

EFEITOS DO ENVELHECIMENTO PRECOCE NO VIGOR DE SEMENTES DE *Chorisia speciosa* St. Hil. – BOMBACACEAE¹

Silmara Cristina Fanti² e Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez³

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do envelhecimento precoce no vigor de sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil. - Bombacaceae). Adotou-se o método da câmara de envelhecimento (45°C e 100% de umidade relativa), sendo utilizadas para cada período de envelhecimento (0, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas) quatro subamostras de 50 sementes, distribuídas em caixas tipo “gerbox”. Decorridos os períodos de envelhecimento, as sementes foram submetidas às seguintes avaliações: teste de germinação (27 °C), teste de condutividade elétrica e avaliação de plântulas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Nos períodos de 48, 72, 96 e 120 horas de envelhecimento, foram obtidos valores estatisticamente inferiores de porcentagem de germinação em relação ao experimento-controle. A permanência das sementes por 144 horas em câmara de envelhecimento levou à perda total da viabilidade. O decréscimo na germinação foi diretamente proporcional ao aumento na lixiviação eletrolítica dos solutos celulares das sementes. A partir de 72 horas de envelhecimento precoce, detectou-se redução significativa na porcentagem de plântulas emergidas. O período de 72 horas de envelhecimento mostrou-se adequado para ser utilizado em trabalhos futuros de avaliação de vigor de sementes de paineira, pois é possível detectar diferenças significativas, em relação ao experimento-controle (sementes não envelhecidas), dos parâmetros porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas emergidas e condutividade elétrica.

Palavras-chave: Paineira, emergência de plântulas e germinação.

***EFFECTS OF ACCELERATING AGING ON THE SEED VIGOR OF Chorisia speciosa* St. Hil. – BOMBACACEAE**

ABSTRACT – The aim of this work was to evaluate the effects of accelerated aging on the seed vigor of paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.- Bombacaceae). The aging chamber technique was used (45°C and 100% R.U.) and four replications of 50 seeds were distributed on gerbox for each aging time (0, 24, 48, 72, 96, 120 and 144h). After the aging periods, the seeds were submitted to germination test (27°C), electric conductivity, percentage of seedling emergence, and seedling dry matter. The results were submitted to analysis of variance and Tukey test. The germination percentages after 48, 72, 96 e 120h of accelerated aging was smaller than in the control group. Viability was lost after 144h within the chamber. The decrease in germination percentage was directly related to solute leakage from seed cells. A significant decrease in seedling emergence occurred after 72h of exposure to accelerating aging. The period of 72h inside the chamber may be recommended for seed vigor evaluation, because significant differences between the control group and the aging seeds were found for percentage of germination, seedling emergence and electric conductivity.

Key words: paineira, plant emergence, and seed germination.

¹ Recebido em 1º.09.2003 e aceito para publicação em 20.04.2005.

² Bióloga, Dra., Dep. de Botânica, UFSCar. E-mail: <psc@iris.ufscar.br>.

³ Departamento de Botânica da UFSCar. Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz, km 235, Caixa Postal 676, 13565-905 São Carlos-SP, Brasil, Fax: 016 2608308. E-mail: <dscp@power.ufscar.br>.

1. INTRODUÇÃO

O vigor das sementes compreende um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade das sementes em apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições ambientais (MARCOS-FILHO, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O processo de deterioração, ao qual as sementes estão sujeitas logo após a maturação, está diretamente relacionado ao vigor, cuja importância tem sido amplamente destacada. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a ausência de uma estreita relação obtida em laboratório e a emergência de plântulas em campo devem ser o principal fator responsável pelo desenvolvimento do conceito de vigor. Portanto, há necessidade de se avaliar o estágio de deterioração dos lotes de sementes mediante a condução de testes específicos para esse fim. Dentre os testes de vigor considerados mais importantes pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) e pela International Seed Testing Association (ISTA, 1995), podem-se destacar o teste de envelhecimento precoce e o teste de condutividade elétrica como um dos mais indicados para estimar o vigor.

No teste de envelhecimento precoce, as sementes são expostas a condições adversas de altas temperaturas (40 a 45 °C) e umidade relativa (100% U.R.) por diferentes períodos (KRYZANOWSKI et al., 1991). O teste de envelhecimento tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes aumenta consideravelmente através de sua exposição a condições adversas de temperatura e umidade relativa, considerados os fatores ambientais mais relacionados à deterioração (MARCOS-FILHO, 1994).

Dentro do contexto de que o processo de deterioração da semente inicia-se com a perda da integridade das membranas celulares, a condutividade elétrica tem sido proposta como um teste para avaliar o seu vigor, uma vez que sementes com baixo vigor tendem a apresentar desorganização na estrutura das membranas celulares, permitindo aumento na lixiviação de solutos, como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas, substâncias fenólicas e íons inorgânicos como K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e Na⁺ (AOSA, 1983; BEWLEY e BLACK, 1994).

O teste de condutividade elétrica é tido como um dos testes de vigor mais promissores quanto à

possibilidade de padronização da metodologia, pelo menos para as sementes de uma mesma espécie. Segundo Sampaio et al. (1995), a partir do teste de condutividade elétrica é possível quantificar com rapidez, precisão e eficácia a qualidade das sementes, através da avaliação das transformações degenerativas que ocorrem nas membranas celulares e tegumentos destas.

Chorisia speciosa St Hil. pertence à família Bombacaceae e ocorre em uma ampla área, abrangendo principalmente as florestas mesófilas semidecíduas nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994). Além da importância ecológica e ornamental, a madeira da paineira pode ser empregada para confecção de canoas, cochos, caixotaria, forros de móveis e no fabrico de pasta celulósica (LORENZI, 1992).

O objetivo deste trabalho foi estimar o vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. após serem submetidas ao teste de envelhecimento precoce e sugerirem um período de envelhecimento que possibilite a detecção de diferenças no vigor entre lotes.

2. MATERIALE MÉTODOS

Foram utilizadas sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.) fornecidas pelo Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais de Piracicaba (IPEF/ESALQ/USP), provenientes de Maristela, SP, as quais possuíam teor de umidade de 11% (coletadas em agosto de 1998) e foram mantidas em embalagens de polietileno transparente (folha dupla), à temperatura de 5 °C. Foi realizada uma triagem manual das sementes de paineira, para garantir maior uniformidade de tamanho, coloração e melhor estado de conservação.

Para avaliação do efeito do envelhecimento precoce sobre o processo germinativo, adotou-se o método da câmara de envelhecimento, utilizando caixas plásticas do tipo "gerbox", com compartimento individual para acomodação das amostras submetidas ao teste (MARCOS-FILHO, 1994). Para cada "gerbox" foi adaptada uma tela de alumínio sobre a qual foram distribuídas 200 sementes intactas de paineira. Na parte interior do gerbox, sob a tela, foram adicionados 40 mL de água destilada. Em seguida, as caixas foram levadas a uma câmara de envelhecimento (PROLAB), previamente regulada para a temperatura de 45 °C, e com umidade relativa de 100%, e mantidas durante os períodos de

24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Como controle foram utilizadas sementes intactas de paineira sem serem submetidas ao envelhecimento.

Avaliações após o envelhecimento

A-Teste de germinação – As sementes foram previamente lavadas em solução de hipoclorito de sódio (2,5%) durante 5 min, e por último foi realizada uma lavagem com água destilada e secagem em papel-filtro. Quatro repetições de 50 sementes foram dispostas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel-filtro e umedecidas com 12 mL de solução de Captan 0,2% (CLARCK e SCOTT, 1982). As placas foram seladas com filme de PVC e colocadas em incubadora (tipo B.O.D., com precisão de 0,5 °C), sob temperatura constante de 27 °C e em ausência de luz.

As avaliações do experimento foram realizadas diariamente, considerando-se como sementes germinadas as que apresentavam comprimento radicular superior ou igual a 2 mm e curvatura geotrópica positiva (DURAN e TORTOSA, 1985). Os cálculos de porcentagem de germinação, tempo médio e velocidade de germinação foram realizados conforme expressões descritas em Labouriau e Agudo (1987) e Labouriau (1983).

B-Teste de condutividade elétrica – Quatro repetições de 50 sementes, após os períodos de envelhecimento, foram pesadas e acondicionadas em copos plásticos descartáveis (200 mL), nos quais se adicionaram 75 mL de água deionizada, sendo a seguir levados para uma câmara ajustada à temperatura constante de 20 °C, no escuro, durante 24 horas (VIEIRA, 1994). Após esse período, as amostras foram retiradas, e procedeu-se à leitura da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes de paineira em condutímetro, sendo os resultados expressos em mS/cm/g de sementes.

C-Avaliações das plântulas – Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, provenientes dos diferentes períodos de envelhecimento, semeadas a 2 cm de profundidade em bandejas de isopor com células separadas, contendo como substrato vermiculita e mantidas em laboratório, à temperatura ambiente. Foram realizadas irrigações das plântulas todos os dias e efetuadas contagens diárias do número de plântulas emergidas, cuja parte aérea media 2 cm acima do substrato.

Aos 21 dias após a semeadura foi realizada a separação em plântulas normais e anormais (BRASIL,

1992), e com o auxílio de uma tesoura realizou-se a separação da parte aérea e do sistema radicular das plântulas pertencentes a cada repetição, as quais foram colocadas em sacos de papel e levados para estufa com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 80 °C, durante 24 horas. Em seguida, as amostras permaneceram em dessecadores para resfriar e foram pesadas em balança de precisão (NAKAGAWA, 1994). O valor obtido da massa seca (g) da parte aérea e do sistema radicular para cada amostra foi dividido pelo número de plântulas emergidas dentro de cada repetição e, em seguida, calculada a média final das quatro repetições.

Os cálculos de porcentagem e velocidade de plântulas emergidas foram realizados conforme Nakagawa (1994).

A distribuição dos desvios dos dados de porcentagem e velocidade de germinação e porcentagem e velocidade de emergência foi verificada através do teste de Bartlett. A análise de variância da porcentagem de germinação e porcentagem de plântulas emergidas foi realizada após a transformação dos dados em arco-seno (GOMES, 2000).

Foi aplicada a análise de variância (Teste F) aos parâmetros de porcentagem e velocidade de germinação, porcentagem e velocidade de plântulas emergidas, massa seca da parte aérea e sistema radicular. A comparação dos valores médios foi realizada através do teste de Tukey a 5% de probabilidade (ZAR, 1996; GOMES, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de porcentagem de germinação encontrado no período de 24 horas de envelhecimento (90,0%) não diferiu estatisticamente do controle (96,5%). Porém, nos demais períodos de envelhecimento (48, 72, 96 e 120 horas), constataram-se valores estatisticamente inferiores de porcentagem de germinação em relação ao tratamento-controle. As reduções mais acentuadas da porcentagem de germinação foram verificadas a partir de 96 horas de envelhecimento (57%) e 120 horas (13,5%). O período de 144 horas de permanência em câmara de envelhecimento precoce inibiu completamente a germinação de sementes de paineira (Quadro 1).

A partir de 72 horas de permanência na câmara de envelhecimento, verificou-se um aumento da presença de fungos sobre as sementes, quando retiradas da câmara de envelhecimento e, também, após a instalação do teste de germinação.

Quadro 1 – Valores médios da porcentagem de germinação, velocidade de germinação e condutividade elétrica de sementes de *Chorisia speciosa* submetidas a diferentes períodos de envelhecimento precoce

Table 1 – Mean values for rate and percentage of germination and electric conductivity for *Chorisia speciosa* seeds under different periods of accelerated aging

Período de Envelhecimento	Germinabilidade		Velocidade (dias ⁻¹)	Condutividade (μS/cm/g)
	(%)	Arco-seno $\sqrt{\%/100}$		
Controle (0 h)	96,5	79,5 A	0,06 D	9,6 D
24 h	90,0	71,8 AB	0,11 C	10,9 D
48 h	87,0	68,9 B	0,13 C	14,5 CD
72 h	78,5	62,5 B	0,18 B	20,4 C
96 h	57,0	49,1 C	0,24 A	29,6 B
120 h	13,5	20,8 D	0,20 AB	50,1 A
144 h	-	-	-	-
F	85,16 *		51,39 *	74,90 *
d.m.s.	10,33		0,04	7,97
C.V. (%)	7,83		11,27	15,75

- Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% (*), pelo teste de Tukey. (d.m.s.=diferença mínima significativa e C.V. = coeficiente de variação).

O teste de envelhecimento acelerado pelo método gerbox, para ser padronizado, ainda necessita de maiores estudos e, principalmente, disponibilidade de equipamentos com maior precisão na manutenção da temperatura, a fim de evitar a condensação de água no interior da caixa gerbox (DIAS e BARROS, 1992), fato esse que propicia condições para as sementes atingirem elevados graus de umidade durante o processo de envelhecimento e pode causar excessivo desenvolvimento de fungos, reduzindo a germinação (AOSA, 1983). Segundo Bewley e Black (1994), o envelhecimento provoca aumento da permeabilidade da membrana celular, levando à perda de solutos osmoticamente ativos para o substrato, o que gera proliferação de fungos.

No período de 120 horas de envelhecimento, muitas sementes não apresentaram curvatura geotrópica positiva, e observou-se escurecimento da radícula emitida (oxidação da coifa), revelando supostos danos provocados ao embrião. De acordo com Begnami e Cortelazzo (1996), o envelhecimento precoce resulta em decréscimo na taxa de síntese de proteína, degradação do DNA, redução da produção de ATP e aumento da peroxidação de lipídios.

Pôde-se observar que a permanência na câmara de envelhecimento propiciou o amolecimento do tegumento da semente, com aceleração do processo germinativo, fato esse verificado por um incremento na velocidade de germinação com o aumento do tempo de exposição ao envelhecimento precoce (Quadro 1). Provavelmente, além do amolecimento do tegumento,

o aumento no tempo de envelhecimento proporcionou incremento no teor de umidade, ou seja, pode ter ocorrido pré-embebição das sementes de paineira durante o envelhecimento, o que dá a vantagem sobre as sementes que não foram envelhecidas, com conseqüente redução no tempo de germinação das sementes viáveis. Da mesma forma, Borges et al. (1990) relataram resultado semelhante para sementes de cedro.

A variação de temperatura e do tempo de exposição utilizados no envelhecimento precoce determinam sensibilidade diferencial entre as espécies avaliadas. De acordo com Fanti e Perez (1999) o envelhecimento acelerado acarretou perda da viabilidade das sementes de *Adenantha pavonina* L., influenciado pelo aumento de temperatura (50 para 60 °C) e pelo aumento do período de permanência na câmara de envelhecimento (48 para 72 horas). As sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* (TAMBELINI, 1994) e *Prosopis juliflora* (PEREZ e TAMBELINI, 1995) foram bastante resistentes ao envelhecimento precoce, apresentando elevada porcentagem de germinação após 32 e 45 dias de tratamento, respectivamente.

Com relação aos valores de condutividade elétrica obtidos, verificou-se que ocorreram incrementos significativos desse parâmetro com o aumento do tempo de permanência das sementes de paineira na câmara de envelhecimento, associado à queda do poder germinativo (Quadro 1). Não se observaram diferenças significativas entre os valores de condutividade elétrica obtidos no controle e nos períodos de 24 e 48 horas de envelhecimento e entre 48 e 72 horas. Os maiores

valores de condutividade elétrica foram encontrados nos períodos de 72 horas (20,4 mS/cm/g), 96 horas (29,6 mS/cm/g) e 120 horas (50,1 mS/cm/g) (Quadro 1), indicando redução significativa no vigor de sementes de paineira envelhecidas durante esses períodos.

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente a concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição. Pesquisas realizadas com diversas espécies têm demonstrado que a redução e perda de vigor são diretamente proporcionais ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição (LOEFFLER et al., 1988; MARCOS-FILHO et al., 1990; DIAS e MARCOS-FILHO, 1996).

A desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares, causadas principalmente pela oxidação dos lipídios, promove o descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o exterior, com reflexos diretos sobre a qualidade fisiológica das sementes (DIAS e MARCOS-FILHO, 1995). De modo geral, uma elevada concentração iônica nos exsudatos liberados pelas sementes é o resultado de uma forte deterioração das membranas celulares e, conseqüentemente, essas sementes são de baixo vigor (QUEIROGA, 1993).

Segundo Vieira (1994), quando são analisados os resultados de condutividade de sementes de uma mesma espécie, verificou-se ampla variação na apresentação dos resultados, dificultando a obtenção de padrões

para concluir se determinado lote apresenta baixo, médio ou alto nível de vigor.

Com relação à porcentagem de plântulas de paineira emergidas (Quadro 2), os períodos de envelhecimento de 24 e 48 horas resultaram em valores estatisticamente semelhantes ao controle, porém, a partir de 72 horas, detectou-se redução significativa desse parâmetro. Observou-se que, com o aumento do período de exposição ao envelhecimento precoce, a velocidade de emergência (dias) foi menor, podendo, da mesma forma, ter ocorrido amolecimento do tegumento e pré-embebição, como foi anteriormente justificado para o parâmetro velocidade de germinação.

No período de 120 horas de envelhecimento foi verificado o menor valor de massa seca da parte aérea (Quadro 3), período que revelou ser bastante agressivo para sementes de paineira (baixa porcentagem de germinação e alto valor de condutividade elétrica), interferindo, portanto, no desenvolvimento das plântulas. Estas, quando oriundas de todos os períodos de envelhecimento, não apresentaram variação significativa da massa seca da parte subterrânea.

A partir da avaliação das plântulas obtidas das sementes semeadas em vermiculita, observou-se que, nos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas de envelhecimento, não ocorreram plântulas anormais de paineira, enquanto no período de 120 horas se detectou somente a presença de três plântulas anormais.

Quadro 2 – Valores médios da porcentagem e velocidade de emergência de plântulas de *Chorisia speciosa* submetidas a diferentes períodos de envelhecimento precoce

Table 2 – Mean values for rate and percentage of emergence for *Chorisia speciosa* seedlings, under different periods of accelerated aging

Período de Envelhecimento	Plântulas Emergidas		Velocidade de Emergência (dias)
	%	Arco-seno $\sqrt{\%/100}$	
Controle (0 h)	90,0	72,1 A	14,6 A
24 h	86,0	68,3 A	12,6 B
48 h	79,0	63,9 A	9,7 C
72 h	47,0	43,3 B	8,0 D
96 h	47,0	43,2 B	8,1 D
120 h	9,0	17,1 C	8,3 D
144 h	-	-	-
F	31,96 *		69,71 *
d.m.s.	16,58		1,49
C.V.	14,38		6,49

-Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, a 5% (*), pelo teste de Tukey (d.m.s.=diferença mínima significativa e C.V. = coeficiente de variação).

Quadro 3 – Valores médios da massa seca da parte aérea e subterrânea de plântulas de *Chorisia speciosa* submetidas a diferentes períodos de envelhecimento precoce

Table 3 – Mean values of aerial and root dry matter of *Chorisia speciosa* seedlings, under different periods of accelerated aging

Período de Envelhecimento	Parte Aérea (g)	Parte Subterrânea (g)
Controle (0 h)	0,068 B	0,008
24 h	0,065 B	0,010
48 h	0,077 A	0,009
72 h	0,068 B	0,009
96 h	0,079 A	0,009
120 h	0,060 C	0,009
F	46,34 *	1,58 ^{ns}
d.m.s.	0,004	0,002
C.V.	3,05	8,70

- Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% (*) de probabilidade, pelo teste de Tukey (d.m.s.=diferença mínima significativa e C.V. = coeficiente de variação) e ns = não-significativo.

O principal fundamento do teste de envelhecimento precoce baseia-se no fato de que sementes de alto vigor produzem plântulas normais no teste de germinação, após condições de estresse como alta temperatura e umidade relativa (KRZYZANOWSKI et al., 1991). Portanto, no caso do lote de sementes de paineira utilizado neste experimento, pode-se inferir que ele apresentou alto vigor, considerando-se a presença de plântulas anormais observadas.

Para efeito de comparação, de acordo com Hebling (1997) sementes de *Enterolobium contortisiliquum* são muito resistentes ao envelhecimento precoce (45 °C–100% U.R.), não apresentando variações significativas na germinabilidade e velocidade de emergência de plântulas, mesmo após 15 dias de tratamento. Sementes de canafístula mostraram-se resistentes ao envelhecimento precoce (45 °C-100% de umidade relativa), com redução significativa do número de plântulas emergidas a partir de 144 horas, mas sem diminuição significativa da massa seca (PEREZ et al., 1999). Para plântulas de algarobeira (*Prosopis juliflora*) originadas de sementes submetidas ao envelhecimento precoce, foi registrado pequena queda nos valores médios de tamanho (PEREZ e TAMBELINI, 1995), principalmente em decorrência da diminuição do comprimento do hipocótilo.

O período de 72 horas de envelhecimento (45 °C

– 100% U.R.) mostrou-se adequado para ser utilizado em trabalhos futuros para avaliação do vigor de sementes de paineira, pois foi possível detectar diferenças significativas em relação ao experimento-controle (sementes não envelhecidas) dos parâmetros de porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas emergidas e condutividade elétrica.

4. CONCLUSÕES

- O vigor das sementes foi afetado pelo aumento do tempo de permanência na câmara de envelhecimento.

- O decréscimo no vigor foi diretamente proporcional ao aumento da lixiviação eletrolítica dos solutos celulares das sementes.

- O período de 144 horas de envelhecimento precoce provocou a perda da viabilidade das sementes de paineira.

- O período de 72 horas de envelhecimento mostrou-se o mais adequado para avaliação do vigor de sementes de paineira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BEGNAMI, C.N.; CORTELAZZO, A.L. Cellular alterations during accelerated aging of French bean seeds. **Seed Science & Technology**, v.24, n.2, p.295-303, 1996.

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

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

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

- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo – PR: EMBRAPA – CNPF, 1994. 640p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CLARK, S.M.; SCOTT, D.J. Effects of carboxin, benomyl and captan on the germination of wheat during the post harvest dormancy period. **Seed Science & Technology**, v.10, n.1, p.87-94, 1982.
- DIAS, M.C.L. L.; BARROS, A.S.R. Aferição de testes de vigor para sementes de feijão. **Informativo ABRATES**, v.3, n.1, p.7-23, 1992.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, v.5, n.1, p.26-36, 1995.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, v.53, n.1, p.31-42, 1996.
- DURAN, J.M.; TORTOSA, M.E. The effect of mechanical and chemical scarification germination of charlock *S. arvensis*. **Seed Science & Technology**, v.13, p.155-163, 1985.
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.135-141, 1999.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 14. ed. Piracicaba: ESALQ, 2000, 477p.
- HEBLING, S.A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong**. 1997. 143f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION – ISTA. **Handbook of vigour test methods**. Zurich: 1995. 117p.
- KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LABOURIAU, L.J. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 173p.
- LABOURIAU, L.J.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *Salvia hispanica* L. II. Light-Temperature interactions: preliminary results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.59, n.1/2, p.57-69, 1987.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, P.M.; EGLI, B.D. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, p.37-53, 1988.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-150.
- MARCOS-FILHO, J. et al. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M (Eds). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.49-86.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, v.58, n.1, p.57-68, 1999.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.

QUEIROGA, V.P. Efeito do peso da semente de girassol sobre o índice de condutividade elétrica e a predição de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.1, p.130-137, 1993.

SAMPAIO, N.V.; GIMENEZ-SAMPAIO, T.; DURAN, J.M. Estudo de variáveis na leitura de condutividade elétrica com um analisador automático de sementes modelo ASAC-1000. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.197-204, 1995.

TAMBELINI, M. **Tratamentos pré-germinativos e aspectos ecofisiológicos na germinação de sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart.** 1994. 112f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.103-132.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. Engewood Cliff:Prentice Hall, 1996. 620p.