

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

**FENOLOGIA, MATURAÇÃO FISIOLÓGICA E ASPECTOS DA  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Platymiscium floribundum* Vog. NO  
PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN, INSTITUTO FLORESTAL,  
SÃO PAULO - SP**

**Maria Conceição Carvalho da Silva**

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

SÃO CARLOS  
Estado de São Paulo – Brasil

2005

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

**FENOLOGIA, MATURAÇÃO FISIOLÓGICA E ASPECTOS DA  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Platymiscium floribundum* Vog. NO  
PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN, INSTITUTO FLORESTAL,  
SÃO PAULO - SP**

**Maria Conceição Carvalho da Silva**

Bióloga

Orientadora: Profa. Dra. Sônia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez

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

SÃO CARLOS  
Estado de São Paulo – Brasil  
2005

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

S586fm

Silva, Maria Conceição Carvalho da.

Fenologia, maturação fisiológica e aspectos da germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. no Parque Estadual Alberto Löfgren, Instituto Florestal, São Paulo - SP / Maria Conceição Carvalho da Silva. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

126 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Sementes. 2. Plantas florestais. 3. Estresse hídrico. 4. Estresse salino. 5. Fisiologia vegetal. I. Título.

CDD: 582.0467 (20<sup>a</sup>)

“Porque há esperança para a árvore, pois mesmo cortada, ainda se renovará, e não cessarão os seus rebentos. Se envelhecer na terra a sua raiz, e no chão morrer o seu tronco, ao cheiro das águas brotará, e dará ramos como a planta nova”.

**Aos meus pais,**

*Ivanildo Luiz da Silva (in memorian) e Maria José Carvalho da Silva,*

*“Foi com seus sonhos, de seus esforços que germinou cresceu e amadureceu o fruto de suas aspirações”. “Existir não é estar vivo, é viver em alguém, eternamente lembrado”.*

**DEDICO**

**A toda minha família,**

*Leonardo e Tarciana, meus irmãos,*

*por tudo que nos unem,*

**OFEREÇO**

## **Homenagem Especial**

***À Márcia Balistiero Figliolia***

“Você se fez presente nos momentos de certeza e dúvidas. Me transmitiu, mesmo em silêncio, compreensão. Soube respeitar e valorizar os meus limites e esforços. Em você encontrei força e incentivo para continuar. Esta conquista tem a sua presença!

**OBRIGADA!”**

## **Agradecimentos**

**A Deus, orientador maior da minha vida, todo meu amor;**

Ao Instituto Florestal por possibilitar o desenvolvimento do estudo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq),  
pela concessão da bolsa;

À Profa. Dra. Sônia C. J. G. de Andrade Perez, pela orientação;

Ao Prof. Dr. João Nakagawa pela atenção que vem conferindo no decorrer  
destes anos ao meu trabalho, pela cuidadosa leitura da tese, pelas valiosas  
sugestões e, principalmente pela amizade;

Aos colegas da Divisão de Dasonomia pela amizade e constante cooperação:  
Aida Sato, Anderson Nieniskis, Belarmino, Benedito Lopes, Elizângela Ramos,  
Hugo Pereira, Leonice Roberto, Maykon Novais, Rafael Xavier, Renato Lorza,  
Reynaldo Nakashima, Rogério Vekui, Sebastiana Revoredo, Sérgio Ramos e  
Pedro Prado.

A Jacqueline Akl e família pela amizade, apoio e incentivo;

Ao Prof. Dr. Antônio Ricardo Santos de Andrade, pelas análises estatísticas;

À pesquisadora Isabel Vallilo na leitura, e sugestões nas determinações químicas.

A todos os professores, funcionários e colegas do Departamento de Botânica  
da Universidade Federal de São Carlos.

À todos os amigos que contribuíram direta ou indiretamente com este trabalho.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	i
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	iv
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
<b>Capítulo 1 - FENOLOGIA E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE <i>Platymiscium floribundum</i> Vog. NO PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN, INSTITUTO FLORESTAL DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, SP.</b>	
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
APÊNDICES.....	61
<b>Capítulo 2 - VIGOR E VIABILIDADE DE SEMENTES DE <i>Platymiscium floribundum</i> Vog. ARMAZENADAS EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS.</b>	
RESUMO .....	62
ABSTRACT .....	63
INTRODUÇÃO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
APÊNDICE .....	98

**Capítulo 3 - TOLERÂNCIA DAS SEMENTES DE *Platymiscium floribundum*  
Vog. AOS ESTRESSES HÍDRICO E SALINO.**

<b>RESUMO .....</b>	<b>99</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>100</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>101</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>105</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>106</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>109</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>125</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

*Platymiscium floribundum* Vog., uma espécie florestal pertencente à família Leguminosae-Papilionoideae, é conhecida com os nomes populares de sacambu, rabugem, jacarandá-do-litoral, jacarandá-rosa, jacarandá, jacarandá-vermelho, entre outros. A ocorrência da espécie foi registrada nos estados do Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, na floresta pluvial da encosta atlântica (Inoue et al., 1984). Pouco freqüente, é encontrada quase que exclusivamente no interior da floresta primária densa, sendo classificada de esciófita. *P. floribundum* apresenta crescimento lento, atingindo cerca de 20 metros de altura, com copa alta, longa e globulosa. O tronco quase sempre é reto com 40 a 70 cm de diâmetro, possui casca de coloração cinzenta, com fendas irregulares mais ou menos largas, irregulares, ramos ascendentes, cinzentos com lenticelas grandes e ramificação cimosa. Apresenta grande potencial para exploração econômica e pode ser utilizada tanto como produtora de madeira para mobiliário, como planta ornamental, devido à intensa floração com coloração amarelo-alaranjado. Pode ser também empregada em reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

O aproveitamento econômico de qualquer espécie vegetal está na dependência do conhecimento que se tem sobre os produtos que estas fornecem e, para isto, informações sobre como as condições do ambiente em que vivem, interferem no seu crescimento e reprodução, são necessárias (Nolasco, 2000).

É essencial que se faça o uso racional dos recursos florestais, envolvendo a manutenção da integridade dos ecossistemas e, nesse sentido, a fenologia tem sido considerada como um dos melhores parâmetros utilizados para caracterizar os ecossistemas. Quanto mais complexo e detalhado for o conhecimento da estrutura e função da vegetação, maior será o acesso ao manejo harmonioso e racional dos ecossistemas. As observações fenológicas, obtidas de forma sistemática, reúnem informações sobre o estabelecimento de espécies, período de crescimento, período de reprodução e disponibilidade de recursos (Morellato & Leitão-Filho, 1992). Entretanto, para muitas espécies de florestas

tropicais úmidas, a fenologia é pouco conhecida, devido à ocorrência da maior diversidade de padrões fenológicos (Newstron et al., 1994).

Além disto, o estudo da germinação das sementes de espécies nativas assume papel relevante dentro de pesquisas científicas com objetivos bem definidos, visando à preservação, propagação e a utilização com fins econômicos de plantas que possuem este potencial (Barbosa et al., 1985).

O advento da biotecnologia tem como consequência direta o aumento do custo da semente, transformada em um produto tecnológico. Por outro lado, isso possibilita uma oportunidade de se conseguir melhor padrão de estabelecimento das plântulas em campo e, conseqüentemente, de avaliar sua habilidade de produzir plantas com alto vigor (Piña-Rodrigues et al., 2004).

O conhecimento a respeito do processo de maturação de sementes é fundamental para se ter sucesso na obtenção de sementes de melhor qualidade e, deve ser considerado em qualquer programa de produção de sementes e mudas (Barbosa et al., 1992). No caso de espécies florestais, a definição da época de colheita torna-se fundamental pois, para muitas espécies, a maturação é abrupta e as sementes possuem curta viabilidade (Kageyama & Viana, 1991).

Em se tratando da qualidade fisiológica das sementes, os estudos tecnológicos vem há anos, avaliando e padronizando métodos que possibilitem uma avaliação mais consistente deste importante atributo da semente. Desta forma, uma série de testes de vigor foram desenvolvidos, a grande maioria utilizada para padronizar a avaliação em sementes de espécies domesticadas, que possuem um relativo grau de homogeneidade e uniformidade genética. Entretanto, para as espécies florestais, o uso destes testes ainda necessita de pesquisas para adequação e padronização dos mesmos, face às particularidades de cada espécie, além de que a grande maioria encontra-se em estado selvagem e possuem maior variabilidade genética.

Outros aspectos importantes que interferem no vigor são as formas e o ambiente adequado para o armazenamento, que possibilitam a conservação das sementes com alta qualidade para finalidades diversas, como a regulação do comércio e manutenção de recursos genéticos em bancos de germoplasma, bem

como o suprimento anual de sementes para espécies com produção irregular de frutos ao longo dos anos (Santos, 2004).

No que se refere aos efeitos ambientais na germinação e crescimento de plântulas, estes assumem grande importância quando voltados para as espécies com possibilidades de múltiplos usos (Perez & Fanti, 1995).

Mesmo em ecossistemas naturais, as espécies estão freqüentemente expostas a estresses ambientais. Alguns fatores como a temperatura do ar, pode vir a promover uma condição estressante mesmo que durante poucos minutos; por outro lado, a disponibilidade hídrica no solo, pode levar dias ou semanas para afetar as plantas e, uma deficiência mineral pode levar meses para ocasionar um estresse (Taiz & Zeiger, 2004).

As plantas nativas de habitats úmidos, também estão submetidas ao déficit hídrico, em anos onde são registrados baixos valores de precipitação, sendo que a capacidade de tolerar um estresse moderado é importante para a propagação da espécie em ambientes diferentes do seu habitat natural (Calbo & Moraes, 2000).

As espécies que possuem indivíduos de uma mesma população que apresentam diversidade de resposta e amplitude de tolerância aos estresses, podem ser consideradas como um bom material biológico a ser utilizado em programas de melhoramento genético (Nogueira, 2001).

Devido às possibilidades de múltiplos usos da espécie *P. floribundum* e da necessidade de um manejo adequado do ecossistema, este trabalho se propôs a estudar a fenologia e a maturação de sementes recém colhidas e armazenadas, com o uso do teste de condutividade elétrica, do envelhecimento acelerado e do tetrazólio. Além disso, com a determinação dos limites de tolerância aos estresses hídrico e salino, pode-se inferir sobre a distribuição geográfica da espécie para saber se esta possui habilidade de se estabelecer em solos com deficiência hídrica e com elevados teores de sais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. M.; AGUIAR, I. B.; SANTOS, S. R. G. dos Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo. v.4, p.665-678, 1992. (Edição Especial)

BARBOSA, J. M.; SILVA, T. S.; FERREIRA, D. T. L. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento sobre a germinação de sementes de quatro espécies nativas. **Ecossistema**. Espírito Santo do Pinhal. v.10, p. 46-54, 1985.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleraceae* (açai). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo. v. 23, n. 3, p. 225-230, 2000.

INOUE, M. T.; CARLOS, V. R.; KUNYOSHI, Y. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais. 260p., 1984.

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. p. 197-215, 1991.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 233p., 1992.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. p. 112-140. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.), **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Ed. da Unicamp, Campinas, 1992.

NEWSTRON, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical Rain Forest Trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v.26, p.141-159, 1994.

NOGUEIRA, A. C. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex. DC.) STANDL. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 52º, 2001, João Pessoa, **Resumos...** João Pessoa. p. 51, 2001.

NOLASCO, A. M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas.** São Carlos: USP. 171p., 2000. (Tese Doutorado)

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. Efeitos do armazenamento, envelhecimento, tratamentos pré-germinativos na porcentagem e velocidade de germinação de *Pelthophorum dubium* (Spreng.) Taubert. (canafístula). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 185, 1995.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de Qualidade. In: FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. (eds.) **Germinação: do básico ao aplicado.** Ed. Artmed. p.163 -185, 2004.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Ed. Artmed. 643p., 2004.

## RESUMO

Como os estudos fenológicos sobre as sementes são efetivamente o ponto de partida para utilização e exploração de forma racional de espécies nativas, este trabalho teve como meta investigar aspectos da fenologia e fisiologia de *Platymiscium floribundum* Vog. localizadas em um fragmento de Mata Atlântica, no Parque Estadual Alberto Löfgren, pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo-SP. Foram realizadas observações semanais em 20 matrizes previamente demarcadas e constatou-se uma sincronia entre os eventos fenológicos e os fatores climáticos como, a precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura, para os anos de 2001 a 2003. Em relação à determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes, a colheita foi iniciada nas 20 matrizes demarcadas anteriormente, em intervalos regulares e consecutivos de sete dias, quando começou a ocorrer abscisão espontânea dos frutos ainda imaturos. As avaliações nos testes de viabilidade foram realizadas diariamente, considerando-se germinadas as sementes que apresentavam a emissão da raiz ou da plúmula, segundo o critério botânico. A partir dos 197 dias após o início do florescimento, houve um aumento considerável na porcentagem de germinação em sementes colhidas durante ano de 2002, sendo que os valores obtidos nas épocas subseqüentes de colheitas não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade. Para avaliar o vigor e a viabilidade das sementes armazenadas foram utilizados os testes de condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) de germinação e do tetrazólio (TZ), conduzidos em diferentes períodos. As sementes recém colhidas, com 31,37% de teor de água foram armazenadas durante 75 dias em condição de bancada de laboratório em saco de papel, e quinzenalmente foram retiradas amostras para realizar os testes citados acima. O teste de CE foi conduzido a 25°C, com 15 sementes embebidas em 75 mL de água, durante 24 horas, havendo diferença significativa entre os valores obtidos antes e após quinze dias de armazenamento. No teste do EA, realizado a 40°C durante 6 e 24 horas, foram registradas diferenças significativas após 45 dias de armazenamento, para sementes envelhecidas durante seis horas. Para o teste do TZ utilizou-se as

sementes com o pericarpo removido, que foram pré-condicionadas durante 24 horas a 25°C e imersas em solução de TZ a 1%. As sementes mantiveram sua qualidade fisiológica em níveis satisfatórios durante armazenamento, porém ocorreu diminuição da viabilidade das sementes após 75 dias de armazenamento. Os testes realizados foram eficientes na discriminação do vigor de sementes armazenadas durante diferentes períodos. Também foram realizados experimentos para avaliar o limite de tolerância ao estresse hídrico e salino, com o uso de soluções de manitol, PEG 6000 e dos sais NaCl e KCl, respectivamente, preparadas com os seguintes potenciais osmóticos (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 MPa). Os experimentos foram realizados com quatro repetições de 20 sementes distribuídas em caixas tipos gerbox® forradas com papel de filtro umedecido com 12 mL das soluções teste e colocadas para germinar a 27°C. Verificou-se reduções significativas nos valores de porcentagem e velocidade de germinação a partir de -0,2 e -0,4MPa, respectivamente, para sementes embebidas em soluções de manitol. Quando soluções de PEG 6000 foram utilizadas, reduções significativas na porcentagem e velocidade de germinação foram registradas a partir de -0,4MPa. Independente do potencial osmótico da solução, o uso de soluções de PEG 6000 produziu maiores reduções nos valores de porcentagem e velocidade de germinação do que com o uso de manitol. Com relação às sementes submetidas ao estresse salino, as reduções nos valores de porcentagem e velocidade de germinação das sementes foram gradativas, quando comparadas ao obtido com o uso de soluções de PEG 6000 e manitol. Foi registrada uma redução significativa dos valores de porcentagem a partir de -0,4MPa, para ambos os sais. Com relação à velocidade de germinação, reduções significativas foram observadas a partir de -0,6MPa e -0,8MPa para o KCl e NaCl, respectivamente. O limite máximo de tolerância à seca e à salinidade está situado entre -1,0MPa e -1,2MPa.

**Palavras-chave:** germinação, *Platymiscium floribundum*, armazenamento, estresse hídrico, estresse salino.

## ABSTRACT

In this work was evaluated the seeds and fruits development of *Plathymiscium floribundum* Vog. and associated it with the phenophases, in order to get seeds with high physiological quality. The phenological observations were carried out using 20 matrix from Parque Estadual Alberto Löfgren belong to Instituto Florestal - SP, since January 2001 until December 2003. For the maturation study fruits and seeds were collected, and were realized determinations as physical, chemical parameters, physiology and color patterns. The data recorded showed that the flower and fruit production occurred at the spring, during the rainy season. Besides it, in several trees the flower production was not followed by fruit development. The total abscision of these organs was observed. The seed production occurred in periods longer than one year, and was restricted to some individuals. The fruits produced at 2002 did not reach the mature stage, and only two matrix produced flowers and fruits. During 2003 all the fruits were detached by abscision. The fruit color and the dry weight of the fruits and seeds are good indicators for the physiology maturity of the seeds. This work also evaluated the vigor of *Plathymiscium floribundum* Vog. seeds, fresh harvest with 8,97% of moisture and stored during 75 days at room environment inside paper bags. The determinations were done each 15 days and included: moisture content, rate and percentage germination, electrical conductivity (EC) accelerated aging (AA) and tetrazolium test (TZ). The experiments were carried out with four replications of 15 seeds. For the EC test the seeds were weight and after were put inside plastic cups with 75 mL of distilled water, during 24h at 25°C. The values obtained differ after storage during 15 days. The AA was realized at 40°C and 100% of R.U. during 6 and 24 h and a difference was only registered after storage during 75 days. For the TZ test the seeds were pre imbibed during 24h at 25°C, without pericarp and immersed in solution 1% concentrated. The seeds presented high physiological quality, and the decrease only occurred at the last storage period.

In this research was also evaluated the maximum tolerance limits for water and salt stresses on *Platymiscium floribundum* seeds, imbibed in KCl, NaCl, mannitol and PEG 6000 solutions for salt and water stress, respectively with

osmotic potentials: 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; and -1,0MPa. The experiments were carried out with four replications of 20 seeds germinated at 27°C, and continuous light. The obtained data were submitted to variance analysis and Tukey test. A significant reduction on rate and percentage germination was registered at -0,2MPa and -0,6MPa, respectively, using mannitol solutions. When PEG solutions were used a significant reduction on rate and germination percentage was at -0,4 MPa. When KCl and NaCl solutions were used a gradual reduction on germination percentage occurred. The highest values of rate and germination percentage were registered for seeds germinated in mannitol solutions, in all osmotic potentials. In relation to salt stress the reductions on rate and germination percentage occurred slightly, in contrast to water stress. A significant decrease on germination percentage was verified at -0,4MPa, for both salt solutions. In relation to germination rate, the reduction was first detected at -0,6MPa and -0,8MPa for KCl and NaCl solutions, respectively. The maximal tolerance limit was the same, between -1,0 and -1,2MPa, for salt and water stress

**Key words:** germination. *Platymiscium floribundum*, storage, water stress, saline stress

## Capítulo 1

---

### **FENOLOGIA E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE *Platymiscium floribundum* Vog. NO PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN, INSTITUTO FLORESTAL DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, SP.**

**RESUMO** - Estudou-se nesse trabalho o desenvolvimento dos frutos e das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. associado à fenologia, com o intuito de conhecer o comportamento da espécie e a obtenção de sementes com elevado padrão de qualidade fisiológica. As observações fenológicas foram realizadas em 20 matrizes no Parque Estadual Alberto Löfgren do Instituto Florestal, São Paulo, SP, no período de janeiro/2001 a dezembro/2003. Para o estudo de maturação foram colhidos 200 frutos por época de colheita, nos quais foram realizadas as determinações físicas e fisiológicas e análise do padrão de coloração, durante o processo de maturação. A análise da composição química dos frutos e das sementes foi feita somente por ocasião da maturação. Os resultados mostraram que, para a área e período de estudo, *Platymiscium floribundum* concentrou sua floração na primavera e sua frutificação durante o período chuvoso do verão. O florescimento teve início em 23 de outubro de 2001, com duração de 18 a 21 dias no 1º ano, em 21 de outubro de 2002, com duração 23 a 25 dias no 2º ano e, em 21 de outubro de 2003, com duração de 17 a 23 dias no 3º ano. Neste ano, dentre as árvores que floresceram, algumas frutificaram, porém houve a abscisão dos frutos imaturos. A produção de sementes foi supra-anual e restrita a alguns indivíduos. As sementes, cujo início da produção ocorreu em 2001, atingiram a maturidade fisiológica 288 dias após o início da floração; para a produção iniciada em 2002, apenas duas árvores floresceram e frutificaram, porém, não foi completado o processo devido à abscisão de todos os frutos no mês de março/2003. A coloração do fruto associado ao peso de matéria seca mostraram-se bons indicadores para a definição da maturidade fisiológica das sementes.

**Palavras-chave:** floração, maturidade, germinação, sacambu.

**PHENOLOGY AND PHYSIOLOGICAL MATURITY OF *Plathymiscium floribundum* Vog. IN PARQUE ESTADUAL ALBERTO LÖFGREN AT INSTITUTO FLORESTAL - SÃO PAULO SP**

**ABSTRACT** - In this work was evaluated the seeds and fruits development of *Plathymiscium floribundum* Vog. and associated it with the phenophases, in order to get seeds with high physiological quality. The phenological observations were carried out using 20 matrix from Parque Estadual Alberto Löfgren belong to Instituto Florestal - SP, since January 2001 to December 2003. For the maturation study, fruits and seeds were collected, and were realized determinations as physical, chemical parameters, physiology and color patterns. The data recorded showed that the flower and fruit production occurred at the spring, during the rainy season. Besides it, in several trees the flower production was not followed by fruit development. The total abscission of these organs was observed. The seed production occurred in periods longer than one year, and was restricted to some individuals. The fruits produced at 2002 did not reach the mature stage, and only two matrix produced flowers and fruits. During 2003 all the fruits were detached by abscission. The fruit color associated at the dry weight of the fruits and seeds are good indicators for the physiology maturity of the seeds.

**Key words** – flower, physiological maturation, germination, “sacambu”.

## INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica pode ser considerada um dos ecossistemas mais ameaçados, restando apenas 1% de sua cobertura original, sendo que na década de 90 foram desmatados cerca de 900 mil ha (SOS Mata Atlântica & INPE, 2003). No Estado de São Paulo, restam cerca de 5% de sua área original (SMA, 2001) e a grande totalidade encontra-se nas Unidades de Conservação sob a administração do Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente.

O Parque Estadual Alberto Löfgren, administrado pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo localizado na zona norte, é contíguo a uma das maiores áreas de floresta do mundo inserida em região metropolitana e representa um resquício da cobertura florestal original do Estado de São Paulo, que está protegido desde 1900, embora tendo sofrido várias intervenções antrópicas ao longo de sua história com corte seletivo até a eliminação total da cobertura vegetal, em função de sua localização (Victor, 1975).

A vegetação da Serra da Cantareira pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana, de acordo com Projeto Radam Brasil (1983), Veloso et al. (1991) e IBGE (1992). No entanto, levantamentos florísticos realizados em alguns trechos revelam a presença de espécies exclusivas de mata atlântica aliadas a elementos da mata semicaducifólia de planalto, o que confere à Serra da Cantareira, a fisionomia de vegetação de transição entre Mata Atlântica e Mata de Planalto (Baitello et al., 1993).

Uma análise fitogeográfica realizada no Parque Municipal Alfredo Volpi, corrobora com a idéia do Planalto Paulistano situar-se em área de transição florística entre as Florestas Ombrófilas Densas e Estacionais Semidecíduais (Aragaki & Mantovani, 1998).

Nas áreas de formações florestais naturais, são fundamentais os estudos de florística e fitossociologia, que se intensificaram nos últimos 20 anos. Além destes, são também de suma importância a realização de estudos sobre a maturação de frutos, associados à fenologia, sob vários aspectos,

dentre eles, para avaliar a potencialidade de uso dessas espécies. Porém, ainda existe uma carência de pesquisas em relação às plantas nativas, especialmente no Brasil, onde a diversidade das espécies da flora é reconhecida como uma das maiores do mundo.

Nos trópicos, fatores climáticos e interações entre as espécies estão freqüentemente associados à sazonalidade dos eventos fenológicos das plantas, tanto em nível de comunidade (Frankie et al., 1974; Morellato et al., 2000; Justiniano & Fredericksen, 2000; Bencke & Morellato, 2002), quanto de espécie (Gomez & Fournier, 1996; Almeida & Alves, 2000, Pedroni et al., 2002). Portanto, a determinação do momento mais apropriado para o início da colheita deve fundamentar-se em conhecimentos sobre a dinâmica do processo de fenologia e maturação de sementes. Os critérios práticos utilizados para a determinação do ponto de colheita raramente estão apoiados em resultados de pesquisa, baseando-se geralmente na aparência do fruto.

#### ❖ **Fenologia do florescimento e da frutificação**

A fenologia consiste no estudo das fases de vida das plantas e tem por finalidade analisar os padrões e ritmo das fases de crescimento vegetativo, floração e frutificação, de modo a possibilitar melhor entendimento sobre os eventos que envolvem a biologia reprodutiva das espécies (Alencar, 1994). Sob o enfoque ecológico, o conhecimento de como se processam essas fenofases é fundamental para a compreensão da biologia das espécies vegetais e dos eventos correlatos como polinização, fertilização, frutificação e obtenção de sementes com qualidade, indispensáveis a todo e qualquer programa/processo de restauração ecológica e manejo florestal. O tempo de florescimento afeta particularmente a polinização e a dispersão de sementes que, por sua vez, determinará o estágio de germinação e recrutamento das plantas (Bowers & Dimmitt, 1994).

O desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, bem como a época e duração da floração e frutificação são irregulares, variando muito entre as espécies de uma mesma comunidade, entre indivíduos de uma mesma espécie

e dentro de um mesmo indivíduo. Essa variação é decorrente da interação complexa de vários fatores abióticos e bióticos. Os fatores abióticos incluem precipitação pluvial (Opler et al., 1976), estresse hídrico (Borchert, 1980; Reich & Borchert, 1984) e irradiação luminosa (Wright & Van-Schaik, 1994), enquanto que os bióticos incluem reprodução cruzada entre indivíduos, abundância de polinizadores (Augspurger, 1996), dispersores (Snow, 1965) e predadores de sementes (Janzen, 1971).

Nas florestas tropicais existem relações marcantes entre os eventos fenológicos reprodutivos sazonais e sincronizados, podendo representar vantagens adaptativas para muitas espécies. Observa-se que há grande variação entre indivíduos de uma mesma espécie com relação ao período e duração dos eventos florescimento e de frutificação. No entanto, não existe uma sincronia obrigatória entre os processos de florescimento e frutificação, podendo uma espécie florescer e não produzir fruto algum. Isto porque a importância adaptativa total ou parcial do florescimento de uma determinada árvore é a polinização de outras árvores e, conseqüentemente, o sucesso do evento sexual não pode ser medido pelo número de frutos não produzidos (Janzen, 1978).

Apesar de sua importância na maioria dos países tropicais, o conhecimento fenológico ainda é escasso e fragmentado (Fournier, 1976). Com relação aos ecossistemas do Brasil, a fenologia é pouco conhecida, principalmente quando se trata de plantas características da Mata Atlântica. Por isso, é imprescindível a ampliação das pesquisas sobre a fenologia das espécies dessa formação vegetal, para que possam subsidiar a implantação de possíveis programas nestas áreas e garantir o uso racional dos recursos ambientais.

#### ❖ **Maturação de sementes**

A maturação compreende as transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se sucedem no óvulo fertilizado, e que culminam com o ponto onde há peso máximo de matéria seca nas sementes. Nos

estudos tecnológicos sobre a maturação fisiológica procura-se identificar o momento mais adequado para se processar a colheita, de modo a obter sementes com alta qualidade fisiológica e com isso, diminuir a velocidade do processo de deterioração causado pela permanência prolongada em condições de campo. Nesse ponto, a qualidade fisiológica máxima equivale aos máximos valores de viabilidade, vigor e teor de matéria seca das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000).

A maturidade fisiológica varia em função da espécie e das condições ambientais, havendo, portanto, a necessidade do estabelecimento de parâmetros específicos para cada uma que correlacionem as características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas como índices práticos para determinação do ponto de maturação.

O ponto de maturidade fisiológica tem sido estudado principalmente levando-se em consideração as características físicas e fisiológicas das sementes, contudo, na prática, tais características são de difícil utilização, pois exige que se tenha conhecimento sobre outros parâmetros para identificar a maturidade do fruto em campo (Barbedo et al., 1993a; Nakagawa et al., 1994; Castro et al., 1995) ou outras características inerentes à espécie, o que leva a identificar o momento ideal para colheita e, assim, obter sementes com a máxima qualidade fisiológica.

- **Determinações fisiológicas**

- Germinação de sementes**

- Em tecnologia de sementes considera-se a germinação como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal, sob condições favoráveis de campo (Brasil, 1992).

- As sementes germinam quando não apresentam dormência e as condições ambientais para o seu crescimento sejam favoráveis. A disponibilidade de água e temperatura apropriada são fatores extrínsecos fundamentais para o início do processo germinativo, sendo que a intensidade com que esses fatores são requeridos varia com a espécie (Baskin & Baskin,

1998). As sementes podem também necessitar de luz e nutrientes, havendo a exigência de um conjunto específico de condições para a germinação, que está relacionado às características particulares de cada espécie (Castro et al., 2004).

Em algumas espécies as sementes adquirem a capacidade de germinar poucos dias após a fecundação, ocorrendo logo em seguida, uma redução acentuada da porcentagem de germinação, com níveis próximos de zero em função da ocorrência de dormência, afim de que a germinação não ocorra dentro do fruto ou sob condições ambientais desfavoráveis. Após esta fase, pode haver a superação da dormência e, dependendo das condições ambientais, a semente terá condições de germinar. Neste ponto, o período de dormência é relativamente curto, coincidindo com a fase de rápida desidratação das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Em outras espécies, a capacidade germinativa ocorre somente após um período relativamente longo de desenvolvimento das sementes. Neste momento, em sementes ortodoxas, está ocorrendo um decréscimo cada vez mais acentuado no teor de água e a capacidade de germinação cresce progressivamente até atingir um ponto máximo. Esta característica é a segurança de que a semente irá gerar uma nova planta, pois, ao germinar, o eixo embrionário que contém todas as estruturas da parte aérea e radicular, poderá, em condições favoráveis, gerar plântulas normais. Entretanto, a avaliação desta característica torna-se difícil, uma vez que o fenômeno da dormência pode interferir nos resultados do teste de germinação (Carvalho & Nakagawa, 2000).

- **Determinações físicas**

- Teor de água e peso de matéria seca dos frutos e das sementes**

- No momento da fecundação, o teor de água do óvulo está em torno de 80%, podendo chegar até a 90% em algumas espécies, em curto período de tempo. Com a formação da semente, a umidade vai gradativamente diminuindo em função do aumento do teor de matéria seca, sendo que a duração desse período depende da espécie e das condições ambientais, para em seguida, ocorrer uma fase de desidratação rápida, até o ponto em que o

teor de água da semente passa a oscilar em função da umidade relativa do ar (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Em *Miconia cinnamomifolia*, observou-se que o peso de matéria seca e o teor de água de frutos e das sementes não são bons indicadores da maturidade fisiológica das sementes (Pereira & Andrade, 1995). Porém, os maiores valores de peso de matéria fresca e seca, bem como os valores de comprimento máximo das sementes, revelaram-se bons indicadores de sua maturidade fisiológica (Lopes et al., 1995). O teor de água da semente é indicado como bom indicador do ponto de maturidade fisiológica para *Tabebuia avellanedae* (Barbosa et al., 1989), e para *Copaifera langsdorffii* (Barbosa et al., 1992).

À medida que a semente se desenvolve, o peso da matéria fresca e seca aumenta, chegando ao máximo no momento da maturação fisiológica. Esse aumento de peso, inicialmente se dá de forma lenta e por um curto período e, em seguida tem início uma fase de rápido e constante aumento de matéria seca, até que o valor máximo seja atingido. Durante o período em que a semente está ganhando peso, a umidade é bastante alta, condição indispensável para a síntese, o transporte e a deposição de substâncias de reserva. Quando a semente atinge valores máximos de peso seco, há uma coincidência com a presença de máximos de vigor e viabilidade, podendo, assim, ser colhida e conservada (Carvalho & Nakagawa, 2000).

No entanto, tal prática torna-se muito complicada para a maioria das espécies, pois as plantas encontram-se com muitas folhas e as sementes com alto teor de água, dificultando a colheita. O peso de matéria seca é uma característica que também tem sido apontada como o melhor indicador do estágio de maturação fisiológica das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000). Entretanto, não deve ser utilizado isoladamente, pois alguns trabalhos indicam que ainda podem ocorrer alterações fisiológicas e bioquímicas que levam a semente a manifestar seu máximo potencial fisiológico (Aguiar & Barciela, 1986).

### **Tamanho da semente**

Após a fertilização, o tamanho da semente aumenta rapidamente atingindo seu ponto máximo em um curto período de tempo, em relação à duração total do processo de maturação fisiológica. Nesse momento, o teor de água da semente é relativamente alto e seu crescimento é devido, principalmente, à multiplicação e ao desenvolvimento das células do eixo embrionário e dos tecidos de reserva. Após a maturação, o tamanho é reduzido devido à perda de água pelas sementes e do rompimento da ligação com a planta matriz e, essa redução é variável em função da espécie. Embora seja um índice bastante prático, não é muito seguro devido a grande variação que apresenta (Figliolia, 1993), não sendo eficiente para muitas espécies por ser uma característica plástica, variando em função do indivíduo, da época do ano, e dentro de uma mesma planta. (Carvalho & Nakagawa, 2000).

As sementes de *Pterogyne nitens* atingiram seu tamanho máximo aos 50 dias após o florescimento, enquanto a maturidade fisiológica foi constatada 71 dias depois (Carvalho et al., 1980). Observação semelhante foi constatada em frutos de *Miroxylon balsamum* que alcançaram seu tamanho máximo 48 dias antes da maturação fisiológica (Aguar & Barciela, 1986).

- **Padrão de coloração**

Diversos autores tentam estabelecer características que expressem a mudança da coloração como sendo o melhor e mais prático meio para a determinação do grau de maturação das sementes de essências florestais (Edwards, 1980).

Foi constatado que sementes de *Dalbergia nigra* provenientes de frutos com diferentes colorações, apresentaram a mesma percentagem de emergência, não sendo recomendado, portanto, coloração dos frutos como índice de maturação das sementes (Jesus & Piña-Rodrigues, 1984), como também não foi eficiente para as sementes de jenipapo, segundo Reis & Salomão (1999).

A literatura especializada também mostra que para inúmeras espécies a coloração dos frutos e das sementes é considerada como uma importante característica para aferir a maturidade fisiológica, pois durante o processo ocorrem mudanças na coloração que, muitas vezes, permitem indicar o grau de maturação. Dentre os trabalhos encontrados na literatura, pode-se citar o desenvolvido por Kanashiro & Vianna (1982), para freijó cinza e por Figliolia (1993) para *Inga uruguensis*.

Encontram-se também na literatura, pesquisas que demonstram que a avaliação conjunta de outros índices de maturação permite uma maior precisão do ponto de maturidade fisiológica das sementes.

Assim, verificou-se que o teor de água, acrescido da coloração dos frutos, foi o índice que melhor definiu a maturação das sementes de cabreúva. Quando os frutos ficaram totalmente amarelos, o seu teor de água foi de aproximadamente 43% e as sementes alcançaram sua maturação fisiológica (Aguilar & Barciela, 1986).

- **Determinações químicas**

Após a fertilização, inicia-se na célula-ovo, uma síntese intensa de compostos orgânicos e de material de reserva. À medida que evolui o processo de maturação, a atividade bioquímica é aumentada, como reflexo da presença de enzimas no interior das células. Aproximadamente 80% da síntese de proteínas ocorre nos tecidos de reserva, os quais, nessa etapa, atingem teor máximo de matéria seca, sendo que o embrião contribui com o restante da atividade protéica da semente. Nos últimos estágios do processo de maturação, a atividade bioquímica nos tecidos de reserva reduz-se drasticamente, passando o embrião a representar 75% do total dos compostos como carboidratos, lipídios e proteínas. As proteínas das sementes podem ser classificadas em albuminas, globulinas, glutelinas e prolaminas. Entretanto, nem todos os grupos de proteínas podem ser encontrados nas sementes de uma determinada espécie. As prolaminas e as glutelinas são encontradas em cereais; as globulinas nas leguminosas, e são as principais proteínas armazenadas, representando 70% do total da proteína de reserva; as

albuminas são mais freqüentes em sementes de dicotiledôneas (Bewley & Black, 1994; Shewry et al., 1995).

Estudos realizados sobre a composição de açúcares nas sementes ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias, demonstram que os teores da rafinose e estaquiose são mais baixos nas recalcitrantes, quando comparado às sementes ortodoxas e não foi encontrada grande variação no conteúdo destes açúcares nas sementes recalcitrantes e intermediárias. Dessa forma, a composição dos carboidratos pode ser utilizada para indicar o grupo a que as sementes pertencem (Steadman et al., 1996).

Estudos têm demonstrado que, próximo à maturidade fisiológica, os nutrientes como amido, hemi-celulose, lipídios e proteínas são acumulados na semente. Variações nos teores de açúcares, ácidos graxos, lipídios e nitrogênio, bem como na taxa de respiração, são os índices bioquímicos mais estudados em maturação de sementes de espécies florestais (Pinã-Rodrigues & Aguiar, 1993).

As breves descrições e discussões sobre os eventos relacionados à mobilização de reservas em sementes mostraram que, durante a evolução, as plantas encontraram diferentes meios de armazenar reservas em suas sementes e, com isso, também desenvolveram formas distintas de mobilizar essas reservas dos locais de acúmulo até as regiões de assimilação, que culminou para garantir o vigor das plântulas produzidas pelo processo germinativo (Buckeridge et al., 2004).

Partindo dessas considerações, o presente trabalho teve como meta:

- Avaliar o desenvolvimento dos frutos e das sementes de *P. floribundum* durante o processo de maturação, associado à fenologia e à maturação de sementes;
- Estabelecer indicadores que melhor caracterizem a maturidade fisiológica das sementes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

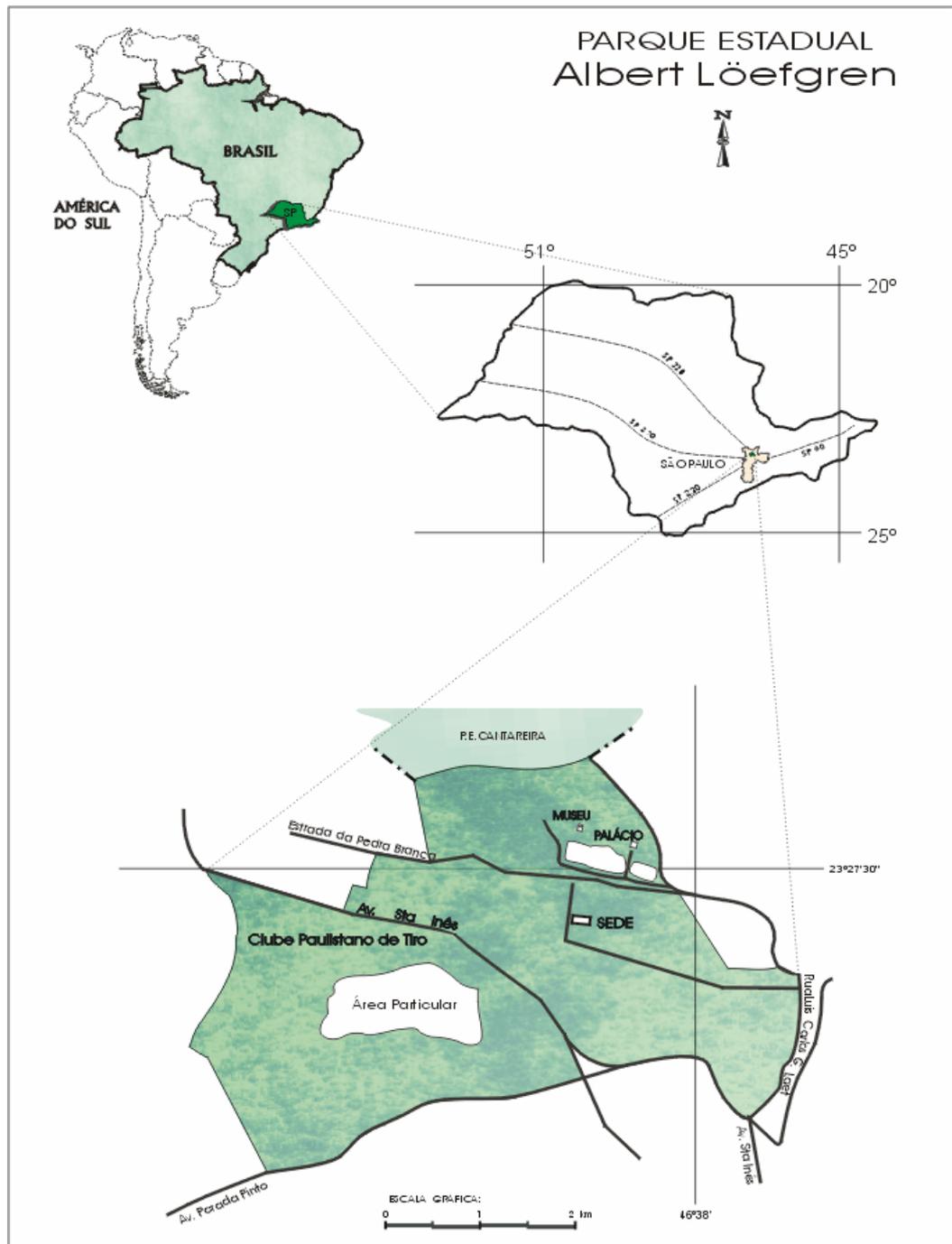
### **❖ Localização da área de estudo**

Este estudo foi desenvolvido em um fragmento natural de Mata Atlântica, localizado no Parque Estadual Alberto Löfgren, sob a administração do Instituto Florestal, do Estado de São Paulo, situado na zona norte da cidade de São Paulo, com coordenadas 23°27'38" S e 46°38'12" W, e altitude média de 775 m (Figura 1).

### **❖ Solo e clima da área de estudo**

O solo nessa área de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase rasa (LVr) (Ventura et al., 1965/66), e o clima é do tipo Cfb, segundo a classificação climática de Köppen (1948). O clima da área é classificado como Cfb (mesotérmico e úmido), sem estiagem em que a temperatura média do mês mais quente não atinge 22°C. A precipitação pluvial média anual foi 1545 mm, a temperatura média do mês mais quente foi de 21,0°C e a do mês mais frio 14,4°C. No entanto, estudos e registros recentes mostram a grande variação nos valores de temperatura e precipitação pluvial que têm ocorrido na região. A precipitação pluvial média variou de 1252,6 mm a 1567,0 mm anuais. O período chuvoso vai de outubro a março ocorrendo maiores valores de precipitações nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão). O período de menor pluviosidade é verificado nos meses de junho, julho e agosto, que corresponde ao inverno (Silva, 2000).

No período compreendido entre janeiro de 2001 a dezembro de 2003, a precipitação pluvial variou de 1025,68 a 1293,07 mm anuais, a temperatura média do mês mais quente foi de 30,8°C e a do mês mais frio 9,8°C; a umidade relativa média do ar variou de 78,1% a 90,4% (Tabela 1 e Figura 4). Os dados climáticos foram obtidos no posto meteorológico do Instituto Florestal distante cerca de 400 metros da área de estudo.



**FIGURA 1** – Localização geográfica do Parque Estadual Alberto Löfgren, sob administração do Instituto Florestal no Estado de São Paulo.

**TABELA 1** – Valores mensais das temperaturas máxima, média e mínima, pluviosidade, umidade relativa do ar (UR) e horas de insolação obtidos no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2003 no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo-SP. Fonte: Estação meteorológica do Instituto Florestal.

Data	T. Máx °C	T. Min °C	T. Méd °C	PP mm	UR %
Janeiro/01	29,2	19,3	23,2	243,9	85,9
Fevereiro/01	28,7	17,1	21,8	189,0	85,7
Março/01	27,7	17,9	21,2	90,2	89,8
Abril/01	28,6	14,9	20,7	16,3	78,1
Mai/01	25,9	14,7	19,4	81,8	85,4
Junho/01	18,9	9,8	13,7	23,6	90,6
Julho/01	23,9	10,1	15,9	30,7	82,6
Agosto/01	24,5	12,4	17,4	21,8	82,4
Setembro/01	23,8	13,0	17,6	49,5	85,0
Outubro/01	26,2	14,5	19,4	102,5	78,3
Novembro/01	26,9	17,0	20,7	147,6	85,7
Dezembro/01	26,3	17,0	20,8	208,7	88,0
Janeiro/02	27,5	18,0	21,7	274,1	88,5
Fevereiro/02	26,1	17,2	20,8	133,8	89,4
Março/02	29,4	18,0	22,6	285,3	86,6
Abril/02	28,1	17,1	21,5	49,4	85,8
Mai/02	24,3	14,0	18,2	94,2	89,9
Junho/02	24,6	12,7	17,6	0,4	86,3
Julho/02	21,1	10,3	14,7	4,3	88,7
Agosto/02	26,3	13,7	18,8	0,2	81,0
Setembro/02	23,8	12,4	17,2	3,9	84,3
Outubro/02	29,7	16,4	21,8	52,7	80,0
Novembro/02	27,5	16,7	21,3	102,8	84,5
Dezembro/02	28,4	17,8	22,2	191,5	86,3
Janeiro/03	26,9	18,1	21,6	301,5	93,6
Fevereiro/03	30,8	18,9	23,9	85,7	83,3
Março/03	27,1	17,3	21,2	181,8	90,4
Abril/03	26,0	15,7	20,1	44,1	88,5
Mai/03	22,8	11,8	16,6	34,3	86,4
Junho/03	24,5	12,4	17,3	14,8	87,9
Julho/03	23,0	10,7	15,9	19,0	83,3
Agosto/03	21,8	10,2	15,2	13,5	83,5
Setembro/03	23,8	13,1	17,5	18,0	84,2
Outubro/03	25,6	14,9	19,1	117,0	85,7
Novembro/03	25,9	15,9	20,1	67,7	85,9
Dezembro/03	27,4	17,6	21,6	28,9	89,5
<b>Médias referentes aos três anos de observações</b>					
Média mensal	25,9	15,0	19,4	92,35	85,9
Máxima	30,8	19,3	23,9	301,5	93,6
Mínima	18,9	9,8	13,7	0,2	78,1

## ❖ **Distribuição e marcação das árvores**

As 20 árvores usadas como matrizes foram selecionadas com critérios encontrados em Mori (2003) e estão localizadas em diferentes pontos, levando-se em consideração a performance quanto à altura, diâmetro, desenvolvimento da copa, vigor e aspecto fitossanitário, cujas características são apresentadas na Tabela 2. Quanto à idade das árvores, não foi possível realizar uma avaliação precisa, contudo, estima-se que as mesmas tenham mais de 20 anos (Benedito Lopes<sup>1</sup>, técnico em sementes florestais, comunicação pessoal, 2001). Assim, todas as árvores foram consideradas adultas, uma vez que o indivíduo que apresentava o menor porte frutificou durante o período de estudo. Foram feitas observações sistemáticas nas 20 árvores e os números amostrais foram diferentes em cada ano, devido à inclusão, ou perda de indivíduos causada pela queda dos mesmos. As matrizes mais próximas entre si distavam cerca de 2,50m e as mais distantes 330m.

Por ocasião das observações, efetuaram-se para cada indivíduo as seguintes medidas: diâmetro à altura do peito (DAP), diâmetro da copa, altura do fuste e altura total da copa. O DAP foi avaliado com uma fita diamétrica e para as demais medidas, utilizou-se uma régua extensível de 2-10 m, modelo KCL. Posicionando-se ao lado da árvore, com a base da régua no solo, visualizava-se na vertical o limite superior da copa e a seguir o escalador subia na árvore, estendendo a régua em partes, até alcançar o fuste e o início da copa da árvore, obtendo-se assim, uma leitura direta para cada exemplar. Ao alcançar a copa da árvore, a régua foi mantida na posição vertical para a medição de altura, e na posição horizontal, para a medição do diâmetro. A altura total da árvore foi obtida pela somatória da altura do fuste e da copa.

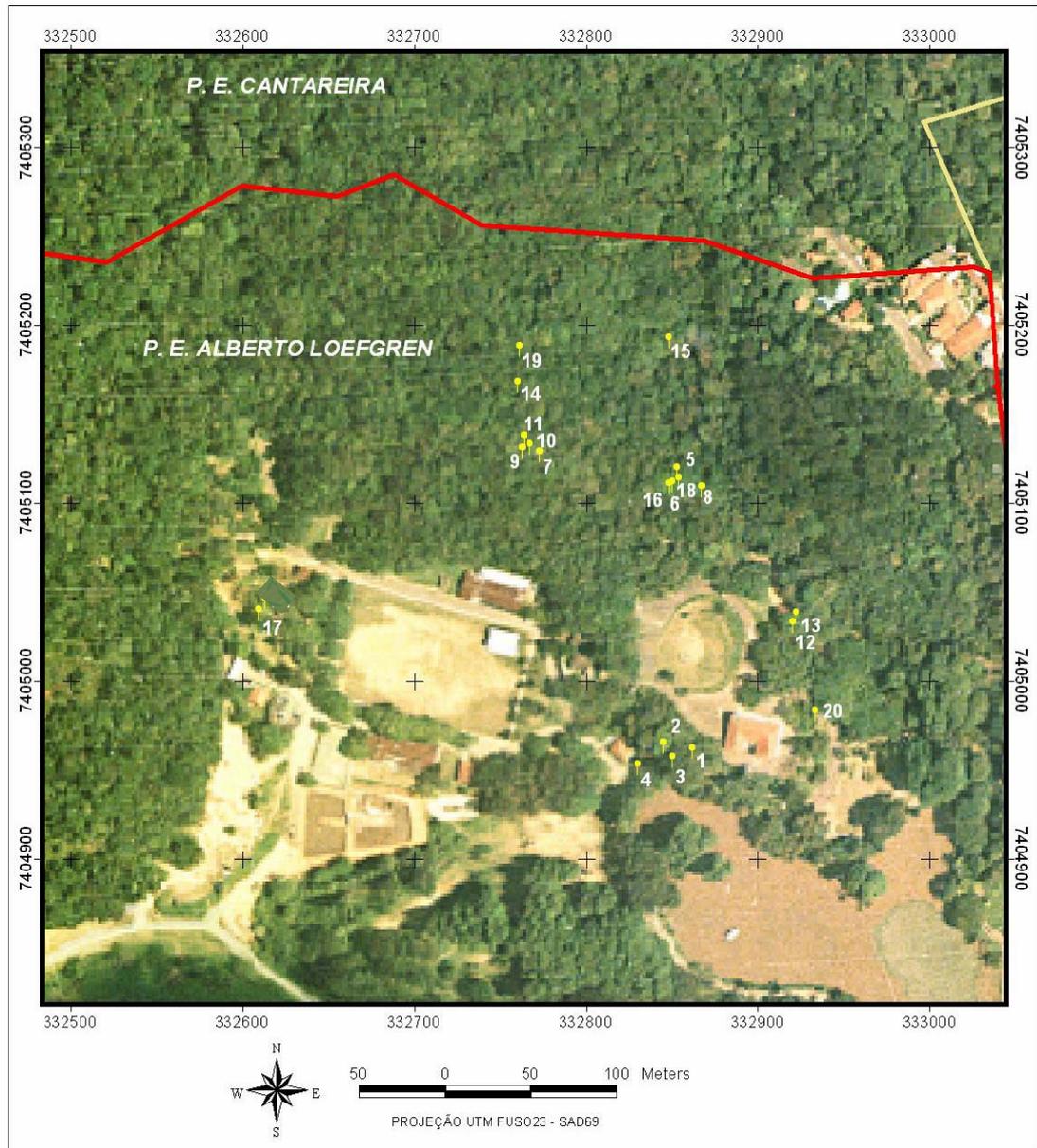
O mapeamento dos 20 indivíduos que constituem a amostra na área de estudo foi realizado com o uso de um aparelho de GPS (Sistema de Posicionamento Global) e está representado na (Figura 2).

---

<sup>1</sup> Instituto Florestal, Rua do Horto, 931 02377-000 São Paulo, SP

**TABELA 2-** Características das árvores de *Platymiscium floribundum* Vog. selecionadas para as observações fenológicas, realizadas no Parque Estadual Alberto Löfgren no município de São Paulo – SP.

Nº da árvore	DAP (cm)	Altura do Fuste (m)	Altura da Copa (m)	Altura Total (m)	Diâmetro da copa (m)
1	64,00	4,85	12,00	16,85	24,10
2	52,25	11,11	14,00	25,10	15,30
3	42,85	9,20	11,64	20,84	13,00
4	32,00	6,60	7,70	14,30	11,00
5	37,00	8,00	10,00	18,00	9,25
6	29,62	6,50	10,00	15,10	11,50
7	23,80	4,30	16,00	20,00	6,70
8	57,50	9,90	12,00	22,00	9,20
9	27,80	7,40	12,60	20,00	6,70
10	36,50	7,30	12,70	20,00	10,80
11	38,40	6,10	10,50	16,60	7,00
12	42,25	10,60	10,50	21,10	19,00
13	40,80	9,30	10,00	19,30	8,30
14	54,50	10,00	11,50	22,50	5,35
15	34,00	2,00	18,50	20,50	10,00
16	55,00	7,60	8,00	15,60	26,55
17	28,50	7,50	12,50	20,50	9,00
18	46,00	10,90	11,10	22,00	10,60
19	39,00	3,00	10,63	13,63	22,80
20	24,00	3,86	11,75	15,61	14,32
Média	40,29	7,30	11,68	18,98	12,52
DP	11,58	2,68	2,46	3,11	6,10
DM	9,26	2,12	1,69	2,61	4,74
CV%	28,74	36,73	21,10	16,37	48,73



**FIGURA 2** – Localização dos indivíduos de *Platymiscium floribundum* Vog. dentro da área de estudo: Parque Estadual Alberto Löfgren no município de São Paulo, pertencente ao Instituto Florestal no Estado de São Paulo-SP.

### ❖ Fenologia do florescimento e da frutificação

As 20 árvores adultas escolhidas como matrizes, receberam marcação dos ramos adultos contendo vários ramos secundários, onde foram realizadas as observações semanais, sempre pela mesma pessoa. Foram utilizadas torres com aproximadamente 20 m de altura, para algumas árvores e para outras, um binóculo com aumento 10 x 40, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2003 (Figura 3).



Foto: Hugo F. A. Pereira

**FIGURA 3** – Disposição de uma das torres utilizada para o estudo de fenologia dos indivíduos de *Platymiscium floribundum*, no Parque Estadual Alberto Löfgren no município de São Paulo, pertencente ao Instituto Florestal no Estado de São Paulo-SP.

Semanalmente foram registradas as seguintes fases fenológicas: abscisão de folhas, brotamento, botões florais, flores abertas, frutos imaturos e maduros. As características fenológicas foram quantificadas em cada indivíduo, empregando-se o método proposto por Fournier (1974), baseado em uma escala que varia de zero a quatro:

- 0 - ausência do fenômeno observado;
- 1 - presença do fenômeno observado e variação entre 1 e 25%;
- 2 - presença do fenômeno observado e variação entre 26 e 50%;
- 3 - presença do fenômeno observado e variação entre 51 e 75%;
- 4 - presença do fenômeno observado e variação entre 76 e 100%.

Para cada fenômeno observado, a média dos valores obtidos individualmente representa a porcentagem de ocorrência da fenofase em uma determinada época, sendo elaborado um fenograma mostrando a evolução de cada parâmetro, relacionado-os aos dados meteorológicos.

O fenômeno de abscisão foliar foi expresso em valores de porcentagem de ramos desfolhados, em relação à copa toda, e à presença de folhas caídas no solo. O início do brotamento foi considerado a partir do aparecimento de pequenas folhas, brilhantes e de coloração verde claro e, o estágio final, foi caracterizado quando a maior parte das folhas exibiam coloração verde escuro e tamanho característico da espécie. Foi denominado período de floração aquele em que os indivíduos apresentavam flores em antese, e período de frutificação, quando as árvores apresentavam frutos imaturos e/ou maduros.

#### ❖ **Maturação de sementes**

Para o estudo de maturação das sementes, desenvolvido durante os anos de 2002 e 2003, utilizou-se as 20 matrizes (Figura 2) demarcadas de acordo com critérios estabelecidos (Mori, 2003), sendo colhidos 200 frutos por matriz.

A colheita foi iniciada quando começou a ocorrer abscisão dos frutos, e feita em intervalos regulares e consecutivos de sete dias. Os frutos

colhidos foram separados por matriz, acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Florestal de São Paulo, para as determinações fisiológicas, físicas e químicas. O período de frutificação foi dividido em duas fases: crescimento e maturação dos frutos.

- **Determinações fisiológicas**

- **Capacidade de germinação das sementes**

A qualidade fisiológica das sementes nas diferentes épocas de colheita, para o primeiro ano de observação (2002), foi avaliada através de testes de germinação, a partir dos 197 dias após seu florescimento.

Os testes de germinação foram conduzidos em Gerbox®, transparentes, contendo como substrato a vermiculita lavada, esterilizada e umedecida com 60 mL de água destilada. Os testes foram conduzidos em germinador com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 8 horas de luz (Figliolia & Takaki, prelo). Para cada teste, utilizou-se 4 repetições de 25 sementes. As contagens para o ano de 2002 tiveram início de 3 a 10 dias após a instalação de cada teste, com período de duração de aproximadamente 26 dias, quando as sementes apresentavam a emissão da raiz ou da plúmula, segundo o critério botânico, Labouriau (1983) citado por Borghetti & Ferreira, (2004).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos representados pelas datas das colheitas. Para a comparação das médias adotou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos em porcentagem foram transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{\%}$  (Pimentel-Gomes, 2000). Com base nos resultados obtidos nos testes de germinação, calculou-se a porcentagem e o índice de velocidade da germinação das sementes, como expressão do seu vigor (Borghetti & Ferreira, 2004).

- **Determinações físicas**

As determinações físicas dos frutos e das sementes foram efetuadas para as diferentes épocas de colheita. Essas determinações são descritas a seguir:

### **Teor de água e peso da matéria seca dos frutos e das sementes**

O teor de água dos frutos e das sementes foi determinado tendo-se como referência o peso de matéria fresca e o peso de matéria seca, obtido em estufa de secagem a 105°C, por um período de 24 horas, de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Para cada teste, foram utilizadas duas repetições de dez frutos e dez sementes cada. O delineamento estatístico adotado para as análises foi o inteiramente casualizado (Pimentel Gomes, 2000).

### **Tamanho e peso dos frutos e das sementes**

O tamanho dos frutos e das sementes foi obtido pelas medidas de variáveis biométricas: diâmetro (largura) e comprimento de cada unidade, totalizando 200 frutos, obtidas com paquímetro digital e expressas em mm (Aguiar & Barciela, 1986). O peso de matéria fresca foi obtido em balança analítica e expresso em gramas.

- **Padrão de coloração dos frutos**

As tonalidades de coloração dos frutos, encontradas nos diferentes estágios de desenvolvimento, foram classificadas de acordo com o catálogo de cores proposto por Munsell Color Company (1952). A coloração do fruto foi utilizada como índice visual de maturação, baseando-se na modificação e na intensidade de coloração observada no momento da colheita.

- **Determinações químicas**

A análise da composição química dos frutos e das sementes no ano de 2002, foi realizada aos 288 dias após o florescimento, época de maturação, porém, para o ano de 2003 os testes não foram realizados pois os frutos não atingiram a maturidade. Para cada análise foram utilizadas três amostras pesando aproximadamente 200g, obtendo-se para cada uma o peso da matéria fresca e o peso da matéria seca de frutos e sementes. As determinações feitas e os métodos de análise empregados foram:

- Proteínas (%N x 6,25) e lipídios, determinadas pelo método da A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists 1965)
- Açúcares totais solúveis determinados pelo método de Dubois et al. (1956)
- Açúcares redutores, pelo método de Nelson (1944)
- Amido determinado pelo método otimizado de Areas & Lajolo (1981)

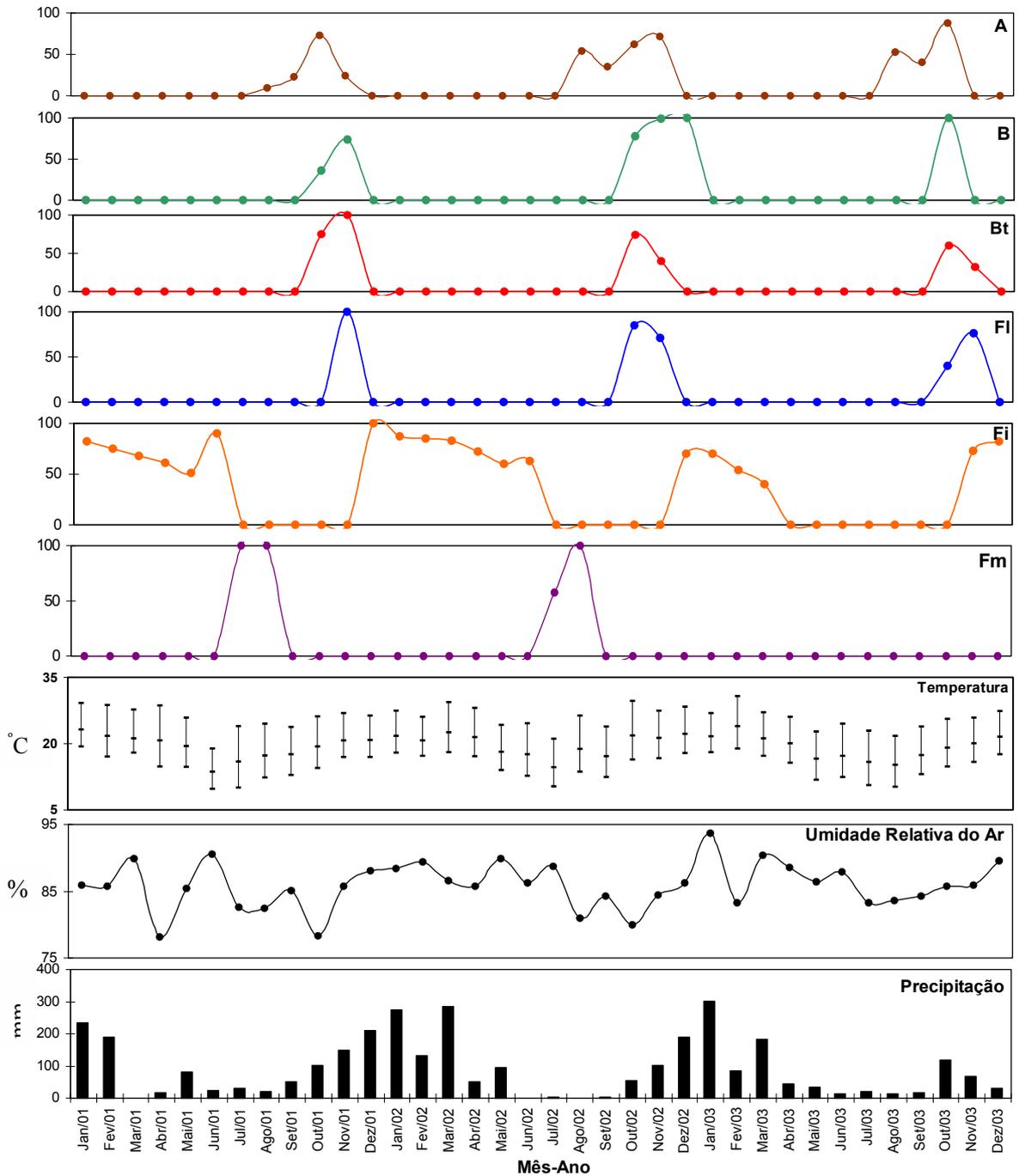
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ❖ Fenologia do florescimento e da frutificação

A avaliação dos eventos fenológicos, realizada nos 20 indivíduos de *P. floribundum* do Parque Estadual Alberto Löfgren no Instituto Florestal, visou estabelecer o início dos estudos de maturação e a coleta do material para determinações em laboratório. Na Figura 4 são apresentados os meses de início e a duração dos eventos fenológicos (abscisão de folhas, brotamento, aparecimento de botões florais, de flores abertas, bem como frutos imaturos e maduros) durante os anos de observação, bem como os dados meteorológicos.

#### • **Abscisão foliar**

A abscisão foliar nos indivíduos de *P. floribundum* ocorreu durante um único período no ano, compreendido entre os meses de agosto a novembro, com exceção do ano de 2003, no qual a abscisão foi encerrada em outubro. Houve picos de ocorrência de abscisão no mês de outubro, com valores de até 100% em alguns indivíduos observados. Associando esse registro com a ocorrência de chuvas, observa-se que os maiores valores de abscisão foliar ocorreram nos períodos que sucederam as menores precipitações, coincidente com a época de baixos valores de umidade relativa do ar para o bioma de mata atlântica (78,3%). Quanto à relação da abscisão foliar com a temperatura do ar, os picos foram registrados entre as temperaturas máximas que variaram de 21,8 a 29,7°C e nas mínimas, de 10,2 a 17°C (Figura 4). O fato do processo de abscisão foliar estar associado a um período de menores valores de precipitação pluvial e de umidade relativa do ar, reflete o comportamento típico de espécies de florestas semidecíduais (Morellato & Leitão Filho, 1990).



**FIGURA 4** – Fenograma de *Platymiscium floribundum* em porcentagens de abscisão foliar (A), brotação (B), botões florais (Bt), flores abertas (FI), frutos imaturos (Fi), frutos maduros (Fm) e temperaturas mínima, média e máxima (°C), valores médios da umidade relativa do ar (%) e a precipitação (mm). Dados meteorológicos do Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo - SP no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2003.

Esta relação entre as fenofases e as variáveis climáticas, encontrada neste estudo, também foi observado por Talora & Morellato (2000), em espécies arbóreas de floresta litorânea.

Deve-se levar em consideração que este evento pode estar sendo determinado por fatores genéticos, como parte da estratégia de dispersão de sementes.

Através das observações fenológicas de *P. floribundum*, identificou-se para a abscisão foliar o padrão decíduo regular, anual, que ocorre na época em que as condições do meio caracterizam os períodos de inverno e primavera (Morellato et al., 1989). A respeito das mudanças sazonais nas florestas tropicais, quanto mais sazonal for o clima, maior será a tendência das espécies em se adaptar à periodicidade climática e responder de maneira a assegurar a sobrevivência das espécies.

Quanto à abscisão foliar, o mesmo autor acima considera como espécies sempre-verdes, aquelas que sustentam várias gerações de folhas ao mesmo tempo; e espécies decíduas, as que ficam com a copa nua ou quase nua, mesmo que por poucos dias (Figura 5).

Semelhantes resultados foram encontrados por Guardia (2002), quanto à abscisão foliar de *Myroxylon peruiferum* que mostrou um padrão decíduo associando à estação seca, à baixa umidade relativa do ar e à grande amplitude térmica.



**FIGURA 5** – Indivíduo número 1 de *Platymiscium floribundum* Vog. no ano de 2002, com cerca de 100% abscisão foliar.

- **Brotamento**

Durante o ano de 2001, as árvores iniciaram o brotamento foliar no mês de outubro finalizando em novembro; para o ano de 2002, esse período se estendeu até dezembro e para o ano de 2003, concentrou-se somente no mês de outubro (Figuras 4 e 6).

O brotamento de novas folhas ocorreu durante todo o período de observação, e em todos os indivíduos. Relacionando o brotamento de folhas com a abscisão foliar, com a emergência dos botões florais e com a ocorrência de chuvas, pôde-se notar que os períodos de maior intensidade de brotamento sucederam os períodos em que houve maior percentagem de abscisão foliar e de botões florais, coincidido sempre com o início das chuvas, após os períodos mais secos, quando a umidade relativa do ar ainda estava baixa para o bioma mata atlântica (78,3%). Em relação ao fator temperatura, observou-se que houve maior brotamento nos meses de outubro a dezembro, onde são observadas as temperaturas elevadas (Figura. 4).

Assim, *P. floribundum* apresenta o padrão intermitente para o brotamento das folhas, conforme descrito por Matthes (1980).

Em florestas tropicais as pesquisas registram diferentes tipos de comportamentos de brotamento. Em muitas espécies, as folhas brotam o ano todo e, em outras, somente em certas épocas do ano. Matthes (1980), cita a classificação de Koriba (1958), na qual o autor considera espécies de crescimento contínuo as que mantêm o crescimento em todos os ramos durante o ano. São ditas apresentar crescimento intermitente, as espécies que param de crescer após produção de um certo número de folhas ou, para iniciar o florescimento; e, como de crescimento múltiplo, quando alguns ramos continuam e outros interrompem o crescimento.

De maneira semelhante para *P. floribundum*, Williams-Linera (1997), verificou em seu estudo que o brotamento para as espécies decíduas está correlacionado com valores mais elevados de temperatura que com os valores de precipitação ou de temperaturas mais baixas.



Foto: Hugo F. A. Pereira

**FIGURA 6** – Indivíduo número 1 de *Platymiscium floribundum* Vog. no ano de 2002, com 100% de brotamento.

- **Botões florais**

Na Figura 4 estão contidos os dados referentes à produção de botões florais, que ocorreu no final do período seco. Verifica-se ainda, pela Figura 7, que os eventos de brotamento e formação dos botões florais ocorrem concomitantemente. Este evento está localizado entre o pico do processo de abscisão foliar e o início do brotamento e, portanto, sujeito às mesmas condições climáticas que influenciaram estes outros fenômenos, e corroborando com o conceito citado por Newstron et al. (1994), de que é possível a existência de dois mecanismos para a indução do botão floral, podendo ser necessário um período de baixa umidade ou de maior intensidade luminosa, como indica a Figura 4.

Os fenômenos reprodutivos nesta espécie seguem o padrão de florescimento e de frutificação sazonal, com uma ocorrência anual de cada evento (Alvim, 1964; Frankie et al., 1974; Newstron et al., 1994).

As plantas tropicais podem ser agrupadas em quatro classes de periodicidade quanto à floração (Alvim, 1964):

- a) Espécies que florescem continuamente;
- b) Espécies que florescem em qualquer estação climática;
- c) Espécies que têm floração gregária ou simultânea, de florescimento aperiódico, mas no mesmo ritmo que outras plantas vizinhas;
- d) Espécies com florescimento sazonal, porém em uma época fixa do ano.

Newstron et al. (1994) diferenciam, quanto aos aspectos reprodutivos, as espécies de padrão sazonal e estendido. O florescimento e a frutificação das espécies com padrão sazonal ocorrem na estação úmida e, nas espécies que exibem o padrão estendido, os eventos ocorrem em duas ou mais estações consecutivas.

Convém ressaltar a importância das interações de fatores endógenos e exógenos que capacitam a planta a sincronizar seu desenvolvimento reprodutivo com o ambiente. A evolução dos sistemas de controle interno (autônomo) e externo (sensível ao ambiente) permite às

plantas regular cuidadosamente o florescimento na época ótima para seu sucesso reprodutivo (Taiz & Zeiger, 2004).



Foto: Huso F. A. Pereira

**FIGURA 7** – Detalhe do crescimento dos botões florais em ramo de *Platymiscium floribundum* Vog.

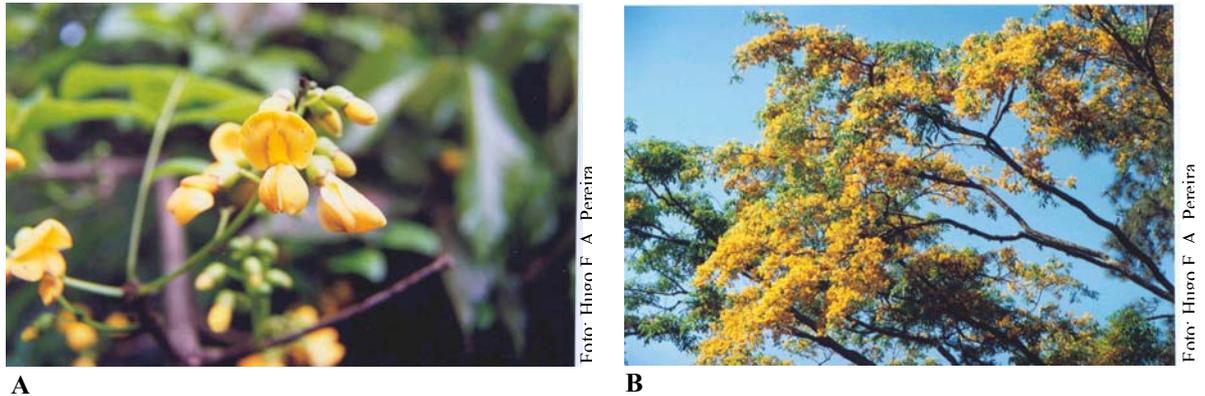
- **Antese floral**

Durante os anos em que foram feitas as observações verificou-se que o florescimento de *P. floribundum* ocorreu somente uma vez por ano, na primavera (outubro a novembro); para o ano de 2001 iniciou-se em 29 de outubro; para 2002 em 21 de outubro, e para 2003 em 15 de outubro, com duração de aproximadamente de 14 a 18 dias para todos os anos observados. A figura 8 revela, em detalhe, a flor aberta e a inflorescência de *P. floribundum* Vog.

O pico da floração ocorreu nos meses de outubro a novembro (Figura 9), com uma diminuição do número de indivíduos com flores durante o mês de novembro, quando este evento foi também finalizado. Observa-se para os três anos de estudo que a floração teve início a partir da segunda quinzena de outubro, no final da estação seca com pico de florescimento coincidindo com as primeiras chuvas, porém, antes da ocorrência de chuvas fortes.

Considerando a afirmação de Jackson (1978), de que as chuvas fortes podem prejudicar a atividade dos polinizadores e danificar as flores,

pode-se considerar que esse evento foi favorecido pois, ocorrem em época e condições ambientais favoráveis.

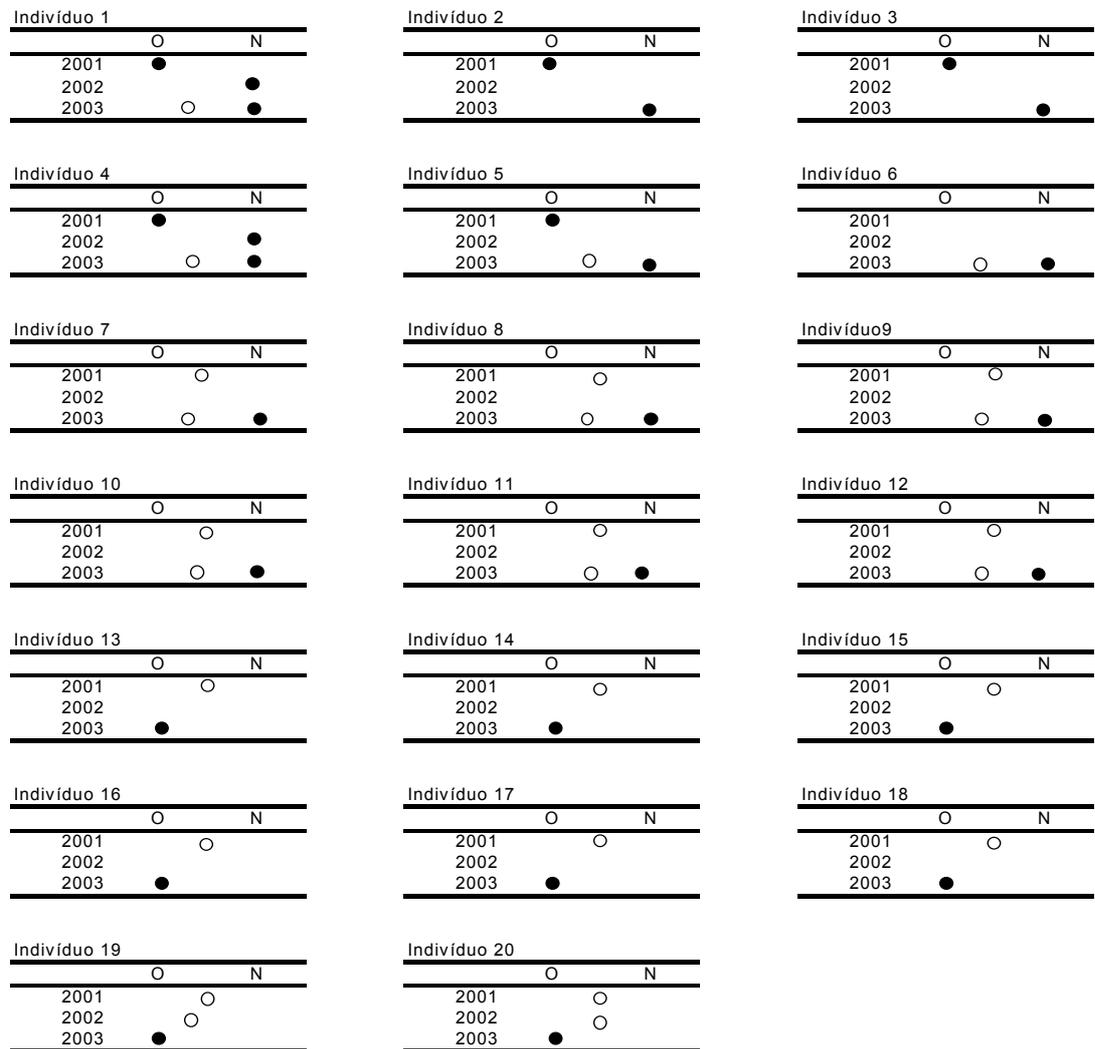


**FIGURA 8** – Detalhe de flor aberta (A) e inflorescência (B) de *Platymiscium floribundum* Vog.

Em termos de comunidade de plantas, o florescimento de *P. floribundum* apresentou estratégia de floração com padrão sazonal, anual, com variação na duração (de 1 a 2 meses) e na intensidade, em anos alternados. No nível individual o florescimento segue o padrão supra-anual do tipo alternado (Figura 9). Esta periodicidade acompanhou a estacionalidade do clima, sendo perceptível uma associação de fatores abióticos para este evento como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, estando em conformidade com a classificação de Newstron et al. (1994).

Embora a literatura registre a ocorrência do florescimento desta espécie durante os meses de março-abril (Lorenzi, 1992), verificou-se neste estudo que, o período de floração ocorreu nos meses de outubro a novembro.

Neste estudo, verificou-se que o período de floração ocorreu nos meses de outubro a novembro, embora Lorenzi (1992) registre a ocorrência do florescimento desta espécie durante os meses de março e abril.



**FIGURA 9** – Percentual de flores abertas nas 20 matrizes de *Platymiscium floribundum* Vog. Observações nos meses de outubro (O) e novembro (N) dos anos de 2001, 2002 e 2003. ○ = 1 a 50%, ● = 51 a 100%

Apesar dessa variação, os períodos de cada um desses eventos são mais ou menos fixos para uma espécie, em uma mesma região geográfica. Assim, as causas dessa diferença poderiam ser as variações climáticas, a influência de fatores bióticos, como polinizadores, assim como plasticidade fenotípica e/ou genética da espécie.

As flores de *P. floribundum* apresentam coloração amarela e formato de cálice cupuliforme, com estandarte largo envolvido por guia para

nectário (Figura 8). Observou-se que as abelhas visitam esta espécie, podendo ser um dos possíveis polinizadores.

Para determinar quais e como os fatores bióticos ou abióticos influenciam a floração de *P. floribundum* nesta época do ano, seria necessário estudar de forma minuciosa seu conjunto de polinizadores e a composição de espécies presentes na área, uma vez que a disponibilidade de polinizadores é essencial para a produção de frutos e sementes. Espécies que compartilham polinizadores e florescem na mesma época do ano podem reduzir seu processo reprodutivo e sua taxa de regeneração (Crestana, 1993).

- **Frutos imaturos**

Foi registrada a presença de frutos imaturos em dezembro, para os anos de 2001 a 2003 (Figuras 4 e 10 A), sendo que para os dois primeiros anos, os frutos imaturos ocorreram até meados de junho e julho (Figura 10 B) e, para o último ano, apenas dois indivíduos frutificaram, mas com abscisão total dos frutos, sem atingir a maturação. Porém, para o ano de 2003 pode-se afirmar que uma maior quantidade de flores foram produzidas, tanto dentro da população, quanto nos indivíduos de *P. floribundum* (Figura 4). Com relação ao estágio reprodutivo, a mobilização de nutrientes para a maturação dos frutos é muito maior que para a produção de flores (Rathcke & Lacey, 1985; Primack, 1987).

Isto pode estar relacionado a fatores intrínsecos como a presença de auxina no pólen causando um efeito estimulador no crescimento do ovário, de modo que a polinização, seguida ou não de fertilização, é suficiente para causar um estímulo inicial de crescimento do ovário e outras partes do fruto. Além do que, a efetividade de polinização e fertilização está diretamente relacionada com a população de insetos polinizadores, já que a polinização é o fator mais importante no controle do desenvolvimento inicial e produção de frutos (Wareing & Phillips, 1986).



**FIGURA 10** – Desenvolvimento inicial dos frutos (A) e frutos em fase inicial de maturação (B) de *Platymiscium floribundum* Vog.

Em *Angostura pentandra*, observou-se que a ausência de frutos maduros, foi devido à perda por consumo e presença de doenças que afetaram o seu desenvolvimento (White, 1994).

A fragmentação da vegetação pode diminuir o fluxo gênico, e conseqüentemente, a produção de sementes de determinadas espécies (Aizen & Feinsinger, 1994). Isto porque, com a diminuição do número de plantas em florescimento haveria comprometimento da interação inseto-plantas, diminuindo a polinização e aumentando a taxa de endogamia, o que, poderia ser uma causa dos descartes dos frutos. Isso explicaria o fato de uma grande parte de espécies dos estratos superiores das formações vegetais produzirem sementes em grande quantidade pelo menos uma vez a cada três anos, podendo, neste intervalo, florescer sem que as sementes sejam produzidas ou amadurecidas (Richards, 1952). Dessa forma, pode ter ocorrido ausência de frutos nessas populações apenas no período amostrado, o que torna necessária, a realização de estudos mais longos para que outras projeções sejam feitas.

- **Frutos maduros**

A maturação dos frutos desta espécie foi percebida no campo pela mudança de coloração de verde escuro para verde amarelado a marrom. A quantidade de frutos maduros nas árvores foi de 2.147, e a quantidade de frutos descartados (com e sem sementes) foi de 19.730, para o ano de 2002.

Como mencionado acima, durante o período de observação, o processo de frutificação variou em intensidade tanto dentro da população quanto entre os indivíduos. Os frutos de *P. floribundum*, de natureza indeiscente, ao se desligarem da planta matriz caem ao solo e, suas sementes encontrando ambiente favorável, iniciam a protrusão radicular, rompem a estrutura do fruto, propiciando o início do desenvolvimento da plântula (Figura 11).

O período de maturação dos frutos foi avaliado através de testes de germinação, e está correlacionado às diminuições de temperatura (médias, máximas e mínimas) e da precipitação, indicando que a estratégia de frutificação é sazonal. Assim, seus frutos estavam prontos para serem coletados na mesma época do ano (Figura 4).

É importante salientar que esta espécie é anemocórica e ocupa o extrato superior da vegetação. Verificou-se também o deslocamento de frutos pela água das chuvas configurando esta forma como dispersão secundária.

A maioria das espécies que formam o dossel de uma formação vegetal produz sementes que são dispersas pelo vento porque estão expostas a eles na estação seca. Como os ventos são mais fortes no nível do dossel, levam as sementes para áreas distantes e adequadas para a germinação e o estabelecimento das plântulas (Morellato & Leitão Filho, 1990), Porém, nas espécies localizadas abaixo do dossel, predomina a dispersão por animais ou pela gravidade (Justiniano & Fredericksen, 2000).



A

Foto: Hugo F. A. Pereira



B

Foto: Hugo F. A. Pereira

**FIGURA 11** – Germinação de sementes (A) e desenvolvimento inicial da plântula (B) de *Platymiscium floribundum* Vog. em ambiente natural, na área de estudo.

## ❖ **Maturação de sementes**

### • **Determinações fisiológicas**

#### **Germinação de sementes**

Os valores médios da porcentagem e índice de velocidade da germinação obtidos nas diversas épocas de colheita durante o período de estudo, estão contidos na Figura 12. Pelos resultados obtidos para o ano de 2002, a partir dos 197 dias após o início do florescimento, há um aumento considerável na porcentagem e no índice de velocidade de germinação, até que a maturação seja atingida.

Partindo-se do princípio de que o ponto de maturidade fisiológica é aquele no qual as sementes apresentam viabilidade e vigor mais elevados, pode-se considerar que a maturidade fisiológica foi atingida 288 dias após o início da floração, mesmo com a presença de frutos com a coloração verde escuro a verde amarelado. Assim, os testes de germinação para essa época indicaram que as sementes estavam fisiologicamente maduras, apresentando em média 89,53% de germinação, podendo ser colhidas e utilizadas prontamente para estudos subsequentes e para produção de mudas.

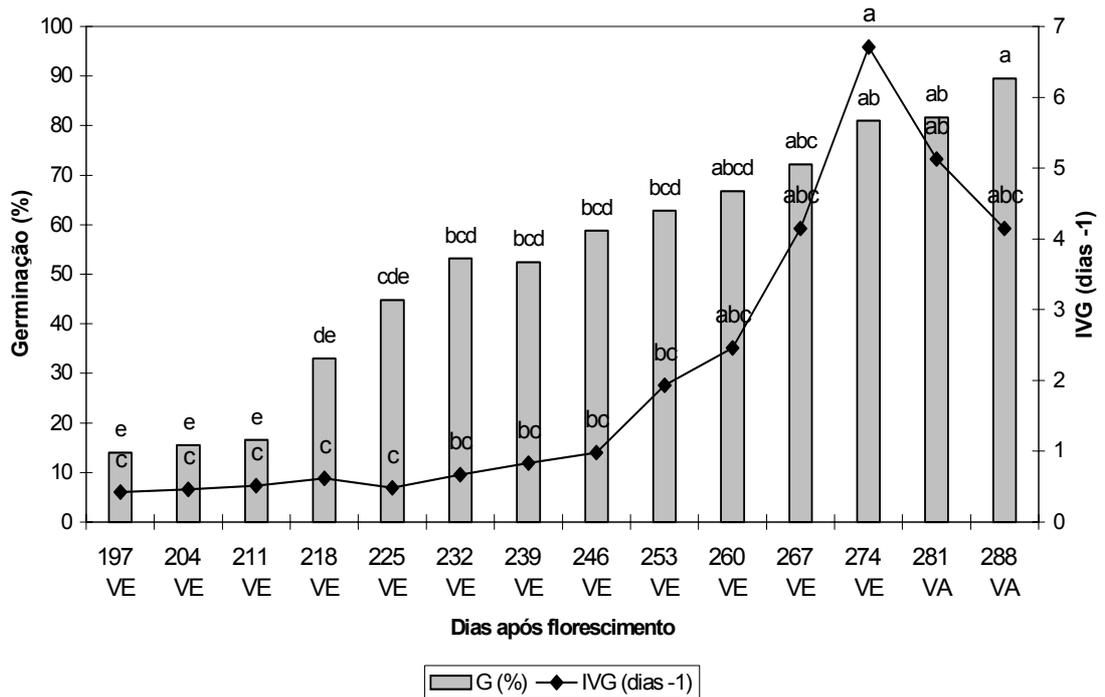
Semelhantes resultados foram obtidos para *Genipa americana* cujas sementes estavam fisiologicamente maduras embora os frutos apresentassem coloração verde (Sugahara, 2003).

A grande variação na intensidade de produção de frutos de um ano para outro também foi constatado por Guardia (2002) para *Myroxylon peruiferum* a qual apresentou 26,2% de frutos maduros em 1997, 3% em 1998, 8,2% em 1999, 1,4% em 2000 e 35,2% em 2001.

Este fato pode ser resultante da necessidade da espécie em alocar recursos para o crescimento vegetativo. A intensidade e periodicidade com que o processo de frutificação é interrompido, variam entre as espécies (Janzen, 1983).

Com relação às observações registradas para diferentes matrizes, pode-se afirmar que não houve diferença significativa na velocidade de germinação das sementes, uma vez que o processo germinativo foi iniciado de

3 a 10 dias após a instalação dos testes de germinação. Além disso, as sementes de *P. floribundum* apresentaram os maiores percentuais de germinação nos estádios finais do processo de maturação, ou seja, no último mês de colheita (Figura12).



**FIGURA 12** – Valores médios de percentagem de germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. registrados em diferentes épocas de colheita, no período de 14 de maio a 13 de agosto de 2002. Coloração dos frutos: VE: verde-escuro; VA: verde-amarelo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade,

- **Determinações físicas**

- **Teor de água e peso de matéria seca dos frutos e das sementes**

Conforme os valores médios do teor de água contidos nas Tabelas 3 e 4, verifica-se a existência de uma diferença significativa entre frutos e sementes, nas diferentes épocas de coleta, para os anos de 2001 e

2002. Apesar desta variação, observa-se que no decorrer do desenvolvimento, os frutos apresentaram pequena diferença no teor de água, que permaneceu elevado até o final do processo de maturação. Porém, com relação às sementes foi registrado, para o ano de 2001, uma diminuição destes valores, porém, não havendo diferenças significativas entre os períodos de 211, 274, e 288 dias após o início do florescimento.

Com relação aos valores do peso de matéria seca dos frutos e das sementes registrados para o período de estudo, foram observadas pequenas amplitudes de variação no decorrer do processo de maturação, verificando-se que, à medida que se processou a maturação, houve aumento do peso de matéria seca dos frutos e das sementes, atingindo os maiores valores por ocasião da maturidade fisiológica das sementes, o que confere a esses parâmetros bons indicadores da época de colheita (Tabelas 5 e 6).

A maturidade da semente é atingida na época em que estas apresentam os valores máximos de germinação, de vigor e de peso de matéria seca, sendo este último, apontado como um dos melhores parâmetros de determinação da maturidade pois é considerado como o ponto em que a semente atinge o apogeu da maturação. No entanto, não é aconselhável ser utilizado isoladamente como índice de identificação da maturidade fisiológica, pois muitas vezes as sementes não estão completamente maduras, podendo ocorrer alterações fisiológicas e bioquímicas na semente, mesmo após esta ter atingido o máximo conteúdo de matéria seca (Carvalho & Nakagawa, 2000).

O teor de água e o peso da matéria seca das sementes foram bons indicadores para identificar a maturação de algumas espécies, como verificado em *Dalbergia nigra* (Martins & Silva, 1997), em *Crotalaria juncea* (Mozambini et al., 1993), em *Bixa orellana* (Amaral et al., 2000) e em *Pterogyne nitens* (Carvalho et al., 1980). No entanto, para *Inga uruguensis* o teor de água dos frutos e das sementes não se mostraram como um bom índice de maturação, pela grande variação dos valores (Figliolia, 1993). O mesmo fato foi observado para *Anadenanthera peregrina*, onde o teor de umidade das sementes não foi bom indicador para se determinar a melhor época de colheita (Lopes et al., 1995).

**TABELA 3** – Valores médios do teor de água dos frutos de *Platymiscium floribundum* obtidos no período de 4 de dezembro de 2001 a 13 de agosto de 2002 e das sementes, obtidos no período de 5 de março a 13 de agosto de 2002.

Data de colheita	Dias após florescimento	Teor de água (%)	
		Fruto	Semente
04/dez/2001	36	55,49 bcd	-----
11/dez/2001	43	54,97 bcd	-----
18/dez/2001	50	54,21 bcd	-----
25/dez/2001	57	60,90 bcd	-----
01/jan/2002	64	58,60 bcd	-----
08/jan/2002	71	58,44 bcd	-----
15/jan/2002	78	57,11 bcd	-----
22/jan/2002	85	64,64 bc	-----
29/jan/2002	92	66,83 bc	-----
05/fev/2002	99	61,48 bcd	-----
12/fev/2002	106	57,13 bcd	-----
19/fev/2002	113	62,99 bcd	-----
26/fev/2002	120	65,97 bc	-----
05/mar/2002	127	65,42 bc	57,72 b
12/mar/2002	134	76,21 ab	77,22 a
19/mar/2002	141	74,43 ab	75,85 a
26/mar/2002	148	71,44 abc	83,60 a
02/abr/2002	155	76,36 a	74,87 a
09/abr/2002	162	77,39 a	80,32 a
16/abr/2002	169	74,61 ab	76,89 a
23/abr/2002	176	76,38 a	71,17 a
30/abr/2002	183	72,88 abc	75,62 a
07/mai/2002	190	77,72 a	74,62 a
14/mai/2002	197	70,40 abc	74,23 a
21/mai/2002	204	72,05 abc	79,08 a
28/mai/2002	211	74,43 ab	65,35 b
04/jun/2002	218	77,59 a	72,74 a
11/jun/2002	225	74,72 ab	70,05 a
18/jun/2002	232	75,91 ab	68,48 a
25/jun/2002	239	72,26 abc	65,67 b
02/jul/2002	246	70,43 abc	64,15 b
09/jul/2002	253	71,87 abc	69,82 a
16/jul/2002	260	71,53 abc	72,36 a
23/jul/2002	267	69,74 abc	63,91 b
30/jul/2002	274	71,83 abc	67,00 a
06/ago/2002	281	72,88 abc	59,36 b
13/ago/2002	288	66,64 bc	60,94 b
Média geral		68,48	70,89
CV(%)		5,47	11,49
DMS		8,74	17,51

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**TABELA 4** – Valores médios do teor de água dos frutos de *Platymiscium floribundum* obtidos no período de 10 de dezembro de 2002 a 25 de março de 2003 e das sementes, obtidos no período de 28 de janeiro a 25 de março de 2003.

Data de colheita	Dias após florescimento	Teor de água (%)	
		Fruto	Semente
10/dez/2002	50	73,93 cd	-----
17/dez/2002	57	76,67 cd	-----
24/dez/2002	64	71,75 cd	-----
31/dez/2002	71	83,23 ab	-----
07/jan/2003	82	82,69 ab	-----
14/jan/2003	89	83,98 ab	-----
21/jan/2003	96	85,21 ab	-----
28/jan/2003	103	73,14 cd	56,00 b
04/fev/2003	110	87,82 a	77,00 a
11/fev/2003	117	82,96 ab	76,50 a
18/fev/2003	124	81,74 bc	78,00 a
25/fev/2003	131	80,26 bc	82,50 a
04/mar/2003	138	82,05 ab	76,50 a
11/mar/2003	145	83,04 ab	80,50 a
18/mar/2003	152	83,54 ab	87,00 a
25/mar/2003	159	80,01bc	83,00 a
Média geral		80,65	77,44
CV(%)		1,85	4,01
DMS		5,98	17,15

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

**TABELA 5** – Valores médios de matéria seca dos frutos de *Platymiscium floribundum* obtidos no período de 4 de dezembro de 2001 a 13 de agosto de 2002 e das sementes, obtidos no período de 5 de março a 13 de agosto de 2002.

Data de colheita	Dias após florescimento	Peso médio de matéria seca (g.unidade <sup>-1</sup> )	
		Fruto	Semente
04/dez/2001	36	0,51 bcd	-----
11/dez/2001	43	0,59 bcd	-----
18/dez/2001	50	0,59 bcd	-----
25/dez/2001	57	0,59 bcd	-----
01/jan/2002	64	0,62 bc	-----
08/jan/2002	71	0,69 bc	-----
15/jan/2002	78	0,70 bc	-----
22/jan/2002	85	0,72 bc	-----
29/jan/2002	92	0,73 bc	-----
05/fev/2002	99	0,76 bc	-----
12/fev/2002	106	0,75 bc	-----
19/fev/2002	113	0,77 bc	-----
26/fev/2002	120	0,76 bc	-----
05/mar/2002	127	0,75 bc	0,07 b
12/mar/2002	134	0,86 bc	0,10 b
19/mar/2002	141	0,88 bc	0,13 b
26/mar/2002	148	0,83 bc	0,05 b
02/abr/2002	155	0,85 bc	0,11 b
09/abr/2002	162	0,77 bc	0,12 b
16/abr/2002	169	0,87 bc	0,14 b
23/abr/2002	176	0,85 bc	0,15 b
30/abr/2002	183	0,88 bc	0,17 b
07/mai/2002	190	0,87 bc	0,19 b
14/mai/2002	197	0,87 bc	0,21 b
21/mai/2002	204	0,89 bc	0,17 b
28/mai/2002	211	0,92 b	0,21 b
04/jun/2002	218	0,99 b	0,21 b
11/jun/2002	225	0,88 bc	0,27 b
18/jun/2002	232	0,85 bc	0,22 b
25/jun/2002	239	0,93 b	0,22 b
02/jul/2002	246	0,93 b	0,33 b
09/jul/2002	253	1,07 b	0,33 b
16/jul/2002	260	1,01 b	0,44 a
23/jul/2002	267	1,18 b	0,56 a
30/jul/2002	274	1,16 b	0,67 a
06/ago/2002	281	1,67 a	0,71 a
13/ago/2002	288	1,54 a	0,65 a
Média geral		0,867	0,27
CV(%)		14,21	49,72
DMS		0,279	0,29

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%

**TABELA 6** – Valores médios de matéria seca dos frutos de *Platymiscium floribundum* obtidos no período de 10 de dezembro de 2002 a 25 de março de 2003 e das sementes obtidos nos períodos de 28 de janeiro a 25 de março de 2003.

Data de colheita	Dias após florescimento	Peso médio de matéria seca (g.unidade <sup>-1</sup> )	
		Fruto	Semente
10/dez/2002	50	0,42 cd	-----
17/dez/2002	57	0,44 cd	-----
24/dez/2002	64	0,51 cd	-----
31/dez/2002	71	0,45 cd	-----
07/jan/2003	78	0,42 cd	-----
14/jan/2003	85	0,60 bcd	-----
21/jan/2003	92	0,34 d	-----
28/jan/2003	99	0,59 bcd	0,05 b
04/fev/2003	106	0,37 cd	0,05 b
11/fev/2003	113	0,36 d	0,07 b
18/fev/2003	120	0,45 cd	0,05 b
25/fev/2003	127	0,66 bc	0,06 a
04/mar/2003	134	0,80 ab	0,09 a
11/mar/2003	141	0,83 ab	0,09 a
18/mar/2003	148	0,85 ab	0,08 a
25/mar/2003	155	1,00 a	0,10 a
Média geral		0,57	0,08
CV(%)		12,4	18,3
DMS		0,28	0,05

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

#### • Tamanho dos frutos e das sementes

Os valores médios obtidos para as variáveis biométricas comprimento, diâmetro e peso fresco dos frutos e das sementes estão apresentados nas Tabelas 7 e 8. Comparando-se os frutos e as sementes obtidos no período de estudo verifica-se que houve uma grande variação nos valores para as variáveis biométricas: comprimento, diâmetro e peso, havendo diferenças significativas a 5% de probabilidade entre as colheitas, conforme constado pela análise estatística dos dados. Os valores obtidos para o comprimento, diâmetro e peso do fruto, dentro de um mesmo ano de observação, apresentaram pequenas variações. Com relação às sementes,

houve variação entre estes valores para as colheitas realizadas nos anos 2001 e 2002 (Tabelas 7 e 8).

Apesar da variação do comprimento, diâmetro e peso das sementes ser de pequena amplitude, no decorrer do processo de maturação, verificou-se que com o passar do tempo, os valores dessas variáveis aumentaram, atingindo os maiores valores por ocasião da maturidade fisiológica. Porém, o mesmo não pode ser observado para os frutos, que apesar das diferenças existentes, no decorrer do tempo, não há correspondência de maiores valores de tamanho com germinação máxima. Verifica-se, no entanto, que os frutos se desenvolvem primeiramente em tamanho e após terem atingido os maiores valores é que se inicia o desenvolvimento das sementes (Tabelas 7 e 8).

Assim, os resultados apresentados demonstraram que não deve ser feita uma correlação entre o desenvolvimento dos frutos e das sementes para expressar a maturação, uma vez que estes atingiram o tamanho máximo muito antes da semente apresentar a máxima capacidade germinativa. Em geral, as sementes crescem rapidamente, atingindo o tamanho máximo em um curto período de tempo e, antes de completar o processo de maturação (Carvalho & Nakagawa, 2000).

É o que foi constatado por Figliolia (1993) em *Inga uruguensis*, cujas variáveis comprimento, diâmetro e peso dos frutos apresentaram baixa correlação com as respectivas variáveis e germinação das sementes.

**TABELA 7** – Resultados da análise de variância das médias das variáveis biométricas comprimento (C), diâmetro (D) e peso dos frutos de *Platymiscium floribundum* obtidos no período de 4 de dezembro de 2001 a 13 de agosto de 2002 e sementes colhidas no período de 5 de março a 13 de agosto de 2002. (DAF = Dias Após o Florescimento)

Data de colheita	DAF	Fruto			Semente		
		C (mm)	D (mm)	P (g)	C (mm)	D (mm)	P(g)
04/dez/01	36	69,97 b	25,25 bc	1,14 b	-----	-----	-----
11/dez/01	43	77,85 b	31,56 bc	1,25 b	-----	-----	-----
18/dez/01	50	83,78 ab	32,40 b	1,46 b	-----	-----	-----
25/dez/01	57	84,95 ab	32,60 b	1,54 b	-----	-----	-----
01/jan/02	64	90,91 a	34,09 ab	1,84 b	-----	-----	-----
08/jan/02	71	92,24 a	37,77 a	1,72 b	-----	-----	-----
15/jan/02	78	92,18 a	37,26 a	1,89 b	-----	-----	-----
22/jan/02	85	94,70 a	36,45 a	1,65 b	-----	-----	-----
29/jan/02	92	91,82 a	36,85 a	1,61 b	-----	-----	-----
05/fev/02	99	92,74 a	38,09 a	1,61 b	-----	-----	-----
12/fev/02	106	92,55 a	36,80 a	1,68 b	-----	-----	-----
19/fev/02	113	92,31 a	36,80 a	1,50 b	-----	-----	-----
26/fev/02	120	93,03 a	36,32 a	1,53 b	-----	-----	-----
05/mar/02	127	91,34 a	36,57 a	1,74 b	12,61 bc	6,65 bcd	0,11 b
12/mar/02	134	93,69 a	36,28 a	1,54 b	14,76 bc	8,16 bcd	0,12 b
19/mar/02	141	94,00 a	36,42 a	1,59 b	16,79 bc	8,59 bcd	0,19 b
26/mar/02	148	93,19 a	38,56 a	1,80 b	17,16 bc	9,91 bcd	0,30 ab
02/abr/02	155	92,90 a	36,26 a	1,79 b	18,28 bc	10,52 bc	0,27 ab
09/abr/02	162	93,07 a	39,51 a	2,00 b	19,12 abc	11,11 abc	0,31 ab
16/abr/02	169	92,11 a	37,21 a	1,69 b	19,51 ab	12,18 abc	0,31 ab
23/abr/02	176	90,93 a	36,37 a	1,79 b	20,32 ab	11,97 abc	0,35 ab
30/abr/02	183	93,16 a	36,43 a	1,16 b	20,27 ab	10,57 bc	0,38 ab
07/mai/02	190	91,98 a	35,93 a	1,85 b	17,35 bc	10,06 bc	0,34 ab
14/mai/02	197	92,51 a	36,17 a	1,69 b	19,21 ab	11,47 abc	0,37 ab
21/mai/02	204	92,41 a	36,20 a	1,90 b	19,84 ab	11,67 abc	0,36 ab
28/mai/02	211	91,90 a	35,97 a	1,77 b	20,26 ab	11,22 abc	0,35 ab
04/jun/02	218	92,35 a	36,89 a	1,69 b	20,54 ab	11,87 abc	0,41 ab
11/jun/02	225	92,13 a	36,69 a	1,90 b	20,51 ab	11,51 abc	0,40 ab
18/jun/02	232	91,68 a	36,45 a	1,90 b	20,89 ab	11,71 abc	0,40 ab
25/jun/02	239	91,09 a	35,91 a	1,70 b	20,19 ab	11,30 abc	0,42 ab
02/jul/02	246	93,73 a	35,57 a	1,75 b	20,99 ab	12,07 abc	0,41 ab
09/jul/02	253	88,78 a	35,72 a	1,82 b	20,14 ab	11,27 abc	0,41 ab
16/jul/02	260	92,12 a	34,32 a	2,16 b	20,85 ab	11,20 abc	0,59 ab
23/jul/02	267	92,11 a	35,74 a	2,20 b	24,79 ab	13,25 abc	0,77 ab
30/jul/02	274	87,72 a	34,61 a	2,48 ab	25,41 ab	14,42 a	0,93 a
06/ago/02	281	90,56 a	35,58 a	2,58 ab	25,72 a	13,51 ab	0,90 a
13/ago/02	288	91,80 a	35,28 a	3,93 a	25,05 a	13,61 ab	0,79 ab
Média		90,71	35,75	1,82	20,02	11,24	0,45
CV(%)		7,52	8,34	40,6	15,59	13,72	69,53
DMS		15,42	6,74	1,68	6,71	3,32	0,68

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

**TABELA 8** - Resultados da análise de variância para os valores médios das variáveis biométricas comprimento (C), diâmetro (D) e peso dos frutos de *Platymiscium floribundum* obtidos no período de 10 de dezembro de 2002 a 25 de março de 2003 e para sementes, colhidas no período de 28 de janeiro a 25 de março de 2003. (DAF = Dias Após o Florescimento)

Data de colheita	DAF	Fruto			Semente		
		C (mm)	D (mm)	P (g)	C (mm)	D (mm)	P(g)
10/dez/02	50	88,24 a	32,08 a	0,78 b	-----	-----	-----
17/dez/02	57	87,56 a	32,04 a	1,17 ab	-----	-----	-----
24/dez/02	64	82,01 a	29,11 a	1,18 ab	-----	-----	-----
31/dez/02	71	82,79 a	30,64 a	1,38 ab	-----	-----	-----
07/jan/03	78	89,33 a	32,41 a	0,90 b	-----	-----	-----
14/jan/03	85	90,05 a	32,71 a	1,60 ab	-----	-----	-----
21/jan/03	92	89,67 a	33,54 a	1,19 ab	-----	-----	-----
28/jan/03	99	89,49 a	33,07 a	1,02 ab	12,95 ab	5,20 a	0,07 a
04/fev/03	106	96,68 a	32,03 a	1,37 ab	10,11 b	4,39 a	0,04 a
11/fev/03	113	85,77 a	31,04 a	1,49 ab	13,24 ab	6,69 a	0,11 a
18/fev/03	120	83,47 a	32,86 a	1,37 ab	13,90 ab	6,89 a	0,13 a
25/fev/03	127	89,94 a	37,44 a	1,80 a	15,18 ab	3,68 a	0,16 a
04/mar/03	134	88,02 a	31,49 a	1,44 ab	16,92 ab	9,84 a	0,19 a
11/mar/03	141	76,89 a	25,41 a	1,10 ab	14,70 ab	8,30 a	0,24 a
18/mar/03	148	92,07 a	27,59 a	1,35 ab	15,03 ab	8,85 a	0,26 a
25/mar/03	155	84,50 a	34,50 a	1,00 ab	18,10 a	9,06 a	0,25 a
Média geral		87,28	31,75	1,26	14,45	6,99	0,16
CV(%)		6,28	12,52	17,60	12,20	24,50	53,2
DMS		21,97	15,92	0,89	6,97	6,77	0,34

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

- **Padrão de coloração dos frutos**

Quanto ao índice de maturação baseado na coloração dos frutos, constatou-se que, no início de seu desenvolvimento, os frutos apresentaram coloração verde-escuro e, com a evolução do processo de maturação, mudaram para coloração verde amarelo, depois para verde-amarelo-marrom e, finalmente marrom.

As diversas tonalidades encontradas são apresentadas na Figura 13, e foram classificados de acordo com o catálogo de cores proposto por Munsell Color Company (1952) apresentado na Tabela 9.



Foto: Hugo F. A. Pereira

**FIGURA 13** - Coloração apresentada pelos frutos durante o processo de maturação fisiológica das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog.

**TABELA 9** – Coloração apresentada pelos frutos nos diversos estágios de desenvolvimento durante o processo de maturação fisiológica das sementes de *Platymiscium floribundum*.

Anos	Observação do autor	Tonalidades
		Classificação de Munsell
<b>2002</b>	Verde-escuro	Dark olive ( 5Y 4/3)
	Verde-amarelo	Yellow ( 5Y 7/8)
	Verde-amarelo-marrom	Dark olive ( 5Y 4/3), Yellow (5Y 7/8), Dark brown (10YR 3/3)
	Marrom	Dark brown (10YR 3/3)
<b>2003</b>	Verde-escuro	Dark olive ( 5Y 4/3)
	Verde-amarelo	Yellow ( 5Y 7/8)

Os frutos em estádios mais adiantados de maturação apresentaram tonalidades variando de verde-escuro ao marrom e, as sementes

pertencentes a estes frutos apresentavam valores de germinação dentro da faixa máxima (89,53%) e, estes valores, não diferem entre si.

Apesar dos frutos de *P. floribundum* quando próximos do período de abscisão, apresentarem diferentes tonalidades de coloração, o índice de maturação baseado na coloração dos frutos quando associado ao peso de matéria seca das sementes mostrou ser um indicativo seguro na previsão da época de maturação das sementes. O mesmo fato foi registrado para as sementes de: *Myroxylon balsamum* (Aguiar & Barciela, 1986), *Citharexylum myrianthum* (Amaral et al., 1993), *Schinus terebinthifolius* var. *acutifolia* (Barbedo et al., 1993b), *Inga uruguensis* (Figliolia, 1993), *Torresia acreana* (Firmino et al., 1996), *Tabebuia aurea* (Pinto, 2000), *Simarouba amara* (Salazar & Casasola, 2000) e *Trema micrantha* (Castellani & Aguiar, 2001).

Resultados contrários aos obtidos neste estudo e aos acima citados, foram registrados para *Copaifera langsdorffii* (Borges & Borges, 1979), *Dalbergia nigra* (Jesus & Piña-Rodrigues, 1984) e *Ocotea catharinensis* (Silva & Aguiar, 1999), onde a coloração dos frutos não foi eficiente para estimar a maturação das sementes.

- **Determinações químicas**

Os valores obtidos nas análises da composição química das amostras de frutos e sementes, para o ano de 2002, estão apresentados na Tabela 10, onde se constata uma predominância de proteínas, tanto nos frutos como nas sementes. Esse incremento na taxa de proteínas indica a alta qualidade nutritiva desse material e sua importância na alimentação animal. De maneira contrária, em algumas espécies, as proteínas se apresentam em menor proporção que os carboidratos ou os lipídios (Carvalho & Nakagawa, 2000),

Apesar da maior parte dos compostos químicos presentes nas sementes, não diferir daqueles encontrados nos demais órgãos da planta, as proteínas podem diferir na composição química e em suas propriedades, em relação às outras encontradas em outros tecidos da planta.

Por outro lado, a grande quantidade de lipídios armazenada na semente de certas espécies, a diferencia de outros tecidos da planta, pois,

normalmente, os lipídios não ocorrem em grande quantidade nos demais tecidos. Exceção é registrada em alguns frutos que também apresentam altos teores de lipídios (Baskin & Baskin, 1998).

**TABELA 10** - Valores médios da composição química dos frutos e sementes de *Platymiscium floribundum* colhidos durante o ano de 2002, em sua fase de maturação, expressa em (g/100g) e respectivos tratamentos estatísticos (n=3).

Determinações	Fruto				Semente			
	Média	DP	DM	CV(%)	Média	DP	DM	CV(%)
Umidade	64,87	0,95	0,65	1,47	54,07	0,91	0,65	1,68
Lipídios totais	7,18	0,27	0,20	3,70	11,58	0,35	0,25	3,00
Amido	6,33	0,52	0,38	8,20	6,21	0,29	0,22	4,62
Açúcares solúveis redutores	2,98	0,03	0,02	1,01	2,25	0,05	0,04	2,28
Açúcares totais	5,25	0,31	0,22	5,85	5,63	0,38	0,29	6,75
Proteínas totais (N x 6,25)	13,39	0,16	0,12	1,17	20,26	0,19	0,14	0,95

DP – Desvio padrão; DM – Desvio médio; CV(%) – Coeficiente de variação

## CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos nos períodos e condições de estudo permitiram concluir que:

- ✓ A fenologia de *Platymiscium floribundum* variou durante os períodos de observação;
- ✓ A espécie apresentou comportamento decidual;
- ✓ O brotamento é classificado como intermitente, iniciando-se no fim estação seca;
- ✓ A formação dos botões florais e o florescimento foram sazonais, ocorrendo no início da estação chuvosa;
- ✓ Os fenômenos reprodutivos em nível populacional mostraram um padrão anual, com diferentes intensidades de ano para ano; ao nível individual ficou claro o padrão de frutificação supra-anual;
- ✓ As sementes atingiram a maturidade fisiológica aos 288 dias após o início do florescimento;
- ✓ A coloração dos frutos associada ao peso de matéria seca dos frutos e das sementes e a viabilidade das sementes são os melhores índices de maturação;
- ✓ Os frutos e as sementes têm elevados teores de proteínas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B.; BARCIELA, F. J. P. Maturação de cabreúva. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.8, n.3, p. 63-71, 1986.

AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco Dry Forest, Argentina. **Ecology**, 75(2): 330-351, 1994.

ALENCAR, J. C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazônica**, Manaus, v.24, n.3/4, p.161-82, 1994.

ALMEIDA, E. M.; ALVES, M. A. S. Fenologia de *Psychotria nuda* e *Psychotria brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.14, n.3, p. 335-46, 2000.

ALVIM, P. T. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 15. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Botânica, p. 405-22, 1964.

AMARAL, W. A N.; NAKAGAWA, J.; KAGEYAMA, P.Y. Maturação fisiológica de *Citharexylum myrianthum* Cham. **Informativo Abrates, Resumo**, v.3, p. 188, 1993.

AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L. Germinação de sementes em desenvolvimento de *Bixa orellana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Brasília, v. 12, n.3, p.273-285, 2000.

A.O.A.C. **Association of Official Agricultural Chemist**. 10<sup>th</sup> ed. Washington, S. C. 957p., 1965.

ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Caracterização do clima e da vegetação remanescentes florestal do planalto paulistano (SP). In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMA BRASILEIRO, 4, Águas de Lindóia. **Anais**, ACIESP. p.25-36, 1998.

AREAS, J. A. G.; LAJOLO, F. M. Starch transformation during banana ripening: I -The phosphorylase and phosphatase behaviour in *Musa acuminata*. **J. food Biochem.**, v.5, p. 9-37, 1981.

AUGSPURGER, C. K. A cue for synchronous flowering. In: **The ecology of a tropical rain forest: seasonal rhythms and long-term changes**. (E. G. Liegh Jr., A. S. Rand; D. M. Windsor, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, p. 133-150, 1996.

BAITELLO, J. B.; AGUIAR, O. T.; ROCHA, F. T.; PASTORE, J. A.; ESTEVES, R. Estrutura fitossociológica da vegetação arbórea da Serra da Cantareira (SP) – Núcleo Pinheirinho. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v.5, n.2, p.133-161, 1993.

BARBEDO, C. J.; BARBOSA, J. M.; OLIVEIRA SANTOS, M. R.; PISCIOTTANO, W. A. Germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi var. *acutifolia* Engl. (aroeira vermelha) provenientes de frutos com diferentes colorações. **Informativo Abrates**. v.3, n.3, 1993b.

BARBEDO, C. J.; COELHO, A. S.; ZANIN, A. C. W.; NAKAGAWA, J. Influência da idade do fruto na qualidade de sementes de pepino. **Horticultura brasileira**, 11(1): 18-21, 1993a.

BARBOSA, J. M.; GARCIA, S. R. S.; SILVA, T. S.; PISCIOTTANO, W. A. *Efeito da periodicidade de colheita sobre a maturação de sementes de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia. **Anais**. p. 42, 1989.

BARBOSA, J. M.; AGUIAR, I. B.; SANTOS, S. R. G. Maturação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo – SP. Mar. 29 – abr. 03, **Anais...** Revista Instituto Florestal. Vol. (4), p. 665-674, 1992. (Edição Especial)

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

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, **25**(2): 237-248, 2002.

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

BITTENCOURT, J. F. N.; SADER, R.; UNGARO, M. R. G.; TOLEDO, N. M. P. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. Contisol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, **13**(2): p.81-85, 1991.

BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, **61**:1065-1074, 1980.

BORGES, E. E. L.; BORGES, C. G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.45-48, 1979.

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

BOWERS, J. E.; DIMMITT, M. A. Flowering phenology of six woody plants in the northern Sonoran Desert. **Bulletin of Torrey Botanical Club**, New York, v.121, n. 3, p.215-29, 1994.

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

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P. dos; TINÉ M. A. S.; AIDAR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Ed. Artmed, p.163 -185, 2004.

CARVALHO, N. M.; SOUZA FILHO, J. F.; GRAZIANO, T. T.; AGUIAR, I. B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim do campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p.23-28, 1980.

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

CASTELLANI, E. D.; AGUIAR, I. B. Seed maturation and effect of temperature regime on *Trema micrantha* (L.) Blume seed germination. *Seed Science and Technology*, **Zurich**, v.29, p. 73-82, 2001.

CASTRO, C. R. T.; ALVARENGA, E. M.; SILVA, R. F. Maturação de sementes de *Stylosanthes capitata* Vog. **Revista Soc. Bras. Zootecnia**, 24 (4): 473-485, 1995.

CASTRO, R. D.; KENT, J. B.; HENK, W. M. H. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Ed. Artmed, p. 51-67, 2004.

CRESTANA, C. de S.M. **Biologia da reprodução de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) na estação Ecológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo.** Rio Claro, SP, UNESP/Instituto de Biociências (Tese de Doutorado em Ciências Biológicas). 222p.,1993.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric,. Method for determination of sugars and related substances. **Analyt. Chem.**, v. 28, p. 350-356, 1956.

EDWARDS, D. G. W. Maturity and quality of tree seeds - a state-of-art review. **Seed Sci. Technol.**, New York, v.8, p. 625-657, 1980.

FIGLIOLIA, M. B. **Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. associada à fenologia reprodutiva e à dispersão de sementes em floresta ripária do Rio Moji Guaçu, Município de Moji Guaçu - SP.** ESALQ/USP, Piracicaba, Dissertação de Mestrado, 150p., 1993.

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

FIRMINO, J. L. , SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G. Características físicas e fisiológicas de sementes e plântulas de cerejeira (*Torresia acreana* Ducke) quando as sementes foram coletadas do chão ou do interior do fruto. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, p. 28-32, 1996.

FOURNIER, L. A. Um método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, v.24, n.4, p.422-423, 1974.

FOURNIER, L. A. Observaciones fenologicas en el bosque húmedo pré-montano de San Pedro de Montes de Oca. Costa Rica. **Turrialba**, v.26, n.1, p.54-59, 1976.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 881-919, 1974.

GOMEZ, P. F.; FOURNIER, L. A. Fenologia y ecolfisiologia de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* ("Roble de Sabana") en Costa Rica (Bignoniaceae). **Revista Biología Tropical**, v.44, n.1, p.61-70, 1996.

GUARDIA, M. C. **Fenologia, germinação e crescimento inicial de *Myroxylon peruiferum* L. f. (Leguminosae – Faboideae), a cabreúva**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 111p., 2002.

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, IBGE. 92 p., 1992.

JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, v.10, n.1, p.38-42., 1978.

JANZEN, D. H. Seed predation by animals. Annual. **Review of Ecology and Systematics**, v.2, p.465-492, 1971.

JANZEN, D. H. Seedling patterns of tropical trees. In: Tomlinson, P. B.; Zimmerman M. H. **Tropical trees as living systems**. Cambridge, University Press, p:83-128, 1978.

JANZEN, D. H. Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: Futuyma, D.; Slatkin, M. (eds). **Coevolution**. Sinauer, Sunderland, p. 232-262, 1983.

JESUS, R. M.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. Maturação de sementes de *Dalbergia Nigra* Fr. Allen. Utilização da coloração dos frutos como índice de maturação. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, V, Nova Prata RS, (Mimeografado). setembro, 17-22, 10p., 1984.

JUSTINIANO, M. A.; FREDERICKSEN, T. S. Phenology of Tree Species in Bolivian Dry Forests. **Biotropica**, St. Louis, v.32, n.2, p.276-81, 2000.

KANASHIRO, M.; VIANNA, N. G. Maturação de sementes de *Cordia goeldiana* Huber. Belém, CPATU/EMBRAPA, 11p. (**Circular Técnica, 28**). 1982.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Ed. Fundo de Cultura Econômica, México. 1948.

KORIBA, K. On the periodicity of tree-growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf-fall, and the formation of the resting bud. **Gardens Bulletin, Singapore**, v. 17, p. 11-81, 1958.

LOPES, D. F.; MATOS, M. de; PESSANHA, G. G. Maturação Fisiológica das Sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. I. Características das Sementes. **Inf. ABRATES**, v.5, p.166. (**Resumos**). 1995.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1ed. vol. 1. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 352 p., 1992.

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

MATTHES, L. A. F. **Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASHI, A.; BENCKE, C. S. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v.26, p.141–159, 2000.

MORELLATO, L. P. C. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 149-162, 1990.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP, **Revista Brasileira de Biologia**, v.50, p.163-173, 1990.

MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de florestas de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.12, n.1/2, p.85-98, 1989.

MORI, E. S. Genética de populações arbóreas: orientações básicas para seleção e marcação de matrizes. In: Workshop sobre seleção e marcação de matrizes, 2001, São Paulo. (**IF Série Registros**, São Paulo, n.25, p.35-44 2003).

MOZAMBINI, A. E.; SADER, R.; PINTO, R. L. Maturação fisiológica e retardamento de colheita de sementes de crotalária (*Crotalaria juncea* L) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n.1, p. 55-62, 1993.

MUNSELL COLOR COMPANY **Munsell color charts for plant tissues**. Baltimore, n.p. 1952.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J. R. Maturação de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb). I. Maturidade do campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.315-326, 1994.

NELSON, N. A. **A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose.** J. Biol. Chem., v. 153, p.375-380, 1944.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on the flowering patterns in lowland rain forest trees at La Selva, **Biotropica**, Costa Rica. St. Louis, v. 26, n.2, p. 141-59, 1994.

OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 3, p. 231-6, 1976.

PEDRONI, F.; MARYLAND, S.; SANTOS F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudoeste do Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v.25, n.2, p.183–194, 2002.

PEREIRA, T. S.; ANDRADE, A. C. S. Maturação Fisiológica de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naud. In: IX Congresso brasileiro de sementes, **Inf. ABRATES**, v.5, p.167, 1995.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística experimental.** 14<sup>a</sup> ed. Piracicaba, ESALQ/USP, p.477, 2000.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão In: Aguiar, I. B., Piña-Rodrigues, F. C. M., Figliolia, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais.** Brasília: ABRATES, p.215 - 274, 1993.

PINTO, M. M. Estimativa da época de colheita, baseada na maturação e qualidade fisiológica de sementes de caraíba (*Tabebuia aurea* (manso) B. ET. H.) Bignoniaceae. In: Congresso Brasileiro de Botânica. **Resumo.** Brasília, p. 18, 2000.

PRIMACK, R.B. Relationships among flowers, fruits, and seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 18: 409-430, 1987.

RADAM BRASIL **Projeto Radambrasil levantamento de recurso naturais. IBGE.** Rio de Janeiro, v.32, 1983.

RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 16: 179-214, 1985.

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 72, p. 61-74, 1984.

RICHARDS, P. W. The tropical rain forest. **Cambridge, University Press.**, p.40-53, 1952.

REIS, R. B.; SALOMÃO, A. N. Efeito do grau de maturação de frutos na germinação de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L. – RUBIACEAE). In: XI Congresso brasileiro de sementes, Foz do Iguaçu. **Inf. ABRATES**, v.9, p.3, 1999.

SALAZAR, R.; CASASOLA, F. Cuándo recolectar los frutos de *Simarouba amara*. Mejoramiento Genético y semillas forestales. **Revista Forestal Centro americana**. Turrialba, n. 30, Boletín n. 23, abril-junio, p. 9-11, 2000.

SHEWRY, P. R.; NAPIER, J. A.; TATHAM, A. S. Seed storage protein: structures and biosynthesis. **The Plant Cell**, Rockville. v. 7, p. 945-956, 1995.

SILVA, D. A. **Evolução do uso e ocupação da terra no entorno dos Parques Estaduais da Cantareira e Alberto Löfgren e impactos ambientais decorrentes do crescimento metropolitano.** Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 186p., 2000.

SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Época de colheita de sementes de *Ocotea catharinensis* Mez. (canela preta) – Lauraceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 11, p. 43-51, 1999.

SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (São Paulo – SP). **Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo.** São Paulo, 64p., 2001.

SNOW, D. W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, 15:274-281, 1965.

SOS Mata Atlântica; INPE **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica.**, São Paulo, Relatório período 1995/2000. 43p., 2003.

STEADMAN, K. J.; PRITCHARD, H.; DEY, P. M. Tissue soluble sugar in seeds as indicators of storage category. **Annals of Botany**, Oxford, v.77, p. 667-674, 1996

SUGAHARA, V. Y. **Maturação fisiológica, condições de armazenamento e germinação de sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae).** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área de concentração: Biologia Vegetal), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 159p., 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. O Controle do florescimento. **Fisiologia Vegetal.** Ed. Artmed, p.581 -609, 2004.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n.1, p. 13-26, 2000.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 123p., 1991.

VENTURA, A.; BERENGUT, G.; VICTOR, M. A. M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvicultura**. São Paulo, v.4/5, n.4. p.57-140, 1965/66.

VICTOR, M. A. M. A devastação florestal. São Paulo. Sociedade Brasileira de **Silvicultura**, 48p., 1975.

WAREING, P. F.; PHILLIPS, I. D. J. Growth and differentiation in plants. Oxford **Pergamon Press**, 3<sup>rd</sup> edition. 343p., 1986.

WILLIAMS-LINERA, G. Phenology of deciduous and broadleaved-evergreen tree species in a Mexican tropical lower montane forest. **Global Ecology and Biogeography Letters**, Oxford, v. 6, p. 115-27, 1997.

WHITE, L. J. T. Pattern of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, n.3, p.289-312, 1994.

WRIGHT. S. S.; VAN-SCHAIK, C.P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, Chicago, v.143, n.1, p.192-199, 1994.

ZIMMERMAN, M. H. Tropical trees as living systems. Cambridge, **Cambridge University Press**, p:83-128, 1978.

## APÊNDICES

**APENDICE 1** – Valores médios de porcentagem germinação (G (%)) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. nas diferentes épocas de colheita, no período de 14 de maio a 13 de agosto de 2002.

Data de colheita	Dias após florescimento	Coloração dos frutos	Valores médios	
			G (%)	IVG
14/mai/2002	197	VE	14,00 e	0,42 c
21/mai/2002	204	VE	15,50 e	0,46 c
28/mai/2002	211	VE	16,60 e	0,51 c
04/juh/2002	218	VE	33,00 de	0,62 c
11/juh/2002	225	VE	44,80 cde	0,48 c
18/juh/2002	232	VE	53,20 bcd	0,67 bc
25/juh/2002	239	VE	52,40 bcd	0,83 bc
02/jul/2002	246	VE	58,80 bcd	0,98 bc
09/jul/2002	253	VE	62,80 bcd	1,93 bc
16/jul/2002	260	VE	66,80 abcd	2,46 abc
23/jul/2002	267	VE	72,20 abc	4,15 abc
30/jul/2002	274	VE	81,00 ab	6,71 a
06/ago/2002	281	VA	81,66 ab	5,13 ab
13/ago/2002	288	VA	89,53 a	4,15 abc
Média			65,18	2,96
CV(%)			11,85	46,43
DMS			25,81	4,59

Coloração dos frutos: VE: Verde-escuro; VA: Verde-amarelo. Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Capítulo 2

---

### VIGOR E VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Platymiscium floribundum* Vog. ARMAZENADAS EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS

**RESUMO** - Este estudo teve como objetivo avaliar o vigor de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog., recém colhidas com 31,37% de teor de água e armazenadas por 75 dias em condições ambientais de laboratório. As avaliações foram realizadas a cada quinze dias e incluíram: porcentagem e índice de velocidade de germinação, teor de água, teste da condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA) e teste de tetrazólio (TZ). Todos os testes foram realizados com quatro repetições de 15 sementes. Os testes de germinação padrão foram conduzidos para as sementes não submetidas e para as expostas ao EA durante 6h e 24h a 40°C e a 100% UR. Para o teste de CE, as sementes foram pesadas e a seguir, colocadas em recipientes plásticos contendo 75 mL de água deionizada durante 24 horas, a 25°C. Para o teste de TZ, foram estudadas, preliminarmente, as concentrações de 1%, 0,5% e 0,3% e uma, duas e três horas de exposição ao TZ a 35°C, para determinação da melhor condição para as avaliações posteriores da viabilidade das sementes, no decorrer dos períodos de armazenamento. As sementes mantiveram sua qualidade fisiológica em níveis satisfatórios até os 60 dias de armazenamento quando não submetidas ao envelhecimento acelerado e, até 30 dias quando expostas ou submetidas à estresse; estas condições foram estatisticamente superiores às demais, as quais apresentaram queda gradual da germinação das sementes para os últimos períodos de estudo. Os valores de CE obtidos diferiram estatisticamente entre si ( $p < 0,5$ ) após o período de 15 dias de armazenamento, quando comparados com os demais. O EA por 6h apresentou diferença significativa a 1% de probabilidade a partir dos 75 dias, com valor de 33,75% quando comparados com os demais períodos de armazenamento. Para o teste de TZ, a concentração a 1% e exposição de 3 horas em sal de tetrazólio foi considerada a melhor condição para avaliar a viabilidade das sementes de *Platymiscium floribundum*.

**Palavras-chave:** condutividade, tetrazolio, envelhecimento, germinação.

## **VIGOUR AND VIABILITY OF *Plathmyscium floribundum* seeds during storage**

**ABSTRACT** - The aim of this work was evaluated the viability and vigor of *Plathymiscium floribundum* Vog. seeds, fresh harvest with 8,97% of moisture and stored inside paper bags during 75 days at room environment. The determinations were done each 15 days and included: moisture content, rate and percentage germination, electrical conductivity (EC) accelerated aging (AA) and tetrazolium test (TZ). The experiments were carried out with four replications of 15 seeds. For the EC test the seeds were weight and after were put inside plastic cups with 75 mL of distilled water, during 24h at 25°C. The values obtained differ after storage during 15 days. The AA was realized at 40°C and 100% of R.U. during 6 and 24 h and a difference was only registered after storage during 75 days. The TZ test can be used as an efficient and rapid test t predict seed viability when seeds were pre imbibed during 24h at 25°C, without pericarp and immersed in solution 1% concentrated. The seeds presented high physiological quality, after stored during 45 days at room environment. The percentage, and germination rate, accelerated aging are good index to indicate the seed quality during storage.

**Key words:** conductivity, tetrazolium, accelerated aging, germination.

## INTRODUÇÃO

O vigor de sementes é definido pela AOSA (Association of Official Seed Analysis, 1983) como uma das propriedades que determina seu potencial para uma emergência rápida e uniforme com o desenvolvimento de plântulas normais, em uma ampla faixa de condições ambientais. O objetivo básico dos testes de vigor é identificar as diferenças significativas na qualidade fisiológica entre vários lotes de sementes.

Para avaliar a viabilidade de sementes, o teste de germinação em laboratório é o mais rotineiramente utilizado, e tem como objetivo expressar o máximo potencial germinativo das sementes. Marcos-Filho (1999b), ressalta que este teste fornece informações sobre a germinação sob condições ótimas e, quando padronizado permite repetição dos resultados.

No entanto, pesquisadores, tecnólogos, produtores de sementes e agricultores, não têm se mostrado completamente satisfeitos, pois consideram que o teste de germinação superestima a qualidade fisiológica das sementes, tendo em vista que no campo nem sempre é possível reproduzir ou encontrar as condições ideais, semelhantes às condições de laboratório. Villela et al. (2004), consideram que os resultados dos testes indicam apenas os estádios finais do processo de deterioração das sementes, que é determinado por fatores genéticos, bióticos e abióticos e procedimentos de colheita, secagem, beneficiamento, manuseio e de armazenamento.

Alternativos a essas dificuldades, os pesquisadores têm utilizado outros testes de vigor, pois proporcionam informações com base nas respostas das sementes que refletem as manifestações da deterioração (Sa, 1999). Estes testes incluem tanto os que visam avaliar, direta ou indiretamente, o vigor das sementes, e correlacioná-lo ao desempenho durante o armazenamento ou após a semeadura, quanto os que procuram verificar a resposta das sementes sob condições de estresse (Krzyzanowski & França-Neto, 1999).

Várias propostas têm sido feitas para classificar os métodos de avaliação do vigor, mas, talvez, a mais completa seja aquela atribuída por McDonald (1975), citado por Marcos-Filho (1999b), por ser precisa e permitir a

inclusão de novos métodos, sem se tornar desatualizada. De acordo com essa classificação, os testes estão divididos em quatro grupos: físicos, de resistência, bioquímicos e fisiológicos. A avaliação do tamanho das sementes, por exemplo, é classificada como teste físico, relacionando os aspectos morfológicos ou características físicas das sementes, possivelmente associados ao vigor; o teste de envelhecimento acelerado é classificado como de resistência, que avalia o desempenho das sementes expostas a estresses; o da condutividade elétrica e de tetrazólio como bioquímicos, que avaliam as alterações bioquímicas associadas ao vigor das sementes; e os da primeira contagem e de índice de velocidade de germinação como fisiológicos, que avaliam a atividade fisiológica e específica, cuja manifestação depende do vigor.

#### ❖ **Envelhecimento Acelerado (EA)**

Como teste de resistência, um dos mais indicados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes é o de envelhecimento acelerado, o qual se baseia em possíveis diferenças na velocidade e na intensidade da deterioração das sementes expostas à temperatura e umidade relativa do ar elevadas. Nessa situação, sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento artificial (Marcos-Filho et al., 1987).

Inicialmente foi desenvolvido com a finalidade de estimar a longevidade de sementes armazenadas (Delouche & Baskin, 1973), e o teste de envelhecimento acelerado tem sido alvo de estudos com vistas à sua padronização.

O teste de envelhecimento acelerado consiste na exposição de sementes a condições adversas de alta temperatura, 40-45°C, e umidade relativa do ar de 100%, durante certo período e, em seguida, observar a resposta através do teste de germinação. O princípio do teste baseia-se no fato de que as sementes vigorosas são mais tolerantes às condições adversas de temperatura e umidade elevadas e apresentam valores mais elevados de velocidade de germinação que as sementes de menor vigor, cuja viabilidade é reduzida quando exposta às mesmas condições (Torres et al., 1998).

Sementes de *Sebastiania commersoniana* foram submetidas ao envelhecimento a 42 e 45°C por até 120 horas, e verificou-se que os melhores resultados para predizer a qualidade fisiológica foram obtidos a 45°C durante 96 h (Santos, 2004). Resultados semelhantes foram obtidos por Gonçalves (2003), com sementes escarificadas de *Guazuma ulmifolia*.

#### ❖ **Condutividade Elétrica (CE)**

O teste de condutividade elétrica é considerado, tanto pela ISTA como pela AOSA, como um dos mais importantes para estimar o vigor de sementes, por possuir base teórica consistente, objetividade, rapidez, facilidade de execução e possibilidade de padronização como teste de rotina devido à sua facilidade de reprodução (Kryzyzanowsky & Miranda, 1990; Vieira et al., 1994; Torres et al., 1998; Vieira & Kryzyzanowsky, 1999).

O teste da condutividade elétrica fundamenta-se nas alterações e na perda de integridade do sistema de biomembranas, que têm como resultado direto a lixiviação de solutos, a incapacidade de manutenção do gradiente eletroquímico e a perda da compartimentalização celular (Braccini et al., 2001), ou seja, da capacidade da membrana em regular o fluxo de entrada e saída dos solutos (Carvalho, 1994).

Segundo vários autores, a perda da integridade das membranas celulares é a primeira manifestação de redução ou perda de qualidade das sementes. Assim, a permeabilidade das membranas, relacionada diretamente com sua integridade, contribui para detectar diferentes graus de deterioração das sementes e, conseqüente perda da viabilidade e vigor (Bewley & Black, 1994). Sementes deterioradas, por ocasião da embebição, liberam maiores quantidades de substâncias, como açúcares e íons, quando comparadas às menos deterioradas, indicando uma maior ou menor permeabilidade das membranas (Toledo & Marcos-Filho, 1977).

Baseado nesses princípios, o teste de condutividade elétrica é tido como um dos testes mais promissores quanto à possibilidade de padronização da metodologia, pelo menos dentro de uma espécie (Hampton &

Tekrony, 1995). Dessa forma, a qualidade das sementes é avaliada por meio da sua imersão em água e da determinação da condutividade elétrica da solução de embebição. Assim, valores baixos de condutividade elétrica indicam que as sementes apresentam alta qualidade, enquanto que valores elevados de condutividade elétrica estão relacionados a sementes de qualidade inferior (Woodstook, 1973; Marques, 2001).

Porém, vários fatores podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica, como uniformidade da amostra, recipiente utilizado, higienização do equipamento, pureza da água, período e temperatura de embebição, grau de umidade, tamanho das sementes e genótipo (Matthews, 1981; Marcos-Filho et al., 1987; Basra, 1994; Vieira, 1994). Apesar dessas dificuldades este teste é de grande interesse, e permite que seja detectada a fase inicial do processo degenerativo em 24 horas, possibilitando a tomada de decisões, com o intuito de minimizar a perda da qualidade fisiológica das sementes (Dias & Marcos-Filho, 1995).

Relacionando as pesquisas realizadas entre os diferentes laboratórios, verificou-se que o teste de condutividade elétrica é um dos mais utilizados na avaliação do vigor das sementes (Tekrony, 1983; Hampton, 1992). Porém, em sementes florestais, há poucos relatos sobre o uso deste teste, provavelmente, em função da composição das sementes que varia em função da natureza, das interferências de variáveis ainda não controladas, como é o caso das sementes recalcitrantes, cujo teor de água das sementes das diferentes amostras altera completamente os resultados, dificultando assim a padronização da metodologia.

É o caso de *Carapa procera* DC., por exemplo, em que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para avaliar o vigor das sementes (Ferraz et al., 1991), e o de *Piptadenia communis* (Borges et al., 1992), submetida ao envelhecimento acelerado. Por outro lado, o teste de condutividade elétrica foi eficiente para detectar a diminuição da qualidade fisiológica de sementes de *Cedrela fissilis* (Borges et al., 1990), e para classificar as sementes de *Inga edulis* Hook. Et. Arn., em lotes com alta, média e baixa qualidade fisiológica (Barbedo & Cícero, 1998).

### ❖ Tetrazólio (TZ)

Dentre os testes para se determinar de forma rápida a viabilidade e o vigor das sementes, o teste de tetrazólio assumiu um papel importante, pelo fato de ser um dos métodos que se apresenta de forma mais eficiente nestas determinações.

Acrescenta-se a isso outras vantagens, tal como o fato de que o teste não é afetado pelas condições que interferem no teste de germinação, analisa individualmente, tanto física como fisiologicamente as sementes, e identifica diferentes níveis de vigor das sementes. O teste bioquímico de tetrazólio é baseado na atividade das enzimas desidrogenases, como a desidrogenase do ácido málico, que catalizam a reação de redução do sal de tetrazólio (2, 3, 5-trifenil cloreto de tetrazólio) em células vivas. Quando a semente é imersa na solução de tetrazólio, esta é difundida através dos tecidos e, nas células vivas há uma reação de redução, que resulta na formação de um composto vermelho e não difusível conhecido como formazan (França-Neto, 1999).

Nos últimos anos, as atividades de pesquisa no âmbito de análise de sementes têm conduzido estudos permanentes no estabelecimento de procedimentos padronizados para os testes do tetrazólio e de outros testes de vigor, com ênfase para as grandes culturas, em especial para os cereais e leguminosas. Assim, esta pode ser a principal causa da ausência de informações nas Regras para Análise de Sementes para as espécies florestais, que evidencia a necessidade de estudos com um maior número de espécies.

Exemplificando, Silva & Aguiar (1998) adotaram cinco horas para pré-embebição e verificaram que a imersão de sementes de *Ocotea catharinensis* (canela-preta) deve ser feita durante uma ou duas horas em solução de tetrazólio a 0,3% ou por uma hora a 0,5% para uma avaliação adequada da viabilidade das sementes. A imersão durante três horas, de sementes de *Caesalpinia ferrea* em solução de tetrazólio a 1% e por duas horas a 0,25%, foram as condições mais adequadas para estimativas de viabilidade (Biruel, 2001). Para *Delonix regia*, foram avaliados diferentes períodos de pré-condicionamento, diferentes concentrações e tempos de

embebição em solução de tetrazólio, na temperatura de 40°C. Como conclusão, levando em conta a praticidade, custos e economia de tempo, os autores sugeriram, para obtenção dos melhores resultados, a escarificação, seguida de 24 horas de embebição em água e, posteriormente, em solução com concentração de 0,075% de tetrazólio durante 2 horas. Este procedimento permitiu a visualização de coloração vermelha brilhante uniforme, típica de tecido vivo sadio, permitindo a identificação e diferenciação de tecidos mortos ou deteriorados que apresentam a coloração branca (Backes et al., 2003).

A técnica de pré-condicionamento das sementes de *Sebastiania commersoniana* durante 3 horas a 30°C, e em seguida, seccionadas longitudinalmente e imersas em solução de tetrazólio a 0,1% durante duas horas ou, a 0,05% durante 4 horas, a 30°C no escuro, propiciou a obtenção de resultados confiáveis, possibilitando a indicação desse teste como indicador do vigor das sementes (Santos, 2004).

#### ❖ Fatores que influem na conservação das sementes

Face aos imprevistos que podem ocorrer no período compreendido entre a colheita e a semeadura, as condições de armazenamento das sementes florestais são fatores que interferem significativamente na viabilidade e no vigor, e que aliados às condições ambientais ou aos impactos negativos resultantes da intervenção antrópica, podem comprometer a propagação de várias essências florestais. Dessa forma, torna-se necessário o armazenamento, não apenas para suprir a escassez das sementes, mas também, como garantia da perpetuação da espécie (Souza et al., 1980).

O armazenamento das sementes deve ter a função básica de preservar sua qualidade fisiológica e, uma vez realizado de forma adequada, contribui para diminuir a velocidade de deterioração, que se caracteriza por ser um processo irreversível (Melo et al., 1998).

Para manter a qualidade das sementes é necessário conhecer as condições ambientais e as embalagens mais adequadas para cada espécie, a fim de garantir elevados níveis de germinação e, portanto, vigor satisfatório

(Lima, 1996). Nesse contexto, além das características genéticas, o teor de água e a percentagem de germinação das sementes, a permeabilidade da embalagem, bem como a temperatura e a umidade relativa do ambiente, são importantes fatores que afetam a conservação da qualidade das sementes durante o armazenamento (Zanon & Ramos, 1986; Carneiro & Aguiar, 1993; Aguiar, 1995).

A temperatura do ambiente influencia consideravelmente a preservação da qualidade das sementes armazenadas porque influencia as atividades biológicas e acelera as atividades respiratórias da semente armazenada e dos microrganismos a ela associados (Pelegri, 1982). Assim, a maioria das espécies terá suas sementes tanto melhor conservadas quanto menor for a temperatura do ar.

Assim como a temperatura, o teor de água das sementes é considerado fator fundamental e que afeta o potencial de armazenamento das sementes, principalmente porque interfere na respiração. A secagem tem sido um dos métodos mais freqüentemente utilizados na superação dessa dificuldade, mas é essencial que seja aferida a sensibilidade das sementes a esse procedimento (Carvalho & Nakagawa, 2000). Conforme essa sensibilidade, Roberts (1973) classifica as sementes como: ortodoxas, que podem ser desidratadas entre 2 e 5% de umidade; intermediárias, as que suportam desidratação de 10 a 12,5%; e recalcitrantes, as que não toleram dessecação até teores de umidade de 15 a 20%.

No entanto, verifica-se pelos estudos encontrados na literatura, que o teor de água mínimo tolerado pelas sementes varia entre as espécies, sendo que as sementes consideradas como recalcitrantes, perdem sua viabilidade quando os teores de água atingem níveis inferiores a 40%. É o caso de *Inga edulis* em que foi possível armazenar por 15 dias as sementes após a coleta (Castro & Krug, 1951) e iniciou a perda da sua viabilidade aos 35% (Bacchi, 1961), de *Hevea brasiliensis*, aos 30-35% (Cícero et al., 1986) e de *Araucaria angustifolia*, aos 38% (Eira et al., 1994).

Portanto, o estabelecimento do ponto crítico e letal de perda de água da semente para as diferentes espécies é indispensável para o

planejamento e a execução da secagem e do armazenamento dessas sementes (Martins et al., 1999).

Nesse sentido, o armazenamento de sementes durante longos períodos, mantendo a viabilidade e identidade genética da espécie, exige muitos cuidados, e é um aspecto de grande importância que tem merecido a atenção de vários pesquisadores (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Exemplificando, as sementes de espécies do gênero *Tabebuia* possuem um período de viabilidade relativamente curto e, portanto representam dificuldades no estabelecimento de técnicas de cultivo para a silvicultura e reflorestamento de áreas degradadas (Cabral, 2002).

A falta de conhecimento sobre a biologia reprodutiva das espécies aliado aos processos fisiológicos e bioquímicos das sementes, bem como a falta de conhecimentos técnicos acerca dos processos de beneficiamento e acondicionamento, entre outros, podem comprometer a qualidade física e fisiológica das sementes. Assim sendo, é importante o armazenamento dos frutos ou das sementes, mesmo que temporário, em condições de ambiente que sejam favoráveis à manutenção da qualidade fisiológica.

Considerando todos esses aspectos torna-se necessário o emprego de testes para a avaliação rápida da viabilidade e do vigor, principalmente para as sementes com curta longevidade, e também, para possibilitar o descarte de lotes de sementes com baixa qualidade, no momento da recepção ou no beneficiamento, reduzindo os custos desnecessários com armazenamento. Esses testes poderão, ainda, ser utilizados no monitoramento da qualidade fisiológica durante o armazenamento (Martins et al., 2000).

Diante disso, o presente trabalho teve como meta avaliar a precisão dos diferentes testes de vigor na determinação da qualidade fisiológica das sementes de *P. floribundum* durante o armazenamento, associando-os aos resultados do teste de germinação e utilizando-os como referência na obtenção de informações que poderão indicar opções que possibilitem um maior período de armazenamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. coletadas em área de Mata Atlântica do Parque Estadual da Cantareira, pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo – SP. O processo de maturação foi acompanhado através das observações em campo, e as sementes foram obtidas de árvores matrizes em setembro de 2004, levando-se em consideração a performance quanto a altura, diâmetro, desenvolvimento da copa, vigor e aspecto fitossanitário. Após a colheita, as sementes foram imediatamente levadas para o laboratório de sementes do Instituto Florestal, retiradas do fruto, com teor de água inicial de 31,37%, efetuada a homogeneização manual das sementes para a constituição de um lote e acondicionadas em embalagens de papel, deixadas em condições de ambiente de laboratório, com temperatura e umidade relativa do ar variáveis. Os testes de germinação, determinações do teor de água, teste de condutividade elétrica, de envelhecimento acelerado e do tetrazólio foram conduzidos quinzenalmente, durante 75 dias.

### **❖ Envelhecimento Acelerado (EA)**

O teste de envelhecimento acelerado (EA) foi conduzido utilizando-se Gerbox®. As sementes foram acondicionadas sobre uma tela de alumínio colocada no interior dos Gerbox®, contendo abaixo da tela 40mL de água no fundo, foram tampadas e mantidas em câmara de germinação, tipo BOD a 40°C e umidade relativa de 86% em períodos pré-estabelecidos (6 e 24 h), segundo metodologia proposta por Marcos-Filho (1999a). Decorridos os períodos de envelhecimento, as sementes foram retiradas da câmara e colocadas para germinar, conforme metodologia descrita no teste de germinação.

### ❖ **Teste de germinação e determinação do teor de água**

Os testes de germinação foram instalados em Gerbox®, contendo como substrato 35 gramas de vermiculita esterilizada, e umedecida com 60 mL de água destilada (Figliolia & Takaki, 2003). Os testes foram conduzidos em germinador com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de oito horas de luz (Figliolia & Takaki, 2003). Para cada teste, utilizaram-se quatro repetições com 15 sementes cada. As contagens tiveram início de 3 a 10 dias após a instalação de cada teste, com período de duração de aproximadamente 26 dias, quando as sementes apresentavam a emissão da raiz ou da plúmula, segundo o critério botânico de Labouriau citado por Borghetti & Ferreira (2004).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos representados pelas horas submetidas ao estresse e pelos períodos de armazenamento. Para a comparação entre as médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos em porcentagem foram transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{\%}$  (Pimentel-Gomes, 2000). Com base nos resultados obtidos nos testes de germinação, calculou-se o índice de velocidade de germinação das sementes (IVG), como expressão do seu vigor, para cada época de colheita, conforme Borghetti & Ferreira (2004). Para obtenção dos dados para o cálculo do índice de velocidade de germinação, foram realizadas contagens diárias.

Nas avaliações de cada período, determinou-se o teor de água das sementes, de acordo com Brasil (1992).

### ❖ **Condutividade Elétrica (CE)**

Para o teste de condutividade elétrica (CE), a avaliação foi realizada com quatro repetições de 15 sementes. Cada sub amostra (repetição) foi pesada e a seguir colocadas em copos plásticos (200mL) contendo 75 mL de água deionizada por repetição. Estas sementes imersas permaneceram no interior de câmara incubadora tipo BOD, à temperatura constante de 25°C, durante 24 horas. Decorrido este período, com o uso de uma colher plástica

retirou-se as sementes e realizou-se imediatamente a leitura de condutividade elétrica da solução de embebição, agitando-se levemente a mesma, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S/cm/g}$  de sementes (Vieira, 1994).

#### ❖ **Tetrazólio (TZ)**

O teste de tetrazólio (TZ) foi baseado nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A solução de tetrazólio foi preparada com o sal 2, 3, 5-trifenil cloreto ou brometo de tetrazólio, a qual é absorvida pela semente. Anteriormente aos testes, procurou-se determinar a concentração da solução e o período de imersão mais apropriado para estimar a viabilidade das sementes desta espécie.

Para isso, após serem extraídas dos frutos, as sementes foram pré-condicionadas durante 24 horas sob 25°C, em Gerbox® pretos forrados e cobertos com 1 folha de papel germiteste, umedecido com 10mL de água destilada. A seguir efetuou-se a remoção do tegumento e a imersão das sementes em soluções de TZ a 1%, 0,5% e 0,3%, a 35°C, por uma, duas e três horas de acordo com Brasil (1992). Para cada condição, foram utilizadas quatro repetições de quinze sementes. Após cada um dos períodos de imersão, as sementes foram retiradas da solução de tetrazólio e imediatamente lavadas com água destilada e analisadas individualmente, considerando-se viáveis as sementes cujo eixo embrionário coloriu completamente de vermelho brilhante. Embora o eixo embrionário da semente fosse parcialmente visível a olho nu, a avaliação da viabilidade foi efetuada com auxílio de estereomicroscópio.

Pelo fato de ter apresentado os melhores resultados, utilizou-se para avaliação da viabilidade das sementes no decorrer do armazenamento, a solução de TZ a 1%, por 3 horas a 35°C, em quantidade suficiente para cobri-las.

A definição do melhor procedimento para análise da coloração das sementes baseou-se no aspecto dos tecidos e na intensidade e uniformidade da coloração, seguindo critérios propostos para o teste de tetrazólio, onde o indicativo de tecido vivo e vigoroso foi dado pelas cores vermelho brilhante ou rosa; tecido em deterioração pela cor vermelho-carmim

forte e o tecido morto pelas cores branco leitoso ou amarelado (Vieira & Von-Pinho, 1999).

A viabilidade foi obtida por meio da contagem do número de sementes consideradas viáveis, e expresso em porcentagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ❖ Envelhecimento Acelerado (EA)

Os valores médios de porcentagem e índice de velocidade de germinação de sementes de *P. floribundum* obtidos nos períodos de envelhecimento acelerado e dias de armazenamento são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Valores médios de porcentagem e índice de velocidade de germinação das sementes de *Platymiscium floribundum* armazenadas por 75 dias, em condição de laboratório com temperatura e UR do ar variáveis.

DIAS	GERMINAÇÃO (%)				IVG			
	0 h	6 h	24 h	Médias	0 h	6 h	24 h	Médias
0	85,00 Aa	83,25 Aa	70,00 Aa	79,41	1,38 Aa	1,75 Aa	1,50 ABa	1,54
15	73,50 Aa	73,25 ABa	73,25 Aa	73,33	1,00 Ba	1,00 ABa	1,25 ABa	1,08
30	73,50 Aa	71,75 ABa	70,00 Aa	71,75	1,50 Aab	1,25 ABb	2,00 Aa	1,58
45	76,50 Aa	56,75 CBb	58,25 Bab	63,83	1,00 Ba	1,00 ABa	1,25 ABa	1,08
60	63,25 ABa	53,25 CBa	46,5 Ba	54,91	1,00 Ba	1,75 Aa	1,50 ABab	1,41
75	48,25 Ba	33,75 Ca	49,75 Ba	43,91	1,00 Ba	0,75 Ba	1,00 Ba	0,91
<b>Médias</b>	<b>70,00 a</b>	<b>62,00 ab</b>	<b>62,79 b</b>	<b>94,56</b>	<b>1,14 b</b>	<b>1,95 ab</b>	<b>1,14 a</b>	<b>1,27</b>
<b>F(5%)</b>								
<b>Dias (D)</b>				<b>0,0001*</b>				<b>0,0010*</b>
<b>Horas (H)</b>				<b>0,0294*</b>				<b>0,0376*</b>
<b>Iteração D*H</b>				<b>0,0491*</b>				<b>0,0510*</b>
<b>DMS</b>				<b>13,87</b>				<b>0,45</b>
<b>CV(%)</b>				<b>17,85</b>				<b>29,35</b>

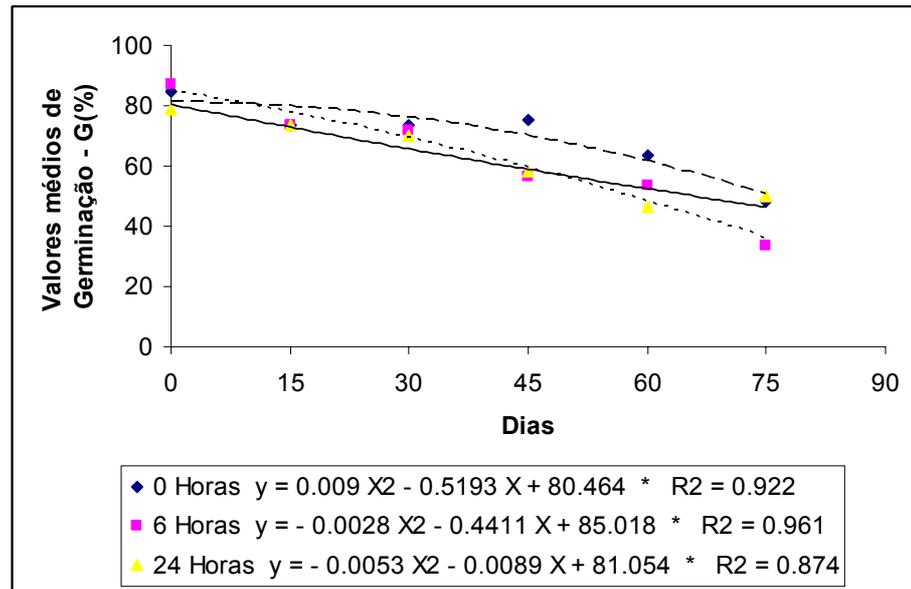
Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. \* - Significativo.

Os maiores percentuais de germinação foram obtidos até os 45 dias de armazenamento e até 60 dias sem envelhecimento acelerado. Apesar de apresentarem um elevado percentual de germinação, as sementes germinaram lentamente em todos os testes e períodos de armazenamento (Tabela 1).

O grupo controle (sementes sem armazenamento) e as outras que permaneceram armazenadas no período compreendido apresentavam

valores próximos de porcentagem de germinação, exceto para os dois últimos períodos, ocorrendo uma diminuição na porcentagem de germinação das sementes (63,25 e 48,25%), mas ocorrendo diferença significativa para porcentagem somente para o último período. Com relação ao índice de velocidade de germinação, houve diferença somente aos 15 e 45 dias após o armazenamento, antes do envelhecimento acelerado. E, após terem sido expostas ao envelhecimento acelerado, apresentaram uma redução da porcentagem de germinação no decorrer do período de armazenamento, apenas a partir dos 45 dias (Tabela 1 e Figura 1). Tambellini (1994), também verificou não haver variações significativas na porcentagem e velocidade de germinação para *Stryphnodendron polyphyllum* entre o grupo controle e as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado a 45°C com 100% UR, durante 32 dias. Por outro lado, sementes de Jacarandá-da-Bahia perderam a viabilidade quando expostas a esse tratamento tanto a 40°C por 48 horas como a 50°C por 24 horas (Borges et al., 2000). Esta técnica também foi eficiente para avaliar o vigor das sementes armazenadas de *Genipa americana*, conforme observado por Sugahara (2003).

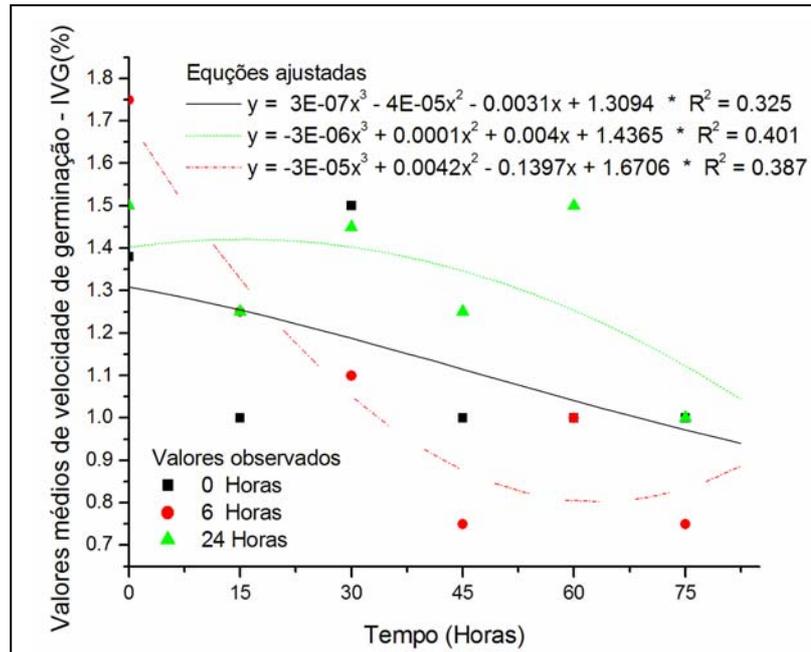
Na Figura 1, verifica-se que os valores médios percentuais de germinação tiveram altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) com ajuste da equação de forma polinomial de segundo grau, apresentando tendência de redução da germinação com incremento do tempo. Com relação aos valores médios de velocidade de germinação, observaram-se baixos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) com ajuste da equação e também na forma o polinomial de segundo grau. Nota-se que os maiores valores médios de IVG se encontram entre 1,4 a 1,55 para o período de 24 horas e uma redução do IVG com o aumento do tempo para os períodos 0 (controle) e 6 horas (Figura 2).



**Figura 1** – Valores médios de porcentagem de germinação das sementes de *Platymiscium floribundum* armazenadas por 75 dias, em condição de laboratório com temperatura e UR do ar variáveis, após os períodos de envelhecimento acelerado de 6 e 24 horas.

Face ao exposto, o teste de envelhecimento acelerado foi eficiente para diagnosticar a qualidade fisiológica das sementes armazenadas, sendo considerados de qualidade superior, portanto com maior vigor, as primeiras amostras de sementes avaliadas, com menor período de armazenamento (Tabela 1).

Os valores de teor de água das sementes de *P. floribundum* obtidos nos períodos de envelhecimento acelerado e dias de armazenamento são apresentados na Tabela 2.



**Figura 2** – Valores de índice de velocidade de germinação das sementes de *Platymiscium floribundum* armazenadas por 75 dias, em condição de laboratório com temperatura e UR do ar variáveis, após os períodos de envelhecimento acelerado. 0 horas – corresponde as sementes armazenadas sem serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

Analisando-se o teor de água das sementes antes do envelhecimento acelerado, pode-se constatar uma uniformidade entre os períodos de armazenamento, o que é considerado uma premissa para se obter resultados confiáveis pois, quanto maior o teor de água das sementes, maiores serão os efeitos deletérios deste teste (Marcos-Filho et al., 1987).

Portanto, é conveniente, a padronização do teor inicial de água das amostras de sementes, que serão comparadas entre si, com base nos resultados do teste (Marcos-Filho, 1999b).

Sendo assim, para a realização do teste de envelhecimento acelerado nas sementes armazenadas, não foi necessário o ajuste dos teores de água.

Pelos dados contidos na Tabela 2, pode-se observar que houve um aumento dos teores iniciais de água nas sementes armazenadas, à medida que se aumentou o tempo de exposição ao teste de envelhecimento acelerado.

**TABELA 2** - Valores médios dos teores de água ( $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ ) das sementes de *Platymiscium floribundum* armazenadas por 75 dias, em condição de laboratório em temperatura e UR do ar variáveis, após os períodos de envelhecimento acelerado.

Dias	Períodos de armazenamento (dias)						Média
	0	15	30	45	60	75	
Conteúdo de Água (%)							
Controle	31,37 Ac	30,07 Ab	29,36 Ac	32,04 Ac	30,97 Ac	30,24 Ac	30,67
6 horas	59,98 Abb	57,91 Aba	58,34 Aba	53,03 BCb	48,28 Cb	59,57 Ab	56,02
24 horas	69,33 Aba	61,40 Da	62,56 Da	63,62 BCDA	68,54 ABCa	73,69 Aa	66,52
Média	53,23 ab	49,79 cb	50,09 cd	49,56 cb	49,26 b	54,50 a	51,07
F(5%)							
Dias (D)	6,11						
Períodos (P)	845,80*						
Interação D x I	2,97*						
DMS	3,74						
CV (%)	6,08						

Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. \* - Significativo

O teor de água nas sementes de milho envelhecidas a 45°C durante 72 e 96 horas, deve situar-se na faixa de 26 a 29% de água. Estas informações entretanto, discordam do comportamento apresentado por sementes de outras espécies, onde tem sido verificado que, normalmente, o teor de água das sementes aumenta com o período de realização do teste (Hampton & Tekrony, 1995).

Pelos resultados obtidos constata-se que para *P. floribundum*, o aumento do tempo na câmara de envelhecimento proporciona acréscimos no teor de água das sementes. O mesmo foi verificado para *Cedrela fissilis* (Borges et al., 1990), para *Piptadenia comunis* (Borges et al., 1992) e para *Sebastiania commersoniana* (Santos, 2004).

### ❖ Condutividade Elétrica (CE)

A Tabela 3 apresenta os dados quinzenais de condutividade elétrica das soluções das sementes armazenadas em condições de laboratório com temperatura e umidade relativa do ar variáveis.

Embora as sementes tenham apresentado queda no percentual de germinação no decorrer do armazenamento, não houve aumento significativo nos valores de condutividade elétrica, exceto para o período de 15 dias em que foi observado valor alto que, numa primeira análise estaria correlacionada com a perda de viabilidade, o que não aconteceu, pois observa-se que as sementes apresentaram nesse período 73,50% de germinação, conforme se verifica na Tabela 1. Provavelmente, esse valor pode ser causado por problemas de microrganismos, insetos alojados no interior da semente, fato esse constatado pela autora para a espécie em questão. Somando-se a isso, essa discrepância de valor pode ser atribuído a erro de leitura.

**Tabela 3** - Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de *Platymiscium floribundum* armazenadas em condições de laboratório com temperatura e UR do ar variáveis, embebidas em 75 mL de água deionizada, à temperatura constante de 25°C, por 24 horas.

Períodos de armazenamento (dias)	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA – CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) Período de hidratação 24 horas
0	298,00 AB
15	409,50 A
30	279,25 B
45	255,75 B
60	277,00 B
75	281,85 B
(F5%)	0,00109*
DMS	121,72
CV(%)	18,04

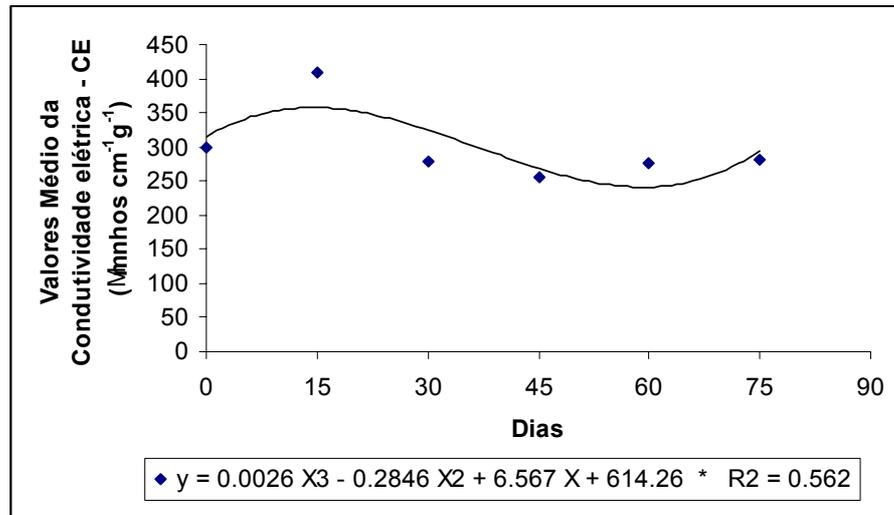
Médias seguidas pela mesma letras, maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. \* - significativo.

Verifica-se ainda, pela Tabela 3, que a solução de embebição das sementes recém colhidas apresentou valor de condutividade elétrica

semelhantes às soluções dos demais períodos de armazenamento. Destaca-se, dessa forma, que não houve acréscimos significativos dos valores de condutividade elétrica, o que indica não ter tido aumento na liberação de exsudatos pelas sementes, mesmo embora, tenha havido queda da capacidade germinativa das sementes durante o armazenamento. Resultados contrastantes foram obtidos por Bilia (1997) para *Inga uruguensis* que detectou aumento significativo dos dados de condutividade elétrica, associado à diminuição da germinação, com o decorrer do armazenamento.

A análise estatística dos dados revelou diferenças significativas a 5% de probabilidade entre os dias de armazenamento, com superioridade no período de 15 dias de armazenamento, sendo que os demais períodos não diferiram entre si, permanecendo praticamente constante.

Partindo da premissa que a quantidade de íons na solução está diretamente relacionada com o processo de deterioração e viabilidade das sementes (Braccini et al., 2001), era de se esperar que, à medida que houve uma redução da capacidade germinativa das sementes com o período de armazenamento, deveria ocorrer maior liberação de íons, o que não aconteceu; mesmo havendo redução da viabilidade das sementes com o período de armazenamento não se detectou significância dos valores de íons emitidos nos respectivos períodos (Tabela 3 e Figura 3). Pode-se constatar que este teste não foi eficiente para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *P. floribundum*, assim como não o foi para *Genipa americana* (Sugahara, 2003). Resultado contrário foi obtido por Marques et al. (2001) para jacarandá-da-bahia e por Marques et al. (2002) para *Dalbergia nigra*, constatando que o teste de condutividade elétrica foi eficiente para diagnosticar a qualidade fisiológica das sementes. Também foi observado para *Sebastiania commersoniana*, embora seja sugerido pelo autor testar novas alternativas com maior número de repetições, temperaturas e tempos de embebição (Santos, 2004).



**Figura 3** - Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de *Platymiscium floribundum* armazenadas em condições de laboratório com temperatura e UR % do ar variáveis, embebidas em 75 mL de água deionizada, a 25°C, por 24 horas.

Assim, os resultados mostraram que não ocorreram grandes alterações nos valores de condutividade elétrica durante o armazenamento, mesmo nas sementes que começaram a apresentar diminuição na viabilidade, detectado pelo teste padrão de germinação. Este fato pode ser observado na germinação inicial das sementes armazenadas, que começaram a perder a viabilidade somente após 60 dias de armazenamento.

Quando o teste de condutividade elétrica foi usado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de cenoura (*Daucus carota* L.), não foram registradas diferenças significativas entre os lotes (Rodo et al., 2001). Por outro lado, Andrade et al. (1995) trabalhando com a mesma espécie, concluíram que o teste de condutividade elétrica é o mais indicado para estimar o vigor. Para as sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), os resultados não foram eficientes para avaliar a qualidade fisiológica das sementes (Novembre et al., 1995). Mas, Fonseca & Rodo (1996), obtiveram correlação significativa no teste de condutividade elétrica.

Alguns pesquisadores ressaltam que o teste de condutividade elétrica não fornece resultados satisfatórios para diagnosticar a qualidade

fisiológica das sementes de algumas espécies florestais, devido as mesmas ainda se encontrarem em estado selvagem. Diante disto, muitos fatores podem interferir nos resultados de condutividade elétrica, evidenciando a necessidade de dar continuidade a novos estudos testando maior número de repetições, com maior número de sementes, temperaturas e tempos de embebição.

#### ❖ Tetrazólio (TZ)

A Tabela 4 apresenta os dados quinzenais de viabilidade das sementes avaliadas pelo teste padrão de germinação (controle) e pelo teste de tetrazólio a 1%, para os diferentes períodos de armazenamento.

**Tabela 4** – Porcentagem de sementes viáveis de *Platymiscium floribundum* detectadas no teste padrão de germinação (controle) e no teste de viabilidade pelo tetrazólio a 1%, para os diferentes períodos de armazenamento.

Períodos de armazenamento (dias)	Germinação (%) Controle	Tetrazólio (TZ)
0	85,00 a	85,50 a
15	73,50 ab	70,25 ab
30	73,50 ab	76,50 a
45	76,50 ab	76,50 a
60	63,25 ab	60,00 bc
75	48,25 b	49,75 c
Média	70,00 A	69,79 A
<b>F</b>	4,99 *	13,11 *
<b>CV (%)</b>	21,87	19,01

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si; e médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t a 5%.

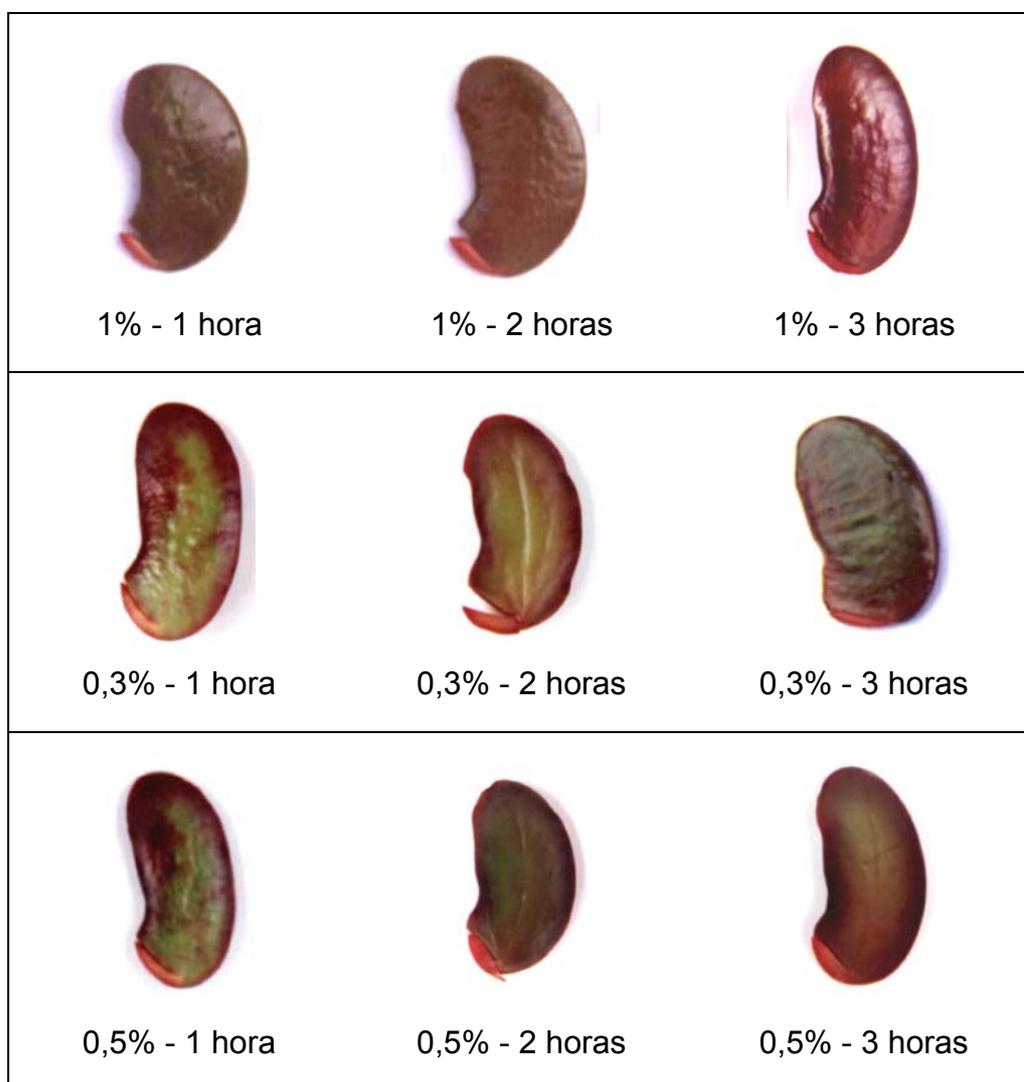
A imersão em solução de TZ 1% durante três horas, foi eficiente para colorir os tecidos da semente e possibilitar uma análise confiável do estado fisiológico das sementes; o eixo embrionário adquiriu coloração vermelha, indicando sementes saudáveis, com tecidos túrgidos e brilhante (Figura 4). Porém, o período de uma e duas horas de imersão na solução de TZ na

concentração de 1% não coloriu os tecidos vitais das sementes de *P. floribundum*, impossibilitando a correta interpretação dos resultados e, conseqüentemente, a avaliação da viabilidade das mesmas. Assim, as concentrações de 0,3% e 0,5%, não propiciaram a devida coloração dos tecidos de algumas sementes, permanecendo verdes e/ou brancas até o final do teste; outras apresentaram coloração vermelha muito intensa nas partes vitais das sementes, demonstrando a presença de tecido morto (Figura 4).

Na Tabela 4, comparam-se os resultados obtidos para avaliação da viabilidade de sementes imersas em TZ, durante o mesmo período de armazenamento, com o teste padrão de germinação, podendo-se concluir que a aplicação do teste de tetrazólio é viável e mostra-se promissora para substituir o teste de germinação, agilizando assim a obtenção da análise da viabilidade das sementes.

Confirmando, a análise estatística realizada em sementes de *P. floribundum*, indicou que os valores obtidos no teste de tetrazólio não diferiram significativamente dos resultados registrados nos testes de germinação. Deste modo, comparando com o teste inicial (85%) não se observa diferença significativa entre eles (Tabela 4).

Em geral, os resultados sobre a viabilidade obtidos com testes de germinação e do tetrazólio devem ser semelhantes, permitindo-se diferenças de até 5% entre eles. Diferenças superiores a este valor, quando ocorrem, podem ser devido a falta de padronização na amostragem, utilização inadequada do teste, presença de sementes dormentes ou com elevado percentual de danos nas amostras, presença de sementes com danos mecânicos, ou ainda, pela contaminação por microorganismos (França-Neto, 1999).



**Figura 4** – Sementes de *Platymiscium floribundum* mantidas na solução de tetrazólio em diferentes concentrações e períodos de imersão à temperatura de 35°C.

O teste de tetrazólio não é utilizado com frequência na determinação da viabilidade das sementes de espécies florestais nativas, e uma das razões é que, a padronização da sua metodologia ainda não foi desenvolvida para a grande maioria destas espécies (Santos, 2004). Porém, para algumas espécies existe instruções para o preparo das sementes a serem imersas em soluções de tetrazólio, como em *Araucaria angustifolia*, *Bactis gasipae*, *Leucaena leucocephalla*, *Manilkara salzmani*, *Parapiptadenia rigida*, *Pinus cariabaea*, *Tabebuia* spp., *Virola surinamensis* e *Pterodon pubescens* (Piña-Rodrigues & Valenkini (1995) citado por Piña-Rodrigues et al. (2004).

## CONCLUSÕES

- ✓ A porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e o teste de envelhecimento acelerado mostraram-se bons indicadores da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento;
- ✓ O teste do tetrazólio pode ser empregado com eficiência e rapidez na avaliação da qualidade fisiológica das sementes quando as sementes permanecem imersas durante 3 horas em solução a 1% a 35°C;
- ✓ O armazenamento de sementes em sacos de papel e em ambiente de laboratório, manteve a viabilidade e o vigor das sementes até 60 dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B. Conservação de Sementes. In: Silva, A.; Piña Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, p.33-44, 1995 (Série Registros, 14).

ANDRADE, R. N.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS, B. G.; MELLO, V. D. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.153-162, 1995.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. **Seed vigour handbook**. In: The handbook of seed testing. East Lansing, 1993. (Contribution, 32) 88 p.

BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes. IX – Ingá. **Bragantia**, v. 20, n. 35, p. 805-14, agosto, 1961.

BACKES, C.; KRONH, N. G.; MISSIO, V. C.; CASTILHO, R. M. M. de; SÁ, M. E. de Desenvolvimento do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de *Delonix regia*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n.3, p.75, 2003.

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

BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Fodd Products Press, 1994, 389p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Sedds: physiology of development and germinations**. 2 ed. London: Plenum, p. 445 1994.

BILIA, D. A. C. **Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Inga uruguensis* Hook. Et Arn.** Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, p. 88, 1997.

BIRUEL, R. P. **Caracterização e germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tull. Var. *leiostachya* Benth.** Dissertação (Mestrado em Agronomia-Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 70, 2001.

BORGES, E. E. L.; BORGES, C. G.; BUCKRIDGE, M. S. Alterações nas composições de carboidratos e de ácidos graxos em sementes de Jacarandá-da-Bahia osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Brasília, v.12, n.1, p.10-16, 2000.

BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D.; BORGES, C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 12, v. 1, p. 56-62, 1990.

BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D.; BORGES, C. G. Alterações fisiológicas em sementes de pau-jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 14, v. 1, p. 9-12, 1992.

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

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

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

CABRAL, E. L. **Armazenamento, germinação das unidades de dispersão e crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth.; Hook. F. ex S. Moore, submetidas a estresse hídrico**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 1-25, 2002.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes florestais. In: Aguiar, I. B.; Piña-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. (eds) **Sementes de espécies florestais tropicais**. Brasília: ABRATES/CTSFF, 350p., 1993.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 1-30. 1994.

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

CASTRO, Y. P.; KRUG, H. P. Experiência sobre germinação e conservação de *Inga edulis*, espécie usada em sombreamento de café. **Resumo** apresentado na 3ª Reunião da Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Belo Horizonte, MG, 1951.

CÍCERO, S. M.; MARCOS-FILHO, J.; TOLEDO, F. F. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da ESALQ**, v. 43, n. 2, p.763-87, 1986.

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

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS-FILHO, J. Electrical conductivity test for vigour evaluation in soybean seeds. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION CONGRESS, 24., 1995, Copenhagen. **Abstract**. Zürich: ISTA, p.89. 1995.

EIRA, M. T. S.; SALOMÃO, A. N.; CUNHA, R.; CARRARA, D. K.; MELLO, C. M. C. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze – Araucariaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.1, p.71-75, 1994.

FERRAZ, I. D.; LIMA, V. N. S.; COSTA, M. M. Testes de viabilidade em sementes de *Carapa procera* D.C. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, p.39. 1991.

FIGLIOLIA, M. B.; TAKAKI, M. Ecologia germinativa de sementes de *P. floribundum* Vog. em condições controladas de laboratório. In: XIII Congresso brasileiro de sementes, Gramado. **Inf. Abrates**, v.13, n.3, p.356, 2003.

FONSECA, M. G. RODO, A. B. Avaliação de testes de vigor em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) In: Seminário Panamericano de semillas, 15, Gramado, 1996. **Anais...** Gramado: CESM/RS – Abrates, p.44, 1996.

FRANÇA-NETO, J. B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.81-87, 1999.

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

HAMPTON, J. G. Vigour testing within laboratories of the International Seed Testing Association: a survey. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.1 (supplement), p. 199-203, 1992.

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

ISTA. ASSOCIATION CONGRESS, 24. Copenhagen. **Abstract.** Zürich: ISTA, p.89. 1995.

KRZYZANOWSKI, F. C.; MIRANDA, Z. F. S. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.1, p.7-25, 1990.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. **Seed News**, Pelotas, n. 11 (maio/junho), p. 20-21, 1999.

LIMA, D. Comportamento de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no armazenamento sob condições tropicais. In: Seminário Panamericano de Semillas, 15., 1996, Gramado. **Anais...** Gramado: CESM, p.65. 1996.

MARCOS FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, p.1-24. 1999a.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e Utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1-21. 1999b.

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

MARQUES, M. A. **Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* FR. ALLEM. (jacarandá-da-bahia)**. Dissertação (Mestrado em agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 68p. 2001.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de (*Dalbergia nigra* ( VELL.) Fr. All. Ex Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n.1, p. 271-278, 2002.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.22, n.3. p.391-396, 1999.

MATTHEWS, S. Evaluation of techniques for germination and vigour studies. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 9, n. 2, p. 543-551, 1981.

MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA C. E. S; CALDAS, L. S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: **Cerrado ambiente e flora**. EMBRAPA. Planaltina, DF. p.196-243, 1998.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; DIAS, D. C. F. S.; CHAMMA, H. M. C. P.; MARCOS-FILHO, J. Estudo da metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para sementes de tomate. **Informativo Abrates**, Londrina, v.3, n.3, p.140, 1995.

PELEGRINI, M. F. Armazenamento de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.56-60, 1982.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14<sup>a</sup> ed. Piracicaba: ESALQ, p.477, 2000.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (eds.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Ed. Artmed, p. 283-297, 2004.

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

RODO, A. B.; PERLEBERG, C. S.; TORRES, S. B. Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura. **Sci. Agric.** v.58, n.1, p.201-204, jan/mar 2001.

SA, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**. Piracicaba. v.56, n. 1, p. 13-20, 1999.

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

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. 197-2005, 1998.

SOUZA, S. M.; PIRES, I. E.; LIMA, P. C. F. Influência da embalagem e condições de armazenamento da longevidade de sementes florestais. p.15-24. In: **Pesquisa Florestal no Nordeste Semi-árido: sementes e mudas**. EMBRAPA-CPTSA, Boletim de Pesquisa n. 2. 1980.

SUGAHARA, V. Y. **Maturação fisiológica, condições de armazenamento e germinação de sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae)**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área de concentração: Biologia Vegetal), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 159p., 2003.

TAMBELLINI, M. **Tratamentos pré-germinativos e aspectos ecofisiológicos na germinação de sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, p.105, 1994.

TEKRONY, D. M. Seed vigour testing - 1982. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.8, n.1, p. 55-60, 1983.

TOLEDO, E. F.; MARCOS-FILHO, M. **Manual das sementes, tecnologia da produção**. São Paulo: Agronomia Ceres. 224p., 1977.

TORRES, S. B.; CASEIRO, R. F.; RODO, A. B.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.480-483, 1998.

VIEIRA, M. G. G. C.; VON PINHO, E. V. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.8.1-1 – 8.1-13, 1999.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França-Neto, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Brasília – ABRATES, p.1-26, 1999.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (EDS.). **Teste de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP – UNESP, p. 103-132, 1994.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D. CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.31-47, 1994.

WOODSTOCK, L. M. Physiological and biochemical of seed vigor. **Seed Science and Physiology**, v.1, n.1, p.127-157, 1973.

ZANON, A.; RAMOS, A. Armazenamento de sementes de espécies florestais. In: Simpósio Brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais, 1., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: ABRATES/IEF, p.285-316, 1986.

## APÊNDICE

**Apêndice 1** – Valores dos teores de água transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ , das sementes de *P. floribundum* armazenadas por 75 dias, em condição de bancada de laboratório com temperatura e UR do ar variáveis, após os períodos de envelhecimento acelerado. 0 hora: corresponde às sementes armazenadas sem serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

Horas de envelhecimento	Períodos de Armazenamento (dias)					
	0	15	30	45	60	75
Conteúdo de Água (%)						
Controle	8,97	8,59	8,83	9,91	10,08	9,85
6 horas	31,00	38,40	29,08	26,24	22,61	32,95
24 horas	42,20	40,25	29,70	39,33	35,67	44,94

### Capítulo 3

---

## TOLERÂNCIA DAS SEMENTES DE *Platymiscium floribundum* Vog. AOS ESTRESSES HÍDRICO E SALINO

**RESUMO** - Este trabalho teve como meta determinar os limites máximos de tolerância aos estresses hídrico e salino em sementes de *Platymiscium floribundum* embebidas em soluções de manitol e PEG 6000 para o estresse hídrico e de KCl e NaCl, para o estresse salino com os seguintes potenciais osmóticos 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0MPa. Os experimentos foram realizados com quatro repetições de 20 sementes, com teor de água inicial de 61,10%, mantidas a 27°C sob luz contínua. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Verificou-se reduções significativas nos valores de porcentagens e velocidade de germinação a partir de -0,2 e -0,4MPa, respectivamente, para sementes embebidas em soluções de manitol e PEG 6000. Independente do potencial osmótico da solução, o uso de soluções de PEG 6000 produziu maiores reduções nos valores de porcentagem e velocidade de germinação do que com o uso de manitol. Com relação às sementes submetidas ao estresse salino, as reduções nos valores de porcentagem e velocidade de germinação das sementes foram gradativas, quando comparadas ao obtido com o uso de soluções de PEG 6000 e manitol. Foi registrada uma redução significativa dos valores de porcentagem a partir de -0,4MPa para ambos os sais. Com relação à velocidade de germinação, reduções significativas foram observadas a partir -0,6MPa e -0,8MPa para o KCl e NaCl, respectivamente. O limite máximo de tolerância à seca e à salinidade está situado entre -1,0MPa e -1,2MPa.

**Palavras-chave:** seca, salinidade, germinação.

## **TOLERANCE OF *Platymiscium floribundum* Vog. SEEDS TO WATER AND SALT STRESSES**

**ABSTRACT** - The aim of this research was to evaluate the maximum tolerance limits for water and salt stress on *Platymiscium floribundum* seeds. imbibed in, mannitol, PEG 6000, KCl and NaCl solutions for water stress and salt, respectively with osmotic potentials: 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; and -1,0MPa. The experiments were carried out with four replications of 20 seeds germinated at 27°C, and continuous light. The obtained data were submitted to variance analysis and Tukey test. A significance reduction on rate and percentage germination was registered at -0,2MPa and -0,6MPa, respectively, using mannitol and PEG 6000 solutions. When KCl and NaCl solutions were used a gradual reduction on germination percentage occurred. The highest values of rate and germination percentage were registered for seeds germinated in mannitol solutions, in all osmotic potentials. In relation to salt stress the reductions on rate and germination percentage occurred slightly, in contrast to water stress. A significantly decrease on germination percentage was verified at -0,4MPa, for both salt solutions. In relation to germination rate, the reduction was first detected at -0,6MPa and -0,8MPa for KCl and NaCl solutions, respectively. The maximal tolerance limit was the same, between -1,0 e -1,2MPa, for salt and water stress.

**Key words:** dry, salinity, germination.

## INTRODUÇÃO

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida como a manifestação do vigor, dependendo, entre outros fatores, das condições ambientais predominantes no local onde elas foram dispersas ou semeadas.

O estresse pode ser definido como qualquer fator externo, que exerça influência desvantajosa sobre as plantas, que crescendo sob condições naturais, estão sujeitas a estresses abióticos, tais como déficit hídrico, calor, frio, carência nutricional, solos salinizados, entre outros, bem como estresses bióticos como competição, alelopatia e contaminação por microrganismos. Embora seja conveniente examinar cada um desses fatores individualmente, a maioria está inter-relacionada, ao mesmo tempo em que um conjunto de respostas celulares, bioquímicas e moleculares está presente em muitos processos individuais de aclimatação e adaptação (Taiz & Zeiger, 2004).

Apesar dos processos de germinação e do crescimento terem controle genético, estes processos também são influenciados pelas condições do ambiente no qual as sementes germinam e as plântulas se estabelecem (Santos et al., 1992). Dentre os fatores que exercem influência sobre a germinação, a disponibilidade hídrica é o de maior importância.

Estudos sobre as relações hídricas são importantes para o conhecimento da biologia das sementes e, a habilidade de tolerar a dessecação que as sementes apresentam pode levá-las a sobreviver durante longos períodos sob diferentes condições, tendo sido o mecanismo adaptativo que permite a distribuição de plantas em climas adversos (Bradford, 1995).

O primeiro evento que ocorre durante a germinação é a absorção de água pela semente que é devida ao processo de embebição. A velocidade de absorção de água é determinada pela composição química da semente, permeabilidade do tegumento, disponibilidade hídrica, temperatura e qualidade fisiológica da semente. Nas sementes, o déficit hídrico atua reduzindo a porcentagem e a velocidade de germinação, sendo que, para cada espécie,

existe um potencial hídrico abaixo do qual a germinação não ocorre (Bewley & Black, 1994; Tambelini & Perez, 1998).

O polietilenoglicol e o manitol têm sido comumente utilizados como agentes osmóticos, em condições de laboratório, para simular e padronizar as condições de déficit hídrico em sementes por serem compostos químicos inertes e não tóxicos (Hardegree & Emmerich, 1994). Apesar disso, existem evidências sugerindo que alguns agentes de baixo peso molecular, como o manitol, podem ser absorvidos e metabolizados pelas sementes durante o processo germinativo, e assim, causar toxicidade. O PEG 6000, ao contrário, tem sido utilizado com sucesso em trabalhos de pesquisa para simular os efeitos do déficit hídrico nas plantas pois, devido ao seu elevado peso molecular não penetra nas células das sementes e não é degradado (Hasegawa et al., 1984 e Braccini et al., 1996).

Com relação à salinidade, sabe-se que é um fator que interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas e, que esta influência depende da espécie vegetal e do tipo de sal existente no solo. A adaptação das espécies à salinidade durante a germinação e estádios iniciais da plântula são cruciais para o estabelecimento das espécies em ambientes salinos (Ungar, 1995). A concentração total de sais presentes no solo acarreta uma redução da porcentagem e velocidade de germinação devido aos efeitos tóxico e osmótico sobre o embrião (Campos & Assunção, 1990).

A elevada concentração de sais prejudica a germinação devido aos efeitos iônicos e osmóticos sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida em soluções salinas de forma que o aumento da concentração de sais torna-a cada vez menos disponível para as plantas, o que pode produzir inibição da germinação e redução do crescimento das plântulas (Larcher, 2000). O mesmo autor afirma que quando os efeitos adversos (osmótico e tóxico), decorrentes da absorção de sais excedem o nível de tolerância da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias, que dependendo da intensidade e duração do estresse podem causar a morte do vegetal.

As plantas podem ser divididas em dois grupos, com base em sua resposta às variações nas concentrações de sais. No primeiro grupo, estão as

halófitas, são nativas de solos salinos e completam seu ciclo de vida nesses ambientes. Em um segundo grupo estão as glicófitas ou não-halófitas, que possuem menor tolerância à salinidade que as halófitas. Existe um limiar de concentração salina acima do qual as glicófitas começam a mostrar sinais de inibição do crescimento, descoloração foliar e perda de massa (Taiz & Zeiger, 2004). Uma característica importante das halófitas que as distingue das glicófitas é a de possuir sementes que permanecem dormentes, sem perda de viabilidade, em altas concentrações salinas, e depois, germinarem prontamente quando a concentração do meio é reduzida (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989). Entretanto, a maior parte das plantas pode se ajustar osmoticamente, dentro de certos limites quando crescem em solos salinos. Tal ajuste evita a perda de turgescência ao gerar um potencial hídrico celular mais baixo que o meio externo, mas essas plantas continuam a crescer mais lentamente por uma razão que não está relacionada à falta de turgescência insuficiente (Bressan et al., 1990).

Um dos métodos mais difundidos para a determinação da tolerância das plantas aos sais é a observação da capacidade germinativa das sementes em meio salinizado. A redução da porcentagem de germinação, quando comparado ao grupo controle, serve como um indicador de tolerância da espécie à salinidade (Silva et al., 1992).

A inibição do crescimento ocasionada pela salinidade segundo Tobe et al. (2000), se deve tanto ao efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, como também ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma. As sementes são sensíveis aos efeitos da salinidade e, quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água (Ferreira & Rebouças, 1992).

A resistência à salinidade é descrita como a habilidade de evitar por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma, e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (Larcher, 2000). O aumento da concentração de compostos como prolina, polióis e açúcares, serve para manter o potencial osmótico da célula compatível com a manutenção da estabilidade de algumas macromoléculas,

proporcionando redução na perda de atividade enzimática ou da integridade da membrana, que ocorrem quando existe estresse hídrico ou salino (Freire, 2000).

Estima-se que aproximadamente um terço das terras do planeta seja árida ou semi-árida, sendo que cerca da metade dessa área é afetada pela salinização (Serrato-Valenti et al., 1991; Cavalcante & Perez, 1995). No Brasil, essas áreas estão situadas principalmente no semi-árido da região Nordeste (Freire, 2000). A proporção de solos salinizados está aumentando em virtude do emprego incorreto de técnicas agrícolas como, adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformando terras férteis e produtivas em terras impróprias para a agricultura. Dentre os elementos que contribuem para a salinização dos solos, os principais são Ca, Mg, Na, K, Cl, S e o íon carbonato (Agboola, 1998; Freire, 2000).

Sendo assim, o estresse é considerado como um desvio significativo das condições ótimas para a vida, induzindo as mudanças fisiológicas em todos os níveis funcionais do organismo. Onde quer que estas plantas cresçam, ficarão sujeitas às condições de múltiplos estresses que limitarão seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência. Tais mudanças, embora reversíveis a princípio, podem se tornar permanentes (Larcher, 2000).

Assim, informações sobre a habilidade de sobrevivência das plantas em solos com elevadas concentrações salinas, são importantes para ampliar a sua distribuição geográfica e para o plantio em solos salinizados, uma vez que é necessária a utilização de espécies tolerantes a esta condição e, quando possível, capazes de melhorar as características físicas e químicas desse solo (Freire, 2000).

## **OBJETIVOS**

Face ao exposto acima e, devido à recomendação para o plantio de *Platymiscium floribundum* em áreas degradadas de preservação permanente e aos poucos trabalhos existentes envolvendo esta espécie, pretendeu-se com este estudo obter informações sobre os limites máximos de tolerância aos estresses hídrico e salino.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. coletadas no mês de agosto de 2002, em um fragmento de Mata Atlântica no Parque Estadual Alberto Löfgren, pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo-SP, após atingirem maturidade fisiológica, adotando-se como índices de maturidade: início do processo de abscisão dos frutos, coloração dos frutos, viabilidade e vigor das sementes. Os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Florestal de São Paulo para as determinações fisiológicas, físicas e químicas.

O teor de água das sementes estava em torno de 44,35% e estas foram armazenadas em câmara fria, em saco de papel ( $T=5^{\circ}\text{C}$  e  $\text{UR}=85\%$ ), até o momento da sua utilização. O trabalho foi conduzido no laboratório de Ecofisiologia de Germinação de Sementes no Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

A fim de evitar ou minimizar a ocorrência de fungos e bactérias, as sementes foram submersas em hipoclorito de sódio (4%) durante quatro minutos e em seguida lavadas com água destilada. Para o preparo das soluções, utilizou-se água destilada acrescida de 2ppm de Captan, também com o objetivo de controlar o desenvolvimento dos fungos (Clarck & Scott, 1982). Os controles foram umedecidos somente com solução de Captan 2ppm. Os testes de germinação foram conduzidos em estufa tipo BOD, com quatro repetições de 20 sementes para cada tratamento, distribuídas uniformemente em gerbox®, forradas com duas folhas de papel de filtro autoclavado e esterilizado a  $120^{\circ}\text{C}$ , umedecido com 8mL das soluções (Oliveira et al., 1989), seladas com filme de PVC para evitar evaporação da solução, e colocadas para germinar em temperatura constante de  $27^{\circ}\text{C}$ . Para manutenção do potencial osmótico das soluções as sementes foram transferidas diariamente para novos substratos umedecidos, segundo as prescrições de Kim (1993) citado por Bradford (1995).

A leitura dos experimentos foi realizada diariamente, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentavam extensão radicular maior ou igual a 2 mm e curvatura geotrópica positiva (Duran & Tortosa, 1985).

Os testes de germinação foram considerados finalizados quando todas as sementes já haviam germinado, ou quando todas as sementes remanescentes nas placas apresentavam-se deterioradas.

Para a simulação do estresse salino foram preparadas soluções de KCl e NaCl cujas concentrações foram obtidas a partir da equação de Van't Hoff citada por Salisbury & Ross (1992):

$$\Psi = -i C R T$$

onde:

$\Psi$  = potencial osmótico (bar);

$i$  = coeficiente isotônico ou constante de dissociação;

$C$  = concentração da solução expressa em moles de soluto por Kg H<sub>2</sub>O;

$R$  = constante universal dos gases (0,0831 kg bar K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>);

$T$  = temperatura (K).

O coeficiente isotônico para os sais cloreto de sódio e cloreto de potássio é 1,8.

Para o estresse hídrico foram preparadas soluções de manitol de acordo com a equação citada por Parmar & Moore (1968):

$$g = P V M / R T$$

onde:

$g$  = massa de manitol (g);

$P$  = pressão osmótica (atm);

$V$  = volume (litros);

$M$  = peso molecular do manitol;

$R$  = constante universal dos gases (0,08205 atm K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>);

$T$  = temperatura em Kelvin (27°C = 300K).

Foram utilizadas também as soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) de acordo com a tabela citada por Villela et al. (1991), a partir da equação de Michel & Kaufmann (1973).

Para comparação dos resultados, foram utilizados os mesmos valores de potencial osmótico para as quatro soluções (0, -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; e -1,0MPa).

Os cálculos de porcentagem de germinação e IVG foram realizados conforme as seguintes fórmulas citadas em Labouriau & Agudo (1987):

- Porcentagem de germinação:

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

onde:

G(%) = porcentagem de germinação;

N = número de sementes germinadas;

A = número total de sementes colocadas para germinar.

- Índice de velocidade de germinação de acordo com Maguire, (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

onde:

$G_1, G_2 \dots G_n$  = número de sementes (ou plântulas) germinadas no dia da observação (nas últimas 24 horas se as observações forem diárias);

$N_1, N_2, \dots + N_n$  = número de dias (horas) após a semeadura.

Para o cálculo de PO(50) (potencial osmótico onde há redução da germinação para 50%) foi ajustada aos dados da equação (Sigmoidal/Growth-Boltzmann):

$$y = \frac{A_1 - A_2}{1 + e^{(x-x_0)/dx}} + A_2$$

Quando a heterocedasticidade foi confirmada, os valores de porcentagem de germinação e de IVG foram transformados em arco seno  $\sqrt{\%}$  para normalização de sua distribuição (Pimentel-Gomes, 2000). Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro repetições de 20 sementes. Foi realizada análise de variância de dupla entrada, e, as médias foram contrastadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na presença de interações significativas entre os fatores soluções e potenciais foram feitos os desdobramentos (Pimentel-Gomes, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de porcentagens e velocidade de germinação registradas durante 44 dias para sementes de *P. floribundum* mantidas em soluções de diferentes potenciais osmóticos utilizando soluções de PEG 6000 e manitol são apresentadas na Tabela 1 e Figuras 1 e 2.

Houve uma redução da viabilidade das sementes com a redução do potencial osmótico das soluções dos dois agentes osmóticos avaliados. A análise estatística indicou a presença de interação entre potencial e agente osmótico. Independentemente do potencial osmótico, os maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação, foram obtidos com o uso de soluções de manitol. Um decréscimo significativo da porcentagem de germinação, foi registrado a partir do potencial de -0,4MPa para o PEG 6000 e -0,6MPa para o manitol. O limite máximo de tolerância ao PEG 6000 e ao manitol foi o mesmo, entre -1,0MPa e -1,2MPa (Figuras 1 e 2).

A sensibilidade ao déficit hídrico simulado apresentado pelas sementes de *P. floribundum*, pode ser melhor visualizada na Figura 5. As curvas de ajuste (linha em vermelho) mostram que as sementes mantidas em soluções de PEG 6000 tiveram uma redução da germinação para 50% em torno de -0,26MPa, enquanto que nas mantidas em manitol essa redução ocorreu em torno de -0,58MPa. Isso revela que as sementes foram mais sensíveis ao déficit hídrico simulado pelo PEG 6000.

Essa diferença nos valores de porcentagem e velocidade de germinação com o uso de PEG 6000 e de manitol pode ser atribuída à permeabilidade diferencial do tegumento da semente a solutos de baixo peso molecular e assim, favorecendo a entrada de manitol na semente, reduzindo o verdadeiro efeito de seca causado por esta solução. O PEG 6000 tem peso molecular mais elevado que o manitol, portanto dificilmente penetra nas membranas celulares (Bradford, 1995). Além disso, Yoon et al. (1997), relataram aumento do metabolismo anaeróbico em sementes tratadas com PEG 6000, sugerindo que a viscosidade da solução atua como uma barreira às trocas gasosas, limitando a disponibilidade de oxigênio, além da disponibilidade hídrica.

A redução mais acentuada da porcentagem e velocidade de germinação das sementes de *P. floribundum* nos potenciais osmóticos mais negativos pode ser atribuída, à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes, pois o aumento do déficit hídrico pode levar a uma inibição da síntese e/ou atividade das enzimas hidrolíticas necessárias à germinação (Campos & Assunção, 1990).

Além disto, podem ser atribuídos à falta de energia para iniciar o processo germinativo, uma vez que essa energia é obtida por incrementos na taxa respiratória após a embebição das sementes, enquanto que sob potencial osmóticos mais negativos a absorção de água se processa de forma mais lenta (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989).

Da mesma forma, para outras espécies de leguminosas arbóreas, o PEG 6000 ocasionou uma maior redução da porcentagem de germinação quando comparado ao manitol (Nassif & Perez, 1997; Tambelini & Perez, 1998 e Perez & Nassif, 1998).

Ainda com relação à utilização de PEG 6000, observou-se grande incidência de fungos quando as sementes de *P. floribundum* foram expostas aos diferentes potenciais osmóticos, reduzindo o vigor e a viabilidade das mesmas. A hidratação da semente leva à liberação de solutos para o meio circundante, como açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e vários íons, o que pode estimular o crescimento de patógenos, causando a deterioração das sementes (Bewley & Black, 1994).

Observa-se, que os valores de porcentagem das sementes germinadas em solução de manitol não diferiram significativamente entre o controle e os potenciais osmóticos: -0,2 e -0,4MPa, porém para a velocidade de germinação a diferença significativa ocorreu somente a partir de -0,8MPa.

Com relação à germinação e à velocidade de germinação em sementes tratadas com PEG 6000, houve diferença significativa entre o controle e os potenciais osmóticos testados a partir de -0,4MPa, indicando assim sensibilidade das sementes a essa solução, com exceção no potencial de -0,2MPa, para a velocidade de germinação na presença do PEG 6000. Assim, a velocidade de germinação das sementes de *Platymiscium floribundum*

mostrou-se mais suscetível ao estresse hídrico do que a porcentagem de germinação, sofrendo reduções significativas (Tabela 1).

A velocidade de absorção de água pelas sementes decresce com a redução do potencial hídrico, o que vem ampliar o período necessário para que seja atingido o teor mínimo de água exigido para o início da emergência do eixo embrionário (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Mudanças no potencial hídrico externo produzem um efeito nas propriedades hidráulicas do tegumento da semente, sendo que quanto mais baixo for esse potencial, mais baixo será o conteúdo de água no tegumento da semente e, conseqüentemente, a difusibilidade deste para a água. Por conseqüência, retardará a absorção de água pelas sementes e o início da atividade enzimática, resultando em atraso no crescimento meristemático e emergência da radícula (Falleri, 1994; Hebling, 1997).

Portanto, o estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, com uma grande variação de respostas entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis, até as mais tolerantes. Sementes mais resistentes possuem a vantagem ecológica de estabelecer plântulas em áreas onde as sementes sensíveis à seca não podem fazê-lo. Porém, essas sementes resistentes à seca, em condições naturais, podem atuar de forma positiva no estabelecimento das espécies, pois provocam um atraso considerável no tempo de germinação das sementes, distribuindo a germinação no tempo e no espaço, aumentando a probabilidade das plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao seu estabelecimento e desenvolvimento (Bewley & Black, 1994).

Com relação às repostas das sementes de *P. floribundum* ao estresse salino, a porcentagem e velocidade de germinação diminuíram com a redução de valores dos potenciais osmóticos e das soluções salinas utilizados (Tabela 2 e Figuras 3 e 4). Com a redução dos níveis de potencial osmótico, independentemente dos sais utilizados, a porcentagem final de germinação foi reduzida e alcançada mais tardiamente.

O aumento do estresse salino induz tanto à redução da porcentagem de germinação quanto ao atraso na inibição deste processo,

podendo causar também a completa inibição da germinação em níveis superiores aos limites de tolerância apresentados pelas espécies (Pujol et al., 2000). A redução da germinação ocasionada pela salinidade pode ocorrer não só devido aos efeitos tóxicos dos sais mas também à seca fisiológica produzida pelos mesmos. Com o aumento da concentração de sais no meio germinativo há uma diminuição do potencial osmótico e, conseqüentemente, uma redução do potencial hídrico, podendo afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico) como também elevar a níveis tóxicos a concentração de íons no embrião (efeito tóxico) (Tobe et al., 2000).

A inibição da mobilização das reservas segundo Prisco et al. (1981), pode ser devido aos efeitos dos sais na síntese “de novo” e atividade das enzimas responsáveis pela hidrólise e/ou translocação dos produtos hidrolizados dos tecidos de reserva para o eixo embrionário, afetando deste modo o processo germinativo.

A redução significativa da porcentagem de germinação ocorreu a partir de  $-0,4\text{MPa}$  para o KCl e  $-0,8\text{MPa}$  para o NaCl (Tabela 2).

Na figura 5 encontram-se os valores médios da porcentagem de germinação nos diferentes potenciais osmóticos das soluções de KCl e NaCl e a partir do ajuste destas curvas (linha em vermelho) pode-se observar o potencial osmótico onde há redução da germinação para 50%. Para os sais KCl e NaCl verificou-se que a redução para 50% da germinação ocorre em potenciais osmóticos de aproximadamente  $-0,55\text{MPa}$  e  $-0,59\text{MPa}$  respectivamente. A redução da germinação para 50% verificada em potencial osmótico mais negativo de KCl, pode indicar uma maior resistência aos efeitos deste sal.

Conforme Bliss et al. (1986) *apud* Cavalcante & Perez (1995), relataram que o NaCl pode afetar a germinação, tanto pelo efeito osmótico, dificultando a absorção da água pelas sementes, como pelo efeito iônico, por facilitar a penetração de íons nas células, em níveis tóxicos, ou então pela combinação de ambos. Sanchez-Mora (1989), relata também que, o excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes e atuando como

agente tóxico para o embrião, influenciando na porcentagem e velocidade de germinação que são reduzidas consideravelmente com a diminuição do potencial osmótico, provocado pela adição de sais.

As sementes remanescentes mantidas nos potenciais osmóticos mais negativos das soluções salinas apresentaram, após 44 dias, o tegumento mole, escurecido e liberação de exsudato de aspecto gelatinoso. Para Bewley & Black (1994), se os efeitos osmóticos adversos e íons específico da absorção de sais excedem o nível de tolerância das sementes, ocorrem distúrbios funcionais, como por exemplo, danos provocados na membrana plasmática.

De acordo com Guerrier (1983) citado por Perez & Moraes (1994), a tolerância ao estresse salino pode estar relacionado com altos níveis de  $K^+$  ou  $Ca^{++}$  que foram encontrados nas reservas minerais de plantas bastante tolerante à salinidade, enquanto que para plantas pouco tolerantes, baixos teores desse elementos foram constatados.

As sementes de *P. floribundum* apresentam um limite de tolerância ao estresse salino situado entre -1,0 e -1,2MPa, podendo ser classificada como glicófita, com moderada tolerância à salinidade. Resultados similares também foram encontrados por diversos pesquisadores, para *Chorisia speciosa* St. Hil. (Fanti & Perez, 2004), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (Cavalcante & Perez, 1995), *Bauhinia forficata* L. (Fanti & Perez, 1996), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Jeller & Perez, 1997), *Anadenanthera pavonina* L (Fanti & Perez, 1998) e *Plathymenia reticulata* Benth. (Miranda, 1999).

**Tabela 1.** Valores médios de porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* submetidos a diferentes potenciais osmóticos em soluções de Manitol e PEG 6000.

Potenciais (MPa)	GERMINAÇÃO (%)			IVG (dias <sup>-1</sup> )		
	PEG 6000	Manitol	Médias	PEG 6000	Manitol	Médias
0	80,00 Aa	78,75 Aa	79,37	0,65 Ba	0,71 Aa	0,68
-0,2	58,75 Aa	70,00 Aba	64,35	0,95 Aa	0,62 Ab	0,78
-0,4	31,25 Bc	65,00 ABa	48,12	0,14 Cb	0,59 Aa	0,36
-0,6	11,25 BCb	47,50 BCa	29,37	0,05 Cb	0,47 ABa	0,26
-0,8	11,25 BCb	31,25 CDa	21,05	0,05 Cb	0,27 BCa	0,16
-1,0	1,25 Cb	15,00 Da	8,12	0,005 Cb	0,15 Ca	0,078
Médias	32,29 b	51,25 a	41,73	0,31 b	0,47 a	0,39
F(5%)						
Agentes (A)	38,28*			38,09*		
Potenciais (P)	52,14*			38,20*		
Interação (A x P)	3,6*			9,54*		
DMS	15,95			0,19		
CV (%)	25,41			33,4		

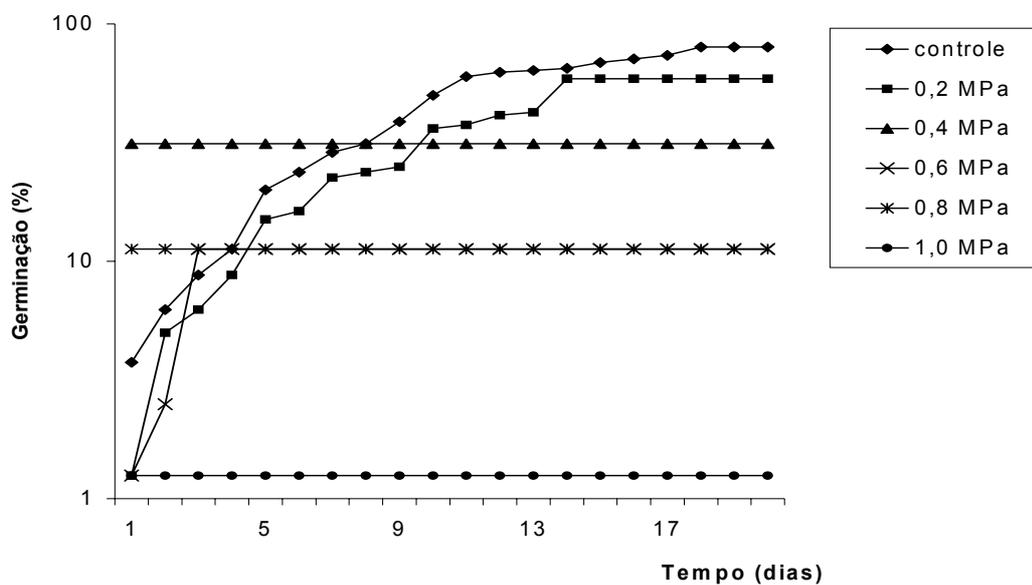
Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. \* - Significativo

**Tabela 2.** Valores médios de porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* submetidos a diferentes potenciais osmóticos em soluções de KCl e NaCl.

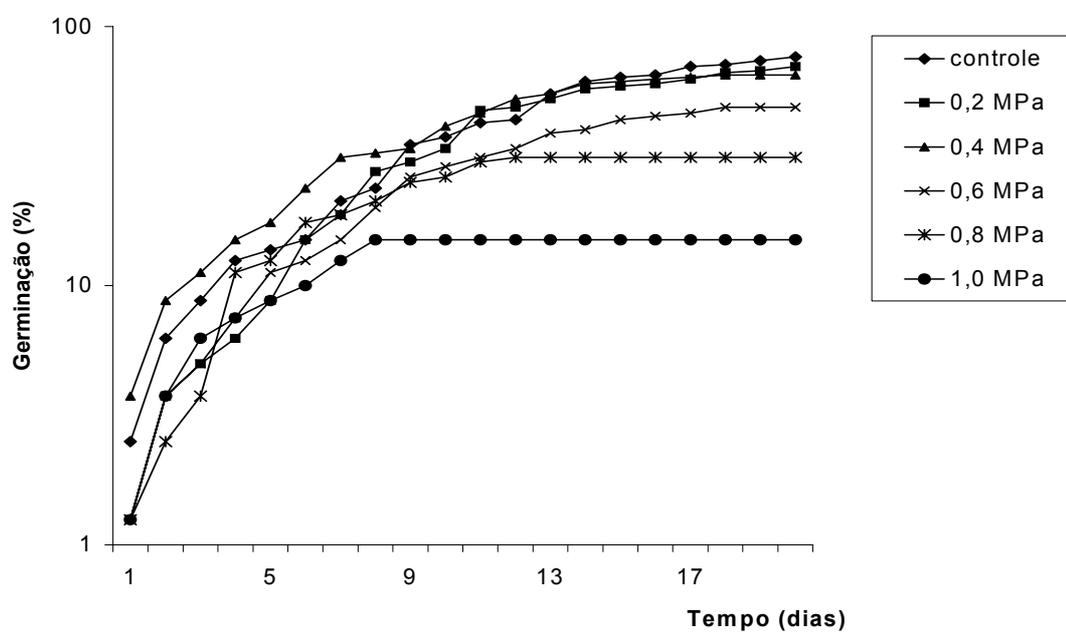
Potenciais (MPa)	GERMINAÇÃO (%)			IVG (dias <sup>-1</sup> )		
	KCl	NaCl	Médias	KCl	NaCl	Médias
0	86,25A	80,00 A	83,12	0,79 AB	0,82 A	0,81
-0,2	71,25 AB	73,75 AB	72,5	0,86 A	0,78 A	0,82
-0,4	57,50 BC	55,00 BC	56,25	0,70 AB	0,60 AB	0,65
-0,6	46,25 BCD	53,75 BC	50,00	0,57 B	0,75 A	0,66
-0,8	42,50 CD	36,25 C	39,37	0,48 BC	0,40 BC	0,44
-1,0	30,00 D	18,75 D	24,37	0,36 C	0,22 C	0,29
Médias	55,62 ns	52,92 ns	54,27	0,63 ns	0,59 ns	0,61
F(5%)						
Agentes (A)	0,59*			0,48*		
Potenciais (P)	24,87*			13,09*		
Interação (A x P)	0,62 ns			1,07 ns		
DMS	18,31			0,24		
CV (%)	22,42			26,4		

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

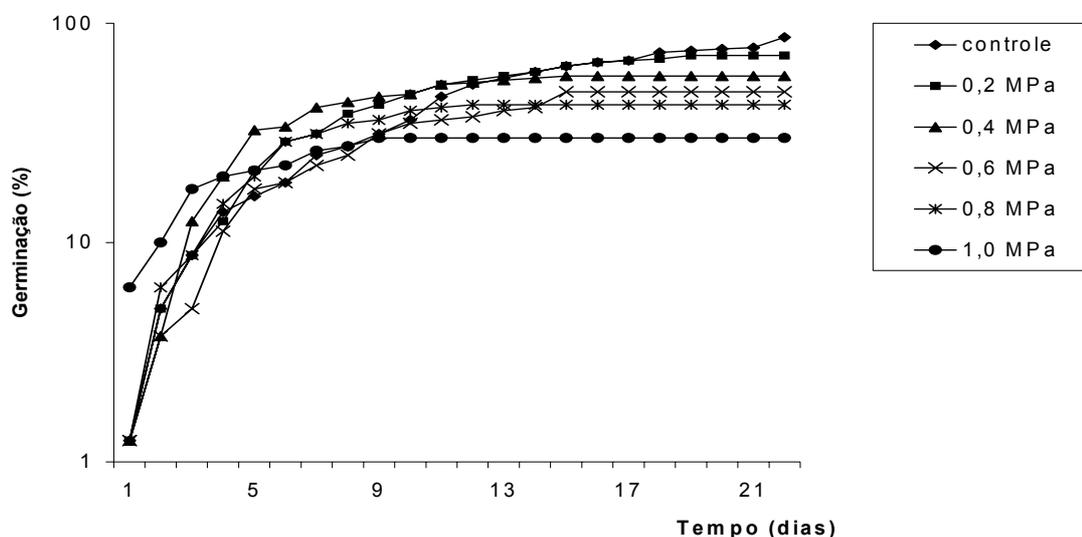
\* - Significativo



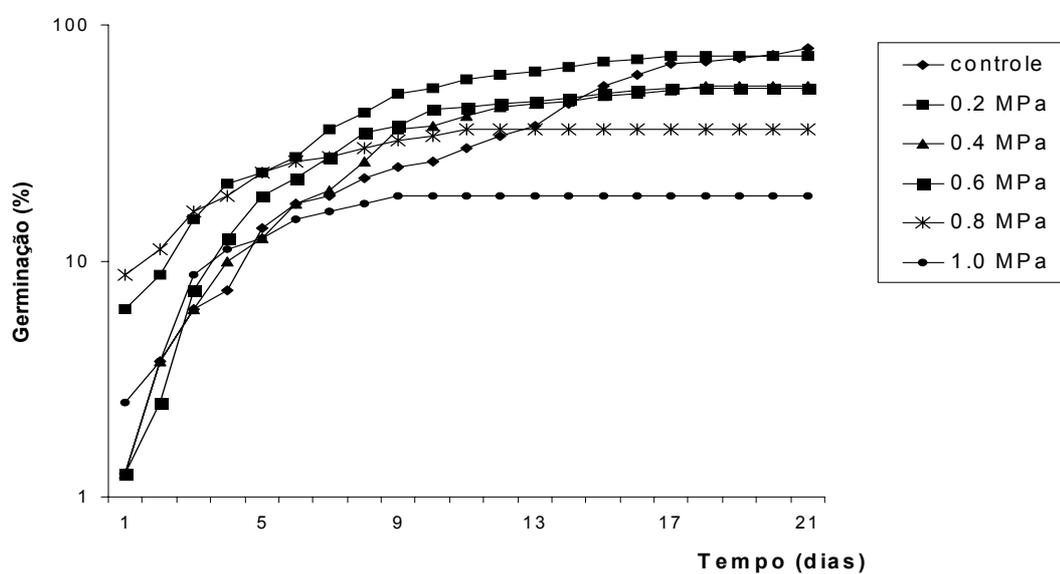
**Figura 1.** Porcentagem acumulada de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* submetidas a solução de PEG 6000 com diferentes níveis de potencial osmótico.



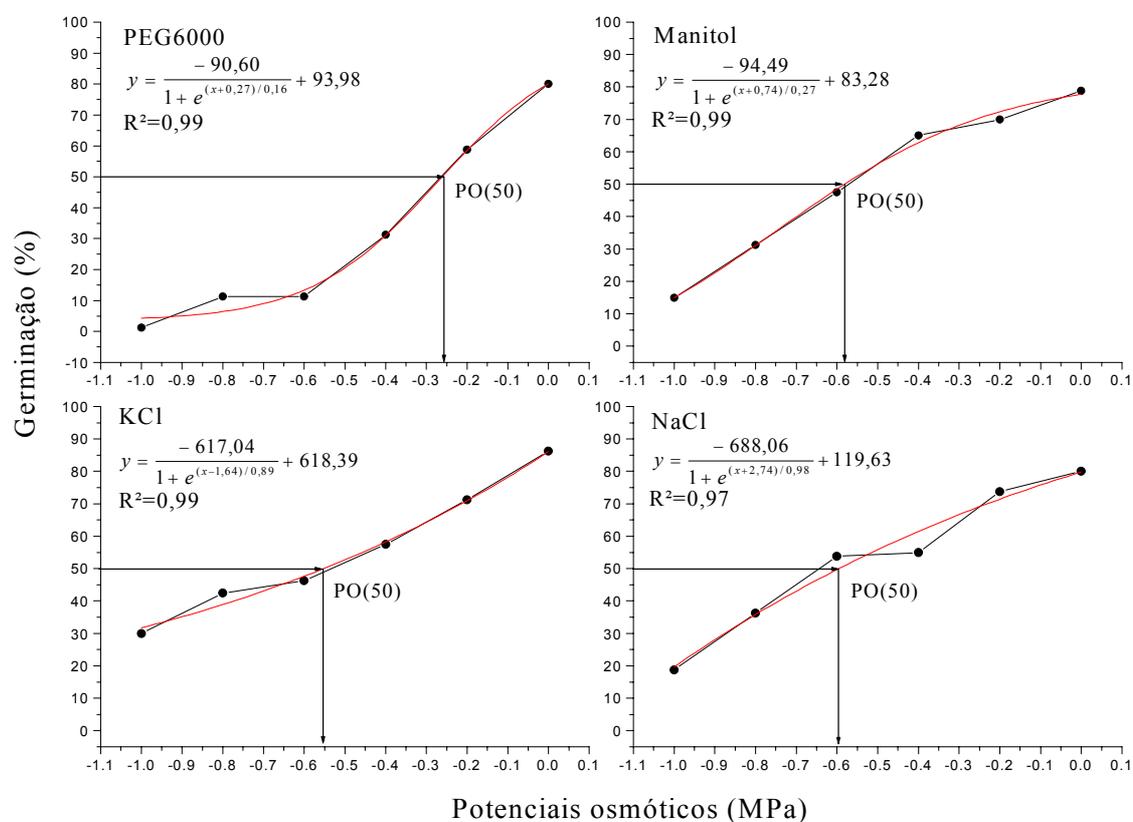
**Figura 2.** Porcentagem acumulada de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* submetidas a soluções de manitol com diferentes níveis de potencial osmótico.



**Figura 3.** Porcentagem acumulada de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. submetidas a soluções de KCl com diferentes níveis de potencial osmótico.



**Figura 4.** Porcentagem acumulada de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. submetidas a soluções de NaCl com diferentes níveis de potencial osmótico.



**Figura 5.** Porcentagem de germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* submetidas a soluções de PEG 6000, Manitol, KCl e NaCl com diferentes níveis de potencial osmótico. PO(50) representa o potencial osmótico onde há redução da germinação de sementes para 50% (linha em preto: resultados experimentais; linha em vermelho: pontos teóricos)

## CONCLUSÕES

- ✓ O decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções salinas e osmóticas no meio germinativo provoca redução na viabilidade e vigor das sementes;
- ✓ O limite de tolerância à seca e à salinidade está entre -1,0 e -1,2MPa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBOOLA, D. A. Effect of saline solutions and salt stress on seed germination of some tropical forest tree species. **Revista de Biologia Tropical**, v.46, n.4, p.1109-1115, 1998.

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

BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L. & REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.10-16, 1996.

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: Kigel, J. & Galili, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, Inc., p. 351-396, 1995.

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

BRESSAN, R. A.; NELSON, D. E.; IRAKI, N. M.; LAROSA, P. C.; SINGH, N. K.; HASEGAWA, P. M. & CARPITA, N. C. Reduced cell expansion and changes in cell wall of plant cells adapted to NaCl. In: **Environmental Injury to Plants**, E. Katterman, ed., Academic. Press, New York, p.137-171, 1990.

CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M. U. Efeito do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.25, n.6, p.837-843, 1990.

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

CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de leucena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.30, n.2, p.281-289,1995.

CLARK, S. M.; SCOTT, D. J. Effects of carboxin, benomyl and captan on the germination of wheat during the postharvest dormancy period. **Seed Science and Technology**, v.10, p.87-94, 1982.

DURAN, J. M.; TORTOSA, M. E. The effect of mechanical and chemical scarification on germination of charlock *Sinapsis arvensis* L. seed. **Seed Science and Technology**, v.13, p.155-163, 1985.

FALLERI, E. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Techonology**, Zürich, v.22, n.3, p.591-599, 1994.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p.281-289, 1995.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Bauhinia forficata* Link. **Revista Ceres**, v.43, p.654-662, 1996.

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

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

FERREIRA, L. G. R.; REBOUÇAS, M. A. A. Influência da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação dos efeitos da salinidade na germinação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.609-615, 1992.

FREIRE, A. L. de O. **Fixação do nitrogênio, crescimento e nutrição mineral de leucena sob condições de salinidade**. Jaboticabal: UNESP, 2000. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de concentração em Produção Vegetal).

HARDEGREE, S. P; EMMERICH, W. E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p. 1-7, 1994.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; HANDA, S.; HANDA, A. K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v. 19, n. 3, p.371-377, 1984.

HEBLING, S. A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong**. São Carlos: UFSCar, 143p. 1997 (Tese de Doutorado).

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito da salinidade e semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, p.219-225, 1997.

LABORIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in seeds in *Salvia hispanica* L. temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p.37-456, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Trad. de C. H. B. A. Prado. São Carlos RiMa, 531p., 2000.

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

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 270p., 1989.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glicol 6000. **Plant physiology**, Rockville. v.51, p.914-916, 1973.

MIRANDA, A. R. de **Fenologia, aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth. Facaceae – Mimosoideae**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 184p., 1999.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul – Fabaceae-Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n.2, p.143-150, 1997.

OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. 1989. Propostas para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 11, p. 1-42, 1989.

PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Carbawax 6000, mannitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. **Agronomy Journal**, Madison, v. 60, n.1, p. 192-195, 1968.

PEREZ, S. C. J. G. A.; MORAES, J. A. P. V. Estresse salino no processo germinativo de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.30,n.11, p.1289-1295, 1994.

PEREZ, S. C. J. G. A.; NASSIF, S. M. L. Efeitos do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substratos na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.2055-2064, 1998.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística experimental**. 14<sup>a</sup> ed. Piracicaba, ESALQ/USP, p.477, 2000.

PRISCO, J. T.; ENEAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E. Effect of NaCl salinity on cotyledon starch mobilization during germination of *Vigna unguiculata* (L.) Walp seeds. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, n.2, v.4, p.63-71, 1981.

PUJOL, J. A.; CALVO, J. F.; RAMÍREZ-DIAS, L. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from Southeastern Spain. **Annals of Botany**, London, v.85,n.2, p.279-289, 2000.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4ed. California: Wadsworth Publishing, 682p., 1992.

SANCHEZ-MORA, J. I. S. Aptitud de tierras para riego: Factores del medio natural III. In: **CURSO INTERNACIONAL SOBRE RIEGO Y DRENAJE**, Madrid, Jan/jul. 1989. Madrid: CENTER, 179p., 1989.

SANTOS, V. L. W.; CALIL, A. C.; RUIZ, H. A.; ALVRENGA, E. M.; SANTOS, C. M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v.14, n.2.p.189-194, 1992.

SERRATO-VALENTI, G.; FERRO, M.; FERRARO, D.; RIVEROS, F. Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* Phil. Seedlings growing at different levels of NaCl salinity. **Annals of Botany**, London, v. 68, p. 47-53, 1991.

SILVA, M. J.; SOUZA, J. G.; BARREIRO NETO, M.; SILVA, J. V. Seleção de três cultivares de algodoeiro para tolerância à germinação em condições salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.655-659, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. O Controle do florescimento. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Artmed, p.581 -609, 2004.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. A. Efeitos do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 59-63, 1998.

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

UNGAR, I. A. Seed germination and seed-bank ecology in halophytes. In: Kigel, J.; Galili, G. (eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, p.599-628, 1995.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.11/12, p. 1957-1968, 1991.

YOON, Y.; LANG, H. J.; COBB, B. G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures, **Hort Science**, Alexandria. V. 32, n.2, p.248-250, 1997.

## CONCLUSÕES GERAIS

- ✓ A fenologia de *Platymiscium floribundum*, incluindo desde o processo de abscisão foliar até o desenvolvimento do fruto variou durante os períodos de observação;
- ✓ A espécie é decídua;
- ✓ O brotamento é classificado como intermitente, iniciando-se no fim da estação seca;
- ✓ A formação e o desenvolvimento de botões florais e o florescimento foi sazonal ocorrendo no início da estação chuvosa;
- ✓ Os fenómenos reprodutivos para esta espécie apresentaram padrão anual, com diferentes intensidade de ano para ano, e, com relação aos indivíduos da população, o padrão de frutificação é supra-anual;
- ✓ As sementes atingiram a maturidade fisiológica aos 288 dias após o início da floração;
- ✓ A dispersão das sementes é anemocórica, sendo máxima entre os meses de outubro e novembro;
- ✓ A coloração dos frutos, o peso de matéria seca dos frutos e das sementes e a viabilidade das sementes são os melhores parâmetros para indicar o período de maturidade fisiológica;
- ✓ Os frutos e as sementes têm elevados teores de proteínas;

- ✓ As sementes armazenadas mantêm viabilidade elevada até 45 dias de armazenamento em condições de ambiente de laboratório;
- ✓ A porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e o teste de envelhecimento acelerado mostraram-se bons indicadores da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento;
- ✓ O teste de tetrazólio pode ser empregado com eficiência e rapidez na avaliação da qualidade fisiológica das sementes quando pré-condicionados à 25° por 24 horas e imersas em solução a 1%, durante 3 horas a 35°C;
- ✓ O decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções de PEG 6000, manitol e dos sais no meio germinativo provoca redução de viabilidade e vigor;
- ✓ O limite máximo de tolerância a seca e a salinidade foram os mesmos, entre -1,0 e -1,2MPa.