante estímulo.

Aos Drs. Renato Mendes Guimarães, Antonio Claudio Davide e Edvaldo Aparecido Amaral da Silva pela atenção e contribuições no trabalho.

Ao Richardson pelo apoio, carinho e pela compreensão.

Às amigas Marcela, Tathiana, Daniela e Tanismare pela inestimável ajuda na condução dos experimentos e amizade.

Aos amigos Regiane, Cristiane, Chalfun, D. Elza, Dalva, Andréa, Sandro, Olívia, Letícia e Chica pela amizade, colaboração e momentos de descontração.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1 Introdução geral.....	1
2 Referencial teórico.....	3
2.1 Descrição das espécies.....	3
2.1.1 <i>Tabebuia serratifolia</i> Vahl Nich. ....	3
2.1.2 <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Martius ex A. P. de Candolle) Standley...	5
2.2 Avaliação da qualidade de sementes.....	7
2.3 Armazenamento e envelhecimento artificial de sementes.....	15
3 Referências bibliográficas.....	26
 <b>CAPÍTULO 2 Teste de germinação em sementes de <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley e <i>T. serratifolia</i> Vahl Nich.</b>	
1 Resumo.....	38
2 Abstract.....	39
3 Introdução.....	40
4 Material e métodos.....	42
5 Resultados e discussão.....	46
6 Conclusão.....	52
7 Referências bibliográficas.....	53
 <b>CAPÍTULO 3 Teste de tetrazólio em sementes de <i>Tabebuia serratifolia</i> Vahl Nich. e <i>T. impetiginosa</i> (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley</b>	
1 Resumo.....	56
2 Abstract.....	57
3 Introdução.....	58
4 Material e métodos.....	59
5 Resultados e discussão.....	62
6 Conclusões.....	68
7 Referências bibliográficas.....	69
 <b>CAPÍTULO 4 Avaliação da qualidade de sementes de <i>Tabebuia serratifolia</i> Vahl Nich. e <i>T. impetiginosa</i> (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley pelo teste de raios X</b>	
1Resumo.....	71
2 Abstract.....	72

3 Introdução.....	73
4 Material e métodos.....	75
5 Resultados e discussão.....	78
6 Conclusões.....	83
7 Referências bibliográficas.....	84

**CAPÍTULO 5 Avaliação da germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *T. impetiginosa* durante o envelhecimento natural e artificial**

1Resumo.....	86
2 Abstract.....	87
3 Introdução.....	88
4 Material e métodos.....	90
5 Resultados e discussão.....	92
6 Conclusões.....	99
7 Referências bibliográficas.....	100

**CAPÍTULO 6 Dormência de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *T. impetiginosa* armazenadas e envelhecidas artificialmente**

1Resumo.....	103
2 Abstract.....	104
3 Introdução.....	105
4 Material e métodos.....	107
5 Resultados e discussão.....	109
6 Conclusões.....	114
7 Referências bibliográficas.....	115

**CAPÍTULO 7 Avaliação de alterações fisiológicas, ultra-estruturais e bioquímicas em sementes de *Tabebuia serratifolia* e *T. impetiginosa* envelhecidas artificialmente**

1Resumo.....	120
2 Abstract.....	121
3 Introdução.....	122
4 Material e métodos.....	124
5 Resultados e discussão.....	128
6 Conclusões.....	136
7 Referências bibliográficas.....	137
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
ANEXOS.....	144

## RESUMO

OLIVEIRA, Luciana Magda de. **Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente.** Lavras: UFLA, 2004. 160p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

As espécies do gênero *Tabebuia* são úteis na recuperação de áreas degradadas e importantes pela sua crescente utilização para fins medicinais e madeireiros. A propagação dessas espécies é feita por sementes que apresentam problemas de germinação e conservação. A pesquisa teve como objetivos a adequação de metodologias para a avaliação da qualidade das sementes pelos testes de germinação, tetrazólio e raios X; avaliar métodos pré-germinativos de desinfestação e quebra de dormência, além de aspectos fisiológicos, ultra-estruturais e bioquímicos em sementes, envelhecidas, natural e artificialmente, das espécies *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo). Para o teste de germinação foram testados os efeitos de luz e temperatura em sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo. No teste de tetrazólio foram testados métodos para o pré-condicionamento de sementes de ipê-amarelo e a concentração da solução de tetrazólio (0,07% e 0,1%) mais adequada para a realização do teste em sementes de ipê-roxo. Em relação ao teste de raios X foi estudada a eficiência do teste na avaliação dos defeitos internos e seus efeitos na germinação das sementes. Foram testados tratamentos pré-germinativos para a desinfestação com hipoclorito de sódio e benomyl. Para a quebra da dormência, os tratamentos incluíram temperatura alta (45°C/7 dias), baixa (15 dias a 10°C), GA<sub>3</sub> 0,03%, KNO<sub>3</sub> 0,2%, embebição em água e retirada do tegumento. As sementes das duas espécies foram ou não submetidas ao envelhecimento artificial a 42°C/100%UR por 24, 48, 72 e 96 horas, e avaliadas com relação à sua germinação, condutividade elétrica, presença de polifenóis, potencial hídrico e atividade celular. A germinação de sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo é beneficiada pelo regime de luz constante a 30°C. A embebição das sementes entre papel por 12 horas, seguida da retirada dos tegumentos e imersão em solução 0,5% de tetrazólio para o ipê-amarelo e 0,07% para o ipê-roxo, por mais 12 horas a 30°C são metodologias eficientes na avaliação da viabilidade das sementes. O teste de raios X permite a avaliação dos defeitos internos em sementes das duas espécies e os defeitos detectados nas radiografias afetam sua germinação, reduzindo a qualidade do lote. A germinação das sementes das duas

espécies, dependendo da qualidade inicial, apresenta flutuações durante o envelhecimento artificial, não havendo resposta diferencial dos tratamentos de desinfestação. Não é observada a presença de dormência em sementes de ipê-amarelo. Sementes de ipê-roxo possuem dormência, superada pelo método de envelhecimento artificial seguido da embebição dessas sementes, entre papel umedecido em água por 12 horas com a posterior retirada do tegumento. Durante o processo de envelhecimento artificial de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo não são observadas alterações ultra-estruturais e bioquímicas, exceto no teste de condutividade elétrica de sementes de ipê-amarelo.

---

Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Luciana Magda de. **Evaluation of the seed quality of *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age.** Lavras: UFLA, 2004. 160p. (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The species from the genus *Tabebuia* are used in the restoration of degraded areas and are important for medicinal and wood proposes. The propagation of this species is made through seeds. However, the seeds present problems during germination and conservation. Thus, this research had the objectives of adequate methodologies for the evaluation of seed quality through germination, tetrazolium and X-ray test; evaluate treatments of disinfections and breaking of dormancy; and physiological, structural and biochemical aspects in natural and artificial ageing seeds of *Tabebuia serratifolia* (yellow ipê) and *T. impetiginosa* (purple ipê). During germination test were testing effect of light and temperature in purple ipê and yellow ipê seeds. In the tetrazolium test were tested methods for pre-conditioning of yellow ipê seeds, in two concentrations of tetrazolium solution (0,07 and 0,1%) during performance of the test in purple ipê seeds. For the X-ray test it was study the efficiency of the methods in evaluating the internal defects in yellow ipê and purple ipê seeds, and to verify the effect of these defects on germination. The treatments of disinfections were testing with of sodium hypochlorite and benomyl. For dormancy breaking the treatments included high temperature (45°C/7 days), temperature at 10°C/15 days, GA<sub>3</sub> 0,03%, KNO<sub>3</sub> 0,2%, imbibition in water and removal of the seed coat. The seeds of both species were aged or not aged at 42°C/100%RH for 24, 48, 72 and 96 hours, and had the germination, electric conductivity, phenols, water potential and cellular activity evaluated. The constant light at 30°C provided the best results in germination of purple ipê and yellow ipê seeds. Imbibition in paper for 12 hours at 30°C followed by removal of the seed coat and the immersion in tetrazolium solution at 0,5% for yellow ipê and 0,07 for purple ipê, for 12 hours were efficient in the evaluation of seed viability. The X-ray test permitted evaluation the seed defects on both species. The internal defects detected by radiographs affected the germination of ipê seeds, decreasing the seed lots quality. The germination of seeds of both species, depending on the initial quality, showed variations during the artificial aging, and there was no differential response in the disinfections treatments used. There was no dormancy in yellow ipê seeds. Purple ipê seeds presented dormancy and it was

removed by the artificial ageing following imbibition between papers for 12 hours. Removal of the seed coat was efficient in breaking dormancy. During the artificial aging of yellow ipê and purple ipê seeds, ultra structural and biochemical alterations were not observed, except in the electric conductivity test for yellow ipê seeds.

---

**Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora),  
Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela  
de Resende von Pinho – UFLA.**

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

As árvores do gênero *Tabebuia*, conhecidas como ipê, são admiradas pelo efeito ornamental que apresentam quando floridas e são utilizadas para fins madeireiros e em programas de restauração ambiental. O ipê-amarelo foi oficialmente escolhido como árvore símbolo do Brasil (Carvalho et al., 1976) e, de acordo com a Lei nº 9743, sancionada pelo Governador do Estado de Minas Gerais em 15/12/1988, é uma espécie protegida, de preservação permanente e imune de corte no estado.

Há relatos de que esse gênero tem sido utilizado com propósitos medicinais, sendo seus exsudados considerados adstringentes, antiinflamatórios e antibactericidas, utilizados ainda para tratamentos de úlceras, sífilis, diabetes, alergias, problemas gastrintestinais, entre outros.

Apesar da importância do gênero *Tabebuia* no contexto nacional, o alto grau de desmatamento e destruição de áreas florestais, seja pela introdução de áreas agrícolas, construção de rodovias ou exploração indevida, tem levado à diminuição das populações e à destruição das árvores das espécies desse gênero, incluindo *T. serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo). A espécie *T. impetiginosa*, segundo Siqueira & Nogueira (1992), corre perigo de extinção, estando na relação das espécies no Instituto Florestal de São Paulo para conservação genética 'ex situ'. A propagação dessas espécies é feita, principalmente, por sementes (Rizzini, 1971); porém poucos estudos são realizados objetivando definir metodologias adequadas para avaliar a qualidade dessas sementes, as quais normalmente apresentam grande variação no potencial de emergência no campo (Carvalho, 1994).

Essas sementes mostram grande variação também no percentual de germinação quando mantidas sob diferentes condições e épocas de armazenamento, podendo inclusive apresentar uma germinação mais baixa logo após a colheita e, com alguns dias de armazenamento, podem haver incrementos na germinação, seguidos de novos decréscimos e acréscimos (Carvalho et al., 1976; Kano et al, 1978; Maeda & Matthes, 1984; Figliolia, 1988; Figliolia et al., 1988 e Kageyama et al., 1992). O mesmo comportamento, relacionado com alterações da porcentagem de germinação, é observado quando as sementes são submetidas ao envelhecimento artificial (Gemaque, 1999).

A avaliação da qualidade das sementes, utilizando testes como germinação, tetrazólio e raios X, e a investigação dos fatores que afetam a germinação e a deterioração tornam-se fundamentais para que se obtenha sucesso na propagação e conservação das espécies *T. serratifolia* e *T. impetiginosa*.

Os objetivos deste trabalho são:

- adequar metodologias dos testes de germinação, tetrazólio e raios X para a avaliação da qualidade de sementes de *T. serratifolia* e *T. impetiginosa*;
- verificar o comportamento germinativo das sementes dessas espécies durante o envelhecimento natural e artificial;
- verificar a presença de dormência em sementes de *T. serratifolia* e *T. impetiginosa* e
- avaliar os aspectos fisiológicos, ultra-estruturais e bioquímicos de sementes dessas espécies envelhecidas artificialmente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Descrição das espécies

#### 2.1.1 *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.

*Tabebuia serratifolia*, pertencente à família Bignoniaceae, é uma espécie muito freqüente na região Amazônica e ocorre também desde o Ceará até São Paulo na floresta pluvial atlântica, na região sul da Bahia e norte do Espírito Santo (Lorenzi, 1992); no México, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (Carvalho, 1994).

É conhecida por ipê-amarelo, pau-d'arco-amarelo (PA), piúva-amarela, ipê-ovo-de-macuco (ES), tamurá-tiura, ipê-pardo e ipê-do-cerrado. Tem como sinonímia botânica *Bignonia serratifolia* Vahl, *Bignonia flavescens* Vell., *Bignonia conspicua* Rich., *Tecoma araliacea* Cham., *Tecoma serratifolia* (Cham.) G. Don., *Tecoma nigricans* Klatz., *Tabebuia araliacea* (Cham.) Mor., *Handroanthus araliaceus* (Cham.) Mattos. (Lorenzi, 1992).

A árvore atinge, em média, 8 a 20 metros de altura, suas folhas são compostas e os folíolos são glabros ou pubescentes (Lorenzi, 1992).

A espécie, classificada como pioneira, por Kageyama & Márquez (1981) e clímax exigente de luz, por Davide et al. (1995), floresce durante os meses de agosto a novembro, com a planta totalmente despida de folhagem, produzindo frutos maduros de outubro a dezembro (Lorenzi, 1992).

Os frutos, do tipo siliqua, apresentam grande quantidade de sementes achatadas, levemente abauladas, oblongas, aladas, unitegmentadas, com uma membrana revestindo o embrião. As alas são uma expansão do tegumento e a espécie apresenta dispersão anemocórica. Segundo Costa (1995), não foi

observada a presença de um endosperma típico em semente adulta de *T. serratifolia*; porém, a membrana que reveste o embrião apresenta características que sugerem uma função armazenadora de nutrientes, podendo ser remanescente do endosperma. As sementes de *T. serratifolia* são compostas de 8,36% de carboidratos, 7,0% de proteínas e 28,68% de lipídeos (Freitas et al., 1979).

Em semeadura direta no solo, pode-se observar que a germinação dessa espécie é tipo criptocotiledonar, ou seja, os cotilédones permanecem na superfície do solo, o tegumento não se desprende dos cotilédones e o epicótilo surge com a gema apical (Costa, 1995).

O desenvolvimento das mudas é rápido, ficando prontas para o plantio no local definitivo em menos de cinco meses; o crescimento no campo é moderado, alcançando 3 metros aos dois anos (Lorenzi, 1992).

Sua madeira é pesada, difícil de serrar e durável, própria para construções pesadas, estruturas externas e mobiliários (Gentry, 1982). É ainda rica em lapachol, substância a que são atribuídas propriedades fungicidas, tóxicas contra cupins e com atividades antitumorais (Vidal-Tessier, 1988).

As árvores de ipê-amarelo são extremamente belas quando floridas, sendo utilizadas em paisagismo e arborização urbana (Amaral et al., 1992). Para Dugand (1958), na flora neotropical e ainda no resto do mundo não são muitas as plantas que superam a beleza das Bignoniaceae quando florescem.

O ipê-amarelo é considerado árvore símbolo do Brasil (Carvalho et al., 1976). Outros países também escolheram espécies do gênero *Tabebuia* como árvore ou flor nacional: El Salvador (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC), Venezuela (*Tabebuia billbergii* (Bur. & Schum.) Standl.) e Paraguai (*Tabebuia* sp.) (Gentry, 1982).

### 2.1.2 *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Stadl.

A *T. impetiginosa* ocorre no México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname, Venezuela e Brasil (Carvalho, 1994), tanto na mata pluvial atlântica como na floresta semidecídua, sendo ocasional sua ocorrência no cerrado e na caatinga (Lorenzi, 1992).

É conhecida pelos nomes populares ipê-roxo, pau d'arco, ipê-rosa, ipê-rosa-de-folha-larga, pau-d'arco-roxo, ipê-roxo-de-bola, ipê-uma, ipê-preto, pau-cachorro, ipê-de-minas, piúna, piúna-roxa, e sinonímia botânica *Tecoma impetiginosa* Martius ex A. P. de Candolle, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos, *T. avellanadae* Lorentz Ex Griseb. (Carvalho, 1994). Apesar de ser discutida a existência da espécie *Tabebuia avellanadae*, atualmente tem sido considerado que essa espécie é sinônimo de *Tabebuia impetiginosa* (<http://www.smgrowers.com/info/tabebuiaimpet.asp>).

A árvore atinge, em média, 8 a 12 metros de altura, chegando a 20-30 metros no interior da floresta, com tronco de 60-90 cm de diâmetro; suas folhas são compostas, folíolos coriáceos e pubescentes em ambas as faces (Lorenzi, 1992).

O fruto é siliqua cilíndrica estreita, deiscente, com numerosas sementes. Essas, codiformes tendendo a oblongas, com presença de asa membranácea nas duas extremidades (Carvalho, 1994).

O desenvolvimento das mudas e no campo é rápido. As árvores alcançam 3 metros aos dois anos (Lorenzi, 1992) e a floração e frutificação iniciam-se aos seis anos de idade em plantios (Carvalho, 1994). Seu florescimento ocorre durante os meses de maio a agosto, com a planta totalmente despida de folhagem. Os frutos amadurecem a partir de setembro-outubro (Lorenzi, 1992).

Sua madeira é resistente ao ataque de organismos xilófagos, sendo apropriada para construções externas, como dormentes e postes; para confecção de artigos esportivos, como bolas de boliche; para instrumentos musicais, etc. (Lorenzi, 1992).

As propriedades medicinais dessa espécie têm sido relatadas como no tratamento de diarreia, febre, picada de cobra, dores de cabeça, úlceras, ferimentos na pele, parasitas, anemia e malária. A infusão das cascas tem aplicação no combate à sarna e daí veio o seu nome específico, *impetiginosa*, isto é, contra o impetigo. As propriedades dessa espécie são consideradas como analgésicas, antioxidantes, diuréticas, antitérmicas e laxativas. Várias substâncias são encontradas nas árvores (casca e folhas) dessa espécie, como naftoquinonas (*lapachol*), flavonóides, alcalóides, co-enzima Q-10, saponinas, bário e iodo. Alguns estudos demonstram também a eficiência das espécies do gênero *Tabebuia* no tratamento de diabetes, no aumento da produção de glóbulos vermelhos, no tratamento de infecções causadas por bactérias, vírus e fungos, com propriedades antiinflamatórias. As substâncias extraídas de árvores do gênero *Tabebuia* são comercializadas em várias partes do mundo (<http://www.btinternet.com/~optimum.health/products/vegetarian.htm>).

A espécie *T. impetiginosa* corre perigo de extinção, estando na relação das espécies no Instituto Florestal de São Paulo para conservação genética 'ex situ' (Siqueira & Nogueira, 1992). Isto provavelmente deve-se à sua gama de utilizações.

A *T. impetiginosa*, classificada como pioneira por Kageyama & Márquez (1981) e clímax por Carvalho (1994), é uma das espécies de ipê-roxo mais cultivadas para arborização urbana nas cidades do centro oeste do país. São requeridas também em programas de recomposição vegetal de áreas degradadas de preservação permanente.

## 2.2 Avaliação da qualidade de sementes

A propagação de um grande número de espécies florestais de importância social, econômica e cultural encontra sérias limitações em razão do pouco conhecimento que se dispõe sobre as características fisiológicas, morfológicas e ecológicas de suas sementes (Machado, 2002).

Neste contexto, a utilização de sementes de baixa qualidade causará perda econômica, fazendo com que o número de sementes mortas, danificadas ou dormentes presentes nos lotes, deva ser considerado antes da semeadura. Para isso há a necessidade de intensificação de pesquisas visando à adequação de métodos para a avaliação da qualidade de sementes.

A qualidade de sementes apresenta componentes de natureza genética, física, fisiológica e sanitária. Os fatores genéticos estão relacionados com as diferenças observadas dentro de uma mesma espécie. Os fatores sanitários caracterizam-se pelo efeito deletério provocado pela ocorrência de microrganismos e insetos associados às sementes, desde a colheita até o armazenamento. Os fatores físicos estão associados com modificações na estrutura da semente, tal como fratura no tegumento ou lesão no embrião. Já os fisiológicos são relatados como alterações do metabolismo celular que influenciam a eficiência fisiológica da germinação (Lucca Filho, 1985).

Os diversos métodos e procedimentos utilizados para a avaliação da qualidade de sementes se baseiam na análise dos componentes da qualidade de uma amostra representativa que retrata o perfil de determinado lote. O teste mais tradicionalmente utilizado para a avaliação da qualidade de lotes de sementes é o teste de germinação.

Por definição, germinação é o fenômeno pelo qual, sob condições apropriadas, o eixo embrionário dá prosseguimento ao seu desenvolvimento, que tinha sido interrompido por ocasião da maturidade fisiológica, culminando,

geralmente, com a protrusão da radícula e, posteriormente, das estruturas da parte aérea (Carvalho & Nakagawa, 2000).

O teste de germinação determina, numa amostra, a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis. Este teste foi desenvolvido e aperfeiçoado para avaliar o valor das sementes para o plantio, bem como para comparar diferentes lotes, servindo assim como base para o comércio de sementes. Ele é conduzido oferecendo às sementes as condições mais favoráveis possíveis, tais como luz, temperatura, umidade, aeração e substratos mais adequados (Popinigis, 1985, Oliveira, 2000).

Existe uma ampla variação nas respostas germinativas em função da sensibilidade a luz para as diferentes espécies. No início do século XX foi descoberto que a germinação de algumas espécies era inibida pela luz, enquanto que em outras, a germinação era promovida, apesar de muitas se apresentarem indiferentes à luminosidade (Nassif et al., 1998).

O responsável pela fotoreação, que controla a germinação, é um pigmento (proteína) de coloração verde-azulada, chamada de fitocromo. O fitocromo apresenta-se sob duas formas, sendo uma com absorção máxima a 660nm (Pr) e a outra a 730nm (Pfr). O Pfr é a forma ativa do fitocromo e é reversível à forma Pr pela luz infravermelha ou termicamente no escuro. A luz branca, devido à sua composição e características de absorção do fitocromo, tem efeito semelhante ao da luz vermelha (Lima e Borges & Rena, 1993).

Em geral, a promoção da germinação requer baixa quantidade de luz. Algumas vezes, apenas uma irradiação vermelha de curta duração, contínua ou intermitente é requerida. Nos casos em que é necessário um longo tempo de irradiação vermelha, um alto conteúdo de Pr pode estar presente (Guimarães, 1999). No solo, as sementes podem passar de “insensíveis à luz” para “independentes de luz” via “dependentes de luz” e vice-versa, representando, respectivamente, quebra e indução de dormência. Em muitos casos, os fatores

luz e temperatura têm ação dependente sobre a germinação de sementes (Nassif et al., 1998).

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

Um grande número de espécies apresenta uma reação germinativa favorável a uma alternância de temperatura, à semelhança do que acontece ao natural, em que as temperaturas diurnas são mais altas que as noturnas (Medeiros, 2001). Essa necessidade pode estar associada à dormência das sementes, embora a alternância de temperatura possa acelerar a germinação de sementes não dormentes (Copeland & McDonald, 1995).

A água exerce determinante influência sobre o processo de germinação; de sua absorção resulta a reidratação dos tecidos com a conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário. Além desse papel de fundamental importância, a absorção de água desempenha outros, como o aumento de volume da semente, resultante da entrada de água em seu interior, provoca o rompimento do tegumento, o que vem, posteriormente, facilitar a emergência do eixo embrionário (ou outra estrutura qualquer) do interior da semente (Carvalho & Nakagawa, 2000). De modo geral, a quantidade de água

no substrato papel varia de 2 a 3 vezes o peso do papel em água e 70% da capacidade de campo para o substrato areia (Brasil, 1992).

Da mesma forma, deve haver um adequado suprimento de oxigênio. Se a concentração de oxigênio é reduzida, a germinação de muitas sementes é retardada. Entretanto, há várias exceções para esta hipótese, como, por exemplo, para sementes de arroz que germinam sobre a água, onde o oxigênio está presente em concentrações limitadas (Copeland & McDonald, 1995).

Quanto aos substratos comumente recomendados, há uma variação entre eles na composição, toxicidade às sementes, associação com patógenos, aeração e capacidade de retenção de umidade. Segundo Justice (1972), deve haver um critério na escolha do substrato mais adequado, levando em consideração a facilidade que o mesmo oferece para o perfeito desenvolvimento das plântulas, realização das contagens e avaliações.

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

Poucos estudos são encontrados na literatura com o intuito de se definir as condições ideais para a realização do teste de germinação em sementes do gênero *Tabebuia*. Assim, em trabalhos que utilizam esse teste para a análise de sementes do gênero *Tabebuia* podem ser encontradas diferentes metodologias.

Sementes de *T. cassinoides*, por exemplo, foram avaliadas utilizando temperatura de 30°C em areia e 20°C em papel mata borrão verde, ambos sob luz constante (Ramos & Bianchetti, 1984). Já sementes de *T. chrysotricha* foram avaliadas em substrato sobre papel e luz constante a 30°C (Carvalho et al, 1976) e em temperatura alternada de 20-30°C (Maeda & Matthes, 1984).

*T. ochraceae* foram germinadas em substrato rolo de papel a 20-30°C e luz constante (Mello & Eira, 1995) e sobre papel a 20-30°C e fotoperíodo de 8

horas (Cunha et al., 1992); *T. roseo-alba* a 20-30°C em rolo de papel (Mello & Eira, 1995) e sobre papel (Maeda & Matthes, 1984); *T. heptaphylla* a temperatura alternada de 20-30°C em substrato sobre papel e luz constante (Maeda & Matthes, 1984); *T. vellosi* a 30°C sobre papel (Figliolia et al., 1988) e *T. aurea* a 25°C em rolo de papel e fotoperíodo de 8 horas (Salomão & Fujichima, 2002).

Sementes de *T. serratifolia* foram submetidas ao teste de germinação, em fotoperíodo de 12 horas, com temperatura de 30°C (Machado, 1999) e 25°C (Sales & Castro, 1994), e em luz constante e temperatura de 25°C (Salomão & Muddin, 1997).

Já sementes de *T. impetiginosa* germinaram a 20-30°C e rolo de papel (Mello & Eira, 1995), sobre papel e luz constante (Maeda & Matthes, 1984), e fotoperíodo de 8 horas (Cunha et al., 1992), a 25°C sobre areia (Barbosa, 1982) e sobre papel, sob luz constante (Pinto et al., 1986) e na ausência de luz (Dias et al., 1992).

As diferentes recomendações de metodologia para a realização do teste de germinação em sementes do gênero *Tabebuia* sugerem que são necessários mais estudos sobre as condições ideais para a realização do teste.

Outro teste que vem sendo utilizado com êxito para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algumas espécies florestais é o teste de tetrazólio. Esse teste foi desenvolvido por Lakon na década de 40 para estimar a qualidade de sementes de cereais e, desde então, tem sido utilizado em sementes de diferentes espécies, sendo aprovado pela *International Seed Testing Association* (ISTA) (Savonen, 1999).

No teste de tetrazólio, uma solução incolor de cloreto ou brometo de tetrazólio desenvolve nos tecidos vivos, por meio de um grupo de enzimas desidrogenases, uma coloração vermelha estável e não difusível chamada

formazan. Tecidos mortos, em que não há atividade dessas enzimas, permanecem descoloridos (Seidler, 1991).

Os tecidos sadios do embrião absorvem o tetrazólio lentamente e tendem a desenvolver uma coloração mais leve que os embriões danificados e envelhecidos. Os tecidos não vermelhos, firmes e sadios, distribuídos normalmente entre os tecidos coloridos, indicam a falta de penetração da solução de tetrazólio. Regiões não coloridas seguidas de tecidos flácidos são evidências de que os tecidos estão mortos. Além disso, fatores, como turgência dos tecidos, ausência de fraturas localizadas em regiões críticas, cavidades de insetos, etc., devem ser anotados na interpretação do teste (Grabe, 1976).

Apesar do método apresentar vantagens, como rapidez na obtenção dos resultados, possibilidade de identificar níveis de viabilidade e diagnosticar as causas da perda da viabilidade; o teste de tetrazólio requer o conhecimento das estruturas da semente a ser analisada e a utilização de metodologia adequada para cada espécie (Vieira & Carvalho, 1994).

Em sementes de espécies florestais, a utilização do teste de tetrazólio ainda é pouco difundida, embora apresente um grande potencial para ser rotineiramente adotado, uma vez que muitas dessas espécies necessitam de um longo período para germinar (Mendonça et al., 2001). Neste sentido, Ferreira & Sader (1987) mencionam que o período de 4 horas na solução de tetrazólio é satisfatório para o resultado final do teste em embriões de *Bactris gasipaes* (pupunha); enquanto que, quando as sementes são colocadas para germinar, este período é de até 80 dias (Jordan, 1970).

Apesar das poucas informações a respeito deste teste para sementes de espécies florestais, os trabalhos existentes relatam sua eficiência. Silva & Aguiar (1998) constataram que o teste de tetrazólio possibilitou uma estimativa segura e rápida da viabilidade de sementes de *Ocotea catharinensis* (canela-preta). Bisht (2000) concluiu que o teste é um método rápido e efetivo para avaliar a

viabilidade de sementes de *Phoebe goalparensis*, enquanto que Mendonça et al. (2001) ressaltaram que o teste de tetrazólio aplicado às sementes de *Cordia trichotoma* (louro-pardo) poderá ser usado com vantagens no lugar do teste de germinação.

Grande parte das espécies possui sementes que necessitam de um preparo antes de serem imersas na solução de tetrazólio. Este preparo, chamado de pré-condicionamento, visa facilitar a penetração da solução de tetrazólio através do(s) tegumento(s) e/ou ativar o sistema enzimático e sua utilização depende das características da espécie. Zucarelli et al (2001) observaram que só foi possível a análise da viabilidade de sementes de *Albizia hasslerii* (farinha-seca), pelo teste de tetrazólio, quando essas sementes foram embebidas em água por 24 horas, seguido da retirada do tegumento. A embebição em água por 24 horas, seguida de corte no sentido longitudinal, foi utilizada como método de pré-condicionamento de sementes de *Dendrocalamus strictus* (Pant et al., 1999).

Assim como para o pré-condicionamento, o emprego da concentração da solução de tetrazólio, tempo e temperatura de incubação depende das características de cada espécie. A concentração de 0,1% por 2:30 horas a 25°C permite avaliar a viabilidade e o vigor de lotes de sementes de *Peltophorum dubium* (canafistula) (Oliveira, 2000). Já em sementes de *Pterodon pubescens* (sucupira-branca), o teste de tetrazólio foi realizado com concentração de 0,075% por 6 horas a 30°C (Ferreira et al., 2001).

Não há relatos na literatura a respeito da metodologia a ser utilizada na avaliação da viabilidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *T. impetiginosa* pelo teste de tetrazólio.

Além da qualidade fisiológica, a qualidade física é muito importante para espécies florestais por problemas que freqüentemente ocorrem nessas espécies, como má-formação da semente, danos por insetos ou danos mecânicos advindos dos processos de colheita e beneficiamento. Para a avaliação da qualidade física

de lotes de sementes, Simak & Gustafsson, em 1953, introduziram o teste de raios X que consiste na análise radiográfica das estruturas internas de sementes.

Segundo Liu et al. (1993), o teste de raios X é usado em rotina para testar a qualidade de sementes de espécies florestais e olerícolas nos Estados Unidos. Esse teste apresenta a grande vantagem de não destruir a viabilidade das sementes, o que possibilita futuros estudos de sua germinabilidade. O teste também tem a vantagem de ser facilmente reproduzível, devido ao fato de não sofrer influência externa. É um procedimento simples e rápido que analisa as estruturas e o estágio de desenvolvimento do embrião.

Quando passa através de uma semente, a radiação dos raios X é absorvida em vários graus, dependendo da espessura, densidade e composição da semente, e do comprimento de onda da radiação, criando assim uma imagem permanente no filme radiográfico (Bino et al., 1993). As áreas mais escuras da radiografia correspondem àquelas partes que são mais facilmente penetradas pelos raios X; enquanto que áreas mais claras da radiografia representam partes mais densas da semente (Simak, 1991).

Há três métodos radiográficos: radiografia direta, radiografia de contraste e radiografia tridimensional. Na radiografia direta, que é um método não destrutivo e recomendado pela ISTA (1999), a imagem radiográfica de sementes não tratadas é projetada e estudada em filme ou papel radiográfico. Já na radiografia de contraste, as sementes são pré-tratadas com agentes de contrastes (água,  $BaCl_2$ ,  $AgNO_3$ , entre outros), antes de serem radiografadas. Enquanto que, na radiografia tridimensional, as sementes podem ser examinadas pelo uso de tomografia ou estereoradiografias (Simak, 1991).

O método de raios X vem sendo utilizado com várias finalidades, como visualização de injúrias mecânicas e de danos por insetos (Battisti et al., 2000) e decorrentes de outros fatores adversos pré e pós-colheita, detecção de anormalidades em embriões, determinação do estágio de desenvolvimento das

sementes (Yin et al., 1984; Han et al., 1992; Carvalho et al., 1999; Machado, 2002), análises de sementes não germinadas no final do teste de germinação (Simak et al., 1989), ocorrência de aberrações na morfologia de embriões, podendo ainda ser usado no isolamento de embriões mutantes (Bino et al., 1993) e na seleção da fração de sementes puras (Craviotto et al., 2002).

Segundo Oliveira (2000), pesquisas utilizando os raios X podem trazer grandes contribuições tecnológicas se visarem as sementes de espécies florestais nativas do Brasil, devido à ocorrência de injúrias nessas sementes, principalmente durante o processo de beneficiamento. Para as espécies do gênero *Tabebuia*, a técnica de raios X pode ser útil na detecção de sementes vazias, comuns em lotes dessas espécies.

### 2.3 Armazenamento e envelhecimento artificial de sementes

Para a obtenção de sementes de alta qualidade é necessário que todos os processos referentes à sua produção e conservação sejam efetuados de maneira adequada. Dessa forma, informações a respeito do comportamento das sementes em relação à sua deterioração durante o armazenamento se tornam fundamentais para garantir a qualidade.

O armazenamento de sementes de essências florestais é considerado de suma importância; pois, a produção de sementes, em vários casos, ocorre de forma muito irregular; além disso, grande número dessas sementes apresenta curta longevidade natural (Figliolia et al., 1988). O armazenamento possibilita, ainda, a conservação de germoplasma de populações e pesquisas nas áreas de tecnologia e fisiologia de sementes (Bonner, 1990).

A adequação de condições ideais no armazenamento permite a conservação de sementes íntegras e viáveis, principalmente quando a semeadura não se dá imediatamente após a sua maturação. Entre as espécies florestais, na

maioria das vezes, não é possível preservar a viabilidade e o vigor das sementes em condições ambientais, havendo necessidade de ambientes e embalagens específicas que assegurem às sementes temperatura e umidade suficientes para a manutenção de sua integridade durante o armazenamento (Corrêa, 1997).

A classificação do comportamento das sementes de diferentes espécies, quando armazenadas, foi inicialmente proposta por Roberts (1973). Desde então várias outras classificações foram sugeridas, como a de Bonner (1990), que é considerada a mais adequada para as sementes de espécies florestais (Carvalho, 2000), compreendendo 4 grupos: 1) ortodoxas verdadeiras: sementes que toleram a secagem abaixo de 10% de umidade e, quando submetidas a temperaturas abaixo de zero, podem ser armazenadas por períodos relativamente longos, ou seja, durante 50 anos ou mais; 2) sub ortodoxas: são sementes que podem ser armazenadas sob as mesmas condições do grupo anterior, mas, no máximo, por 6 anos; 3) temperadas recalcitrantes: são sementes sensíveis à dessecação a baixos níveis de umidade, mas podem ser armazenadas por vários anos, em temperaturas próximas do congelamento, e 4) tropicais recalcitrantes: são sementes que também devem ser armazenadas em condições de alta umidade relativa e com troca de gases, porém, apresentam maior sensibilidade a baixas temperaturas e à dessecação.

Os trabalhos encontrados na literatura sobre a classificação de sementes do gênero *Tabebuia* em relação ao seu comportamento no armazenamento são contraditórios. Essas sementes foram classificadas como recalcitrantes por diversos autores (Kageyama & Márquez, 1981; Maeda & Matthes, 1984; Kageyama & Viana, 1991 e Carvalho, 1994). Entretanto, essa classificação pode ser devida, principalmente, às condições inadequadas para o armazenamento e ao fato de essas sementes serem dispersas com elevado grau de umidade (20%–50%), tornando-se necessária uma adequada secagem antes do armazenamento (Barbosa et al., 1992 e Gemaque, 1999). De acordo com Miyasaki & Cândido

(1978), o grau de umidade de sementes desse gênero não deve ultrapassar 9% para a conservação, pois, a partir deste ponto, há reduções na porcentagem de germinação. Para Carvalho et al. (1976), Cunha et al. (1992), Mello & Eira (1995) e Gemaque (1999) as sementes de espécies do gênero *Tabebuia* podem ser classificadas como ortodoxas.

Na literatura pode ser observado que sementes do gênero *Tabebuia* apresentam variações no percentual de germinação durante o armazenamento, sob diferentes condições (Carvalho et al., 1976; Kano et al., 1978; Maeda & Matthes, 1984; Figliolia, 1988; Figliolia et al., 1988; Cunha et al., 1992; Kageyama et al., 1992; Melo & Eira, 1995). Kano et al. (1978) verificaram que a germinação de sementes de *T. chrysotricha*, que era de 85% aos 15 dias de armazenamento em ambiente úmido e saco de pano, caiu para 33% aos 30 dias, aumentando para 85%, novamente, aos 63 dias. Essa oscilação ocorreu também quando as sementes foram armazenadas em câmara seca em saco de papel, sendo a germinação de 78% aos 15 dias de armazenamento, 63% aos 30 dias e 85% aos 63 dias. Quando as sementes foram armazenadas em geladeira em sacos de pano, a germinação foi de 64% aos 15 dias para 52% aos 30 dias, subindo para 81% aos 153 dias.

Mello & Eira (1995) constataram que a germinação de sementes de *T. impetiginosa* recém-colhidas era de 55%, passando para 70% aos 18 meses de armazenamento em ambiente a  $-20^{\circ}\text{C}$  e embalagens herméticas.

As pesquisas relacionadas com armazenamento de sementes, de modo geral, esbarram em limitações de tempo necessário para a realização dos estudos. Uma das técnicas empregadas para possibilitar o estudo de deterioração consiste em envelhecer as sementes artificialmente

A técnica de envelhecimento artificial tem sido utilizada como teste de vigor de sementes (Marcos Filho et al., 1987; Nascimento et al., 1993; Vieira & Carvalho, 1994), em pesquisas sobre mudanças bioquímicas, fisiológicas e

citológicas que acompanham os processos de deterioração (Jeng & Sung, 1994; Khan et al., 1996; Leite, 1999; Fontes, 1999; Spinola et al., 2000), em estudos relacionados à dormência de sementes (Corbineau et al., 1988; Kepczynski & Bihun, 2002) e em comparação com o envelhecimento natural (Ganguli & Sen-Mandi, 1990; Aiazzi et al., 1996; Camargo et al., 2000; Machado Neto et al., 2001).

Em estudo realizado por Gemaque (1999), o mesmo comportamento, relacionado com alterações na porcentagem de germinação durante o armazenamento de sementes do gênero *Tabebuia*, foi observado quando as sementes de *T. impetiginosa* foram submetidas ao envelhecimento artificial, com acréscimos na germinação em função do aumento do tempo de envelhecimento. Sementes submetidas a 42°C e 100%UR tiveram sua germinação aumentada de 45% para 51%, após 96 horas de envelhecimento artificial.

Segundo Vieira & Carvalho (1994), o método de envelhecimento artificial foi desenvolvido por Delouche em 1965, procurando predizer o potencial relativo de armazenamento de lotes de trevo e festuca. Este estudo baseava-se em informações obtidas por Crocker & Groves, em 1915, segundo as quais a morte das sementes durante o armazenamento era causada pela coagulação de proteínas e que o aquecimento acelerava este processo. Estes pesquisadores sugeriram, então, que testes de germinação conduzidos após a exposição relativamente rápida de sementes a temperaturas elevadas, poderiam ser úteis para predizer a longevidade.

A exposição à temperatura e à umidade elevadas pode provocar sérias alterações degenerativas no metabolismo das sementes, tais como desnaturação de proteínas, quedas nos teores de carboidratos totais, de açúcares redutores, de proteínas solúveis e de fosfatos, aumento no teor de ácidos graxos e desestabilização das atividades enzimáticas. Estas alterações são comuns durante o processo de deterioração de sementes, tanto no envelhecimento natural quanto

no artificial. Apesar de existir uma seqüência lógica de eventos deteriorativos, como proposto por Delouche & Baskin (1973), que leva a diminuições na germinação, as variações de respostas com alterações na germinação podem ser explicadas pela presença de microrganismos no lote, pela dormência de sementes ou mesmo por reações fisiológicas diferenciais quando as sementes são submetidas a temperaturas elevadas (Bewley & Black, 1994; Berjak, 1995; Mycock & Berjak, 1995; Chunjie et al., 2002).

Segundo Ferreira (1989), lotes de sementes de espécies florestais envelhecidos natural ou artificialmente podem apresentar contaminações por diversos gêneros e espécies de fungos. Os fungos envolvidos no armazenamento de sementes são das espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, que proliferam e mantêm a atividade metabólica em conteúdos de umidade de, aproximadamente, 12%-18% (Berjak, 1995).

Várias implicações decorrentes da associação de microrganismos com sementes podem ser citadas, como deteriorações de sementes durante o armazenamento, decréscimos na germinação, transformações bioquímicas, produção de toxinas, modificações celulares, entre outros (Machado, 2000).

Em espécie do gênero *Tabebuia*, Degan et al. (1997) constataram que praticamente 80% das sementes estavam contaminadas por fungos do gênero *Fusarium*, sendo este considerado um possível patógeno destas sementes, por causar danos tanto nas sementes em germinação como em plântulas. Contaminações com *Alternaria tenuis*, *Cladosporium* spp e *Phomopsis* spp também foram detectadas, além dos fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, que podem provocar a morte do embrião.

Segundo Berjak (1995), em muitos casos, os fungos só se manifestam quando as sementes são colocadas para germinar, não havendo sinais (micélio) visíveis do fungo durante o armazenamento. Assim, torna-se importante a utilização de tratamentos para a desinfestação de microrganismos antes do teste

de germinação. Ferreira (1989) salienta que, em um teste de germinação, caso o lote de sementes em estudo sofra um pré-tratamento para desinfecção superficial com fungicidas, contaminações externas do tegumento podem ser eliminadas ou diminuídas significativamente. Segundo o autor, para o tratamento de sementes de espécies florestais nativas do Brasil, é recomendado o uso de hipoclorito de sódio (2%-3%, de 1-3 minutos), thiram, captan e benomyl (1-3 minutos). Sales & Castro (1994) constataram que o tratamento das sementes de ipê-amarelo, ipê-roxo e barbatimão com fungicidas benomyl, captan, thiram, iprodione e hipoclorito de sódio foi eficiente em reduzir o nível de ocorrência dos fungos na realização do teste de germinação.

Outro aspecto que pode afetar a germinação ao longo do armazenamento é a presença de dormência. A dormência é tida como o fenômeno pelo qual sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para tanto, não germinam (Carvalho & Nakagawa, 2000), sendo considerada um mecanismo de sobrevivência em plantas (Bewley, 1997; Allen & Meyer, 1998). Em espécies pioneiras, por exemplo, a incidência de luz, associada com a formação de clareiras, teria um efeito na superação da dormência, culminado com a germinação e garantindo a sobrevivência da espécie (Schmidt, 2000).

Vários autores descrevem dois tipos de dormência: dormência primária e secundária (Bewley & Black, 1994; Copeland & McDonald, 1995; Hilhorst, 1995). A dormência primária é imposta durante o desenvolvimento da semente e possui duas formas: dormência endógena e exógena. Na dormência endógena, algumas características do embrião previnem a germinação, enquanto que na dormência exógena essa prevenção deve-se a algumas características da estrutura que envolve o embrião, incluindo endosperma (algumas vezes perisperma), tegumentos ou paredes do fruto (Desai et al., 1997; Baskin & Baskin, 1998; Fowler, 2000). Mais de um mecanismo de dormência pode ser

encontrado nas sementes, o que é chamado dormência combinada, como, por exemplo, em sementes de erva-mate, que apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água (exógena) e imaturidade do embrião (endógena) (Medeiros, 2001).

A dormência secundária é imposta após a maturação, por alguma condição adversa às sementes, como temperatura e fotoperíodo inadequados, excesso ou falta de água e substâncias químicas. Duas sugestões têm sido feitas para explicar o mecanismo da dormência secundária: 1) a imposição de um bloqueio em pontos cruciais da seqüência metabólica que leva à germinação, 2) um balanço desfavorável entre substâncias promotoras e inibidoras de crescimento (Bewley & Black, 1994).

Apesar de alguns autores afirmarem que as sementes das espécies *T. serratifolia* e *T. impetiginosa* não apresentam dormência (Carvalho, 1994 e Costa, 1995), as variações de germinação observadas durante o armazenamento e envelhecimento artificial podem ser indicativos de dormência, já que as sementes são submetidas a fatores ambientais que podem causar tanto sua indução como superação (Bewley & Black, 1994; Baskin & Baskin, 1998; Desai et al., 1997; Fowler, 2000).

Vários trabalhos são conduzidos com o objetivo de estudar o efeito das condições ambientais verificadas durante o armazenamento e envelhecimento artificial na dormência das sementes. Em estudo realizado em sementes de cevada foi relatado que a dormência secundária foi imposta por exposição das sementes a temperaturas entre 50° e 90°C ou pelo armazenamento a 20°C, por sete dias (Bewley & Black, 1994).

A dormência imposta por altas temperaturas foi observada também em sementes de *Helianthus annuus* (Corbineau et al., 1988), *Avena sativa* (Corbineau et al., 1993) e *Amaranthus caudatus* (Kepczynski & Bihun, 2002).

Por outro lado, o armazenamento e a exposição das sementes a altas temperaturas podem ser utilizados como métodos para a superação da dormência (Brasil, 1992; Desai et al., 1997; Baskin & Baskin, 1998; ISTA, 1999; Fowler, 2000). Para a maioria dos cereais, o armazenamento por 1 a 2 meses a 15°C - 20°C é suficiente para permitir a máxima germinação (Brasil, 1992).

Segundo Bewley & Black (1994), a temperatura fria do ambiente de armazenamento pode proporcionar a superação de dormência causada por embrião imaturo (dormência endógena). Enquanto que Santarém & Áquila (1995) observaram que o armazenamento por 2 anos favoreceu a germinação de sementes de *Senna macranthera*, que apresentam dormência imposta pelos tegumentos (dormência exógena).

Vieira (2000) relata que as condições de armazenamento influenciam na superação da dormência das sementes, sendo que, para arroz, o armazenamento em ambiente de armazém convencional supera a dormência em períodos menores que em câmara fria e seca. Esses resultados ressaltam a afirmativa de que, com a elevação da temperatura, a dormência das sementes diminui durante o armazenamento (Bewley & Black, 1994).

A temperatura elevada, utilizada durante o envelhecimento acelerado, também tem se mostrado eficiente na superação da dormência. Em trabalho realizado por Carvalho & Biasi (2001), foi observado que, quanto maior o tempo de envelhecimento acelerado, maior a porcentagem de germinação de sementes dormentes de *Hovenia dulcis* (uva-do-japão).

Segundo Schmidt (2000), para muitas sementes florestais, como das espécies de leguminosas, pinus e eucalipto, a exposição a altas temperaturas favorece a germinação. Além da alta temperatura, outros métodos de superação da dormência podem ser utilizados, como estratificação a frio, armazenamento a seco em temperatura ambiente, exposição a altas temperaturas, uso de produtos químicos (nitrato de potássio, etileno e giberelinas) e escarificações química,

mecânica ou manual (Baskin & Baskin, 1998; Fowler, 2000). De acordo com Allen & Meyer (1998), é importante observarmos a ecologia da espécie para a adequada seleção dos métodos; além disso, a eficiência de cada método dependerá do tipo e intensidade de dormência da semente.

Um fator que tem sido relacionado a alterações na dormência e germinação de sementes é a presença de compostos fenólicos no embrião, endosperma ou tegumentos, pois esses compostos reduzem a disponibilidade de oxigênio no interior da semente, restringindo o processo germinativo. (Santos et al., 1991; Amaral et al., 1992; Bewley & Black, 1994). Cícero (1986) atribui o consumo de oxigênio pelo tegumento, em algumas espécies, à oxidação de vários compostos fenólicos, presentes nele, tais como floridizin, ácido salicílico, ácido cumárico, ácido clorogênico e cumarina. Taylor et al. (2003) observaram que a germinação de sementes de *Beta vulgaris* é influenciada pela presença de compostos fenólicos no tegumento.

Segundo Santos et al. (1991), a presença de compostos fenólicos decresce com o processo de maturação e durante os primeiros anos de armazenamento, devido à sua oxidação. Em algumas sementes, o efeito inibitório na germinação pela presença dos compostos fenólicos aumenta com a temperatura, já que o oxigênio se torna menos solúvel e a oxidação mais intensa (Corbinau & Come, 1995).

Um outro indicativo interessante a ser observado durante a germinação é o potencial hídrico. Enquanto determinações do grau de umidade, tradicionalmente realizadas em análise de sementes, medem toda a água presente nas sementes, o potencial hídrico mede a água disponível na semente para ser utilizada nos processos químicos e físicos ([www.decagon.com/appnotes/seedstorage.pdf](http://www.decagon.com/appnotes/seedstorage.pdf)).

Além de alterações na germinação, modificações celulares, como as relacionadas a diferenças na permeabilidade de membranas e divisão celular, sob

condições de envelhecimento natural e artificial, têm sido amplamente estudadas (Bewley, 1986; Ganguli & Sem-Mandi, 1990; Lin, 1990; Basavarajappa et al., 1991; Spinola et al., 2000).

Segundo Rühl (1995), observações na ultra-estrutura de células sozinhas não são suficientes para explicar todos os aspectos relacionados ao comportamento de sementes; entretanto, em vários casos, é possível obter importantes observações sobre tipos de mudanças que possam ocorrer. Em estudo realizado por Gutiérrez et al. (1993), foram verificadas alterações no metabolismo de DNA de sementes de híbridos de milho, com redução da atividade da DNA polimerase e DNA ligase em condições de envelhecimento natural e artificial.

Em embriões quiescentes, a divisão nuclear é, muitas vezes, arrastada as fases pré-sintéticas G0 ou G1, com o DNA na forma 2C. Para algumas espécies, tem sido verificado que, alguns períodos após a imbebição da semente, tem início a replicação do DNA nuclear e o núcleo entra na fase S da síntese de DNA (Bino et al., 1992; Lanteri et al., 1993). Uma grande proporção de células da radícula dobra seu conteúdo de DNA (DNA 4C) e entra na fase G2, caracterizada pela divisão celular (Lanteri et al., 1993; Baker & Bradford, 1995). Dessa forma, a quantificação de DNA na forma 2C ou 4C indica em que fase da divisão celular se encontra a semente ou parte dela.

A técnica de citometria de fluxo permite a quantificação de DNA de tecidos de várias sementes, como *Lycopersicon-esculentum* e *Capsicum-annuum* (Bino et al., 1992; Lanteri et al., 1992). De acordo com Bino et al. (1993), a elucidação da interação entre funcionamento celular e níveis de DNA pode conduzir a um melhor entendimento dos processos fisiológicos da semente.

Em trabalho realizado por Groot et al. (1995) em sementes de tomate secas e umedecidas por um dia, foram observados 5% de conteúdo de DNA 4C, e, com uma semana de umedecimento, a porcentagem de núcleo com replicação

de DNA aumentou para 44%, indicando o início do ciclo celular e progressão para a fase G2.

A seqüência dos processos que ocorrem durante a divisão celular depende da formação do citoesqueleto. Os microtúbulos, componentes principais do citoesqueleto, são formados por dímeros contendo  $\alpha$  e  $\beta$ -tubulina. A detecção ou acúmulo de tubulinas, portanto, pode ser indicativo de maior ou menor atividade celular (Canny & Huang, 1993; Huang et al., 1994; Jing et al., 1999; Castro et al., 2001).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIAZZI, M. T.; ARGUELLO, J. A.; PEREZ, A.; DI RIENZO, J.; GUZMÁN, A. Deterioration in *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Struckert) seeds: natural and accelerated ageing. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 25, n. 1, p. 147-155, 1996.

ALLEN, P. S.; MEYER, S. E. Ecological aspects of seed dormancy loss. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 183-191, June 1998.

AMARAL, W. A. N.; BORGES, K. H.; MELO, S. L. M. Frutificação, predação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Tabebuia serratifolia* Nichols. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Anais... 1992. p. 298-302.

BAKER, E. H.; BRADFORD, K. J. DNA content of tomato seeds during priming: relationship to germination rates and loss of storage life. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON STAND ESTABLISHMENT OF HORTICULTURAL CROPS, 4., 1995, Monterey, CA. *Proceedings....* Monterey, CA, 1995.

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

BASAVARAJAPPA, B. S.; SHETTY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated ageing of maize seed. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 19, n. 2, p. 279-286, 1991.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. *Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination*. Kentucky: Academic Press, 1998. 666 p.

BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECL, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; ROQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L., in Italy. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 28, n. 3. p. 729-738, 2000.

BERJAK, P. The role of microorganisms in deterioration during storage of recalcitrant and intermediate seeds. In: OUÉDRAOGO, A. S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. *Intermediate/Recalcitrant Tropical Forest Tree Seeds: Proceedings of a working on improved methods for handling and storage of*

intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds. Italia: IPGRI; Denmark, DANIDA, 1995. p. 121-126.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, July 1997.

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

BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; BURG, W. J. van der. Non-destructive X-ray of *Arabidopsis* embryo mutants. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 167-170, June 1993.

BINO, R. J.; DEVRIES, J. N.; KRAAK, H. L.; PIJLEN J. G. VAN. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in tomato seeds during priming and germination. *Annals of Botany*, London, v. 69, n. 3, p. 231-236, Mar. 1992.

BISHT, N. S. Evaluation of seed viability of *Phoebe goalparensis* Hutch. by tetrazolium tests. *Indian Forester*, New Delhi, v. 126, n. 3, p. 305-307, Mar. 2000.

BONNER, F. T. Storage of seeds: potential and limitations for germoplasm conservation. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 35, n. 1/2, p. 35-43, June 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992. 365 p.

CAMARGO, M. L. P.; MORI, E. S.; MELLO, E. J.; ODA, S.; LIMA, G. P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 113-122, dez. 2000.

CANNY, M. J.; HUANG, C. X. What is in the intercellular spaces of roots? Evidence from the cryo-analytical-scanning electron microscope. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 87, n. 4, p. 561-568, Apr. 1993.

CARVALHO, L. R. *Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais quanto à capacidade de armazenamento*. 2000. 97 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, M. L. M.; AELST, A. C. V.; ECK, J. W. V.; HOEKSTRA, F. A. Pre-harvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kernels as characterized by visual, X-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 3, p. 227-236, Sept. 1999.

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

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1994. 640 p.

CARVALHO, R. I. N.; BIASI, L. A. Envelhecimento acelerado de sementes de *Hovenia dulcis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2001. v. 11, n. 2. p. 131.

CASTRO, R. D.; BINO, R. J.; JING, H. C.; KIEFT, H.; HILHORST, H. W. M. Depth of dormancy in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds is related to the progression of the cell cycle prior to the induction of dormancy. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 11, n. 1, p. 45-54, Mar. 2001.

CHUNJIE, L.; YANRONG, W.; TINGHENG, Z.; LING, Y. Response of alfafa seed to stress storage conditions. **Yingyong-Shengtai-Xuebao**, Lanzhou, v. 13, n. 8, p. 957-961, 2002.

CICERO, S. M. Dormência de sementes. In: CICERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. **Primeira Semana de Atualização em Produção de Sementes**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. p. 41-73.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of Seed Science and Technology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

CORBINEAU, F.; BLACK, M.; CÔME, D. Induction of thermo dormancy in *Avena sativa* seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 111-117, June 1993.

CORBINEAU, F.; CÔME, D. Control of seed germination and dormancy by the gaseous environment. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 397-424.

CORBINEAU, F.; RUDNICKI, R. M.; CÔME, D. Induction of secondary dormancy in sunflower seeds by high temperature: possible involvement of ethylene biosynthesis. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 73, n. 3, p. 368-373, July 1988.

CORRÊA, F. L. O. **Efeito da embalagem e do ambiente de armazenamento na germinação e vigor de sementes de goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 1997. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COSTA, M. E. **Morfo-anatomia da semente e plântula de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson (Bignoniaceae)**. Curitiba: UFPR, 1995. 152 p.

CRAVIOTTO, R. M.; YOLDJIAN, A. M.; SALINAS, A. R.; ARANGO, M. R.; BISARO, V.; MATURO, H. Description of pure seed fraction of oat through usual evaluations and radiographic images. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1183-1188, ago. 2002.

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

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG; Lavras: UFLA, 1995. 41 p.

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SADER, R.; PINTO, L. R. Composição química, sanidade, secagem e germinação de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 41-47, 1997.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 1, n. 3, p. 427-452. 1973.

DESAI, B. B.; KOTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook: biology, production, processing and storage**. New York: Marcel Dekker. 1997. 627 p.

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

DUGAND, A. Bignoniaceae: El genero *Tabebuia* em Colombia. *Mutisia Acta Botânica Colombiana*, Bogotá, n. 25, p. 1-32, 1958.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil.** Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais. 1989. 570 p.

FERREIRA, R. A.; GUIMARÃES, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R. von; TONETTI, O. A. O. Morfologia de sementes e plântulas e avaliação da viabilidade da semente de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* Benth. – Fabaceae) pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 108-115, 2001.

FERREIRA, S. A. N.; SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.) pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 9, n. 2, p. 109-114, 1987.

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo*, São Paulo, v. 42, p. 1-18, 1988.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; JARDIM, D. C. P.; IWANE, M. S. S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v. 20/22, p. 47-55, 1988.

FONTES, B. P. D. **Citogenética de sementes envelhecidas de *Araucaria angustifolia*.** 1999. 53 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 77-100.

FREITAS, S. C.; CANDIDO, J. F.; CONDE, A. R.; HARA, T. Determinação de equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols) armazenadas em diferentes umidades relativas. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 135-144. jul./dez. 1979.

GANGULI, S.; SEN-MANDI, S. Some physiological differences between naturally and artificially aged wheat seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 18, n. 3, p. 507-514, 1990.

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

GENTRY, A. H. The cultivated species of *Tabebuia* with notes on other cultivated Bignoniaceae. In: **FLOWERING TREE CONFERENCE**, 3., 1982. **Proceedings...** s. 1., s. n., 1982. p. 52-79.

GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio.** Brasília: AGIPLAN, 1976. 85 p

GROOT, S. P. C.; PIJLEN, J. G. van; BERGERVOET, J. H. W.; KRAAK, H. L.; BINO, R. J. Seed storage behavior in relation to cell cycle progression. In: **OUÉDRAOGO, A. S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. Intermediate/Recalcitrant Tropical Forest Tree Seeds: Proceedings of a working on improved methods for handling and storage of intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds.** Itália: IPGRI; Denmark, DANIDA, 1995. p. 98-102.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 129 p.

GUTIÉRREZ, G.; CRUZ, F.; MORENO, J.; GONZÁLEZ-HERNANDEZ, V. A.; VÁZQUEZ-RAMOS, J. M. Natural and artificial seed ageing in maize: germination and DNA synthesis. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, p. 279-285, 1993.

HAN, Y. J.; BOWERS, S. V.; DODD, R. B. Nondestructive detection of split-pit peaches. **Transactions of ASAE**, St. Joseph, v. 35, n. 6, p. 2063-2067, Nov./Dec. 1992.

HILHORST, H. W. M. A critical update of seed dormancy. I. Primary dormancy. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 5, n. 1, p. 61-73, Mar. 1995.

HUANG, C. X.; CANNY, M. J.; OATES, K.; McCULLY, M. E. Planning frozen hydrated plant specimens for SEM observation and EDX microanalysis. **Microscopy Research and Technique**, New York, v. 28, n. 1, p. 67-74, May 1994.

ISTA. International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, 1999. 333 p. Supplement.

JENG, T. L.; SUNG, J. M. Hydration effect on lipid peroxidation activity of artificially age peanut seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1994.

JING, H. C.; VAN LAMMEREN, A. A. M.; CASTRO, R. D.; BINO, R. J.; HILHORST, H. W. M.; GROOT, S. P. C.  $\beta$  tubulin accumulation and DNA synthesis are sequentially resumed in embryo organs of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds during germination. **Protoplasma**, Vienna, v. 208, n. 1/4, p. 230-239, 1999.

JORDAN, C. B. A study of germination and use in twelve palms of northeastern Peru. **Principes**, v. 14, n. 1, p. 26-32, 1970.

JUSTICE, O. L. Essentials of seed testing. In: KOZLOWSKI, T. T. **Seed Biology**. New York: Academic press, 1972. v. 3, p. 301-370.

KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. **Comportamento de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*)**. Piracicaba: IEF, 1981. 4 p. (IEF. Circular Técnico, n. 26).

KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: gênero *Tabebuia*. Publicación Especial. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, v. 35, p. 347-352. 1981. Reunión sobre problemas in semillas forestales, San Felipe – Bacalar Quintana Roo, 1980, v. 1.

KAGEYAMA, P. Y.; SANCHEZ, S. P. A.; FERRAZ, E. M.; SOUZA, L. M. C. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 435-439, maio 1992.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.

KANO, N. K.; MARQUÉZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp). IPEF, Piracicaba, n. 17, p. 13-23, dez. 1978.

KEPCZYNSKI, J.; BIHUN, M. Induction of secondary dormancy in *Amaranthus caudatus* seeds. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v. 38, n. 2, p. 135-140, Oct. 2002.

KHAN, M. M.; HENDRY, G. A. F.; ATHERTON, N. M.; VERTUCCI-WALTERS, C. W. Free radical accumulation and lipid peroxidation in testas of rapidly aged soybean seeds: a light-promoted process. *Seed Science Research*, Wallingford, n. 6, n. 3, p. 101-107, Sept. 1996.

LANTERI, S.; BINO, R. J.; KRAAK, H. L. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in pepper seeds during germination and after priming treatments. In: QUAGLIOTTI, L. (Ed.). *Capsicum Newsletter*, v. 4, p. 249-253, 1992.

LANTERI, S.; KRAAK, H. L.; DE VOS, C. H. R.; BINO, R. J. Effects of osmotic preconditioning on nuclear replication activity in seeds of pepper (*Capsicum annuum*) *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 89, n. 3, p. 433-440, Nov. 1993.

LEITE, J. A. C. Efeito do envelhecimento precoce e temperatura na germinação e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (Benth.). Lavras: UFLA, 1999. 28 p. (Monografia).

LIU, Y.; BURG, W. J. van der; AARTSE, J. W.; ZWOL, R. A. van; JALINK, H.; BINO, R. J. X-ray studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and imbibitions of tomato seeds. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 3, n. 3, p. 171-178, Sept. 1993.

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

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 368 p.

LUCCA FILHO, O. A. Importância da sanidade na produção de sementes de alta qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 1., 1985, Brasília. *Anais...* Brasília, 1985. p. 113-123.

**MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae). Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).**

**MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios-X para a avaliação da qualidade de sementes de aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.). 2002. 51 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.**

**MACHADO, J. C. Tratamento de sementes no controle de doenças. Lavras: LAPS/ UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.**

**MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; TAKAKI, M. Evaluation of naturally and artificially aged seeds of *Phaseolus vulgaris* L. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 29, n. 1, p. 137-149, 2001.**

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

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

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

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

**MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; PAULA, R. C. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 64-71, 2001.**

**MIYASAKI, J. M.; CANDIDO, J. F. Secagem de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vall/Don). 1978. p. 12-17.**

**MYCOCK, D. J.; BERJAK, P. The implication of seed-associated mycoflora during storage. In: KIGEL, J.; GALILI, G. *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 747-766.**

NASCIMENTO, W. M.; BARROS, B. C. G.; PESSOA, H. B. S. V. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 251-253, 1993.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Germinação de sementes - fatores externos (ambientais) que influenciam a germinação. **Informativo Sementes – IPEF**. 1998. Disponível em: <http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.html>. Acessado em: nov. 2003.

OLIVEIRA, L. M. Avaliação da qualidade de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios-X. 2000. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PANT, N. C.; PUROHIT, M.; LAL, R. B. Tetrazolium test for the seeds of *Dendrocalamus strictus* Nees. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 907-910, 1999.

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

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

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

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 294 p.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 4, p. 499-514, 1973.

RÜHL, G. Microscopic methods for sub cellular examination of desiccation and chilling sensitivity. In: OUÉDRAOGO, A. S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. **Intermediate/Recalcitrant Tropical Forest Tree Seeds: Proceedings of a working on improved methods for handling and storage of intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds**. Itália: IPGRI; Denmark, DANIDA. p. 44-73. 1995.

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

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

SALOMÃO, A. N.; MUNDIN, R. C. Efeito de diferentes graus de umidade na viabilidade de sementes de 11 espécies arbóreas durante a criopreservação. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 7, n. 1/2, p. 224, jul./ago. 1997. (Resumo)

SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 205-209, 1995.

SANTOS, D. S. B.; TILLMANN, M. A. A.; PETERS, J. A. Presença de inibidores e efeito de glumas na embebição de sementes de sorgo sacarino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 7, p. 989-993, jul. 1991.

SAVONEN, E. M. An improvement to the topographic tetrazolium testing of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 26, n. 1, p. 49-57, 1999.

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

SEIDLER, E. The tetrazolium-formazan system: Design and histochemistry. *Progress in Histochemistry and Cytochemistry*, Stuttgart, v. 24, n. 1, p. 1-86, 1991.

SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez – Lauraceae) pela cultura in vitro de eixos embrionários e pelo teste de tetrazólio. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 197-205, dez. 1998.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: GORDON, A. G.; GOSLING, P.; WANG, B. S. P. **Tree and Shrub Seed Handbook**. Zurich: ISTA, 1991.

SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 17, n. 2, p. 361-369, 1989.

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1992, São Paulo. **Anais... São Paulo: Instituto Florestal**, 1992. v. 2, p. 1187. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 1187, maio 1992. 1992. Edição especial.

SPINOLA, M. C. M.; CICERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, abr./jun. 2000.

TAYLOR, A. G.; GOFFINET, M. C.; PIKUZ, S. A.; SHELKOVENKO, T. A.; MITCHELL, M. D.; CHANDLER, K. M.; HAMMER, D. A. Physico-chemical factors influence beet (*Beta vulgaris* L.) seed germination. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K. J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H. W. **The biology of deeds - recents research advances**. Wallington: CABI Publishing, 2003. p. 433-440.

VIDAL-TESSIER, A. M. Sur des Quiñónez lipophiles du bois de tronc de *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nichols. **Annales Pharmaceutiques Françaises**, Paris, v. 46, n. 1, p. 55-57, 1988.

VIEIRA, A.R. **Aplicação do GA<sub>3</sub> na superação da dormência e na atividade da  $\alpha$ -amilase em sementes de arroz e alterações fisiológicas no armazenamento**. 2000. 117 p. Tese (Doutorado) – UFLA, Lavras, MG.

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

YIN, K. B.; PARK, H. S.; LEE, D. K. **Seed viability of some conifers examined by X-ray contrast method and tetrazolium method**. 1984.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, U. C. Preparo e coloração de sementes de farinha-seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Burr) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 186-191, 2001.

## CAPÍTULO 2

### TESTE DE GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE *Tabebuia impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle) Standley E *T. serratifolia* Vahl Nich.

#### 1 RESUMO

OLIVEIRA, L.M. de. Teste de germinação em sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich. In: \_\_\_\_ Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente. Lavras: UFLA, 2004. p.38-55 (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

O teste mais tradicionalmente utilizado para a avaliação da qualidade de lotes de sementes é o teste de germinação. A metodologia do teste de germinação ainda não está bem definida para sementes de *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo) e *T. serratifolia* (ipê-amarelo), uma vez que são encontrados na literatura poucos trabalhos referentes especificamente à definição das condições ideais para a realização do teste nessas espécies. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de temperatura e luz na germinação de sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo. Para o ipê-roxo, a seleção das temperaturas foi realizada inicialmente em mesa de termo-gradiente com temperaturas variando de 20,9°C a 34,4°C e, posteriormente, em BODs com temperaturas de 25°C, 30°C e 35°C. Para o estudo do efeito da luz na germinação das sementes de ambas as espécies, os tratamentos foram instalados em BODs sob três regimes de luz: luz branca contínua/temperatura de 30°C, branca alternada com fotoperíodo de 8 horas/temperatura de 20/30°C e escuro/temperatura de 30°C. A germinação de sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo é beneficiada pelo regime de luz constante a 30°C.

---

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho - UFLA.

## 2 ABSTRACT

OLIVEIRA, L.M. de. Germination test in *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley and *T. serratifolia* Vahl Nich. seeds. In: \_\_\_\_\_ Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age. Lavras: UFLA, 2004. p.38-55 (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The most traditionally used test to evaluation seed lots quality is the germination test. However, the germination test methodology is not well defined for *Tabebuia impetiginosa* (purple ipê) and *T. serratifolia* (yellow ipê) seeds. This is probably due to the little attention that the species received, specifically, about the definition of the ideals conditions for germination of these species. Thus, the objective of this research is to verify the effect of temperature and light on germination of purple ipê and yellow ipê seeds. The research was performed in a thermo-gradient table with temperature varying from 20,9°C to 34,4°C and in BODs with temperatures adjusted at 25°C, 30°C and 35°C. To study the effect of light on germination for both species the seeds were incubated in BODs at white light / temperature 30°C, alternate white with photoperiod 8 hours / temperature 20/30°C and in the darkness / temperature 30°C. Constant light at temperature of 30°C provides the best germination results for purple ipê and yellow ipê seeds.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Tabebuia* têm sido utilizadas com propósitos madeireiros, de restauração de áreas devastadas, bem como para fins medicinais; mas apesar da importância dessas espécies no contexto nacional, o alto grau de desmatamento tem levado à diminuição das populações e à destruição das árvores, como das espécies *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo) e *T. serratifolia* (ipê-amarelo). A espécie *T. impetiginosa* corre perigo de extinção, estando na relação das espécies para conservação genética 'ex situ' no Instituto Florestal de São Paulo (Siqueira & Nogueira, 1992).

A propagação dessas espécies ocorre, principalmente, por sementes (Carvalho, 1994), que apresentam variação na qualidade durante o armazenamento. A avaliação da qualidade das sementes é, tradicionalmente, efetuada pelo teste de germinação; no entanto, há uma grande variação entre as metodologias utilizadas nesse teste, o que dificulta a comparação dos resultados. A temperatura utilizada na germinação de sementes de *Tabebuia* varia de 20°C a 35°C, contínua ou alternada (Maeda & Matthes, 1984; Pinto et al., 1986; Cunha et al., 1992; Dias et al., 1992; Sales & Castro, 1994; Mello & Eira, 1995; Salomão & Mundin, 1997). Quanto à luz, o teste de germinação foi efetuado na presença de luz constante (Pinto et al., 1986; Salomão & Mundin, 1997), alternada (Cunha et al., 1992; Sales & Castro, 1994) ou no escuro (Dias et al., 1992).

A metodologia de avaliação da germinação de sementes dessas duas espécies parece não estar bem definida, uma vez que foram encontrados na literatura poucos trabalhos referentes especificamente à definição das condições ideais para a realização do teste. Machado (1999) observou que o fotoperíodo de 12 horas, sob substrato sobre papel ou sobre areia e temperatura de 30°C favorecem a germinação de sementes de ipê-amarelo. Enquanto que, para a

realização do teste em sementes de ipê-roxo, Barbosa (1982) recomenda o uso de temperatura de 25°C em substrato sobre areia.

Em face do exposto, observam-se a importância e a necessidade de estudos relativos à avaliação da qualidade de sementes do gênero *Tabebuia*. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de temperatura e luz na germinação de sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes, Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em duas etapas. A primeira etapa foi destinada a avaliar o efeito de temperatura em sementes de ipê-roxo, e a segunda, o efeito da luz na promoção da germinação de sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo. As sementes foram retiradas da condição de armazenamento em câmara fria (6-9°C; 70%UR) e mantidas, por 24 horas, em condições ambientais, antes da determinação do grau de umidade e realização dos testes de germinação.

As sementes de ambas as espécies tiveram sua umidade determinada pelo método de estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , por 17 horas (Brasil, 1992), com 4 repetições de um grama de sementes por lote.

### Primeira etapa

Foram utilizados lotes de sementes de ipê-roxo colhidos em diversas matrizes, em Lavras, MG, nos anos de 1999 e 2000. As sementes foram colhidas no início do processo de deiscência dos frutos, beneficiadas manualmente e mantidas em galpão para secagem natural por 5 dias. Os lotes foram armazenados em sacos de polietileno, em câmara fria, por 14 meses (lote 1999) e 2 meses (lote 2000).

Para a seleção das temperaturas para a germinação de sementes de ipê-roxo, foi realizado um primeiro experimento instalado em mesa de termogradiente com temperaturas variando de  $20,9^\circ\text{C}$  a  $34,4^\circ\text{C}$ , sob luz branca constante. Foram utilizadas 5 repetições de 20 sementes, em delineamento inteiramente casualizado, para cada lote e temperatura. As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 2% por 2 minutos, lavadas em

água destilada e colocadas para germinar sobre papel, umedecido com água na proporção 2,5 vezes o peso seco do papel, em gerbox.

Em um segundo experimento, realizado três meses após o primeiro, as sementes foram desinfetadas, como citado anteriormente e submetidas à germinação em BODs, sob luz constante e temperaturas de 25°C, 30°C e 35°C. A semeadura foi realizada sobre substrato areia, em bandejas, em delineamento inteiramente casualizado, contendo 5 repetições de 20 sementes cada.

### **Segunda etapa**

As sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo foram colhidas, beneficiadas e armazenadas como citado na primeira etapa. Para o ipê-roxo, foram utilizados lotes colhidos em Lavras, MG, nos anos de 2000 e 2001 e armazenados por 14 e 2 meses, respectivamente. Os lotes de ipê-amarelo foram colhidos em Ribeirão Vermelho, MG, no ano de 1998 (1998RV), Lavras, MG, no ano de 2000 (2000Lavras) e Belo Horizonte, MG, no ano de 2000 (2000BH) e armazenados por 26 e 2 meses, respectivamente.

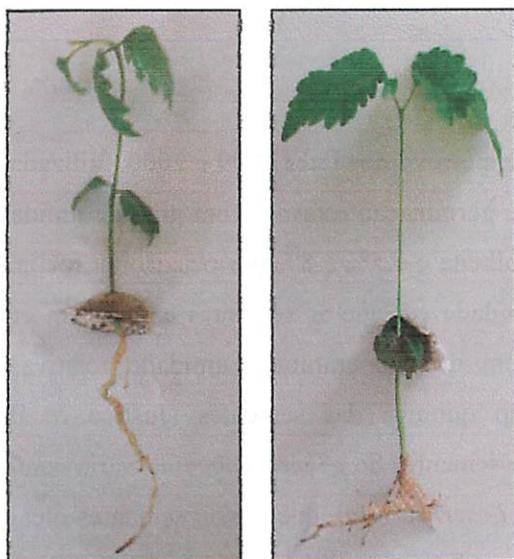
Os tratamentos consistiram de três regimes de luz: luz branca contínua com temperatura de 30°C, luz branca alternada com fotoperíodo de 8 horas à temperatura de 20°C /30°C e escuro à temperatura de 30°C. As sementes foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD, em gerbox sobre substrato areia. No tratamento escuro, os gerbox foram colocados em dois sacos de polietileno pretos. Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições de 20 sementes para cada regime de luz e lote. As sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio e avaliadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A primeira avaliação do tratamento escuro foi realizada sob luz verde.

Nas duas etapas, foram avaliadas plântulas normais e anormais (Figura 1), sementes mortas, duras e dormentes, segundo as Regras para Análise de

Sementes (Brasil, 1992), aos 14 dias - primeira contagem e aos 28 dias após a semeadura - contagem final (Machado, 1999).

Os dados de germinação obtidos nas duas etapas foram transformados em  $\text{arc sen. } \sqrt{x/100}$  e submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, usando o programa SANEST (Zonta et al., 1985).

### PLÂNTULAS NORMAIS



### PLÂNTULAS ANORMAIS

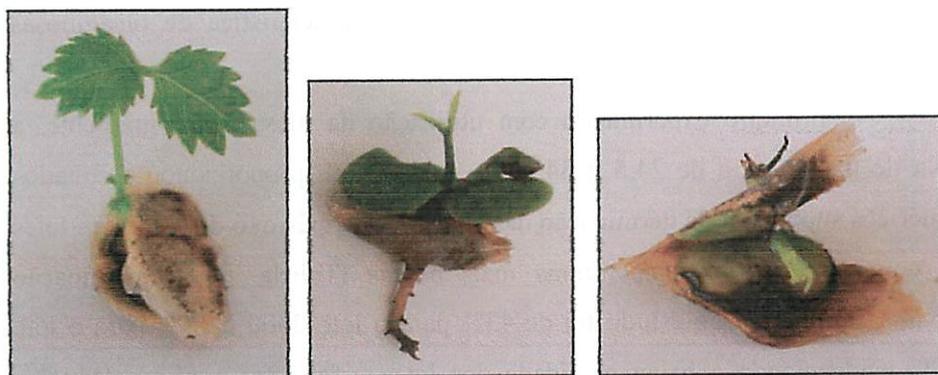


FIGURA 1. Plântulas normais e anormais obtidas no teste de germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *T. impetiginosa*. UFLA, Lavras, MG, 2004.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Primeira etapa

As sementes de ipê-roxo dos lotes 1999 e 2000, utilizadas para o estudo da temperatura ideal de germinação estavam com grau de umidade em torno de 40%, por ocasião da colheita e 7,5% e 8% por ocasião da realização dos testes, respectivamente. A umidade em que as sementes entram em equilíbrio com o ambiente depende, além da temperatura e umidade relativa, da espessura, estrutura e composição química das sementes (Justice & Bass, 1978). A composição química de sementes do gênero *Tabebuia* varia conforme a espécie, como em ipê-amarelo (*T. serratifolia*), que possui sementes oleaginosas (Freitas et al., 1979) e ipê-branco (*T. roseo-alba*), com sementes protéicas (Degan et al., 1997). Apesar de não terem sido encontrados trabalhos referentes à composição química de sementes de ipê-roxo, a baixa umidade observada nas sementes, quando em equilíbrio com o meio ambiente, é característica de oleaginosas (Puzzi, 1977).

No primeiro experimento com utilização da mesa termo-gradiente, a faixa de temperatura de 24,5 a 34,4, de modo geral, proporcionou resultados numéricos superiores de germinação das sementes de ipê-roxo de ambos os lotes em comparação com temperaturas mais baixas (Tabela 1). A germinação máxima conseguida no estudo foi de 43% para o lote 2000 e 15% para o lote 1999, evidenciando a baixa qualidade dos lotes, o que foi confirmado pelos resultados obtidos no experimento na segunda etapa, com germinação realizada em BOD (Tabela 2).

TABELA 1 Porcentagens de plântulas normais de *Tabebuia impetiginosa* obtidas na primeira contagem e contagem final do teste de germinação em mesa termo-gradiente, para os diferentes lotes utilizados. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Temperatura (°C)	Primeira contagem		Contagem final	
	Lotes		Lotes	
	2000	1999	2000	1999
20,9	12 A b	0 B b	20 A b	2 B b
22,5	14 A b	1 B b	23 A b	2 B b
24,5	28 A ab	6 B ab	35 A ab	8 B ab
30,2	37 A a	13 B a	43 A a	15 B a
34,4	26 A ab	9 B a	26 A b	15 A a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, em cada contagem separadamente, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%.

Quando o teste de germinação foi instalado em BODs foi observado que somente a temperatura de 30°C favoreceu a germinação das sementes do lote 2000, o que foi constatado tanto na primeira contagem como na contagem final de germinação (Tabela 2). As diferenças de germinação encontradas entre os dois experimentos se referem, provavelmente, à maior deterioração das sementes no armazenamento a que foram submetidas durante o intervalo da realização dos dois experimentos, sendo mais prejudicial ao lote de qualidade inferior, além da variação gradual da temperatura na mesa termo-gradiente, o que não ocorre quando o experimento é instalado em BODs, que têm sua temperatura já fixada no início do teste.

TABELA 2 Porcentagens de plântulas normais de *Tabebuia impetiginosa* obtidas na primeira contagem e contagem final do teste de germinação em BOD. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Temperatura (°C)	Primeira contagem		Contagem final	
	Lotes	Lotes	Lotes	Lotes
	2000	1999	2000	1999
25	0 A b	0 A a	13 A b	0 B a
30	40 A a	0 B a	51 A a	0 B a
35	2 A b	0 A a	6 A b	0 B a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, em cada contagem separadamente, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

As sementes do lote 1999 não germinaram, sendo que ao final do teste foram observados 100% de sementes mortas em todas as temperaturas testadas.

A temperatura de 35°C pode ter sido drástica para a germinação de sementes de ipê-roxo, pois temperaturas acima da ótima podem causar efeitos sobre a atividade de enzimas (Marcos Filho, 1986) e restrições ao acesso de oxigênio (Popinigis, 1985).

A temperatura de 30°C foi utilizada no teste de germinação de espécies do gênero *Tabebuia*, como *T. chrysotricha* (Carvalho et al., 1976), *T. vellosi* (Figliolia et al., 1988) e *T. cassinoides* (Ramos & Bianchetti, 1984). Já em trabalhos realizados com *T. impetiginosa*, foram empregadas as temperaturas de 20°C -30°C (Maeda & Matthes, 1984; Cunha et al., 1992; Mello & Eira, 1995), e 25°C (Barbosa, 1982; Pinto et al., 1986; Mello & Eira, 1995).

## Segunda etapa

Por ocasião da realização dos testes de germinação da segunda etapa, as sementes dos lotes 2000 e 2001 de ipê-roxo estavam com 8,0% e 8,3% de umidade, respectivamente e as sementes dos lotes de ipê-amarelo 1998RV, 2000Lavras e 2000BH, 9,3%, 7,1% e 7,3%, respectivamente. Por ocasião da colheita as sementes estavam com umidade em torno de 40%.

No estudo do efeito da luz sobre a germinação de sementes de ipê-roxo foi observado que tanto o tratamento luz constante como escuro foram eficientes em propiciar a germinação das sementes por ocasião da primeira contagem, para ambos os lotes. Já para os resultados da contagem final, a germinação sob luz constante foi superior aos resultados de germinação sob alternância de luz ou escuro para o lote 2001, não havendo diferenças significativas para o lote 2000, apesar de apresentar maiores valores absolutos de germinação sob luz constante (Tabela 3).

TABELA 3. Porcentagens de plântulas normais de *Tabebuia impetiginosa* obtidas na primeira contagem e contagem final do teste de germinação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos	Primeira contagem		Contagem final	
	Lotes		Lotes	
	2001	2000	2001	2000
Luz constante (30°C)	24 A a	15 A a	81 A a	58 B a
Alternância de luz (20°C /30°C)	0 A b	0 A b	41 A b	39 A a
Escuro (30°C)	20 A a	13 A a	49 A b	46 A a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, em cada contagem separadamente, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%.

Para sementes de ipê-amarelo, a superioridade do tratamento luz constante pôde ser observada tanto na primeira contagem de germinação como na contagem final para todos os lotes, exceto para 2000BH, que não diferiu estatisticamente do tratamento de alternância de luz (Tabela 4). Segundo Malavasi (1988), o nível de deterioração e a procedência do lote são fatores que influenciam a sensibilidade à luz durante a germinação.

Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas para alguns lotes, entre tratamentos de luz, houve uma tendência de melhores resultados de germinação de sementes de ipê na presença de luz constante.

TABELA 4. Porcentagens de plântulas normais de *Tabebuia serratifolia* obtidas na primeira contagem e contagem final do teste de germinação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos	Primeira contagem			Contagem final		
	Lotes			Lotes		
	1998RV	2000Lavras	2000BH	1998RV	2000Lavras	2000BH
Luz constante (30°C)	17 B a	48 A a	22 B a	54 B a	89 A a	54 B a
Alternância de luz (20-30°C)	0 B b	14 A b	9 AB b	34 B b	62 A b	46 B a
Escuro (30°C)	0 A b	0 A c	0 A c	18 B c	28 A c	25 A b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, em cada contagem separadamente, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%.

A germinação das sementes em relação à luz é uma resposta ecofisiológica da espécie, que está correlacionada com o seu posicionamento no estágio sucessional da floresta. Kageyama & Márquez (1981) classificaram as espécies *T. impetiginosa* e *T. serratifolia* como pioneiras, ou seja, espécies que possuem sementes que exigem condições de luminosidade para germinar (Pina-Rodrigues et al., 1990). Amaral et al. (1992) observaram que a porcentagem de estabelecimento de plântulas de *T. serratifolia* foi três vezes maior na condição de clareira, salientando que, provavelmente, as sementes dessa espécie necessitam de luz para a germinação.

Vale ressaltar que, durante os testes de germinação, da primeira e segunda etapa, foi observada a presença do fungo *Alternaria alternata* que, segundo Sales & Castro (1994), pode afetar o desenvolvimento de plântulas de *T. serratifolia*.

## 6 CONCLUSÕES

A germinação de sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo é beneficiada pelo regime de luz constante a 30°C.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W. A. N.; BORGES, K. H.; MELO, S. L. M. Frutificação, predação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Tabebuia serratifolia* Nichols. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992. Anais... 1992. p. 298-302.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365p.

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

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1994. 640 p.

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

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SADER, R.; PINTO, L. R. Composição química, sanidade, secagem e germinação de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 41-47, 1997.

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

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; JARDIM, D. C. P.; IWANE, M. S. S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v. 20/22, p. 47-55, 1988.

FREITAS, S. C.; CANDIDO, J. F.; CONDE, A. R.; HARA, T. Determinação de equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de ipê-amarelo *Tabebuia*

*serratifolia* (Vahl) Nichols) armazenadas em diferentes umidades relativas. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 135-144, Jul./dez. 1979.

JUSTICE, O. L.; BASS, L. N. **Principles and practices of seed storage:** agriculture handbook. Washington, 1978. 289 p.

KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. **Comportamento de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*).** Piracicaba: IEF, Circular Técnico, n. 26, 1981. 4 p.

MACHADO, C. F. **Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae).** Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).

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

MALAVASI, M. M. **Germinação de sementes.** In: PIÑA RODRIGUES, F. C. M. **Manual de Análise de Sementes Florestais.** Campinas: fundação cargill, 1988. p. 25-40.

MARCOS FILHO, J. **Germinação de sementes.** In: FUNDACAO CARGILL. **Atualização em produção de sementes.** Campinas, 1986. 223 p.

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

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. **Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos de Jordão. **Anais... Campos de Jordão, 1990.** p. 677-684.

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

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

PUZZI, D. **Manual de armazenamento de grãos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 405 p.

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

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

SALOMÃO, A. N.; MUNDIN, R. C. Efeito de diferentes graus de umidade na viabilidade de sementes de 11 espécies arbóreas durante a criopreservação. *Informativo ABRATES*, v. 7, n. 1/2, p. 224, jul./ago. 1997. (Resumo)

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, v. 2, 1992, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto Florestal, 1992, *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 1187, mar. 1992. Edição especial.

ZONTA, E. F.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputador (versão 1. 0). In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1985, Piracicaba. p. 74-90.

## CAPÍTULO 3

### TESTE DE TETRAZÓLIO EM SEMENTES DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle) Standley

#### 1 RESUMO

OLIVEIRA, L.M. de. Teste de tetrazólio em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley. . In: \_\_\_\_ Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley) envelhecidas natural e artificialmente. Lavras: UFLA, 2004. p.56-70 (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

A utilização do teste de tetrazólio é importante na avaliação da qualidade de lotes de sementes em relação ao seu vigor e viabilidade, suplementando resultados obtidos em testes de germinação e, na maioria dos casos, possibilitando o diagnóstico das causas de deterioração das sementes. O objetivo deste trabalho foi definir a metodologia mais adequada para a realização do teste de tetrazólio em sementes de *T. serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo). As sementes das duas espécies foram submetidas a embebição entre papéis umedecidos em água por 12 horas. Sementes de três lotes de ipê-amarelo foram ou não pré-condicionadas com a retirada ou corte dos tegumentos e imersas em solução 0,5% de tetrazólio a 30°C por 12, 24 e 48 horas. Já as sementes de dois lotes de ipê-roxo tiveram seus tegumentos retirados e foram imersas em solução 0,07% e 0,1% de tetrazólio a 30°C por 12 horas. A embebição das sementes entre papel por 12 horas, seguida da retirada dos tegumentos e imersão em solução 0,5% de tetrazólio para o ipê-amarelo e 0,07% para o ipê-roxo, por mais 12 horas a 30°C são metodologias eficientes na avaliação da viabilidade das sementes.

---

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

## 2 ABSTRACT

OLIVEIRA, L.M. de. Tetrazolium test in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley seeds. In: \_\_\_\_\_ Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age. Lavras: UFLA, 2004. p.56-70 (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The use of the tetrazolium test is very important in the evaluation of a seed lot quality indicating vigor and viability, supplementing results of germination tests and in many cases enabling diagnosis of seed deterioration. The objective of this research was to verify the adequate methodology of the tetrazolium test in *T. serratifolia* (yellow ipê) and *T. impetiginosa* (purple ipê) seeds. The seeds of both species were submitted to imbibition in paper soaked with water for 12 hours. Seeds of three lots of yellow ipê were pre-conditioned with the seed coat removed or cut and immersed in 0.5% tetrazolium solution at 30°C for 12, 24 and 48 hours. The seeds of two lots of purple ipê seeds had their coats removed and soaked in 0.07% and 0.1% tetrazolium solution at 30°C for 12 hours. Imbibition in paper for 12 hours followed by removal of the seed coat and soak in tetrazolium solution at 0,5% for yellow ipê and 0,07 for purple ipê, at 30°C for 12 hours was efficient to evaluate seed viability.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Tabebuia* são propagadas por sementes e a utilização de sementes com alta qualidade é fundamental para a obtenção de sucesso nos diversos programas florestais em que são requeridas.

O teste de tetrazólio tem sido utilizado para avaliar a qualidade de sementes, permitindo a obtenção rápida de resultados de viabilidade e vigor, o que possibilita a tomada de decisões referentes aos lotes. Além disso, o teste de tetrazólio suplementa testes de germinação e diagnostica causas de deterioração das sementes (Bittencourt, 1995).

Conforme Rodrigues & Santos (1988), o teste de tetrazólio apresenta excelentes condições para ser utilizado rotineiramente em espécies perenes, como florestais e frutíferas, uma vez que muitas dessas espécies necessitam de um longo período para germinarem. Pesquisas têm sido desenvolvidas procurando abreviar o prazo requerido para a obtenção dos resultados de viabilidade e vigor, a partir da padronização do teste de tetrazólio para cada espécie (Nascimento & Carvalho, 1998), como nos trabalhos realizados para *Acacia nilotica* (Gera et al., 1998), *Albizia procera* (Purohit & Bisht, 1999) e *Delonix regia* (Backes et al., 2003).

A metodologia para a realização do teste de tetrazólio em sementes de *T. serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo) ainda não foi estabelecida.

Desta forma, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de definir a metodologia mais adequada para a realização do teste de tetrazólio em sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para o ipê-amarelo, foram utilizados 3 lotes de sementes, sendo dois recém-colhidos: 2000Lavras - proveniente de Lavras, MG no ano de 2000 e 2000BH – colhido em Belo Horizonte, MG; e um lote armazenado por 2 anos: 1998 RV - proveniente de Ribeirão Vermelho, MG e colhido em 1998. Para o ipê-roxo foram utilizados 2 lotes de sementes provenientes de Lavras, MG, dos anos 2001 (lote recém-colhido) e 2000 (armazenado por um ano). As sementes de todos os lotes foram colhidas em diversas matrizes, no início do processo de deiscência dos frutos, beneficiadas manualmente e mantidas em galpão para secagem natural por 5 dias, visto que a umidade das sementes estava em torno de 40% por ocasião da colheita. Os lotes foram armazenados em sacos de polietileno, em câmara com controle de temperatura e umidade (6-9°C; 70%UR). As sementes foram mantidas, por 24 horas, em condições ambientais antes da realização dos experimentos.

As sementes tiveram sua umidade determinada pelo método de estufa a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 17 horas (Brasil, 1992), com 4 repetições de um grama de sementes por lote.

Para efeito de comparação com os resultados do teste de tetrazólio, foram realizados testes de germinação em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições de 20 sementes para cada lote. Inicialmente, as sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 2% por 2 minutos e, posteriormente, submetidas ao teste de germinação em substrato

sobre areia, a 30°C sob luz constante. Foram feitas avaliações aos 14 dias, primeira contagem e aos 28 dias após a semeadura, contagem final (Machado, 1999).

Para o teste de tetrazólio, inicialmente foram realizados pré-testes com o intuito de selecionar, por análise visual, as condições mais favoráveis para a coloração das sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo. Foram testadas concentrações de 0,05% a 1% da solução de tetrazólio, tempos de 6, 12, 18, 24, e 48 horas e temperaturas de 25°C, 30°C e 35°C.

Para o ipê-amarelo, a concentração de 0,5% da solução de tetrazólio e temperatura de 30°C permitiram uma coloração mais nítida das estruturas da semente, o que facilitou a avaliação do teste. Para o ipê-roxo, as concentrações 0,07% e 0,1% da solução de tetrazólio a 30°C possibilitaram a análise visual mais acurada das estruturas das sementes.

### **Ipê-amarelo**

Para a realização dos experimentos referentes ao pré-condicionamento, as sementes de ipê-amarelo foram submetidas à embebição entre papéis umedecidos com água, por 12 horas a 30°C. Após este período, foram realizados os seguintes tratamentos: retirada do tegumento (sem-tegumento), corte nas laterais do tegumento (corte-tegumento) e sementes com tegumento intacto (com-tegumento). Em seguida, as sementes/embriões submetidas aos pré-condicionamentos foram colocadas em copos plásticos, sendo totalmente submersas em 0,5% da solução de tetrazólio (pH 6,5) e mantidas no escuro em germinador a 30°C, por 12, 24 e 48 horas para os tratamentos sem-tegumento, corte-tegumento e com-tegumento, respectivamente. Foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento e lote, em delineamento inteiramente casualizado.

## **Ipê-roxo**

Para as sementes de ipê-roxo, o pré-condicionamento foi realizado pela embebição das sementes entre papéis umedecidos com água, por 12 horas. Em seguida, o tegumento foi retirado e as sementes foram colocadas em copos plásticos, sendo totalmente submersas em 0,07% e 0,1% da solução de tetrazólio (pH 6,5) e mantidas no escuro em germinador a 30°C por 12 horas. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento e lote.

Em ambas as espécies, para facilitar a análise, as sementes/embriões submetidas ao teste de tetrazólio foram cortadas no sentido longitudinal. De acordo com a coloração dos tecidos, extensão dos danos, aspecto dos tecidos e, sobretudo, pela localização destas colorações em relação às áreas essenciais ao crescimento, as sementes/embriões foram classificadas em viáveis ou inviáveis.

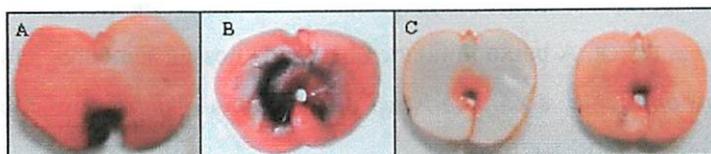
Os dados obtidos nos testes de germinação e tetrazólio foram transformados utilizando  $\arcsen. \sqrt{x/100}$  e submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, usando o programa SANEST (Zonta et al., 1985).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do teste de tetrazólio de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo foram encontradas 3 categorias de sementes viáveis e 3 de sementes inviáveis (Figura 1). Vale salientar que algumas sementes mantiveram seus cotilédones unidos durante a coloração, o que impediu a penetração da solução (Figura 1 – categoria C); sendo sua classificação, como viável ou inviável, obtida avaliando-se a turgência dos tecidos e a parte externa das sementes.

No momento da interpretação do teste, foi observado que a região submetida ao corte estava descolorida ou com coloração vermelho-intenso; porém, estes danos afetaram pequena parte dos embriões de ipê-amarelo, não prejudicando a interpretação dos resultados. Danos causados no momento da realização do pré-condicionamento devem ser atentamente observados, pois, segundo Zucareli (2001), a dificuldade na diferenciação dos danos originais da semente e os causados pela realização de cortes podem resultar em erros de interpretação pelo analista. Esse tipo de dano foi observado também em sementes de *Hevea brasiliensis* (seringueira) (Wetzell et al., 1992), *Peltophorum dubium* (canafistula) (Oliveira, 2000) e *Albizia hasslerii* (farinha-seca) (Zucareli et al., 2001).

### CATEGORIAS DE SEMENTES VIÁVEIS



**A** – embrião com coloração rosa ou mais escura e tecidos com aspecto normal e firme;

**B** – menos de 50% dos cotilédones descoloridos ou com coloração preta, não afetando a região de ligação com o eixo embrionário. Demais regiões com coloração rosa ou mais escura e tecidos firmes (eixo intacto);

**C** – região externa do embrião com coloração rosa. Região interna com bordas de coloração rosa e centro descolorido, provavelmente devido à falta de penetração da solução de tetrazólio;

### CATEGORIAS DE SEMENTES INVIÁVEIS



**D** – mais de 50% dos cotilédones descoloridos ou com coloração preta, afetando ou não a região de ligação com o eixo embrionário;

**E** – embrião com coloração preta;

**F** – embrião completamente descolorido.

FIGURA 1. Categorias encontradas no teste de tetrazólio em lotes de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*T. impetiginosa*). UFLA, Lavras, MG, 2004.

## **Ipê-amarelo**

*As sementes dos lotes de ipê-amarelo 1998RV, 2000Lavras e 2000BH estavam com 9,3, 7,1 e 7,3% de umidade, respectivamente, por ocasião da realização dos testes. A baixa umidade observada nessas sementes, em equilíbrio com o meio ambiente, é característica de sementes oleaginosas, como do ipê-amarelo (Freitas et al., 1979).*

Entre os métodos de pré-condicionamento utilizados, somente os resultados do método *sem-tegumento* não diferiram estatisticamente dos resultados obtidos no teste de germinação para os lotes 1998RV e 2000Lavras. Além disso, a utilização desse método possibilitou a diferenciação dos lotes conforme o teste de germinação, tendo o lote 2000Lavras demonstrado qualidade superior em relação aos demais (Tabela 1).

O pré-condicionamento visa, principalmente, facilitar a penetração da solução de tetrazólio através dos tegumentos, sendo que para algumas espécies apenas cortes ou punções não são suficientes para essa penetração, necessitando da sua total retirada, o que pôde ser observado para sementes de ipê-amarelo. Resultados semelhantes foram obtidos por Zucareli et al. (1999) em sementes de sucará, que atribuíram a desuniformidade ou ausência de coloração à presença dos tegumentos.

Tanto para sementes de ipê-amarelo como ipê-roxo, a retirada dos tegumentos, além de facilitar a penetração da solução de tetrazólio nos tecidos, permitiu a total imersão dos embriões, possibilitando uma coloração mais uniforme, pois a presença das asas faz com que as sementes permaneçam na superfície da solução.

TABELA 1. Resultados médios do teste de germinação e tetrazólio em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.), para os diferentes tratamentos e lotes estudados. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos	Lotes		
	1998RV	2000LAVRAS	2000BH
Germinação	54 A b	90 A a	55 AB b
Sem tegumentos	48 A c	88 A a	66 A b
Corte tegumentos	22 B b	55 B a	44 B a
Com tegumentos	30 B b	52 B a	51 AB a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si, a 5% de probabilidade.

### Ipê-roxo

Os lotes 2000 e 2001 de sementes de ipê-roxo estavam com 7,5% e 8% de umidade, respectivamente, por ocasião da realização dos testes de germinação e tetrazólio.

Para o lote 2001, os resultados das duas concentrações da solução de tetrazólio não diferiram estatisticamente daqueles obtidos no teste de germinação. Enquanto que, para o lote 2000, apenas os resultados obtidos na concentração de 0,07% da solução de tetrazólio foram estatisticamente iguais aos obtidos no teste de germinação (Tabela 2).

Os resultados dos testes de tetrazólio e germinação geralmente coincidem quando conduzidos de forma apropriada. Porém, esses resultados podem apresentar discrepâncias consideráveis, isto porque, no teste de tetrazólio, somente o embrião é avaliado, não considerando a influência das estruturas externas das sementes que podem influenciar nos resultados do teste de germinação, devido a possíveis infestações no lote. Dessa forma, nem todas as anormalidades encontradas nas plântulas podem ser observadas nos embriões e,

como consequência, o teste de tetrazólio pode apresentar resultados maiores (CATIE, 2000).

A concentração de 0,07% possibilitou ainda a diferenciação dos lotes de ipê-roxo, correspondendo aos resultados obtidos no teste de germinação (Tabela 2). A escolha de metodologia adequada para o emprego do teste de tetrazólio deve basear-se na facilidade para a diferenciação de tecidos viáveis e inviáveis e na capacidade de diferenciar lotes de qualidade fisiológica distintas (Oliveira, 2000). Além disso, a concentração 0,07% permitiu uma coloração mais nítida dos embriões, facilitando a análise visual.

Marcos Filho et al. (1987) salientam que várias concentrações da solução de tetrazólio podem ser utilizadas na condução do teste, dependendo da espécie avaliada, do método de preparo das sementes e da permeabilidade do tegumento, sendo que, para sementes de espécies florestais, essas concentrações variam de 0,05% a 1%. Entretanto, as menores concentrações são mais indicadas por apresentarem menor gasto com o sal e por possibilitarem melhor visualização dos distúrbios de coloração e identificação de diferentes tipos de injúrias (França Neto et al., 1998).

TABELA 2. Resultados médios do teste de germinação e tetrazólio em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Martius Ex. A. P. de Candolle Standley.), para as diferentes concentrações. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tratamentos	Lotes	
	2000	2001
0,1%	84 A a	87 A a
0,07%	75 AB b	82 A a
Germinação	60 B b	80 A a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Outro fator que deve ser levado em consideração na avaliação da viabilidade de sementes é o tempo de execução do teste, pois, de acordo com Piana et al. (1992), a rapidez na avaliação proporciona vantagens, como a possibilidade de descartar de lotes com qualidade inadequada. Para sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo, o teste de germinação teve duração de 28 dias, enquanto que os resultados do teste de tetrazólio foram obtidos em apenas um dia.

Dessa maneira, o teste de tetrazólio utilizando a concentração de 0,07% pode ser usado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ipê-roxo.

## 6 CONCLUSÕES

A embebição das sementes entre papel por 12 horas, seguida da retirada dos tegumentos e imersão em solução 0,5% de tetrazólio para o ipê-amarelo e 0,07% para o ipê-roxo, por mais 12 horas a 30°C, são metodologias eficientes na avaliação da viabilidade das sementes.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKES, C.; KROHN, N. G.; MISSIO, V. C.; CASTILHO, R. M. M.; SÁ, M. E. Desenvolvimento do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Delonix regia*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. Anais... Gramado, 2003. v. 13, n. 3, p. 75.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.
- BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim através do teste de tetrazólio. 1995. 111 p. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Universidade Estadual de São Paulo. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA – CATIE. Proyecto de Semillas Forestales. Laboratorio para analizar de 2000 a 5000 muestras de semillas. Turrialba – Costa Rica: CATIE, Danida Forest Seed Centre, 2000. 99 p. (Serie Técnica, Manual Técnico, 37).
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p.
- FREITAS, S. C.; CANDIDO, J. F.; CONDE, A. R.; HARA, T. Determinação de equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols) armazenadas em diferentes umidades relativas. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 135-144, 1979.
- GERA, N.; GERA, M.; PUROHIT, M. Tetrazolium test for the seeds of *Acacia nilotica* Willd. Ex Del. *Indian Forester*, v. 124, n. 12, p. 1039-1042, 1998.
- MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae). Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. da. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, N. M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 470-474, 1998.

OLIVEIRA, L. M. Avaliação da qualidade de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios-X. Lavras: UFLA, 2000. 111p. (Dissertação Mestrado).

PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; SILVA, W. R. da. Avaliação da qualidade de sementes através de testes rápidos. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 3, n. 1, p. 37-46, 1992.

PUROHIT, M.; BISHT, S. Use of TTC for interpretation of viability of seeds of *Albizia procera* (Roxb.) Benth. *Indian Forester*, v. 125, n. 8, p. 828-834, 1999.

RODRIGUES, F. C. M. P.; SANTOS, N. R. F. Teste de tetrazólio. In: RODRIGUES, F. C. M. P. *Manual de análise de sementes florestais*. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100 p.

WETZEL, M. M. S.; CÍCERO, S. M.; FERREIRA, B. C. S. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de seringueira. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 14, n. 1, p. 83-88, 1992.

ZONTA, E. F.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputador (versão 1. 0). In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1985, Piracicaba. p. 74-90.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A.; CONTIERO, R. L. Preparação e coloração de sementes de *Gledistchia amorphoides* Taub. – Leguminosae (Caesalpinaceae) para avaliação da viabilidade através do teste de tetrazólio. *PIBIC/CNPq*, Cascavel, v. 3, p. 63-64, 1999.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, U. C. Preparo e coloração de sementes de farinha-seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Burr) para o teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 186-191, 2001.

## CAPÍTULO 4

### **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle) Standley PELO TESTE DE RAIOS X**

#### **1 RESUMO**

**OLIVEIRA, L.M. de. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley pelo teste de raios X. In: \_\_\_\_ Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente. Lavras: UFLA, 2004. p.71-85 (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>**

Para estudar a eficiência do teste de raios X na avaliação de defeitos internos em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*T. impetiginosa*), bem como verificar a consequência destes defeitos na germinação, as sementes foram submetidas a diferentes intensidades e tempos de exposição à radiação. Definida a intensidade de 55 kV por 25 segundos como sendo a que permitiu melhor visualização das estruturas internas, as sementes das duas espécies foram divididas em três categorias de acordo com a sua análise radiográfica em: Sementes Sem Defeitos, Sementes Com Defeitos e Sementes Vazias. As Sementes Com Defeitos foram divididas em três subcategorias: Sementes Com Pequenos Danos (menos de 50% do embrião danificado), Com Danos Severos (mais de 50% do embrião danificado) e Deformadas. As sementes foram, então, submetidas ao teste de germinação em substrato sobre areia, a 30°C, sob luz constante. O teste de raios X é eficiente na avaliação de defeitos em sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo. Defeitos internos detectados nas radiografias afetam a germinação dessas sementes, reduzindo a qualidade do lote.

---

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

## 2 ABSTRACT

OLIVEIRA, L.M. de. **Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley by X-ray test.** In: \_\_\_\_\_ **Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age.** Lavras: UFLA, 2004. p.71-85 (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

To study the efficiency of X-ray test on the evaluation of internal damage in yellow ipê (*Tabebuia serratifolia*) and purple ipê (*T. impetiginosa*) seeds and to verify the effect of damage on germination, the seeds were submitted at different times and intensity of radiation exposition. The intensity of 55kV for 25 seconds allowed the best visualization of the internal structures. After that, the seeds of both species were divided into three categories according to their internal anatomy visualized by the radiographs: whole seeds, seeds with damage and empty seeds. The seeds with damage were divided into three sub-categories: seeds with little damage, seeds with severe damage and deformed seeds. The seeds were submitted to germination test in sand at 30°C under constant light. The X-ray test was efficient in the evaluation of internal damage in yellow ipê and purple ipê seeds. The internal damage observed by radiographs affected germination of ipê seeds decreasing seed lot quality.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

O teste de raios X é um método rápido e não destrutivo, que é recomendado pela ISTA (1999) para a análise das estruturas internas das sementes, possibilitando a detecção de sementes cheias, defeituosas e vazias. A informação sobre a ocorrência de sementes defeituosas e vazias em um lote é altamente desejável, já que essas sementes influenciam os resultados de germinação de um lote (Craviotto et al., 2002).

Da mesma forma, o teste de raios X torna-se útil quando realizado durante os vários processos em que as sementes são submetidas, como por exemplo, durante o beneficiamento quando as sementes podem ser prejudicadas mecanicamente e tais danos podem ser invisíveis ao olho humano. A presença de sementes infestadas por insetos também é fácil e rapidamente detectada na radiografia, o que pode evitar a transferência destas sementes de uma região para outra.

Quando a semente é exposta aos raios X, a radiação é absorvida em vários graus, dependendo da espessura, densidade e composição da semente, e do comprimento de onda da radiação, criando assim uma imagem permanente no filme radiográfico (Bino et al., 1993). As áreas mais escuras da radiografia correspondem àquelas partes que são mais facilmente penetradas pelos raios X; enquanto que áreas mais claras da radiografia representam partes mais densas da semente (Simak, 1991).

As pesquisas envolvendo este método têm avançado significativamente em espécies florestais. Oliveira et al. (2003) concluíram que o uso da técnica de raios X permite avaliar danos internos que afetam a germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (canafistula). Já Machado & Cícero (2003) salientam que a técnica de raios X é eficiente na detecção de danos e anormalidades em

embriões de *Lithraea molleoides* (aroeira-branca) e que o descarte dessas sementes pode melhorar a germinação do lote.

O uso do teste de raios X em sementes do gênero *Tabebuia* pode trazer grandes contribuições tecnológicas, já que aspectos morfológicos dessas sementes impedem a visualização de embriões defeituosos ou mesmo de sementes vazias, comuns nesse gênero; entretanto, a eficiência do teste depende de metodologia específica para cada espécie, o que ainda não foi estabelecido para sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo).

O objetivo deste trabalho foi estudar a eficiência do teste de raios X na avaliação dos defeitos internos em sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo, bem como verificar a consequência destes defeitos na germinação.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Propagação de Plantas do Departamento de Ciências Florestais e Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os frutos foram colhidos em diversas matrizes no município de Lavras, MG, nos anos de 1998 e 2002, para o ipê-amarelo e 2000 e 2002, para o ipê-roxo. Por ocasião da colheita, as sementes de ambas as espécies estavam com umidade em torno de 40%. As sementes foram beneficiadas manualmente, secas em galpão por 5 dias e armazenadas em sacos de polietileno em câmara com controle de temperatura e umidade (6°C-9°C; 70%UR). O lote colhido em 1998 foi armazenado por 4 anos, o lote colhido em 2000 por 2 anos e os lotes colhidos em 2002 por 3 meses. As sementes de todos os lotes foram mantidas, por 24 horas, em condições ambientais antes da realização dos experimentos.

As sementes tiveram sua umidade determinada pelo método de estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 17 horas (Brasil, 1992), com 4 repetições de um grama de sementes por lote.

Para a definição de tempos e intensidades de radiação que permitissem a visualização mais nítida das estruturas e/ou defeitos internos em sementes de ipê foram testadas intensidades de radiação que variaram de 30 a 60 kV e tempos de exposição de 20 a 50 segundos.

As sementes foram acondicionadas em placas de acrílico e expostas à radiação no equipamento Faxitron HP, modelo 43855AX, com utilização do filme radiográfico Kodak Min-R 2000, tamanho 18x24 cm. A revelação foi realizada em uma processadora de revelação de raios X marca Kodak, modelo M35X OMAT.

Definidos a intensidade e o tempo de radiação de 55kV por 25 segundos. 400 sementes de cada lote foram radiografadas e, de acordo com a anatomia interna, visualizada nas radiografias, divididas em três categorias: Sementes Sem Defeitos, Sementes Com Defeitos e Sementes Vazias. As Sementes Com Defeitos foram, então, divididas em três subcategorias: Sementes Com Pequenos Danos (menos de 50% do embrião danificado), Sementes Com Danos Severos (mais de 50% do embrião danificado) e Sementes Deformadas (Figura 1).

Para verificar a influência de defeitos internos na germinação, sementes de todas as categorias, exceto Sementes Vazias, e subcategorias foram numeradas e submetidas ao teste de germinação. As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 2% por 2 minutos e submetidas ao teste de germinação em substrato sobre areia, a 30°C sob luz constante. As avaliações foram feitas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), aos 28 dias após a semeadura (Machado, 1999).

Os dados obtidos no teste de germinação foram transformados utilizando  $\text{arc sen. } \sqrt{x/100}$  e submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, usando o programa SANEST (Zonta et al., 1985).

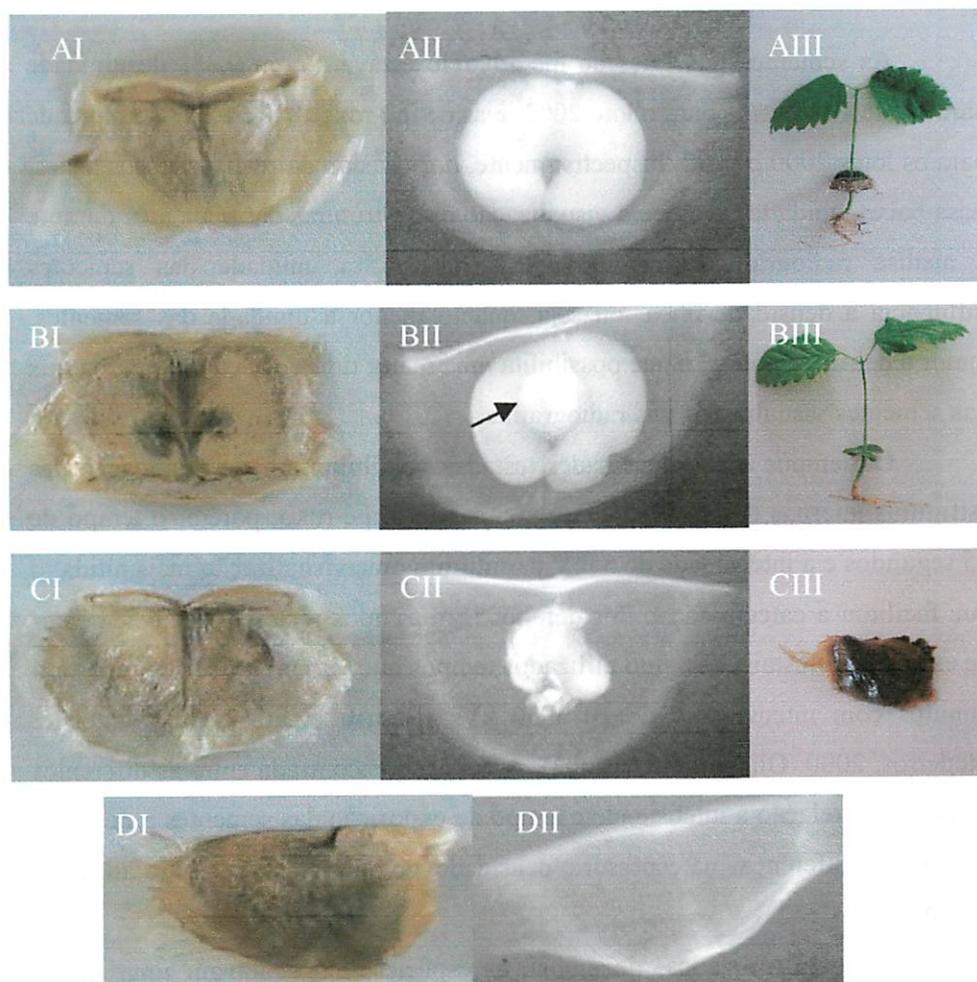


FIGURA 1. Sementes de *Tabebuia* spp visualmente intactas (AI, BI, CI e DI), classificadas pela análise radiográfica de acordo com a anatomia interna em: AII – Semente Sem Defeito, BII – Semente Com Pequenos Danos, CII – Semente Deformada e DII – Semente Vazia; originando plântulas normais (AIII e BIII) e semente morta (CIII). UFLA, Lavras, MG, 2004.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes dos lotes de ipê-amarelo estavam com 9,3% de umidade para o lote 1998 e 7% para o lote 2002, e as de ipê-roxo, 8% e 8,3% de umidade para os lotes 2000 e 2002, respectivamente, por ocasião da realização dos testes. Essa baixa umidade favorece a visualização das estruturas das sementes durante a análise radiográfica. Segundo Simak (1991), a umidade das sementes influencia a densidade ótica, ou seja, quanto menor a umidade das sementes, maior a densidade ótica, o que possibilita uma maior diferenciação das estruturas das sementes visualizadas nas radiografias.

Os tempos e as intensidades testadas possibilitaram a visualização das estruturas internas das sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo, porém, o tempo de 25 segundos e a intensidade de 55kV permitiram uma visualização mais nítida, o que facilitou a categorização dos defeitos. Em estudos relacionados a sementes de espécies florestais, têm sido utilizados tempos que variam de 10 segundos a 4 minutos com intensidades de 10 a 50 kVs (Battisti et al., 2000; Mattos & Medeiros, 2000; Oliveira et al., 2003). A variação encontrada entre as diferentes espécies em relação à intensidade e tempo de exposição das sementes à radiação é devido às diferenças na espessura, densidade, composição e aparelho utilizado (ISTA, 1999).

Os lotes utilizados, de ambas as espécies, apresentavam uma maior porcentagem de sementes da categoria Sem Defeitos (Tabela 1). Sementes dessa categoria, pertencentes a lotes armazenados há menos tempo, originaram, em sua maioria, maior porcentagem de plântulas normais; enquanto que, nos lotes armazenados há mais tempo, a maior parte das sementes dessa categoria resultou em sementes mortas (Tabela 2). Esse resultado pode ser devido a fatores como a

presença de sementes mortas, devido ao processo natural de envelhecimento, ou em estádios mais avançados de deterioração (Burg et al., 1994). Esse comportamento foi observado também em sementes de canafistula, como citado por Oliveira et al. (2003).

Por outro lado, a maioria das Sementes Com Defeitos, em ambas as espécies, exceto lote 2002 de ipê-amarelo, originou sementes mortas ao final do teste de germinação, indicando que os defeitos identificados nas radiografias afetam a qualidade de lotes de sementes (Tabela 2).

TABELA 1. Porcentagem de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.) e ipê-roxo (*T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley) classificadas em categorias de acordo com a análise radiográfica. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ESPÉCIE	LOTES	CATEGORIAS	PORCENTAGENS
Ipê-amarelo	1998	Sem Defeitos	80
		Com Defeitos	12
		Vazias	8
	2002	Sem Defeitos	73
		Com Defeitos	15
		Vazias	12
Ipê-roxo	2000	Sem Defeitos	86
		Com Defeitos	8
		Vazias	6
	2002	Sem Defeitos	75
		Com Defeitos	17
		Vazias	8

TABELA 2. Resultados do teste de germinação, em porcentagem, para cada categoria e lotes de sementes ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.) e ipê-roxo (*T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley). PN – plântulas normais, PA – plântulas anormais, SM – sementes mortas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ESPÉCIE	LOTES	CATEGORIAS	PN	PA	SM
Ipê-amarelo	1998	Sem Defeitos	18 a	4	78
		Com Defeitos	14 a	0	86
	2002	Sem Defeitos	85 a	4	11
		Com Defeitos	63 b	4	33
Ipê-roxo	2000	Sem Defeitos	39 a	0	61
		Com Defeitos	1 b	4	95
	2002	Sem Defeitos	83 a	4	13
		Com Defeitos	20 b	10	70

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, em cada lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Em todos os lotes das duas espécies, a maior porcentagem das sementes Com Defeitos, era composta por Pequenos Danos (Tabela 3). A intensidade de danos visualizados em sementes de espécies florestais depende do histórico do lote. Fatores como equilíbrio higroscópico, grau de umidade das sementes e temperatura, afetam a qualidade das sementes durante o processo de colheita e beneficiamento. Nesse sentido, observações, como intensidade de predação das sementes e condições climáticas durante a maturação, são também fundamentais para o conhecimento da qualidade do lote.

Em relação às subcategorias, verificou-se que todos os tipos de defeitos resultaram, em sua maioria, em sementes mortas (Tabela 4), exceto para o lote 2002 de ipê-amarelo, no qual essa observação foi feita somente na subcategoria Sementes Deformadas. Dessa forma, o teste de raios X torna-se uma valiosa ferramenta em estudos relacionados às sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo;

auxiliando na seleção de lotes de diferentes qualidades e possibilitando a melhoria desses lotes pelo descarte de sementes vazias e defeituosas.

TABELA 3. Porcentagem de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.) e ipê-roxo (*T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley) classificadas em subcategorias de acordo com a análise radiográfica. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ESPÉCIE	LOTES	SUBCATEGORIAS	PORCENTAGENS
Ipê-amarelo	1998	Pequenos Danos	75
		Danos Severos	11
		Deformadas	14
	2002	Pequenos Danos	81
		Danos Severos	8
		Deformadas	11
Ipê-roxo	2000	Pequenos Danos	48
		Danos Severos	26
		Deformadas	26
	2002	Pequenos Danos	57
		Danos Severos	10
		Deformadas	33

TABELA 4. Resultados do teste de germinação, em porcentagem, para cada tipo de dano visualizado pelas radiografias, em lotes de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.) e ipê-roxo (*T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley). PN – plântulas normais, PA – plântulas anormais, SM – sementes mortas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ESPÉCIE	LOTES	CATEGORIAS	PN	PA	SM
Ipê-amarelo	1998	Pequenos Danos	19 a	0	81
		Danos Severos	0 b	0	100
		Deformadas	0 b	0	100
	2002	Pequenos Danos	67 b	5	28
		Danos Severos	80 a	0	20
		Deformadas	0 c	0	100
Ipê-roxo	2000	Pequenos Danos	9 a	0	91
		Danos Severos	0 b	0	100
		Deformadas	0 b	0	100
	2002	Pequenos Danos	22 b	7	71
		Danos Severos	33 a	0	67
		Deformadas	10 c	30	50

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, em cada lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes foram obtidos por Yin et al. (1984), em sementes de *Pinus densiflora*, *P. koraiensis*, *P. rigida* e *Larix leptolepis*. Segundo estes autores, além das categorias encontradas, como Sementes Deformadas e Vazias, o nível de desenvolvimento das sementes pôde ser diagnosticado sem dificuldade e com precisão pelo método de raios X.

## **6 CONCLUSÕES**

**O teste de raios X é eficiente na avaliação dos defeitos em sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo. Defeitos internos detectados nas radiografias afetam a germinação dessas sementes, reduzindo a qualidade do lote.**

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECCI, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; ROQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L., in Italy. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 28, n. 3, p. 729-738, 2000.

BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; BURG, W. J. van der. Non-destructive X-ray of *Arabidopsis* embryo mutants. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 167-170, June 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992. 365 p.

BURG, W. J. van der; AARTSE, J. W.; ZWOL, R. A. van; JALINK, H.; BINO, R. J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. *Journal American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, Mar. 1994.

CRAVIOTTO, R. M.; YOLDJIAN, A. M.; SALINAS, A. R.; ARANGO, M. R.; BISARO, V.; MATURO, H. Description of pure seed fraction of oat through usual evaluations and radiographic images. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1183-1188, Ago. 2002.

INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING – ISTA. *Seed Science and Technology*. Zurich, 1999. 333 p. Supplement.

MACHADO, C. F. *Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (Tabebuia serratifolia (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae)*. Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).

MACHADO, C. F.; CICERO, S. M. Aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. – Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 393-397, Abr./Jun. 2003.

MATTOS, P. P.; MEDEIROS, A. C. S. *Uso de raios-x na avaliação de sementes de pata-de-vaca (Bauhinia forticata) e erva-mate (Ilex paraguariensis)*. Colombo: EMBRAPA, 2000. 3 p. (Pesquisa em Andamento, n. 88).

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 25, n. 1, p. 116-120, 2003.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: GORDON, A. G.; GOSLING, P.; WANG, B. S. P. *Tree and shrub seed handbook*. Zurich: ISTA, 1991.

YIN, K. B.; PARK, H. S.; LEE, D. K. **Seed viability of some conifers examined by X-ray contrast method and tetrazolium method.** 1984.

ZONTA, E. F.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputador (versão 1. 0). In: **SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA**, 1985, Piracicaba. p. 74-90.

## CAPÍTULO 5

### **AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle) Standley DURANTE O ENVELHECIMENTO NATURAL E ARTIFICIAL**

#### 1 RESUMO

OLIVEIRA, L.M. de. **Avaliação da germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley durante o envelhecimento natural e artificial.** In: \_\_\_\_ **Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente.** Lavras: UFLA, 2004. p.86-102 (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Durante o armazenamento ou envelhecimento artificial de lotes de sementes, são observadas alterações no percentual de germinação. Estas alterações, na maioria das espécies, envolvem o declínio da germinação devido a deteriorações fúngicas ou fisiológicas; no entanto, para sementes do gênero *Tabebuia* nem sempre esse comportamento é observado. O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento germinativo de sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo) durante o armazenamento e envelhecimento artificial, e se alterações na germinação são influenciadas por tratamentos para a desinfestação das sementes. Sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo foram colhidas, secas e armazenadas em sacos de polietileno, em câmara fria. A cada 3 meses de armazenamento foi avaliada a porcentagem de germinação das sementes submetidas ao envelhecimento artificial (42°C e 100%UR por 0, 24, 48, 72 e 96 horas). A germinação foi realizada em substrato areia, a 30°C, com os seguintes tratamentos pré-germinativos: hipoclorito de sódio 2%/3 minutos e benomyl 2%/2 minutos. Sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo apresentam alterações irregulares na germinação durante o envelhecimento artificial. Essas alterações não são observadas durante o armazenamento e não são influenciadas por tratamentos de desinfestação das sementes.

---

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

## 2 ABSTRACT

OLIVEIRA, L.M. de. Evaluation of germination in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley seeds during natural and artificial ageing. In: \_\_\_\_\_ Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age. Lavras: UFLA, 2004. p.86-102 (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

During storage or artificial ageing changes in germination performance is observed. These changes in the many species involve the decrease in the germination due to fungal infections or physiologic deteriorations. However, in seeds of *Tabebuia* this behavior is not always observed. The objectives of this work were to verify the germination of *Tabebuia serratifolia* (yellow ipê) and *T. impetiginosa* (purple ipê) seeds during the storage and artificial aging and see whether the changes in germination profile are influenced by the disinfections treatments of the seeds. Seeds of purple ipê and yellow ipê were collected and dried at 15°C and 70%RH for 2 days, and stored in polyethylene bags. During storage every 3 months the germination percentage of the seeds submitted to artificial aging (42°C and 100%RH for 0, 24, 48, 72 and 96 hours) was evaluated. The germination experiment was performed in sand at 30°C and the seed were previously treated with sodium hypochlorite 2%/3 min. and in benomyl 2%/2 min. The germination of yellow ipê and purple ipê seeds presented irregulars variations during the artificial ageing. These variations are not observed during the storage and they are not influenced by the disinfections treatment.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

Pesquisas encontradas na literatura a respeito da conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* indicam que existem variações na germinação durante o armazenamento (Carvalho et al., 1976; Kano et al, 1978; Maeda & Matthes, 1984; Figliolia, 1988; Figliolia et al., 1988; Cunha et al., 1992; Kageyama et al., 1992; Melo & Eira, 1995) e envelhecimento artificial (Gemaque, 1999).

Em pesquisa realizada por Figliolia (1988), em sementes de *Tabebuia chrysostricha*, foi observada uma germinação inicial de 76% e, quando as sementes foram armazenadas em câmara fria e sacos plásticos, a germinação foi para 52% aos 120 dias e em torno de 65% aos 240 dias. Mello & Eira (1995) constataram que a germinação de sementes de *T. impetiginosa* recém-colhidas era de 55%, passando para 70% aos 18 meses de armazenamento em ambiente a  $-20^{\circ}\text{C}$  e embalagens herméticas.

Gemaque (1999), estudando o efeito do envelhecimento artificial em sementes de *Tabebuia impetiginosa*, observou um acréscimo na germinação em função do aumento do tempo de envelhecimento. O princípio básico do envelhecimento artificial é de que o processo de deterioração é similar ao que ocorre em condições normais de armazenamento, porém, com velocidade de deterioração aumentada (Spinola, 1999). Neste caso, a velocidade dos processos deteriorativos é intensificada pela exposição das sementes a níveis elevados de calor ( $40^{\circ}\text{C}$ - $45^{\circ}\text{C}$ ) e de umidade relativa (aproximadamente 100%), por períodos variáveis (AOSA, 1983).

Trabalhos realizados com o propósito de comparar o envelhecimento natural durante o armazenamento e o envelhecimento artificial mostram que, dependendo do parâmetro avaliado, essas condições nem sempre são similares

(Ganguli & Sen-Mandi, 1990; Aiazzi et al., 1996; Camargo et al., 2000; Machado Neto et al., 2001).

Dentre os fatores que influenciam o potencial da germinação de sementes expostas ao armazenamento e envelhecimento artificial, a presença de microrganismos merece atenção, uma vez que fungos de armazenamento ou aqueles comuns durante o método de envelhecimento artificial aceleram a perda em qualidade das sementes, reduzindo a germinação separadamente das causas fisiológicas da deterioração (Mycock & Berjak, 1995; Carvalho & von Pinho, 1997; Schmidt, 2000; Chunjie et al., 2002). Segundo Berjak (1995), em muitos casos, esses fungos só se manifestam quando as sementes são colocadas para germinar, o que torna essencial a utilização de tratamentos de desinfestação das sementes antes do teste de germinação.

O objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento germinativo de sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo) durante o armazenamento e envelhecimento artificial e se alterações na germinação são influenciadas por tratamentos para a desinfestação das sementes.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo, colhidas em diversas matrizes, em Lavras, MG, no ano de 2001, foram beneficiadas manualmente e secas em galpão por 5 dias, antes do armazenamento e envelhecimento artificial. As sementes de ambas as espécies estavam com umidade em torno de 45% por ocasião da colheita.

As sementes foram armazenadas em sacos de polietileno, em câmaras com controle de temperatura e de umidade (10-12°C; 70%UR) e, a cada 3 meses de armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses para sementes de ipê-amarelo e 0, 3, 6, 9 e 12 meses para sementes de ipê-roxo), foi avaliada a porcentagem de germinação de sementes submetidas ou não ao envelhecimento artificial. Antes da realização dos experimentos, as sementes foram mantidas, por 24 horas, em condições ambientais.

O envelhecimento artificial foi realizado em BODs a 42°C e 100% de umidade relativa durante 0 (testemunha), 24, 48, 72 e 96 horas (Krzyzanowski et al., 1999). Após esses períodos, as sementes foram acondicionadas em bandejas e mantidas por dois dias em sala com temperatura de 15°C e 70%UR, para homogeneização da umidade, que estava em torno de 9% antes da realização do teste de germinação.

As sementes tiveram sua umidade determinada pelo método de estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 17 horas (Brasil, 1992), com 4 repetições de um grama de sementes por lote.

Antes do teste de germinação, as sementes foram desinfestadas com: hipoclorito de sódio - 2%/3 minutos, benomyl - 2%/2 minutos e testemunha - sementes sem desinfestação.

O teste de germinação foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições de 20 sementes para cada espécie, em substrato areia, a 30°C sob luz constante. Foram feitas avaliações conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), aos 28 dias após a semeadura (Machado, 1999).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito do envelhecimento artificial em sementes de ipê-roxo e ipê-amarelo é influenciado pela época de armazenamento das sementes. A germinação das sementes de ipê-roxo recém-colhidas foi favorecida pelo envelhecimento artificial por 96 horas para sementes sem tratamento de desinfestação e tratadas com benomyl, e por 72 horas para sementes tratadas com hipoclorito de sódio. Enquanto que, aos 3 meses de armazenamento, houve um decréscimo na germinação de sementes envelhecidas por 24 horas, sendo, em seguida, observado um acréscimo, a 48 horas de envelhecimento, e um novo decréscimo, com 72 horas. Com o armazenamento por seis e nove meses, foi observada uma diminuição na germinação com 72 horas, seguida por um aumento com 96 horas. A maior variação de germinação foi obtida em sementes armazenadas por 12 meses, tendo havido uma queda de germinação com 24 e 96 horas de envelhecimento artificial (Figura 1).

Para sementes de ipê-amarelo, o envelhecimento artificial teve pouca influência em sementes recém-colhidas. A maior variação de germinação foi observada em sementes armazenadas por três meses, tendo sido observada uma redução na germinação até 72 horas de envelhecimento e um acréscimo a 96 horas. Enquanto que, em sementes armazenadas por nove meses, o envelhecimento artificial por 96 horas foi eficiente na promoção da germinação (Figura 2).

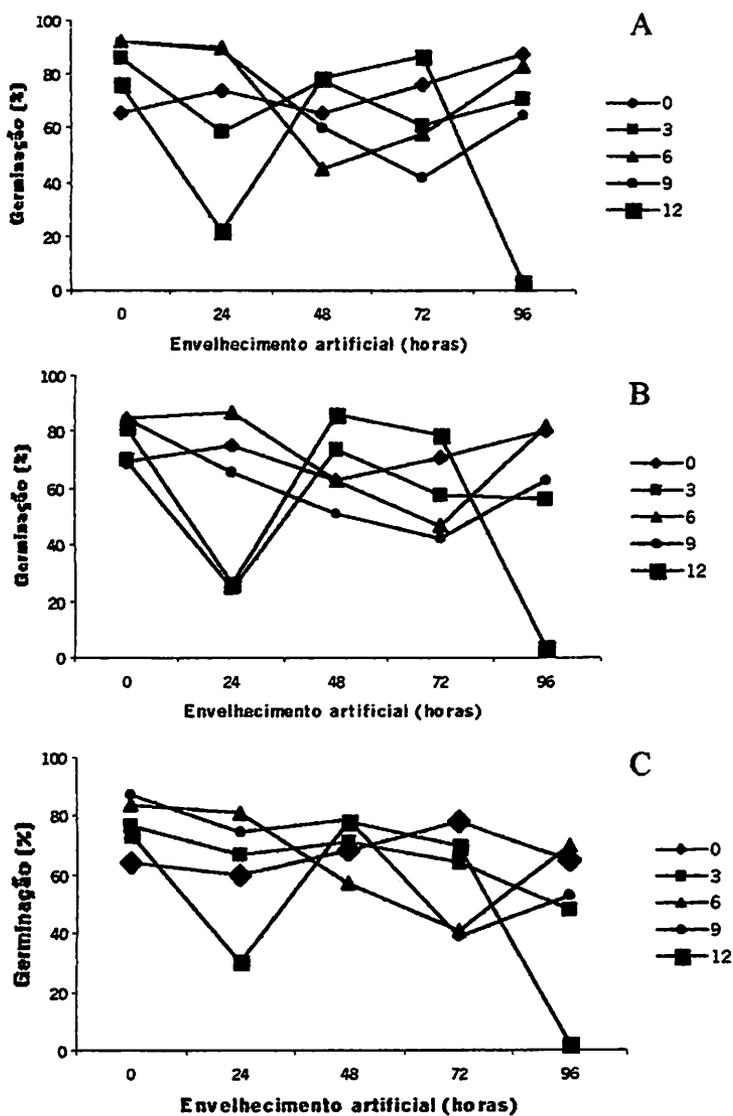
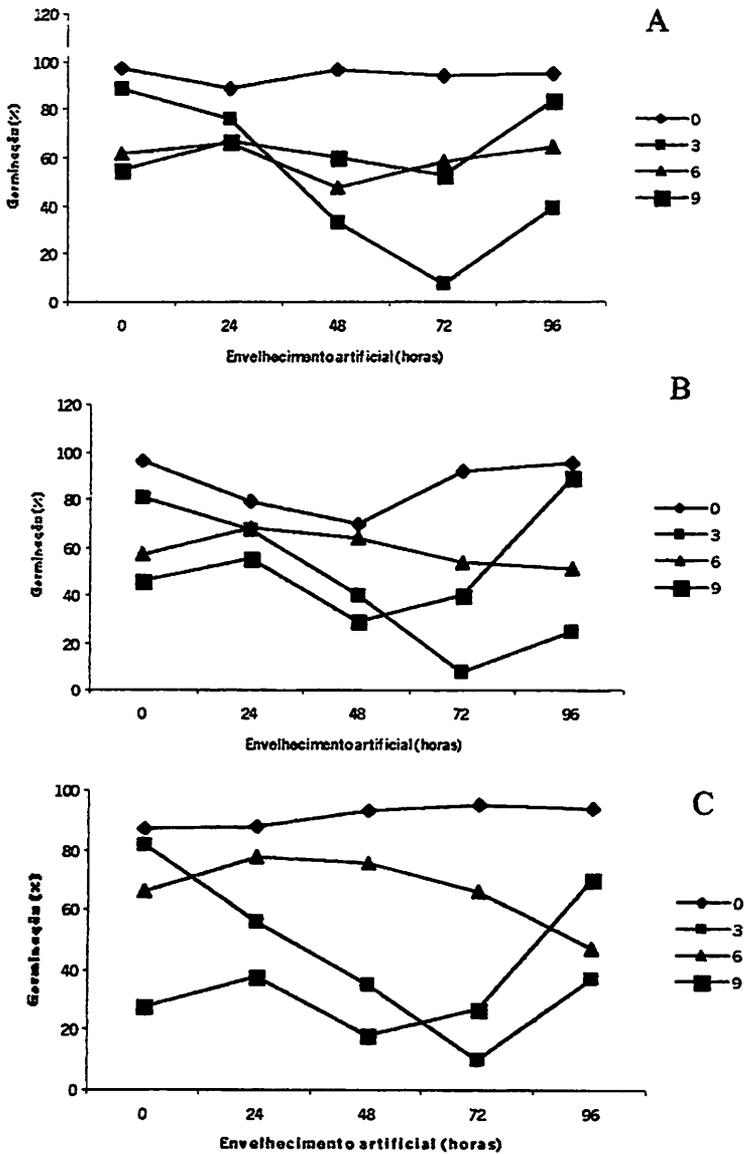


FIGURA 1. Porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* envelhecidas artificialmente, durante o armazenamento, em meses. A- sementes sem tratamento de desinfestação, B - sementes tratadas com benomyl e C - sementes tratadas com hipoclorito de sódio. UFLA, Lavras, MG, 2004.



**FIGURA 2.** Porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* envelhecidas artificialmente, durante o armazenamento, em meses. A- sementes sem tratamento de desinfestação, B – sementes tratadas com benomyl e C – sementes tratadas com hipoclorito de sódio. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Na análise da germinação de sementes de ipê-roxo durante o armazenamento, pôde ser observado um acréscimo até os 9 meses (Figura 3). Enquanto que, em sementes recém-colhidas e envelhecidas artificialmente, esse acréscimo foi alcançado a partir de 48 horas; com 96 horas de envelhecimento foram obtidos os maiores valores de germinação em sementes recém-colhidas (Figura 1). Nota-se, portanto, que o armazenamento por 9 meses e o envelhecimento artificial por 96 horas favorecem a germinação de sementes de ipê-roxo.

As sementes de ipê-amarelo seguiram um comportamento normal em relação ao armazenamento de sementes não dormentes, com redução na germinação ao longo do período (Figura 4).

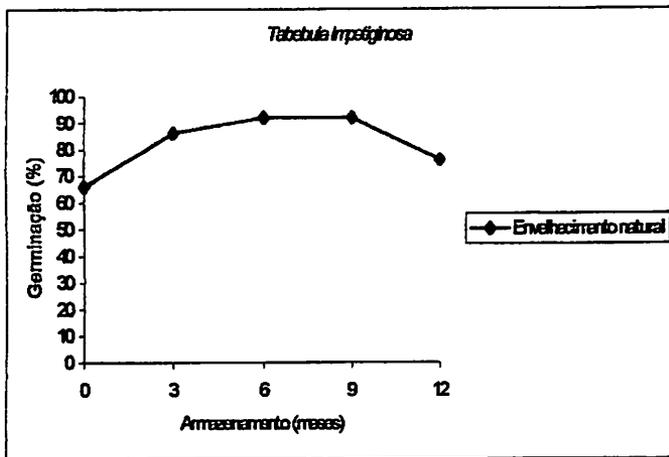


FIGURA 3. Porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* durante o armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2004.

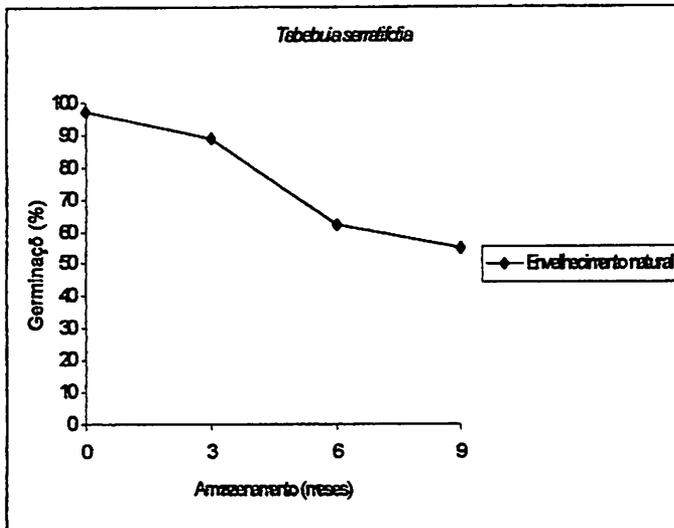


FIGURA 4. Porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* durante o armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Os resultados obtidos durante o envelhecimento artificial de sementes de ipê-roxo corroboram com os observados por Gemaque (1999) em sementes recém-colhidas da mesma espécie; enquanto que, em sementes armazenadas por 8 meses, resultados superiores de germinação foram obtidos após 168 horas de envelhecimento. Segundo a autora, o método de envelhecimento, por se apresentar saturado de água, promoveu a reestruturação de membranas, melhorando o processo germinativo. Da mesma forma, Schmidt (2000) ressalta que o alto conteúdo de umidade durante o envelhecimento artificial pode ativar o mecanismo de reparo das células, o que foi observado em sementes de *Arachis hypogaea* (amendoim) (Jeng & Sung, 1994). Entretanto, o comportamento referente às oscilações de germinação das sementes, observado nesse trabalho

durante o envelhecimento artificial, sugere que, além da reestruturação das membranas, outros fatores devem estar associados.

Além disso, há variações no período em que ocorrem as alterações na germinação de sementes de *Tabebuia* armazenadas ou envelhecidas. Acréscimos na germinação de sementes de *Tabebuia* podem ser observados com 63 (Carvalho et al., 1976), 240 (Figliolia, 1988), 300 (Kano et al., 1978) e 540 dias de armazenamento (Melo & Eira, 1995). Entre os fatores que podem causar essas variações de períodos estão: qualidade inicial das sementes, grau de maturação no momento da colheita, presença de microrganismos, ambiente e embalagens utilizadas e dormência.

Alterações na germinação são relatadas em sementes de outras espécies. Sales et al. (2001) relataram que a germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* aumentou em função dos crescentes períodos de exposição ao envelhecimento a 43°C. Acréscimos na germinação também foram observados em sementes de *Calopogonium mucunoides* (calopogônio), porém, até 36 horas de exposição ao envelhecimento (Meschede et al., 2003). Carvalho & Biasi (2001) obtiveram 90% de germinação em sementes de *Hovenia dulcis* (uva-do-japão) envelhecidas por 120 horas.

Em relação ao estudo de desinfestação, os tratamentos benomyl e hipoclorito de sódio não afetaram as variações de germinação observadas na testemunha, salientando que, possivelmente, essas alterações não são devido à presença de microrganismos nas sementes (Figuras 1 e 2). Estudos relatam que o método de envelhecimento artificial pode auxiliar na redução de patógenos em sementes. Medina et al. (2001) constataram que a incidência de fungos, como *Alternaria* sp, *Fusarium* sp e *Cladosporium* sp, em sementes de feijão foi atenuada com o aumento do período de exposição das sementes ao envelhecimento artificial.

De acordo com Berjak (1995), prolongados tratamentos de calor em sementes úmidas têm sido usados para o tratamento das sementes, com a vantagem de que esse tratamento alcança o interior dos tecidos e qualquer micélio/inóculo situado mais profundamente nas sementes.

Apesar da baixa incidência de patógenos nos lotes testados, foram encontradas, durante o teste de germinação, as espécies *Alternaria alternata*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. A presença desses fungos também foi observada por Carvalho (1991), em sementes de *Tabebuia serratifolia*. Degan et al. (1997) relataram a presença de fungos dos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*, sendo este último considerado possível patógeno do gênero *Tabebuia*, causando danos tanto nas sementes em germinação como em plântulas.

## 6 CONCLUSÕES

Sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo apresentam alterações irregulares na germinação durante o envelhecimento artificial. Essas alterações não são observadas durante o armazenamento e não são influenciadas por tratamentos de desinfestação das sementes.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIAZZI, M. T.; ARGUELLO, J. A.; PEREZ, A.; DI RIENZO, J.; GUZMÁN, A. Deterioration in *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Struckert) seeds: natural and accelerated ageing. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 25, n. 1, p. 147-155, 1996.

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

BERJAK, P. The role of microorganisms in deterioration during storage of recalcitrant and intermediate seeds. In: OUÉDRAOGO, A. S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. *Intermediate/Recalcitrant Tropical Forest Tree Seeds: Proceedings of a working on improved methods for handling and storage of intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds*. Itália: IPGRI, Denmark, DANIDA, 1995. p. 121-126.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992. 365 p.

CAMARGO, M. L. P.; MORI, E. S.; MELLO, E. J.; ODA, S.; LIMA, G. P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 113-122, dez. 2000.

CARVALHO, R. I. N.; BIASI, L. A. Envelhecimento acelerado de sementes de *Hovenia dulcis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 2001. v. 11, n. 2, p. 131.

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

CARVALHO, M. L. M.; VON PINHO, E. V. R. *Armazenamento de sementes*. Lavras: UFLA. 1997. (Curso de Tutoria a Distância).

CHUNJIE, L.; YANRONG, W.; TINGHENG, Z.; LING, Y. Response of alfafa seed to stress storage conditions. *Yingyong-Shengtai-Xuebao*, Lanzhou, v. 13, n. 8, p. 957-961, 2002.

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

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SADER, R.; PINTO, L. R. Composição química, sanidade, secagem e germinação de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 41-47, 1997.

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo*, São Paulo, v. 42, p. 1-18, 1988.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; JARDIM, D. C. P.; IWANE, M. S. S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v. 20/22, p. 47-55. 1988.

GANGULI, S.; SEN-MANDI, S. Some physiological differences between naturally and artificially aged wheat seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 18, n. 3, p. 507-514, 1990.

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

JENG, T. L.; SUNG, J. M. Hydration effect on lipid peroxidation activity of artificially age peanut seed. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1994.

KAGEYAMA, P. Y.; SANCHEZ, S. P. A.; FERRAZ, E. M.; SOUZA, L. M. C. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 435-439, mar. 1992.

KANO, N. K.; MARQUÉZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp). *IPEF*, Piracicaba, n. 17, p. 13-23, dez. 1978.

KRZYŻANOWSKI, F.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.

MACHADO, C. F. **Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae)**. Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).

MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; TAKAKI, M. Evaluation of naturally and artificially aged seeds of *Phaseolus vulgaris* L. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, n. 1, p. 137-149, 2001.

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

MESCHEDE, D. K.; GUARESQUI, J. A.; MIRANDA, J. P.; PÁDUA, E. M. S.; OURIVES, A. L. Avaliação do envelhecimento acelerado na superação da dormência das sementes de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. **Anais...** Gramado, 2003. p. 161.

MEDINA, P. F.; ITO, M. F.; LAGO, A. A.; PLAZAS, I. H. A. Z. Ocorrência de fungos em sementes de feijão, submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Anais...** Londrina, 2001. v. 11, n. 2, p. 171.

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

MYCOCK, D. J.; BERJAK, P. The implication of seed-associated mycoflora during storage. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 747-766.

SALES, J. G. C.; MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Uso do envelhecimento acelerado e de tratamentos convencionais na superação da dormência de sementes de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf) cultivar Marandu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Anais....** Curitiba, 2001. v. 11, n. 2, p. 320.

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

SPINOLA, M. C. M. **Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho em diferentes períodos de envelhecimento acelerado e suas relações com o armazenamento**. 1999. 135 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

## CAPÍTULO 6

### **DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle) Standley ARMAZENADAS E ENVELHECIDAS ARTIFICIALMENTE**

#### 1 RESUMO

OLIVEIRA, L.M. de. **Dormência de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley armazenadas e envelhecidas artificialmente.** In: \_\_\_\_ Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente. Lavras: UFLA, 2004. p.103-119 (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Com o objetivo de verificar a presença de dormência em sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo), e os efeitos de diferentes tratamentos na sua superação, foram testados os métodos: temperatura alta (45°C por 7 dias), temperatura baixa (15 dias a 10°C), GA<sub>3</sub> 0,03%, KNO<sub>3</sub> 0,2%, embebição (em água por 12h a 30°C), embebição seguida de retirada do tegumento. Foram utilizados lotes de sementes recém-colhidas e lotes armazenados por um ano à temperatura de 10°C e 70%UR. O envelhecimento artificial foi efetuado em BOD a 42°C e 100% de umidade relativa durante 0, 24, 48, 72 e 96 horas. O teste de germinação foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições de 20 sementes para cada tratamento, em substrato areia, a 30°C, sob luz constante. Não é observada a presença de dormência em sementes de ipê-amarelo. Sementes de ipê-roxo possuem dormência, superada pelo método de envelhecimento artificial seguido da embebição dessas sementes, entre papel umedecido em água por 12 horas com a posterior retirada do tegumento.

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

## 2 ABSTRACT

OLIVEIRA, L.M. de **Dormancy in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley seeds storage and artificially aged.** In: \_\_\_\_\_ **Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age.** Lavras: UFLA, 2004. p.103-119 (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

With the objective to verify the presence of dormancy in *Tabebuia serratifolia* (yellow ipê) and *T. impetiginosa* (purple ipê) seeds and the effect of the treatments in breaking dormancy the following experiments were used: high temperature (45°C for 7 days), temperature at 10°C for 15 days, GA<sub>3</sub> 0,03%, KNO<sub>3</sub> 0,2%, imbibitions (in water for 12 hours at 30°C), imbibitions followed by removal of the seed coat. Newly collected seed and seeds stored for 1 year at 10°C and 70%RH were used. The artificial aging was performed in BOD at 42°C and 100%RH during 0, 24, 48, 72 and 96 hours. Germination test was with 5 repetitions for 20 seeds for each treatment in sand at 30°C with continuous light. The evaluation was made at 15 (first count) and 28 days before of starting the test (final count). There was not dormancy in yellow ipê seeds. Purple ipê seeds displays seed dormancy and the method of artificial ageing following imbibitions between paper for 12 hours and remove of the seed coat was efficient in breaking dormancy.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

Cerca de dois terços das sementes das espécies arbóreas possuem algum tipo de dormência (Vieira & Fernandes, 1997). A dormência é conhecida como um recurso utilizado pela natureza, que faz com que as sementes germinem nas condições mais propícias ao seu desenvolvimento, garantindo a perpetuação da espécie (Allen & Meyer, 1998; Baskin & Baskin, 2003).

Embora existam diferentes classificações, a dormência em sementes pode ser classificada em primária e secundária. A dormência primária é iniciada durante o desenvolvimento das sementes e pode ser caracterizada como dormência endógena e exógena, enquanto a dormência secundária é atribuída quando sementes maduras são expostas a condições desfavoráveis, como temperatura e fotoperíodo inadequados, excesso ou falta de água e presença de substâncias químicas (Bewley & Black, 1994; Bewley, 1997).

Vários autores sugerem que as condições em que as sementes são expostas, durante o armazenamento e envelhecimento artificial, podem influenciar tanto na indução como superação da dormência (Bewley & Black, 1994; Baskin & Baskin, 1998; Desai et al., 1997; Fowler, 2000, Vieira, 2000).

Segundo Bewley & Black (1994), o armazenamento por 7 dias a 20°C pode induzir a dormência em sementes de cevada. Por outro lado, o armazenamento é eficiente na superação da dormência de sementes de *Senna macranthera* (Santarém & Áquila, 1995) e da maioria dos cereais (Brasil, 1992).

A dormência imposta por altas temperaturas foi relatada em sementes de *Helianthus annuus* (Corbineau et al., 1988), *Avena sativa* (Corbineau et al., 1993), cevada (Bewley & Black, 1994) e *Amaranthus caudatus* (Kepczynski & Bihun, 2002). Enquanto que a temperatura elevada se mostrou eficiente na superação da dormência de sementes de *Hovenia dulcis* (uva-do-japão)

(Carvalho & Biasi, 2001).

Além de temperatura alta e armazenamento, outros métodos podem ser utilizados na superação da dormência em sementes, como: estratificação a frio, uso de produtos químicos (nitrato de potássio, etileno e giberelinas), embebição em água, lavagens em água corrente, remoção de estruturas que envolvam a semente, exposição à luz e escarificações química, mecânica ou manual (Brasil, 1992; Baskin & Baskin, 1998; Fowler, 2000).

Há relatos de que sementes do gênero *Tabebuia* não apresentam dormência (Kageyama & Viana, 1991; Costa, 1995; Carvalho, 1994); no entanto, em condições de armazenamento (Carvalho et al., 1976; Kano, 1978; Maeda & Matthes, 1984; Figliolia, 1988; Figliolia et al., 1988, Cunha et al., 1992; Kageyama et al., 1992; Melo & Eira, 1995) e envelhecimento artificial (Gemaque, 1999), foram observados acréscimos na germinação, sugerindo o efeito de quebra de dormência.

O objetivo deste trabalho foi verificar a presença de dormência em sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo), e os efeitos de diferentes tratamentos na sua superação.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizadas sementes colhidas em diversas matrizes em Lavras, MG, nos anos de 2000 (lote armazenado) e 2001 (lote recém-colhido) para o ipê-amarelo e ipê-roxo. As sementes de ambas as espécies estavam com umidade em torno de 45% por ocasião da colheita. As sementes foram beneficiadas manualmente, secas em galpão por 5 dias e os lotes de 2001 armazenados em sacos de polietileno, em câmara com controle de temperatura e umidade (10°C-12°C; 70%UR), por um ano. As sementes foram mantidas, por 24 horas em condições ambientais, antes da realização dos experimentos.

As sementes tiveram sua umidade determinada pelo método de estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 17 horas (Brasil, 1992), com 4 repetições de um grama de sementes por lote.

As sementes dos lotes armazenados e recém-colhidos foram submetidas ao envelhecimento artificial em ambiente a  $42^\circ\text{C}$  e 100% de umidade relativa durante 0 (testemunha), 24, 48, 72 e 96 horas (Krzyzanowisk et al., 1999). Após esses períodos, as sementes foram acondicionadas em bandejas e mantidas por dois dias em sala com temperatura de  $15^\circ\text{C}$  e 70%UR, para homogeneização da umidade, que estava em torno de 9%, para ambas as espécies.

Antes da realização do teste de germinação foram utilizados os seguintes métodos para a superação de dormência em sementes, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992):

a) temperatura alta – as sementes foram colocadas em *gerbox* contendo areia umedecidas em água e mantidas a  $45^\circ\text{C}$  por 7 dias;

b) temperatura baixa – as sementes foram mantidas em substrato de areia umedecida, por 15 dias a 10°C;

c) GA<sub>3</sub> – foram utilizados papéis de germinação umedecidos com solução de 0,03% de giberelina. As sementes foram mantidas nesse substrato por 2 dias;

d) KNO<sub>3</sub> – foram utilizadas soluções com 0,2% de KNO<sub>3</sub> em substrato papel. As sementes foram mantidas nessas condições por 2 dias;

e) embebição + com tegumento – as sementes foram embebidas entre papéis umedecidos com água por 12h a 30°C;

f) embebição + sem tegumento – o tegumento das sementes foi retirado após a embebição em água por 12 horas a 30°C;

As sementes da testemunha não sofreram tratamentos para a quebra da dormência.

O teste de germinação foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições de 20 sementes para cada tratamento, em substrato areia, a 30°C, sob luz constante. A avaliação foi feita aos 28 dias após a semeadura (Machado, 1999), conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Os tratamentos que envolveram produtos como KNO<sub>3</sub> e giberelina foram umedecidos com a solução, enquanto os demais tratamentos foram umedecidos com água, com 70% da capacidade de campo.

Os dados obtidos no teste de germinação foram transformados utilizando arc sen.  $\sqrt{x/100}$  e submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa SANEST (Zonta et al., 1985).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes recém-colhidas e não envelhecidas de ipê-amarelo foi beneficiada pelos tratamentos  $GA_3$ ,  $KNO_3$  e embebição + sem tegumento. Nota-se que o envelhecimento das sementes sem tratamento de superação de dormência, por 24 horas, favoreceu a germinação das sementes de ipê-amarelo, em comparação à germinação de sementes não envelhecidas (Figura 1).

Foi observado, ainda, que o envelhecimento acelerado dessas sementes, a partir de 48 horas, foi prejudicial, independente do tratamento para superação da dormência (Figura 1). Esse resultado pode ser devido, principalmente, às condições em que as sementes desse lote foram expostas durante o desenvolvimento ou beneficiamento, o que pode reduzir sua resistência a fatores adversos, como os que são utilizados durante o método de envelhecimento.

Para o lote armazenado, os tratamentos de superação de dormência foram ineficientes no aumento da germinação, provavelmente porque o lote não apresentava dormência (Figura 2). A drástica redução da germinação das sementes envelhecidas por 24 horas vem comprovar os resultados obtidos por diversos autores que afirmam haver variação na germinação ao longo do armazenamento ou envelhecimento artificial (Carvalho et al., 1976; Kano et al., 1978; Maeda & Matthes, 1984; Figliolia, 1988; Figliolia et al., 1988 e Kageyama et al., 1992; Gemaque, 1999).

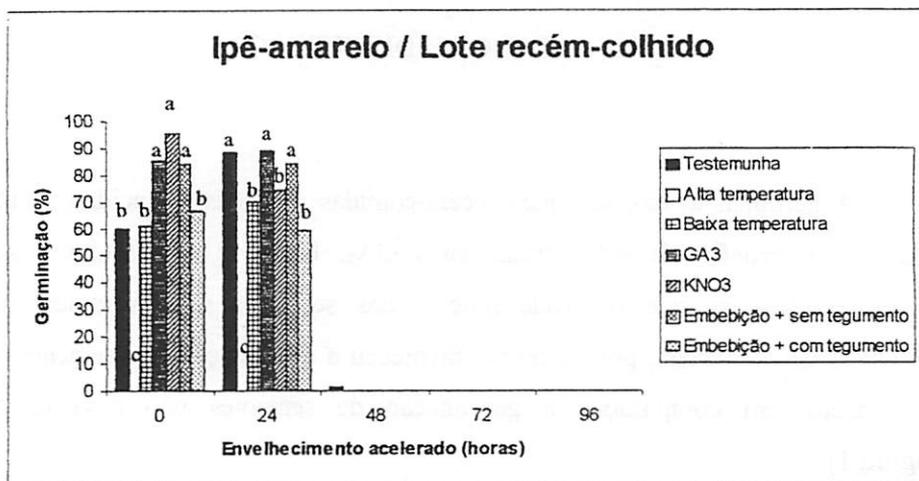


FIGURA 1. Porcentagem de germinação de sementes recém-colhidas de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) submetidas ao envelhecimento artificial e tratamentos para superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004.

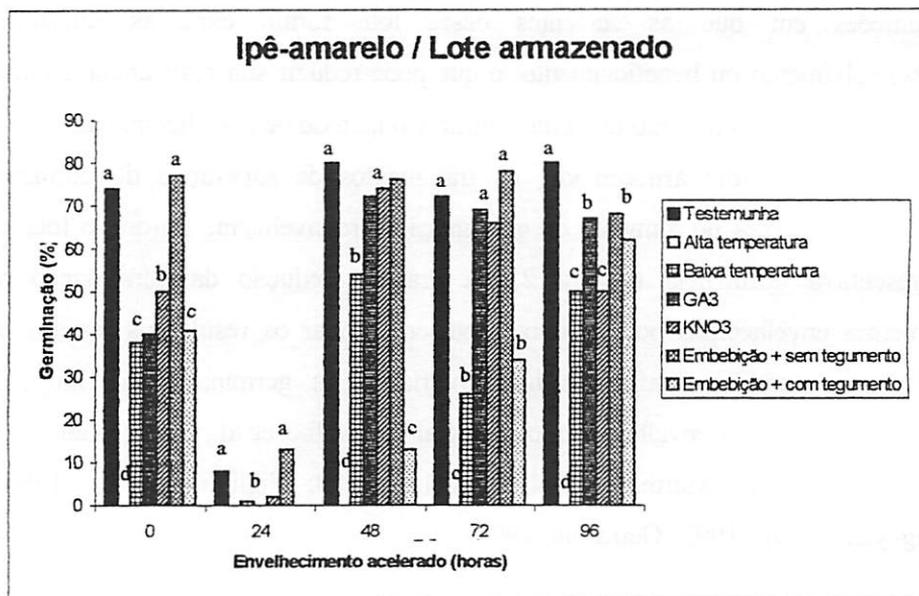


FIGURA 2. Porcentagem de germinação de sementes armazenadas de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) submetidas ao envelhecimento artificial e tratamentos para superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004

Esses resultados evidenciam que outros fatores, além da dormência, podem afetar a germinação de sementes de ipê ao longo do armazenamento ou envelhecimento artificial. Alterações fisiológicas, como formação de compostos químicos como fenóis (Amaral et al., 1992; Bewley & Black, 1994; Corbineau & Come, 1995; Taylor et al., 2003) ou proteínas de choque térmico (Dell'Aquila & Spada, 1994; Bettey & Finch-Savage, 1998; Dell'Aquila & Di Turi, 1999; Korotaeva et al., 2001; Al-Niemi & Stout, 2002; Gashaw & Michelsen, 2002; Sun et al., 2002), são sugeridas como fatores que podem explicar esse comportamento.

Em sementes de ipê-roxo recém-colhidas foi observada uma baixa germinação das sementes submetidas a todos os tempos de envelhecimento e tratamentos para superação da dormência, exceto com 48 horas de envelhecimento e tratamento embebição + sem tegumento, que se destacou dos demais, proporcionando uma germinação em torno de 80% (Figura 3). Enquanto que, em sementes armazenadas, resultados superiores de germinação foram obtidos em sementes envelhecidas por 24, 48 e 96 horas submetidas ao tratamento embebição + sem tegumento (Figura 4).

Dessa forma, pode ser sugerido que sementes de ipê-roxo apresentam dormência, podendo ser superada pelos tratamentos de envelhecimento artificial e embebição, seguidos pela retirada do tegumento; o período de exposição das sementes ao envelhecimento artificial dependerá do lote utilizado. A dormência dessas sementes parece se encontrar exogenamente, visto que os tratamentos eficientes para sua superação utilizam técnicas que alteram a permeabilidade da semente. Essa permeabilidade não deve estar associada à entrada de água, uma vez que não foram encontradas sementes duras ao final dos testes de germinação (Tabelas 7A).

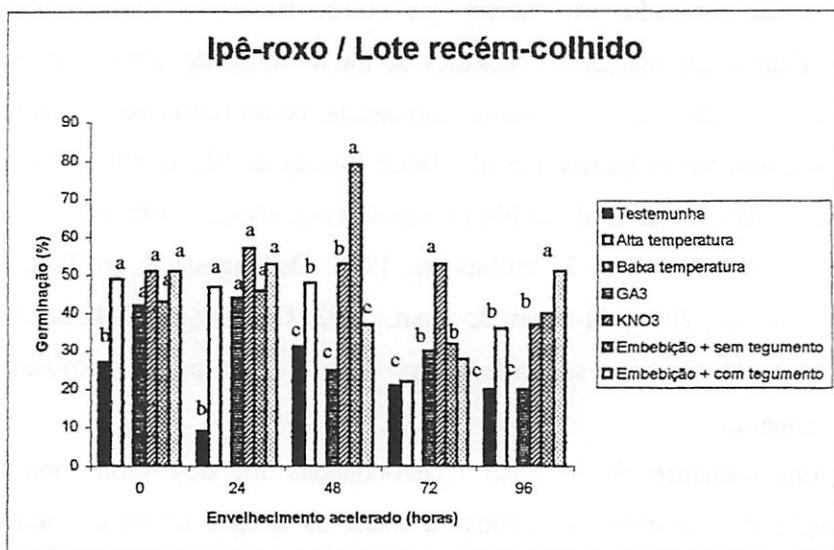


FIGURA 3. Porcentagem de germinação de sementes recém-colhidas de *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo) submetidas ao envelhecimento artificial e tratamentos para superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004.

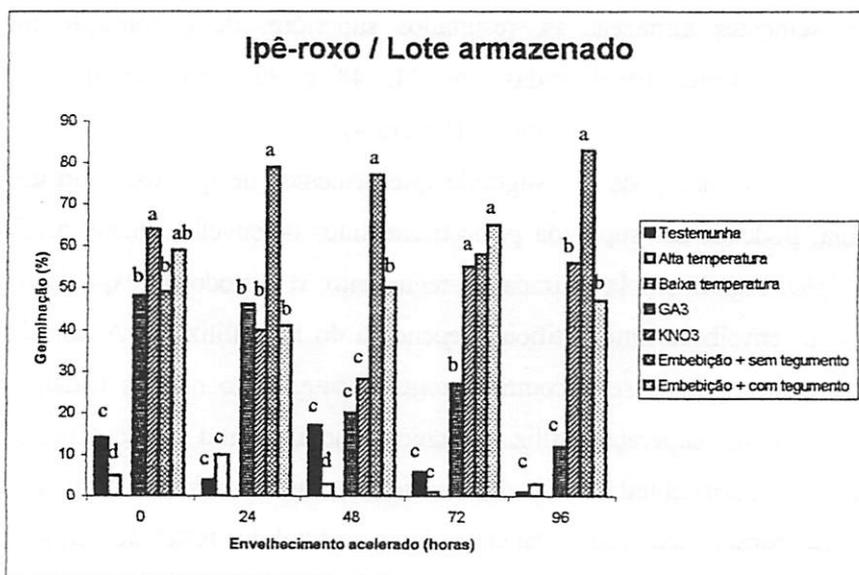


FIGURA 4. Porcentagem de germinação de sementes armazenadas de *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo) submetidas ao envelhecimento artificial e tratamentos para superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004

Segundo Kepczynski & Bihun (2002), é possível que o tegumento da semente dormente se torne menos permeável ao oxigênio, uma vez que um aumento na concentração desse elemento causou a germinação em todas as sementes de *Amaranthus caudatus* com dormência secundária após 5 dias de incubação. O efeito estimulatório do oxigênio pode ser relatado para a produção de etileno, desde que o oxigênio é requerido na conversão de ACC a etileno (Corbineau, 1988).

Cícero (1986) relatou a presença de compostos fenólicos, como floridizin, ácido salicílico, ácido cumárico, ácido clorogênico e cumarina, no tegumento de sementes. Segundo Bewley & Black (1994), os compostos fenólicos podem atuar como inibidores da germinação, por consumirem oxigênio durante o processo de oxidação.

Além disso, a remoção de estruturas da semente, como o tegumento, pode resultar em uma menor incidência de patógenos que, porventura, podem estar presentes em lotes de sementes (Berjak, 1995).

O método de envelhecimento acelerado foi utilizado para a superação da dormência de outras espécies, como amendoim (*Arachis hypogaea*) (Jeng & Sung, 1994), capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) (Sales et al., 2001), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) (Meschede et al., 2003).

## 6 CONCLUSÃO

Não é observada a presença de dormência em sementes de ipê-amarelo. Sementes de ipê-roxo possuem dormência superada pelo método de envelhecimento artificial seguido da embebição dessas sementes, entre papel umedecido em água por 12 horas com a posterior retirada do tegumento.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, P. S.; MEYER, S. E. Ecological aspects of seed dormancy loss. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 183-191, June 1998.
- AL-NIEMI, T. S.; STOUT, R. G. Heat-shock protein expression in a perennial grass commonly associated with active geothermal areas in western North America. *Journal of Thermal Biology*, Oxford, v. 27, n. 6, p. 547-553, Dec. 2002.
- AMARAL, W. A. N.; BORGES, K. H.; MELO, S. L. M. Frutificação, predação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Tabebuia serratifolia* Nichols. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992. *Anais...* 1992. p. 298-302.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. *Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination*. Kentucky: Academic Press, 1998. 666 p.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. New approaches to the study of the evolution of physical and physiological dormancy, the two most common classes of seed dormancy on Earth. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K. J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H. W. *The biology of seeds: recent research advances*. Wallingford: CABI, 2003. p. 371-380.
- BERJAK, P. The role of microorganisms in deterioration during storage of recalcitrant and intermediate seeds. In: OUÉDRAOGO, A. S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. *Intermediate/Recalcitrant Tropical Forest Tree Seeds: Proceedings of a working on improved methods for handling and storage of intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds*. Italia: IPGRI; Denmark, DANIDA, 1995. p. 121-126.
- BETTEY, M.; FINCH-SAVAGE, W. E. Stress protein content of mature Brassica seeds and their germination performance. *Seed Science Research*, Wallingford, v. 8, n. 3, p. 347-355, Sept. 1998.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and Dormancy. *The Plant Cell*, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, July 1997.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1994. 640 p.

CARVALHO, R. I. N.; BIASI, L. A. Envelhecimento acelerado de sementes de *Hovenia dulcis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2001. v. 11, n. 2, p. 131.

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

CICERO, S. M. Dormência de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. p. 41-73.

CORBINEAU, F.; CÔME, D. Control of seed germination and dormancy by the gaseous environment. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 397-424.

CORBINEAU, F.; BLACK, M.; CÔME, D. Induction of thermo dormancy in *Avena sativa* seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 2, p. 111-117, June 1993.

CORBINEAU, F.; RUDNICKI, R. M.; CÔME, D. Induction of secondary dormancy in sunflower seeds by high temperature. Possible involvement of ethylene biosynthesis. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 73, n. 3, p. 368-373, July 1988.

COSTA, M. E. **Morfo-anatomia da semente e plântula de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson (Bignoniaceae)**. Curitiba: UFPR, 1995. 152 p.

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

DELL'AQUILA, A.; DI TURI, M. Amplification of ageing symptoms in two differently thermal-sensitive wheat (*Triticum durum* L.) genotypes by heat-

shock: relationship between germination response and embryo protein patterns. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 2, p. 467-476, 1999.

DELL'AQUILA, A.; SPADA, P. Effect of low and high temperatures on protein synthesis patterns of germinating wheat embryos. **Plant Physiology Biochemistry**, Paris, v. 32, n. 1, p. 65-73, Jan./Feb. 1994.

DESAI, B. B.; KOTTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook: biology, production, processing and storage**. New York: Marcel Dekker, 1997. 627 .

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 42, p. 1-18, 1988.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; JARDIM, D. C. P.; IWANE, M. S. S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 20/22, p. 47-55, 1988.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p. 77-100.

GASHAW, M.; MICHELSEN, A. Influence of heat shock on seed germination of plants from regularly burnt savanna woodlands and grasslands in Ethiopia. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 159, n. 1, p. 83-93, Mar. 2002.

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

JENG, T. L.; SUNG, J. M. Hydration effect on lipid peroxidation activity of artificially age peanut seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 531-539, 1994.

KAGEYAMA, P. Y.; SANCHEZ, S. P. A.; FERRAZ, E. M.; SOUZA, L. M. C. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 435-439, mar. 1992.

- KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 19989, Atibaia. *Anais...* São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 197-215.
- KANO, N. K.; MARQUÉZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp). IPEF, Piracicaba, n. 17, p. 13-23, dez. 1978.
- KEPCZYNSKI, J.; BIHUN, M. Induction of secondary dormancy in *Amaranthus caudatus* seeds. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v. 38, n. 2, p. 135-140, Oct. 2002.
- KOROTAEVA, N. E.; ANTIPINA, A. I.; GRABELNYKH, O. I.; VARAKINA, N. N.; BOROVSII, G. B.; VOINIKOV, V. K. Mitochondrial low-molecular-weight heat-shock proteins and the tolerance of cereal mitochondrial to hyperthermia. *Russian Journal of Plant Physiology*, New York, v. 48, n. 6, p. 798-803, Nov./Dec. 2001.
- KRZYZANOWSKI, F.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.
- MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae). Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).
- MAEDA, J. A.; MATTHES, L. A. F. Conservação de sementes de ipê. *Bragantia*, Campinas, v. 43 n. 1, p. 45-50, 1984.
- MELLO, C. M. C.; EIRA, M. T. S. de. Conservação de sementes de ipês (*Tabebuia* spp.). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 427-432, out./dez. 1995.
- MESCHEDE, D. K.; GUARESQUI, J. A.; MIRANDA, J. P.; PÁDUA, E. M. S.; OURIVES, A. L. Avaliação do envelhecimento acelerado na superação da dormência das sementes de Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. *Anais...* Gramado, 2003. v. 13, n. 2, p. 161.

SALES, J. G. C.; MESCHEDÉ, D. K.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Uso do envelhecimento acelerado e de tratamentos convencionais na superação da dormência de sementes de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf) cultivar Marandu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. Anais... Curitiba, 2001. v. 11, n. 2, p. 320.

SANTARÉM, E. R.; AQUILA, M. E. A. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin & Barneby (Leguminosae). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 205-209, 1995.

SUN, W.; MONTAGU, M. V.; VERBRUGGEN, N. Small heat shock protein and stress tolerance in plants. *Biochimica et Biophysica Acta*, Paris, v. 1577, p. 1-9, 2002.

TAYLOR, A. G.; GOFFINET, M. C.; PIKUZ, S. A.; SHELKOVENKO, T. A.; MITCHELL, M. D.; CHANDLER, K. M.; HAMMER, D. A. Physico-chemical factors influence beet (*Beta vulgaris* L.) seed germination. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K. J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H. W. *The biology of seeds - presents research advances*. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p. 433-440.

VIEIRA, A. R. *Aplicação do GA<sub>3</sub> na superação da dormência e na atividade da  $\alpha$ -amilase em sementes de arroz e alterações fisiológicas no armazenamento*. Lavras: UFLA, 2000. 117 p. (Tese de Doutorado).

VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Dormência de sementes. *Informativo Sementes IPEF*, Piracicaba, 1997. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.html>>. acesso em 2003.

ZONTA, E. F.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputador (versão 1. 0). In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1985, Piracicaba. p. 74-90.

## CAPÍTULO 7

### **AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS, ULTRA-ESTRUTURAIS E BIOQUÍMICAS EM SEMENTES DE *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. E *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. De Candolle) Standley ENVELHECIDAS ARTIFICIALMENTE**

#### 1 RESUMO

OLIVEIRA, L.M. de. Avaliação de alterações fisiológicas, ultra-estruturais e bioquímicas em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley envelhecidas artificialmente. In: \_\_\_\_ Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle) Standley) envelhecidas natural e artificialmente. Lavras: UFLA, 2004. p.120-139 (Tese – Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Sementes do gênero *Tabebuia* apresentam variações na germinação ao longo do armazenamento ou envelhecimento artificial. O processo de deterioração das sementes armazenadas ou envelhecidas artificialmente pode estar relacionado à desorganização do sistema de membranas, à presença de compostos fenólicos em estruturas da semente, a alterações na célula ou no potencial hídrico disponível para os processos químicos e físicos. O objetivo deste trabalho foi detectar possíveis alterações fisiológicas, ultra-estruturais e bioquímicas durante o envelhecimento artificial de sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo). Foram realizados os testes de germinação, condutividade elétrica, determinações de polifenóis, potencial hídrico e detecção da atividade celular, em sementes envelhecidas artificialmente a 42°C e 100%UR por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Durante o processo de envelhecimento artificial de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo, não são observadas alterações fisiológicas, ultra-estruturais e bioquímicas, exceto no teste de condutividade elétrica de sementes de ipê-amarelo.

---

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

## 2 ABSTRACT

OLIVEIRA, L.M. de. Evaluation of physiological, ultra structural and biochemical alterations in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley seeds artificially ageing. In: \_\_\_\_\_ Evaluation of the seed quality in *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. and *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) under natural and artificial age. Lavras: UFLA, 2004. p.120-139 (Thesis – Doctoral degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

Seeds of *Tabebuia* genus showed variations in germination profile during storage and artificial aging. The process of deterioration during stored and artificial age may be related to the disorganization of membrane system, presence of phenols, cellular alterations or water potential available to chemical and physical processes of the seeds. The objective of this study was to verify physiological, ultra structural and biochemical changes during the artificial aging of *Tabebuia serratifolia* (yellow ipê) and *T. impetiginosa* (purple ipê) seeds. The following tests were performed: germination test, electric conductivity, phenols determination, water potential and detections of cellular activity in artificial aged seeds at 42°C and 100%RH for 0, 24, 48, 72 and 96 hours. During the artificial aging yellow ipê and purple ipê seeds, physiological, ultra structural and biochemical changes are not observed except in the electric conductivity test for yellow ipê seeds.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientadora), Henk W. M. Hilhorst – WUR, Renato Mendes Guimarães – UFLA, Édila Vilela de Resende von Pinho – UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

Os efeitos da deterioração ao longo do armazenamento ou envelhecimento artificial nas sementes têm sido avaliados pelo teste de germinação (AOSA, 1983). Segundo Singh et al. (1996), pelo fato do envelhecimento das sementes poder conduzir a lixiviação de componentes celulares, devido à desorganização das membranas, o teste de condutividade elétrica é considerado também útil para a avaliação da deterioração das sementes. Os testes de germinação e condutividade elétrica avaliam diretamente se as sementes sofreram o processo de deterioração a ponto de terem sua germinação ou permeabilidade de membranas afetadas.

As alterações na germinação de sementes podem também estar relacionadas à presença de compostos fenólicos no embrião, endosperma ou tegumentos, pois esses compostos reduzem a disponibilidade de oxigênio no interior da semente, restringindo o processo germinativo (Santos et al., 1991; Bewley & Black, 1994). Segundo Santos et al. (1991), a presença de compostos fenólicos decresce com o processo de maturação e durante os primeiros anos de armazenamento devido à sua oxidação. Em algumas sementes, o efeito inibitório na germinação pela presença dos compostos fenólicos aumenta com a temperatura, já que o oxigênio se torna menos solúvel e a oxidação mais intensa (Corbineau & Come, 1995).

Um indicativo interessante a ser observado durante a germinação é o potencial hídrico das sementes. Enquanto a determinação do grau de umidade, tradicionalmente realizada em análise de sementes, mede toda a água presente nas sementes, o potencial hídrico se refere à água disponível para participar dos processos químicos e físicos ([www.decagon.com/appnotes/seedstorage.pdf](http://www.decagon.com/appnotes/seedstorage.pdf)).

Além de variações na germinação, alterações na célula podem ocorrer relacionadas com o processo de deterioração das sementes e os estudos dessas alterações podem facilitar o entendimento dos mecanismos de regulação de germinação.

A seqüência dos processos que ocorrem durante a divisão celular depende da formação do citoesqueleto. Os microtúbulos, componentes principais do citoesqueleto, são formados por dímeros contendo  $\alpha$  e  $\beta$  tubulina. A detecção ou acúmulo de tubulinas, portanto, pode ser indicativo de maior ou menor atividade celular (Huang et al., 1994; Jing et al., 1999; Castro et al., 2001).

Outro sinal da atividade celular se baseia na detecção do DNA na forma 4C, característica da fase G2 da divisão celular. Ao contrário do que acontece na fase G1, que apresenta o DNA na forma 2C e é chamada pré-sintética, na fase G2 ocorre a divisão do DNA (Ramalho et al., 2000). Conger & Carabia (1978) observaram que embriões dormentes de *Festuca arundinacea* e *Dactylis glomerata* contêm, predominantemente, 2C e somente após a embebição e durante a germinação a quantidade de 4C aumentou, indicando que as células tinham entrado na fase sintética da divisão nuclear. O método da citometria de fluxo tem sido utilizado para a quantificação de DNA de várias espécies (Galbraith et al., 1983; Hülgenhof et al., 1988; Bino et al., 1990; Michaelson et al., 1991; Bino et al., 1992 e Bino et al., 1993).

O objetivo deste trabalho foi detectar possíveis alterações fisiológicas, ultra-estruturais e bioquímicas durante o envelhecimento artificial de sementes de *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo) e *T. impetiginosa* (ipê-roxo).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e no Laboratório de Fisiologia de Plantas da Universidade de Wageningen (WUR), Holanda. As sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo, provenientes de Lavras, MG, foram colhidas no ano de 2002 em diversas matrizes, no início do processo de deiscência dos frutos, beneficiados manualmente e secas em galpão por 5 dias. Os lotes foram armazenados em sacos de polietileno, em câmara com controle de temperatura e umidade (10-12°C; 70%UR), por 8 meses.

Antes da realização dos testes de germinação, condutividade elétrica, determinação de polifenóis, potencial hídrico, imunodeteção citoquímica da  $\alpha$ -tubulina e citometria de fluxo, as sementes das duas espécies foram submetidas ao envelhecimento artificial em ambiente a 42°C e 100% de umidade relativa durante 0 (testemunha), 24, 48, 72 e 96 horas (Krzyzanowisk et al., 1999). Após esses períodos, as sementes foram acondicionadas em bandejas e mantidas por dois dias em sala com temperatura de 15°C e 70%UR, para homogeneização da umidade.

As sementes tiveram sua umidade determinada pelo método de estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 17 horas (Brasil, 1992), com 4 repetições de um grama de sementes por lote. As sementes de ambas as espécies estavam com umidade em torno de 9% antes da realização dos testes.

### Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições de 20 sementes para cada espécie, em substrato sobre papel, a 30°C sob luz constante. Foram feitas avaliações segundo as

Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), aos 14 dias - primeira contagem e aos 28 dias após a semeadura - contagem final (Machado, 1999).

### **Teste de condutividade elétrica**

O teste de condutividade elétrica foi realizado pelo método de massa, em aparelho Digimed, modelo DM31. Inicialmente, cada repetição com 25 sementes foi pesada e as sementes foram colocadas em copos plásticos com 75ml de água destilada/deionizada, à temperatura de 25°C por 12 horas. A imersão das sementes foi garantida pela colocação de folhas de papel toalha na superfície da água. Os cálculos dos resultados se basearam na condutividade elétrica da solução, menos a condutividade elétrica da água, dividida pelo peso das sementes, em  $\mu\text{s/cm/gr}$  (Vieira & Carvalho, 1994).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, usando o programa SANEST (Zonta et al., 1985).

### **Determinação de polifenóis**

Os polifenóis foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963), utilizando como extrato metanol 80% em água e identificados segundo o método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, usando o programa SANEST (Zonta et al., 1985).

### **Potencial hídrico**

O potencial hídrico ( $\psi_w$ ) foi calculado usando a equação  $\psi_w = RT \ln(a_w)/V$  ([www.decagon.com/appnotes/seedstorage.pdf](http://www.decagon.com/appnotes/seedstorage.pdf)). A medição da atividade de água ( $a_w$ ), realizada em Medidor de Atividade de Água (HygroLab 3, Rotronic,

Alemanha), foi feita utilizando cinco repetições de 5 sementes envelhecidas e secas, mantidas por 2 dias em sala com temperatura de 15°C e 70%UR, ou úmidas, logo após o envelhecimento, num total de 9 tratamentos.

### **Imunodeteção citoquímica da $\alpha$ -tubulina**

Para a fixação química e ultramicrotomia necessárias à utilização do método de imunodeteção citoquímica, os eixos-embrionários das sementes das duas espécies, que foram retirados com o auxílio de um estilete, foram imersos em 4% de PFA (Paraformaldeído) em MSB buffer, durante 4 horas a 20°C. Em seguida, foram lavados por 4 vezes de 30 minutos em MSB buffer, a 20°C. Os eixos foram desidratados nas seguintes soluções, durante 30 minutos a 20°C: 0% etanol + 100% MSB; 10% etanol (+DTT) + 90% MSB; 30% etanol (+DTT) + 70% MSB; 50% etanol (+DTT) + 50% MSB; 70% etanol (+DTT) + 30% MSB permanecendo nessa última solução *overnight* a 4°C. Os eixos foram então desidratados em solução de 96% etanol (+DTT) + 4% MSB e 100% etanol (+DTT) por 1 hora cada, a 4°C.

Aos eixos foram adicionados solução de etanol:BMM, nas concentrações de 3:1; 1:1 e 1:3 por 2 horas cada e solução 100% BMM *overnight* e novamente 100%BMM, por 2 horas, à temperatura de 4°C .

Os eixos foram colocados em cápsulas contendo 100%BMM e submetidos à polimerização por 48 horas a -20°C. Com a utilização do ultramicrotomo, foram feitos cortes, primeiro para a remoção de uma fina camada para retirada de tecido danificado e, finalmente, cortes em seções de 1  $\mu$ m.

As lâminas com os cortes foram preparadas com adição de solução de anticorpo primário (composto de anticorpo monoclonal de rato contra  $\alpha$ -tubulina), diluída em solução tampão salina fosfato (PBS) contendo soro de albumina bovina acetilada (BSAc). As lâminas foram submetidas a lavagens em

PBS/BSAc e incubadas em solução de anticorpo secundário, composto de anticorpo de caprino contra rato conjugado com isotiocianato de fluorescina, diluída em PBS/BSAc e, novamente, lavadas em PBS/BSAc. Após aplicação de citifluor, as lâminas foram submetidas à análise e coleta de imagens em microscópio confocal de rastreamento a laser (Confocal Laser Scanning Microscope MRC600, Bio-Rad) e digitalizadas para análise (Xu et al., 1998).

### **Citometria de fluxo**

Para a análise do DNA, foram preparadas suspensões de núcleos intactos de eixos-embriônicos. Dez repetições de 1 e 3 eixos-embriônicos de cada tratamento de envelhecimento acelerado para ipê-roxo e ipê-amarelo, respectivamente, foram macerados, com auxílio de lâminas, em recipientes contendo 10mM  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 50mM KCl, 5mM Hepes, 1mg  $mL^{-1}$  DTT e 2,5mg/ $mL^{-1}$  Triton X-100, 1% (w/v) PVP-40, sobre gelo. A suspensão foi passada por uma tela de *nylon* de 53 $\mu$ m e foram adicionados 10 $\mu$ l de propidium iodato. As análises foram feitas em Citômetro de Fluxo Beckman-Coulter EPICS XL-MCL. A quantidade de DNA é expressa como valores arbitrários de C, no qual 1C representa a quantidade de DNA de cromossomos haplóides não replicados. O número de núcleos presentes em cada pico do histograma, em porcentagem, foi determinado (Arumuganthan & Earle, 1991).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O envelhecimento artificial não provocou alterações significativas na germinação aos 14 dias e 28 dias de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo. Entretanto, a germinação aos 21 dias foi, numericamente, favorecida pelo envelhecimento artificial, por 72 horas (Figuras 1 e 2). Apesar de não ter havido diferenças significativas, os efeitos benéficos do envelhecimento artificial por 72 horas foram observados também nos valores de polifenóis das duas espécies (Tabelas 1 e 2), condutividade elétrica de ipê-amarelo (Tabela 1) e água potencial de sementes secas (Figuras 3 e 4).

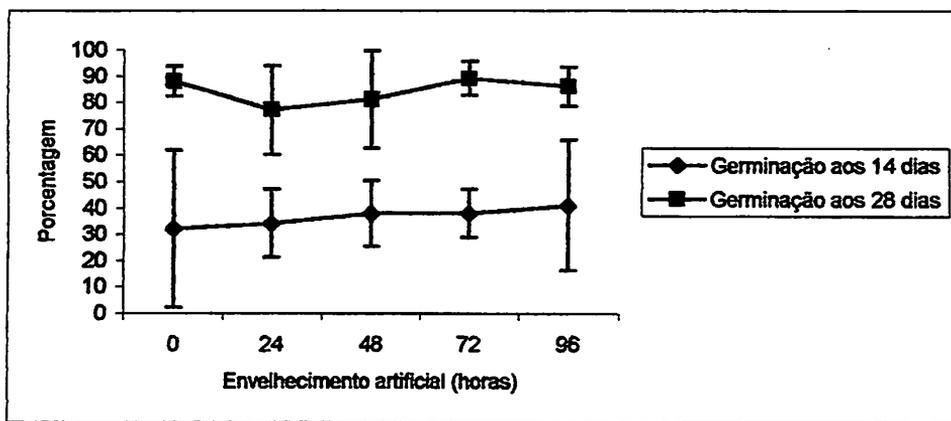


FIGURA 1. Porcentagens de plântulas normais de *Tabebuia serratifolia* observadas no teste de germinação de sementes armazenadas por oito meses. UFLA, Lavras, MG, 2004.

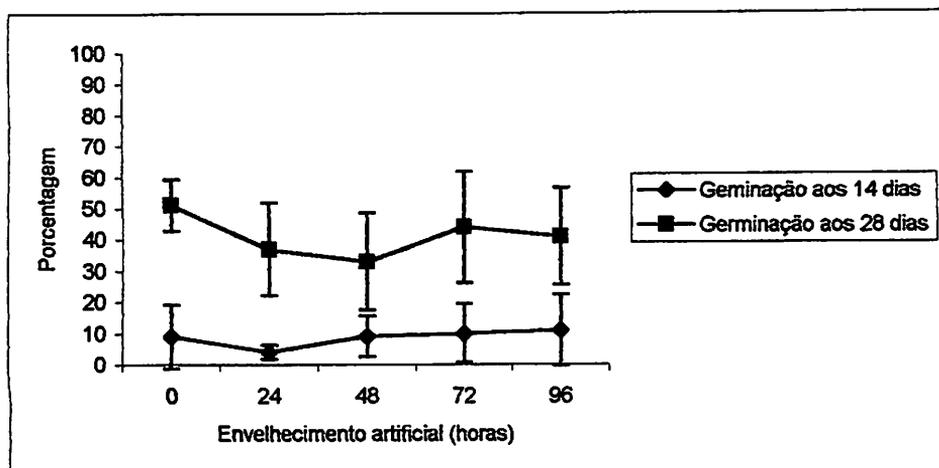


FIGURA 2. Percentagens de plântulas normais de *Tabebuia impetiginosa* observadas no teste de germinação de sementes armazenadas por oito meses. UFLA, Lavras, MG, 2004.

TABELA 1. Valores de condutividade elétrica e polifenóis em sementes envelhecidas artificialmente de *Tabebuia serratifolia*. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Envelhecimento artificial (horas)	Condutividade elétrica* <sup>1</sup> ( $\mu\text{s/cm/gr}$ )	Polifenóis* <sup>2</sup>
0	263,36 a	0,1612 a
24	297,00 a	0,1548 a
48	141,19 b	0,1552 a
72	109,73 b	0,0755 a
96	96,78 b	0,1608 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*<sup>1</sup> CV = 17,392%; \*<sup>2</sup> CV = 16,316%

TABELA 2. Valores de condutividade elétrica e polifenóis em sementes envelhecidas artificialmente de *Tabebuia impetiginosa*. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Envelhecimento artificial (horas)	Condutividade elétrica <sup>*1</sup> ( $\mu\text{s/cm/gr}$ )	Polifenóis <sup>*2</sup>
0	128,07 a	0,1789 a
24	180,01 a	0,1525 a
48	195,37 a	0,1645 a
72	185,98 a	0,1360 a
96	172,03 a	0,1639 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>\*1</sup> CV = 6,362%; <sup>\*2</sup> CV = 14,775%

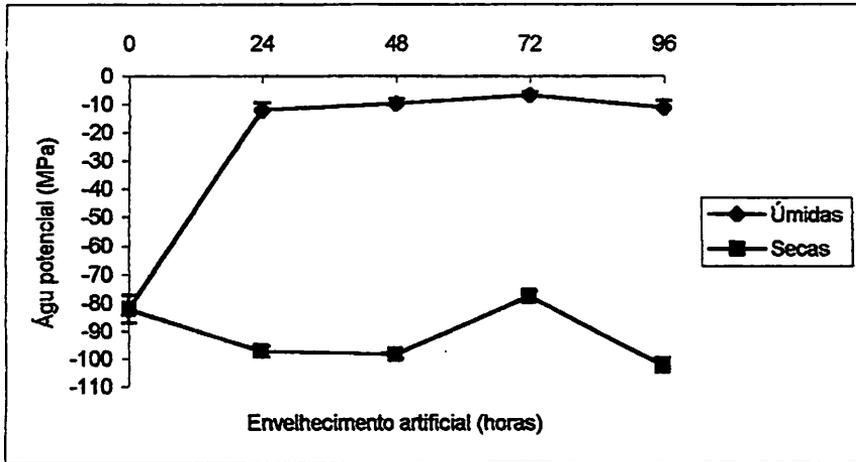


FIGURA 3. Potencial hídrico de sementes de *Tabebuia serratifolia* armazenadas por 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2004.

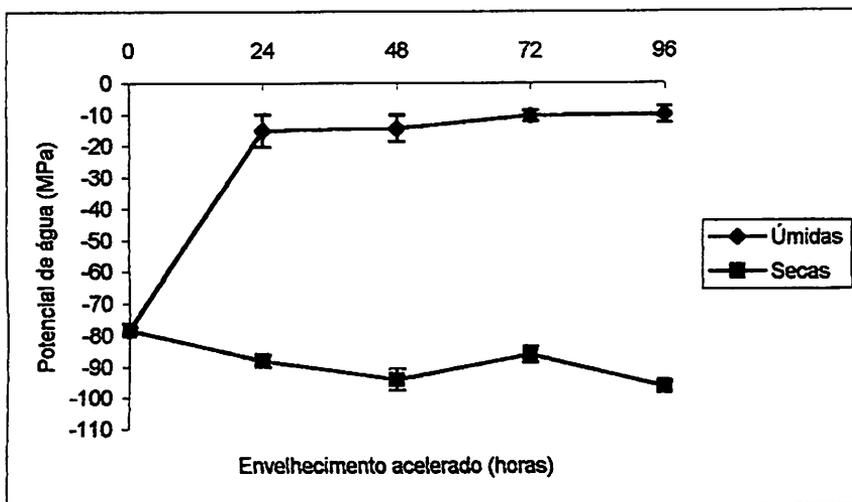


FIGURA 4. Potencial hídrico de sementes de *Tabebuia impetiginosa* armazenadas por um ano. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Nota-se, portanto, que o envelhecimento artificial por 72 horas pode ter resultado na recuperação do sistema de membranas, reduções nos níveis de fenóis e aumentos nos valores de água disponível para os processos das sementes, o que refletiu em acréscimos na germinação. Esses resultados confirmam os observados por Gemaque (1999), que salientou que o método de envelhecimento artificial promoveu a reestruturação do sistema de membranas e melhoria no processo germinativo em sementes de ipê-roxo.

Não foi detectada a presença de  $\alpha$ -tubulina nas sementes das duas espécies, nos diferentes tempos de envelhecimento artificial (Figuras 5 e 6), demonstrando que, no momento da realização do experimento, não havia a formação do citoesqueleto, primordial na divisão e alongamento celular (Castro et al., 2001).

Em relação à quantificação de DNA, foi observado maior conteúdo de DNA na forma 2C, em sementes de ipê envelhecidas (Figuras 7 e 8), o que indica que o tempo de envelhecimento artificial por si só não promove a divisão celular. Resultados semelhantes foram obtidos por Fontes (1999) em sementes de *Araucaria angustifolia*. Segundo a autora, embora tenham ocorrido mudanças significativas na germinação e no vigor das sementes, não foi observada diferença significativa em relação à divisão celular entre os períodos de envelhecimento acelerado.

Embora seja relatado que o processo de secagem das sementes, como o que foi realizado em sementes de ipê após o envelhecimento artificial, diminui as atividades metabólicas, podendo inibir a síntese de DNA, um acúmulo em G1 também ocorre em sementes com alto conteúdo de água, como em sementes quiescentes de *Castanea sativa* (Roberts & Ellis, 1989; Bino et al., 1993). Além disso, a secagem nem sempre afeta o conteúdo de DNA das sementes. Bino et al. (1992) observaram que a relação 4C:2C foi constante em sementes de tomate que foram secas após embebição, demonstrando um maior acúmulo de DNA na forma 4C, ou fase G2.

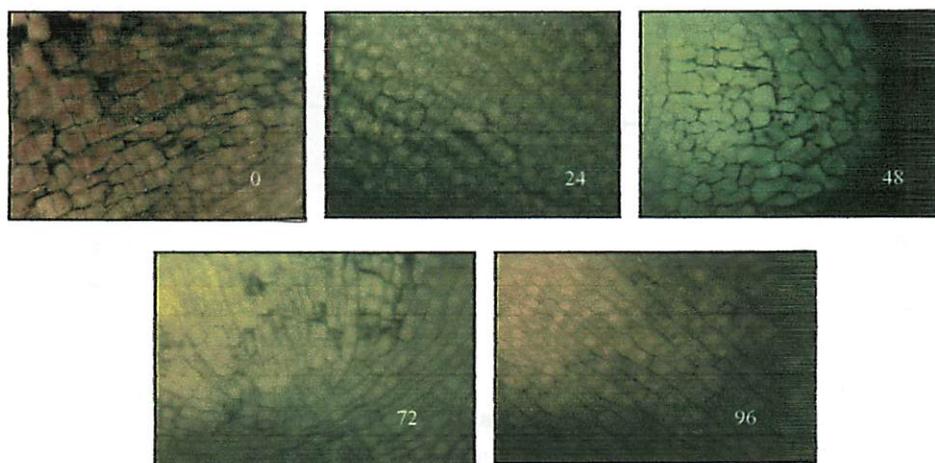


FIGURA 5. Imunodeteccão citoquímica de sementes de *Tabebuia serratifolia* envelhecidas artificialmente por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. (Aumento de 50x). UFLA, Lavras, MG, 2004.

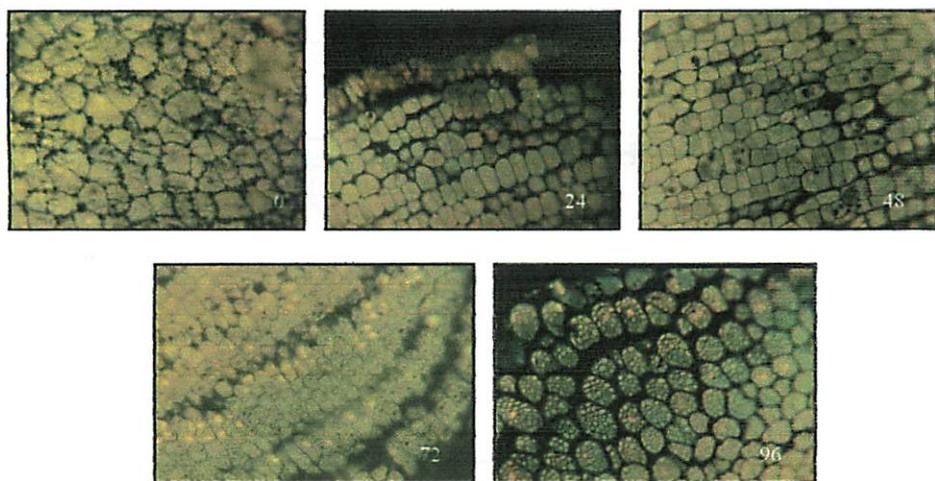


FIGURA 6. Imunodeteccão citoquímica de sementes de *Tabebuia impetiginosa* envelhecidas artificialmente por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. (Aumento de 50x). UFLA, Lavras, MG, 2004.

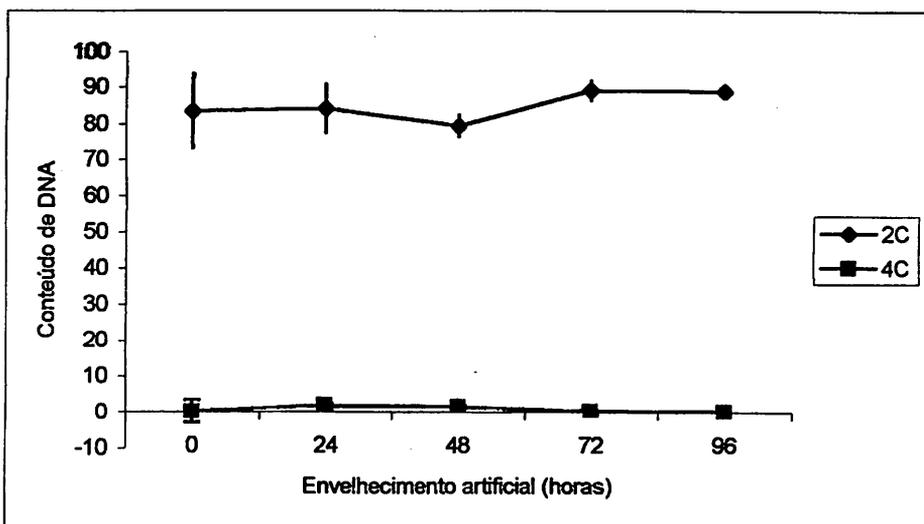


FIGURA 7. Conteúdo de DNA de sementes de *Tabebuia serratifolia* armazenadas por 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2004.

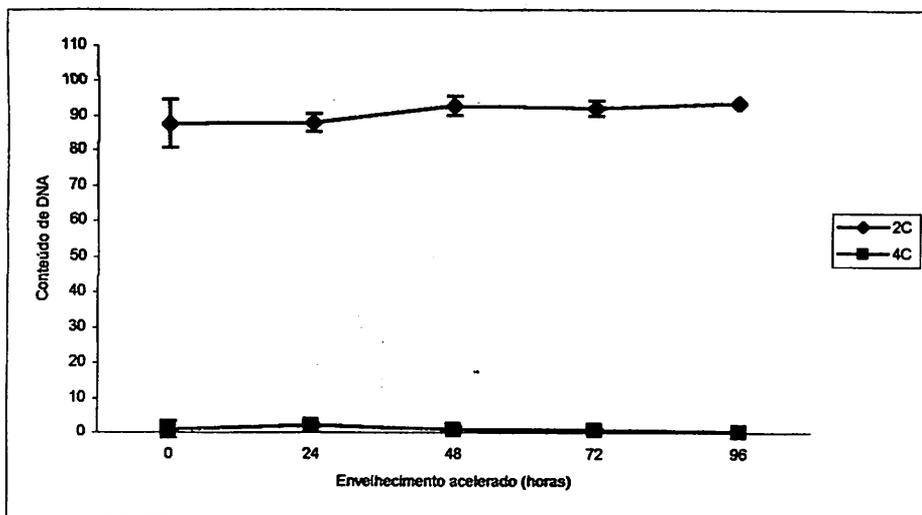


FIGURA 8. Conteúdo de DNA em sementes de *Tabebuia impetiginosa* armazenadas por um ano. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Segundo Bino et al. (1993), a condução da divisão celular na fase G1 pode ter uma significância fisiológica. Tem sido estabelecido que características enzimáticas e bioquímicas de células em G1 são diferentes daquelas em G2. Células em G1 geralmente permanecem viáveis por um maior período de tempo (Yanishevsky & Stein, 1981), sendo que, possivelmente, sementes quiescentes que permanecem na fase G1 são mais resistentes às condições de estresse (Clowes, 1965; Clowes, 1967; Deltour, 1985; Bino et al., 1992).

## 6 CONCLUSÃO

Durante o processo de envelhecimento artificial de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo não são observadas alterações fisiológicas, ultra-estruturais e bioquímicas, exceto no teste de condutividade elétrica de sementes de ipê-amarelo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARUMUGANTHAN, K.; EARLE, E. D. Estimation of nuclear DNA content of plants by flow cytometry. **Plant Molecular Biology Report**, v. 9, p.229-233. 1991.

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

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

BINO, R. J.; LANTERI, S.; VERHOEVEN, H. A.; KRAAK, H. L. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in seed tissues. **Annals of Botany**, London, v. 72, n. 2, p. 181-187, Aug. 1993

BINO, R. J.; DEVRIES, J. N.; KRAAK, H. L.; PIJLEN J. G. VAN. Flow cytometric determination of nuclear replication stages in tomato seeds during priming and germination. **Annals of Botany**, London, v. 69, n. 3, p. 231-236, Mar. 1992.

BINO, R. J.; VAN TUYL, J. M.; DE VRIES, J. N. Flow cytometric determination of relative nuclear DNA contents in bicellulate and tricellulate pollen. **Annals of Botany**, London, v. 65, n. 1, p. 3-8, Jan. 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CASTRO, R. D.; BINO, R. J.; JING, H. C.; KIEFT, H.; HILHORST, H. W. M. Depth of dormancy in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds is related to the progression of the cell cycle prior to the induction of dormancy. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 11, n. 1, p. 45-54, Mar. 2001.

CLOWES, F. A. L. The duration of the G1 phase of the mitotic cycle and its relation to radiosensitivity. **The New Phytologist**, Cambridge, v. 64, n. 3, p. 355-359, 1965.

CLOWES, F. A. L. Recovery from dormancy in roots. **The New Phytologist**, Cambridge, v. 66, n. 1, p. 115-123, 1967.

CONGER, B. V.; CARABIA, J. V. Proportions of 2C and 4C nuclei in the root and shoot of dormant and germinated embryos of *Festuca arundinacea* and *Dactylis glomerata*. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 55-59, 1978.

CORBINEAU, F.; CÔME, D. Control of seed germination and dormancy by the gaseous environment. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 397-424.

DELTOUR, R. Nuclear activation during early germination of the higher plant embryo. **Journal of Cell Science**, Cambridge, v. 75, n. n. 1, p. 43-83, Apr. 1985.

FONTES, B. P. D. **Citogenética de sementes envelhecidas de *Araucária angustifolia***. 1999. 53 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GALBRAITH, D. W.; HARKINS, K. R.; MADDOX, J. M.; AYRES, N. M.; SHARMA, D. P.; FIROOZABADY, E. Rapid flow cytometric analysis of the cell cycle in intact plant tissues. **Science**, Washington, v. 220, n. 4601, p. 1049-1051, 1983.

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

HUANG, C. X.; CANNY, M. J.; OATES, K.; McCULLY, M. E. Planning frozen hydrated plant specimens for SEM observation and EDX microanalysis. **Microscopy Research and Technology**, New York, v. 28, n. 1, p. 67-74, May 1994.

HÜLGENHOF, E.; WEIDHASE, R. A.; SCHLEGEL, R.; TEWES, A. Flow cytometric determination of DNA content in isolated nuclei of cereals. **Genome**, Ottawa, v. 30, n. 4, p. 565-569, Aug. 1988

JING, H. C.; VAN LAMMEREN, A. A. M.; CASTRO, R. D.; BÌNO, R. J.; HILHORST, H. W. M.; GROOT, S. P. C.  $\beta$  tubulin accumulation and DNA synthesis are sequentially resumed in embryo organs of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds during germination. **Protoplasma**, Vienna, v. 208, n. 1/4, p. 230-239, 1999.

KRZYŻANOWSKI, F.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

MACHADO, C. F. **Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae)**. Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).

MICHAELSON, M. J.; PRICE, H. J.; ELLISON, J. R.; JOHNSTON, J. S. Comparison of plant DNA contents determined by Feulgen microspectrophotometry and laser flow cytometry. **American Journal of Botany**, Ames, v. 78, p. 183-188, Feb. 1991.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000. 404 p.

ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Water and seed survival. **Annals of Botany**, London, v. 63, p. 39-52, 1989.

SINGH, P.; SINGH, O.; CHANDRA, V. Estimating seed quality in hard seeded leguminous trees by accelerated aging and leachate conductivity. **Indian Forester**, New Delhi, v. 22, n. 5, p. 415-418, May 1996.

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

XU, X.; VREUGDENHIL, D.; VAN LAMMEREN, A. A. M. Cell division and cell enlargement during potato tuber formation: a comparison of in vitro and in vivo tuber development. **Journal of Experimental Botany**, v. 49, p. 573-582. 1988

YANISHEVSKY, R. M.; STEIN, G. H. Regulation of the cell cycle in eukaryotic cells. **International Review of Cytology**, New York, v. 69, p. 223-259, 1986.

ZONTA, E. F.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Sistema de análise estatística (SANEST) para microcomputador (versão 1. 0). In: **SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA**, 1985, Piracicaba. p. 74-90.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, a presença de luz e a temperatura de 30°C têm efeito positivo na germinação de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo. Esses resultados confirmam as observações feitas por Kageyama & Márquez (1981) e Amaral et al. (1992) de que as sementes dessas espécies necessitam de luz para germinação.

Apesar do teste de germinação ser o teste mais tradicional para a avaliação da qualidade de lotes de sementes, os testes de tetrazólio e raios X também podem ser utilizados para esse fim.

O teste de tetrazólio é útil, principalmente quando há necessidade de resultados rápidos. Para sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo, o teste de germinação tem duração de 28 dias (Machado, 1999), enquanto que os resultados do teste de tetrazólio podem ser obtidos em apenas dois dias. A metodologia do teste de tetrazólio utilizada para as duas espécies é similar, exceto pela concentração da solução de tetrazólio que, para ipê-amarelo, é de 0,5% e para ipê-roxo de 0,07%. Essas diferenças podem ser devido à composição química das sementes, que pode variar conforme a espécie (Freitas et al., 1979 e Degan et al., 1997).

A importância da utilização do teste de raios X se deve, principalmente, à possibilidade de diagnosticar, sem dificuldade e com precisão, sementes vazias e defeituosas de ipê-amarelo e ipê-roxo, além de ser um método não destrutivo. A detecção dessas sementes é essencial, pois a presença desse tipo de semente em um lote pode mascarar resultados de pesquisa, o que torna importante sua eliminação, e possibilita, ainda, a melhoria de lotes.

A germinação de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo apresenta flutuações durante o armazenamento e envelhecimento artificial, como foi observado em outros trabalhos (Carvalho et al., 1976; Kano et al., 1978; Maeda

& Matthes, 1984; Figliolia, 1988; Figliolia et al., 1988; Cunha et al., 1992; Kageyama et al., 1992; Melo & Eira, 1995; Gemaque, 1999). Entretanto, a época e intensidade dessas flutuações dependem da qualidade inicial do lote.

As variações na germinação das sementes com acréscimos ao longo do armazenamento são influenciadas pela presença de microrganismos e dormência. Entretanto, em sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo foi observado que a presença de microrganismos, provavelmente, não afeta essas variações. Quanto à dormência, sua presença foi constatada apenas em sementes de ipê-roxo. Dessa forma, pode-se supor que outros fatores, além da presença de microrganismos, dormência e deterioração, regulam a germinação de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo ao longo do armazenamento e envelhecimento artificial. Essas considerações levam à conclusão de que são necessários estudos mais consistentes que envolvam as diferentes fases do desenvolvimento de sementes e outros aspectos que afetam a germinação de sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W. A. N.; BORGES, K. H.; MELO, S. L. M. Frutificação, predação de sementes e estabelecimento de plântulas de *Tabebuia serratifolia* Nichols. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992. Anais... 1992. p. 298-302.

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

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

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SADER, R.; PINTO, L. R. Composição química, sanidade, secagem e germinação de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae). Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, v. 3, n. 1, p. 41-47, 1997.

FIGLIOLIA, M. B. Conservação de sementes de essências florestais. Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo, v. 42, p. 1-18, 1988.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; JARDIM, D. C. P.; IWANE, M. S. S. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v. 20/22, p. 47-55, 1988.

FREITAS, S. C.; CANDIDO, J. F.; CONDE, A. R.; HARA, T. Determinação de equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols armazenadas em diferentes umidades relativas. Revista Árvore, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 135-144, jul./dez. 1979.

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

KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. Comportamento de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*). Piracicaba: IEF, 1981. 4 p. (Circular Técnico, n. 26).

KAGEYAMA, P. Y.; SANCHEZ, S. P. A.; FERRAZ, E. M.; SOUZA, L. M. C. Armazenamento de sementes de três espécies nativas (*Tabebuia heptaphylla*, *Erythrina verna* e *Chorisia speciosa*). *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 435-439, mar. 1992.

KANO, N. K.; MARQUÉZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp). IPEF, Piracicaba, n. 17, p. 13-23, dez. 1978.

MACHADO, C. F. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson – Bignoniaceae). Lavras: UFLA, 1999. 19 p. (Monografia).

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

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



## ANEXOS

	Página
TABELA 1A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo ( <i>Tabebuia impetiginosa</i> ) submetidos às diferentes temperaturas de germinação em mesa-termogradiente. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	147
TABELA 2A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo ( <i>Tabebuia impetiginosa</i> ) submetidos às diferentes temperaturas de germinação em BODs. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	147
TABELA 3A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo ( <i>Tabebuia impetiginosa</i> ) e ipê-amarelo ( <i>T. serratifolia</i> ) submetidos aos diferentes regimes de luz. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	148
TABELA 4A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes, armazenados e envelhecidos artificialmente, de sementes de ipê-amarelo ( <i>Tabebuia serratifolia</i> ) submetidas a tratamentos de desinfestação. UFLA, Lavras, MG, 2004.	148
TABELA 5A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes, armazenados e envelhecidos artificialmente, de sementes de ipê-roxo ( <i>Tabebuia impetiginosa</i> ) submetidas a tratamentos de desinfestação. UFLA, Lavras, MG, 2004.	152
TABELA 6A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-amarelo ( <i>Tabebuia serratifolia</i> ) submetidos ao envelhecimento artificial (EA) e aos tratamentos para a superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004.....	155
TABELA 7A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais	

(PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) submetidos ao envelhecimento artificial (EA) e aos tratamentos para a superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004..... 158

TABELA 1A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) submetidos às diferentes temperaturas de germinação em mesa-termogradiente. UFLA, Lavras, MG, 2004.

LOTE	TEMPERATURAS (°C)	SD	SM	SV	PA
2000	20,9	4	75	5	0
	22,5	0	69	8	0
	24,5	0	52	8	5
	30,2	0	48	7	2
	34,4	0	70	4	0
1999	20,9	0	90	8	0
	22,5	2	95	1	2
	24,5	0	89	3	0
	30,2	0	80	5	0
	34,4	0	75	7	3

TABELA 2A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) submetidos às diferentes temperaturas de germinação em BODs. UFLA, Lavras, MG, 2004.

LOTE	TEMPERATURAS (°C)	SD	SM	SV	PA
2000	25	2	73	8	4
	30	0	37	12	0
	35	1	80	10	4
1999	25	0	100	0	0
	30	0	100	0	0
	35	0	100	0	0

TABELA 3A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e ipê-amarelo (*T. serratifolia*) submetidos aos diferentes regimes de luz. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ESPECIE	LOTE	LUZ	SD	SM	SV	PA
IPÊ-ROXO	2001	Constante	0	7	10	2
		Alternância	0	46	13	0
		Escuro	0	41	9	1
	2000	Constante	0	27	15	0
		Alternância	0	53	5	3
		Escuro	0	46	8	0
IPÊ-AMARELO	1889RV	Constante	0	34	10	2
		Alternância	0	62	4	0
		Escuro	0	70	7	5
	2000LAVRAS	Constante	0	9	2	0
		Alternância	0	28	8	2
		Escuro	0	70	2	0
	2000BH	Constante	0	40	6	0
		Alternância	0	45	1	0
		Escuro	0	70	3	2

TABELA 4A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes, armazenados e envelhecidos artificialmente, de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) submetidas a tratamentos de desinfestação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ARMAZENAMENTO	EA	DESINFESTAÇÃO	SD	SM	SV	PA	
0	0	Testemunha	0	3	0	0	
		Benlate	0	4	0	0	
		Hipoclorito de Sódio	2	7	4	0	
	24	Testemunha	0	9	2	0	
		Benlate	0	18	3	0	
		Hipoclorito de Sódio	0	12	0	0	
	48	Testemunha	0	4	0	0	
		Benlate	0	18	10	2	
		Hipoclorito de Sódio	0	7	0	0	
	72	Testemunha	0	6	0	0	
		Benlate	0	8	0	0	
		Hipoclorito de Sódio	0	5	0	0	
	96	Testemunha	0	5	0	0	
		Benlate	0	2	3	0	
		Hipoclorito de Sódio	0	6	0	0	
	3	0	Testemunha	1	4	4	2
			Benlate	0	14	5	0
			Hipoclorito de Sódio	0	17	1	0
24		Testemunha	2	16	5	1	
		Benlate	0	33	0	0	
		Hipoclorito de Sódio	0	35	7	2	
48		Testemunha	0	67	0	0	
		Benlate	0	52	8	0	

“...continua...”

TABELA 4A. CONT.

ARMAZENAMENTO	EA	DESINFESTAÇÃO	SD	SM	SV	PA
		Hipoclorito de Sódio	0	60	5	0
	72	Testemunha	0	88	4	0
		Benlate	0	92	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	86	4	0
	96	Testemunha	0	53	7	1
		Benlate	0	75	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	51	12	0
6	0	Testemunha	0	38	0	0
		Benlate	0	38	5	0
		Hipoclorito de Sódio	0	34	0	0
	24	Testemunha	0	30	4	0
		Benlate	0	32	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	22	0	0
	48	Testemunha	0	45	7	1
		Benlate	0	36	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	18	6	0
	72	Testemunha	0	42	0	0
		Benlate	0	44	0	2
		Hipoclorito de Sódio	0	34	0	0
	96	Testemunha	0	36	0	0
		Benlate	0	40	9	0
		Hipoclorito de Sódio	0	47	3	3
9	0	Testemunha	0	45	0	0
		Benlate	0	43	7	4
		Hipoclorito de Sódio	0	72	0	0
	24	Testemunha	0	33	0	0

“...continua...”

TABELA 4A, CONT.

ARMAZENAMENTO	EA	DESINFESTAÇÃO	SD	SM	SV	PA
		Benlate	0	40	3	2
		Hipoclorito de Sódio	0	62	0	0
	48	Testemunha	0	29	8	3
		Benlate	0	67	4	0
		Hipoclorito de Sódio	0	80	2	0
	72	Testemunha	0	48	0	0
		Benlate	0	55	5	0
		Hipoclorito de Sódio	0	73	0	0
	96	Testemunha	0	10	0	6
		Benlate	0	6	5	0
		Hipoclorito de Sódio	0	90	0	0

TABELA 5A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes, armazenados e envelhecidos artificialmente, de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) submetidas a tratamentos de desinfestação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

ARMAZENAMENTO	EA	DESINFESTAÇÃO	SD	SM	SV	PA
0	0	Testemunha	0	26	5	3
		Benlate	0	24	7	0
		Hipoclorito de Sódio	0	36	0	0
	24	Testemunha	0	26	0	0
		Benlate	0	22	3	0
		Hipoclorito de Sódio	0	40	0	0
	48	Testemunha	0	34	0	0
		Benlate	0	30	7	0
		Hipoclorito de Sódio	0	32	0	0
	72	Testemunha	1	24	0	0
		Benlate	0	29	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	22	0	0
	96	Testemunha	0	5	7	0
		Benlate	0	15	5	0
		Hipoclorito de Sódio	0	35	0	0
3	0	Testemunha	0	12	0	2
		Benlate	0	30	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	20	3	0
	24	Testemunha	0	41	0	0
		Benlate	0	65	10	0
		Hipoclorito de Sódio	0	25	8	0
	48	Testemunha	0	22	0	0
		Benlate	0	26	0	0

“...continua...”

TABELA 5A. CONT.

ARMAZENAMENTO	EA	DESINFESTAÇÃO	SD	SM	SV	PA
		Hipoclorito de Sódio	2	25	0	2
	72	Testemunha	0	28	11	0
		Benlate	0	42	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	36	0	0
	96	Testemunha	0	20	9	0
		Benlate	0	32	12	0
		Hipoclorito de Sódio	0	52	0	0
6	0	Testemunha	0	8	0	3
		Benlate	0	15	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	16	0	0
	24	Testemunha	0	10	0	0
		Benlate	0	13	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	12	7	0
	48	Testemunha	0	55	0	0
		Benlate	0	30	7	0
		Hipoclorito de Sódio	0	35	8	0
	72	Testemunha	0	42	0	0
		Benlate	0	53	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	48	11	0
	96	Testemunha	0	17	0	0
		Benlate	0	18	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	20	10	0
9	0	Testemunha	0	8	0	0
		Benlate	0	15	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	12	0	1
	24	Testemunha	0	11	0	0

“...continua...”

TABELA 5A. CONT.

ARMAZENAMENTO	EA	DESINFESTAÇÃO	SD	SM	SV	PA
		Benlate	0	31	0	3
		Hipoclorito de Sódio	0	23	0	2
	48	Testemunha	0	30	10	0
		Benlate	0	40	9	0
		Hipoclorito de Sódio	0	14	7	0
	72	Testemunha	0	52	6	0
		Benlate	2	48	8	0
		Hipoclorito de Sódio	0	61	0	0
	96	Testemunha	0	28	7	0
		Benlate	0	37	0	2
		Hipoclorito de Sódio	0	47	0	0
12	0	Testemunha	0	18	6	0
		Benlate	2	16	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	22	4	0
	24	Testemunha	0	68	10	0
		Benlate	0	62	7	5
		Hipoclorito de Sódio	0	70	0	0
	48	Testemunha	0	21	0	0
		Benlate	0	14	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	15	7	0
	72	Testemunha	0	13	0	4
		Benlate	0	21	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	30	0	0
	96	Testemunha	0	97	0	0
		Benlate	0	96	0	0
		Hipoclorito de Sódio	0	95	0	3

TABELA 6A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) submetidos ao envelhecimento artificial (EA) e aos tratamentos para a superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004.

LOTE	EA	TRATAMENTOS	SD	SM	SV	PA	
RECÉM-COLHIDO	0	Testemunha	0	22	8	10	
		Alta temperatura	0	97	3	0	
		Baixa temperatura	0	22	5	12	
		GA <sub>3</sub>	0	9	3	3	
		KNO <sub>3</sub>	0	4	1	0	
		Embebição + sem tegumento	0	11	3	2	
		Embebição + com tegumento	0	26	1	7	
	24		Testemunha	0	8	4	0
			Alta temperatura	0	99	1	0
			Baixa temperatura	0	17	2	11
			GA <sub>3</sub>	0	5	5	1
			KNO <sub>3</sub>	0	23	3	0
			Embebição + sem tegumento	0	6	4	6
			Embebição + com tegumento	0	32	6	3
48		Testemunha	0	97	2	0	
		Alta temperatura	0	98	2	0	
		Baixa temperatura	0	99	1	0	
		GA <sub>3</sub>	0	100	0	0	
		KNO <sub>3</sub>	0	95	5	0	
		Embebição + sem tegumento	0	92	8	0	
		Embebição + com tegumento	0	100	0	0	
72		Testemunha	0	97	3	0	
		Alta temperatura	0	98	2	0	

“...continua...”

TABELA 6A, CONT.

LOTE	EA	TRATAMENTOS	SD	SM	SV	PA
		Baixa temperatura	0	98	2	0
		GA <sub>3</sub>	0	100	0	0
		KNO <sub>3</sub>	0	100	0	0
		Embebição + sem tegumento	0	99	1	0
		Embebição + com tegumento	0	95	5	0
	96	Testemunha	0	97	3	0
		Alta temperatura	0	99	1	0
		Baixa temperatura	0	94	6	0
		GA <sub>3</sub>	0	92	6	0
		KNO <sub>3</sub>	0	100	0	0
		Embebição + sem tegumento	0	100	0	0
		Embebição + com tegumento	0	100	0	0
ARMAZENADO	0	Testemunha	0	24	2	0
		Alta temperatura	0	94	6	0
		Baixa Temperatura	0	54	4	4
		GA <sub>3</sub>	0	52	8	0
		KNO <sub>3</sub>	0	36	4	10
		Embebição + sem tegumento	0	19	1	2
		Embebição + com tegumento	0	49	2	8
	24	Testemunha	0	85	5	2
		Alta temperatura	0	96	4	0
		Baixa temperatura	0	96	3	0
		-- GA <sub>3</sub>	0	100	0	0
		KNO <sub>3</sub>	0	90	8	0
		Embebição + sem tegumento	0	80	2	5
		Embebição + com tegumento	0	96	4	0

"...continua..."

TABELA 6A. CONT.

LOTE	EA	TRATAMENTOS	SD	SM	SV	PA
	48	Testemunha	0	10	2	8
		Alta temperatura	0	97	3	0
		Baixa temperatura	0	39	2	5
		GA <sub>3</sub>	0	24	4	0
		KNO <sub>3</sub>	0	15	10	1
		Embebição + sem tegumento	0	72	5	0
		Embebição + com tegumento	0	80	5	2
	72	Testemunha	0	20	6	2
		Alta temperatura	0	100	0	0
		Baixa temperatura	0	69	4	1
		GA <sub>3</sub>	0	26	4	1
		KNO <sub>3</sub>	0	31	0	3
		Embebição + sem tegumento	0	20	2	0
		Embebição + com tegumento	0	60	6	0
	96	Testemunha	0	11	1	8
		Alta temperatura	0	98	2	0
		Baixa temperatura	0	42	5	3
		GA <sub>3</sub>	0	30	3	0
		KNO <sub>3</sub>	0	42	3	5
		Embebição + sem tegumento	0	25	4	3
		Embebição + com tegumento	0	32	6	0

TABELA 7A. Porcentagens médias de sementes duras (SD), sementes mortas (SM), sementes vazias (SV) e plântulas anormais (PA) obtidas no teste de germinação em lotes de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) submetidos ao envelhecimento artificial (EA) e aos tratamentos para a superação da dormência. UFLA, Lavras, MG, 2004.

LOTE	EA	TRATAMENTOS	SD	SM	SV	PA
RECEM-COLHIDO	0	Testemunha	0	71	1	1
		Alta temperatura	0	44	0	7
		Baixa temperatura	0	100	0	0
		GA <sub>3</sub>	0	54	4	0
		KNO <sub>3</sub>	0	43	2	4
		Embebição + sem tegumento	0	50	7	0
		Embebição + com tegumento	0	45	4	0
		24	Testemunha	0	82	7
	Alta temperatura		0	45	8	0
	Baixa temperatura		0	92	8	0
	GA <sub>3</sub>		0	42	7	7
	KNO <sub>3</sub>		0	42	1	0
	Embebição + sem tegumento		0	38	9	7
	Embebição + com tegumento		0	41	6	0
	48		Testemunha	0	68	0
		Alta temperatura	0	48	4	0
Baixa temperatura		0	100	0	0	
GA <sub>3</sub>		0	60	8	7	
KNO <sub>3</sub>		0	42	5	0	
Embebição + sem tegumento		0	15	5	1	
Embebição + com tegumento		0	32	3	2	
72		Testemunha	0	72	3	4
	Alta temperatura	0	70	8	0	

“...continua...”

TABELA 7A. CONT.

LOTE	EA	TRATAMENTOS	SD	SM	SV	PA
		Baixa temperatura	0	92	8	0
		GA <sub>3</sub>	0	63	2	5
		KNO <sub>3</sub>	0	40	4	3
		Embebição + sem tegumento	0	60	8	0
		Embebição + com tegumento	0	77	13	0
	96	Testemunha	0	70	3	7
		Alta temperatura	0	60	2	2
		Baixa temperatura	0	100	0	0
		GA <sub>3</sub>	0	80	0	0
		KNO <sub>3</sub>	0	50	9	4
		Embebição + sem tegumento	0	52	8	0
		Embebição + com tegumento	0	39	10	0
ARMAZENADO	0	Testemunha	0	84	0	2
		Alta temperatura	0	90	5	0
		Baixa temperatura	0	100	0	0
		GA <sub>3</sub>	0	49	3	0
		KNO <sub>3</sub>	0	33	3	3
		Embebição + sem tegumento	0	49	2	0
		Embebição + com tegumento	0	41	0	0
	24	Testemunha	0	88	5	3
		Alta temperatura	0	81	9	0
		Baixa temperatura	0	100	0	0
		GA <sub>3</sub>	0	53	1	0
		KNO <sub>3</sub>	0	55	5	0
		Embebição + sem tegumento	0	18	3	0
		Embebição + com tegumento	0	51	8	0

“...continua...”

TABELA 7A, CONT.

LOTE	EA	TRATAMENTOS	SD	SM	SV	PA
	48	Testemunha	0	72	9	2
		Alta temperatura	0	90	7	0
		Baixa temperatura	0	100	0	0
		GA <sub>3</sub>	0	75	3	0
		KNO <sub>3</sub>	0	65	4	3
		Embebição + sem tegumento	0	22	1	0
		Embebição + com tegumento	0	45	3	2
	72	Testemunha	0	94	0	2
		Alta temperatura	0	97	2	0
		Baixa temperatura	0	94	5	0
		GA <sub>3</sub>	0	65	6	2
		KNO <sub>3</sub>	0	40	5	0
		Embebição + sem tegumento	0	42	0	0
		Embebição + com tegumento	0	30	3	3
	96	Testemunha	0	93	6	0
		Alta temperatura	0	97	0	0
		Baixa temperatura	0	95	5	0
		GA <sub>3</sub>	0	80	7	1
		KNO <sub>3</sub>	0	39	2	3
		Embebição + sem tegumento	0	16	1	0
		Embebição + com tegumento	0	43	7	3