

Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*)⁽¹⁾

Silmara Cristina Fanti⁽²⁾ e Sonia Cristina Juliano Gualtieri de Andrade Perez⁽²⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do condicionamento osmótico em aumentar a tolerância de sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.) ao estresse hídrico e ao envelhecimento precoce. As sementes foram condicionadas em solução de KNO₃ (0,1M) a 20°C durante 24 horas, e desidratadas a 27°C até atingirem o peso inicial, apresentado antes do tratamento. Em seguida, foram expostas ao estresse hídrico simulado com soluções de PEG 6000 nos potenciais osmóticos de 0,0, -0,1, -0,2, -0,3, -0,4, -0,5, -0,6 e -0,7 MPa e aos efeitos do envelhecimento precoce (45°C e 100% UR) durante 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Nas sementes condicionadas e submetidas ao estresse hídrico, os valores médios de porcentagem e velocidade de germinação foram estatisticamente superiores aos obtidos em sementes não condicionadas. Além disso, o condicionamento osmótico aumentou o limite máximo de tolerância ao estresse hídrico. As sementes condicionadas foram mais sensíveis ao envelhecimento precoce.

Termos para indexação: tratamento de semente, vigor de semente, capacidade germinativa, pressão osmótica.

Water stress and accelerated aging effects on the viability of osmoconditioned *Chorisia speciosa* seeds

Abstract – The objective of this work was to evaluate the efficiency of osmotic conditioning on the tolerance increase of seeds of *Chorisia speciosa* St. Hil. to water stress and accelerated aging. The seeds previously scarified (punction) were primed in KNO₃ (0.1M) solutions at 20°C during 24 hours. After that, the seeds were dried (at 27°C) until the initial moisture level, presented before the pre-imbibition, was reached. Primed and non primed seeds were exposed to water stress simulated with PEG 6000 solutions, with 0.0, -0.1, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5, -0.6 and -0.7 MPa of osmotic potentials and to accelerated aging at 45°C and 100% of RU during 0, 24, 48, 72, 96 and 120 hours. The mean values of rate and germination percentage were higher in primed seed than in non primed ones. The tolerance limit to water stress was extended for primed seed. Primed seeds were more sensible to accelerated aging.

Index terms: seed treatment, seed vigour, germinability, osmotic pressure.

Introdução

Várias técnicas têm sido utilizadas para aumentar a capacidade de germinação das sementes e sua tolerância a diversos ambientes, bem como para reduzir o tempo entre a semente e a emergência das plântulas (Braccini et al., 1999). Um dos tratamentos mais promissores é o condicionamento osmótico, tam-

bém denominado priming ou osmocondicionamento, que consiste na hidratação controlada de sementes até um determinado nível, de modo a permitir a ocorrência das etapas iniciais do processo de germinação, sem, contudo, ocorrer a protusão da radícula (Carvalho et al., 2000). As sementes são embebidas numa solução osmótica, em temperaturas específicas e por períodos definidos, absorvendo água até atingirem o equilíbrio com o potencial osmótico da solução. As soluções osmóticas mais utilizadas são o polietilenoglicol, manitol e sais inorgânicos como NaCl, MgSO₄ e KNO₃ (Vasquez, 1995). O potencial osmótico da solução regula a quantidade de água a ser absorvida e a semente passa pelas fases preparatórias essenciais à germinação (fases I e II), mas não atinge a fase de alongamento celular e conseqüente

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 7 de janeiro de 2003.

Extraído da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP.

⁽²⁾ UFSCar, Dep. de Botânica, Caixa Postal 676, CEP 13565-905 São Carlos, SP. E-mail: pscf@iris.ufscar.br, dscp@power.ufscar.br

emergência da radícula (fase III), referente ao padrão trifásico proposto por Bewley & Black (1994).

Em geral, o vigor das sementes mostra-se elevado com o uso do condicionamento osmótico, bem como a taxa, sincronia e porcentagem de emergência das plântulas, e os resultados são superiores aos obtidos com sementes não tratadas de várias espécies, particularmente sob condições de estresse, como temperatura sub ou supra ótima (Warren & Bennett, 1997), déficit hídrico ou salinidade (Pill et al., 1991).

De acordo com Khan (1992), durante o condicionamento osmótico a semente hidrata-se lentamente, o que permite um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas plasmáticas, possibilitando a formação dos tecidos de maneira mais ordenada e reduzindo os riscos de danos ao eixo embrionário. Zengh et al. (1994) também relataram que o aumento no vigor obtido em sementes condicionadas ocorre em razão da eficiência do tratamento em reparar a organização estrutural da membrana plasmática durante a embebição.

O condicionamento osmótico permite maior uniformidade e velocidade de emergência pelo acúmulo de solutos (açúcares, ácidos orgânicos e íons) provenientes do início do metabolismo da semente, resultando em maior turgescência na reidratação e promovendo a protusão da raiz primária em menor tempo (Bradford, 1986).

Poucas informações existem a respeito da aplicação do condicionamento osmótico em espécies florestais nativas. De acordo com Barbedo et al. (1997), este tratamento, associado a condições ideais de armazenamento, pode contribuir para o melhor aproveitamento de sementes de espécies arbóreas florestais, pois a produção de frutos dessas espécies nem sempre é regular e a coleta das sementes é trabalhosa e onerosa.

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 na confecção de canoas, cochós, caixotaria, forros de móveis e no fabrico de pasta celulósica (Lorenzi, 1992).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do condicionamento osmótico em aumentar a tolerância de sementes de paineira às condições de estresse hídrico e de envelhecimento precoce.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no laboratório de Ecofisiologia da Germinação de Sementes do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP. 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 sementes, com teor de umidade de 11%, foram mantidas em embalagens de polietileno transparente (folha dupla) à temperatura de 5°C. Realizou-se uma triagem manual destas sementes para garantir maior uniformidade de tamanho, coloração e melhor estado de conservação.

Na realização do condicionamento osmótico, foram utilizadas oito amostras de 500 sementes, previamente submetidas ao tratamento de punção e pesadas em balança de precisão. Cada amostra foi distribuída em bandeja de alumínio forrada com duas folhas de papel de filtro (28x38 cm), umedecidas com 80 mL de solução KNO₃ (0,1M). As bandejas foram envolvidas por saco de plástico transparente para evitar evaporação da solução, levadas à incubadora e mantidas à temperatura de 20±0,5°C durante 24 horas.

Após o período de condicionamento osmótico, as sementes foram lavadas em água corrente por dois minutos, e depois em água destilada para eliminar o excesso de solução de KNO₃. Em seguida, foram secadas superficialmente em papel toalha por 10 min, pesadas e colocadas a 27°C por 24 horas, para atingirem aproximadamente o peso inicial das amostras. Sementes condicionadas ou não foram submetidas à tolerância ao estresse hídrico e ao envelhecimento precoce.

Para submeter as sementes ao estresse hídrico foram utilizadas soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) preparadas, de acordo com Villela et al. (1991), com os seguintes potenciais osmóticos: 0,0, -0,1, -0,2, -0,3, -0,4, -0,5, -0,6 e -0,7 MPa. Quatro repetições de 50 sementes foram dispostas em placas de Petri, forradas com papel de filtro umedecido com 12 mL de solução PEG 6000, acrescida de 0,2% de Captan (Clark & Scott, 1982). As placas foram seladas com filme de PVC e colocadas em incubadora sob temperatura de 27±0,5°C (Fanti, 2001). Para que ficassem expostas durante o experimento a níveis constantes de potenciais osmóticos das soluções, as sementes foram transferidas diariamente para outras placas de Petri

forradas com papel de filtro recém-umedecido nas respectivas soluções-teste.

Para avaliar a tolerância ao envelhecimento precoce, foram utilizadas caixas de plástico tipo gerbox, nas quais foi adaptada uma tela de alumínio, e sobre esta foram distribuídas 200 sementes após a adição de 40 mL de água destilada em cada gerbox. As caixas foram colocadas em câmara de envelhecimento acelerado a 45°C e 100% de UR, por 0, 24, 48, 72, 96 ou 120 horas (Marcos Filho, 1994).

Após os períodos de envelhecimento, as sementes foram lavadas em solução de hipoclorito de sódio, em água destilada, e secadas em papel toalha. Quatro repetições de 50 sementes, referentes a cada período de envelhecimento, foram dispostas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, forradas com papel de filtro umedecido com 12 mL de solução de Captan 0,2% (Clark & Scott, 1982), seladas com filme de PVC e incubadas a 27°C.

A contagem das sementes germinadas sob condições de estresse hídrico e envelhecimento precoce foi realizada diariamente. Foram consideradas sementes germinadas as que apresentavam comprimento radicular maior ou igual a 2 mm e curvatura geotrópica positiva (Duran & Tortosa, 1985).

Os cálculos de porcentagem e velocidade de germinação foram realizados conforme Labouriau & Agudo (1987). A distribuição dos desvios dos dados obtidos de porcentagem e velocidade de germinação foi analisada pelo teste de Bartlett.

Os valores de porcentagem de germinação obtidos nos experimentos de estresse hídrico e envelhecimento precoce foram transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$. Os valores de velocidade de germinação referentes ao experimento de estresse hídrico foram transformados em $\log(v + 1)$ (Pimentel-Gomes, 2000).

Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro repetições. Na análise dos dados referentes à avaliação do estresse hídrico, utilizou-se o fatorial 2x8, ou seja, dois grupos de sementes (condicionadas ou não) e oito potenciais osmóticos. Na análise dos dados do teste de envelhecimento precoce utilizou-se o fatorial 2x6, isto é, dois lotes de sementes (condicionadas ou não) e seis períodos de permanência em câmara de envelhecimento precoce. Na presença de interações significativas entre os fatores foram feitos os desdobramentos.

Os dados de porcentagem e velocidade de germinação foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 2000).

Resultados e Discussão

A porcentagem de germinação foi influenciada pelo condicionamento com KNO_3 e pelos níveis de potencial osmótico, porém não foi observada a interação entre esses dois fatores (Tabela 1).

A porcentagem de germinação das sementes condicionadas foi estatisticamente superior em relação às não condicionadas, independentemente do efeito do potencial osmótico no meio germinativo. Quanto aos valores de porcentagem de germinação das sementes mantidas nos diferentes potenciais osmóticos, independentemente do condicionamento com KNO_3 , decréscimos significativos foram observados com a redução dos níveis de potencial osmótico das soluções de PEG 6000.

A redução da porcentagem de germinação das sementes em condições de déficit hídrico é atribuída à menor difusão da água através do tegumento.

Tabela 1. Valores médios de germinabilidade (arco seno $\sqrt{\%/100}$) e velocidade de germinação [$\log(v + 1)$] de sementes de paineira previamente condicionadas com KNO_3 ou não, e submetidas ao estresse hídrico com soluções osmóticas de PEG 6000⁽¹⁾.

Condicionamento com KNO_3	Potenciais osmóticos (MPa)								Médias
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	
	Germinabilidade								
Sim	75,92	65,04	58,24	56,98	56,99	47,58	42,69	17,31	52,60A
Não	69,76	60,69	60,71	53,12	49,89	35,70	25,39	0,00	44,41B
Médias	72,84a	62,86ab	59,47b	55,05b	53,44b	41,64c	34,04c	8,65d	
	Velocidade de germinação								
Sim	0,15Aa	0,07Ab	0,07Ab	0,05Ac	0,04Ad	0,04Ad	0,03Ae	0,04Ad	0,06A
Não	0,11Ba	0,08Ab	0,06Ac	0,05Ad	0,04Ae	0,04Ae	0,04Ae	0,00Bf	0,05B
Médias	0,13a	0,07b	0,07b	0,05c	0,05c	0,04d	0,04d	0,02e	

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; os coeficientes de variação em relação à germinabilidade e velocidade de germinação foram de 14,54% e 16,38%, respectivamente.

O déficit hídrico ocasiona um prolongamento da fase estacionária do processo de embebição por causa da redução da atividade enzimática e, conseqüentemente, um menor desenvolvimento meristemático e atraso na protusão da radícula (Falleri, 1994).

As sementes condicionadas germinaram em potencial osmótico onde previamente não havia germinação (-0,7 MPa), ampliando, portanto, o limite máximo de tolerância ao estresse hídrico simulado com PEG 6000.

Durante o condicionamento osmótico, parte das reservas são mobilizadas, aumentando desta forma a concentração de substâncias osmoticamente ativas, com a redução do potencial hídrico celular (Khan, 1992). Este fato pode ter conferido às sementes condicionadas uma vantagem em relação às não condicionadas, permitindo um melhor desempenho sob estresse hídrico.

Houve efeito significativo do condicionamento osmótico, da variação dos níveis de potencial osmótico e da interação desses fatores nos valores de velocidade de germinação (Tabela 1).

Os valores de velocidade de germinação nos diferentes potenciais osmóticos, independentemente das sementes estarem ou não condicionadas, indicaram decréscimos significativos com a redução dos níveis de potencial osmótico do meio germinativo. O valor de velocidade de germinação das sementes condicionadas foi estatisticamente superior às não condicionadas, independentemente dos potenciais osmóticos avaliados. Segundo Khan (1992), a maior vantagem da técnica do condicionamento osmótico parece ser a emergência da radícula em menor tempo, ficando as sementes menos sujeitas às condições adversas do ambiente, principalmente temperaturas inadequadas ou baixa disponibilidade de água no solo.

O aumento da velocidade de germinação das sementes condicionadas, quando não houve restrição hídrica (0 MPa), pode ser decorrente do acúmulo de solutos provenientes do início do metabolismo das sementes durante o condicionamento, resultando em maior turgescência quando reidratadas e promovendo, deste modo, a emergência da radícula em menor tempo (Khan, 1992).

A melhoria no vigor após o condicionamento osmótico tem sido correlacionada com a ocorrência

de processos de reparo macromolecular durante o tratamento e com um balanço metabólico mais favorável das sementes pré-condicionadas, no início da germinação (Lanteri et al., 1998). Incrementos nas atividades enzimáticas e metabólicas (Braccini et al., 1997), síntese de DNA, produção de ATP, reparos de danos nas membranas e do aparato respiratório (McDonald, 1998) são características comuns durante o condicionamento osmótico e parecem estar relacionados com o aumento de vigor das sementes durante a germinação subsequente.

Conforme Khan (1992), a habilidade do osmocondicionamento em aumentar o vigor e o potencial de germinação parece ser a base para o processo de tolerância a uma série de condições ambientais adversas, como temperaturas supra-ótimas, salinidade e seca.

A porcentagem e a velocidade de germinação foi influenciada pelo condicionamento com KNO_3 , pelos períodos de exposição ao envelhecimento precoce e pela interação entre esses dois fatores (Tabela 2).

O condicionamento osmótico tornou as sementes mais sensíveis às condições impostas pelo teste de envelhecimento precoce, com redução acentuada de seu vigor. Houve redução significativa da porcentagem de germinação das sementes condicionadas e envelhecidas em relação às sementes que foram somente envelhecidas, independentemente dos períodos de exposição ao envelhecimento precoce. Redução significativa da porcentagem de germinação também foi verificada com as sementes submetidas ou não ao condicionamento, em razão do aumento nos períodos de exposição ao envelhecimento precoce.

Nos períodos de envelhecimento de 0 e 24 horas, as sementes condicionadas ou não com KNO_3 apresentaram porcentagens de germinação estatisticamente iguais. Nos períodos de 48 e 72 horas, valores de porcentagem estatisticamente inferiores foram registrados nas sementes condicionadas, e nos períodos de 96 e 120 horas o efeito do condicionamento foi ainda mais drástico, com perda da viabilidade das sementes condicionadas.

No teste de envelhecimento acelerado, as sementes são expostas a temperatura e umidade relativa elevadas, sendo esses dois fatores mais relaciona-

dos à deterioração de sementes (Marcos Filho, 1994). De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), incrementos nos teores de água favorecem a elevação da temperatura da semente, em decorrência dos processos respiratórios e da maior atividade de microrganismos. O aumento no tempo de exposição ao envelhecimento precoce pode ter proporcionado maior incremento no teor de umidade nas sementes condicionadas, e aliado à temperatura elevada (45°C), imposta pelo teste de envelhecimento, resultou em um processo de deterioração mais acelerado dessas sementes em relação às sementes não condicionadas.

Com relação à velocidade de germinação, a análise de variância revelou valor estatisticamente superior nas sementes condicionadas, independentemente do período de exposição ao envelhecimento precoce (Tabela 2). Da mesma forma, para os diferentes períodos de exposição ao envelhecimento, e analisados simultaneamente quanto as sementes condicionadas ou não, a velocidade de germinação foi estatisticamente superior nas sementes condicionadas. O aumento no tempo de exposição ao envelhecimento precoce pode ter proporcionado maior incremento no teor de umidade das sementes condicionadas em relação às sementes somente envelhecidas, com conseqüente redução no tempo de germinação.

As sementes perdem a viabilidade progressivamente durante o armazenamento prolongado, por causa dos processos bioquímicos como os danos oxidativos e peroxidação de lipídios. Os vegetais superiores possuem vários mecanismos que os protegem contra tais danos, como: as enzimas coletoras

dos peróxidos e dos radicais livres – como a superóxido dismutase, catalase e glutatona redutase – e os antioxidantes – como o ascorbato e o α -tocoferol (Bailly et al., 1997).

O aumento na sensibilidade das sementes condicionadas e submetidas ao envelhecimento precoce pode estar relacionado com a hipótese de que o condicionamento, seguido de secagem, pode afetar os mecanismos protetores que atuam sobre os radicais livres (Chojnowski et al., 1997).

O envelhecimento de sementes ocasiona alterações metabólicas durante o processo germinativo, incluindo metabolismo respiratório e funcionalidade das membranas (Basajavarajappa et al., 1991), síntese de proteínas e ácidos nucleicos e metabolismo do DNA (Vázquez et al., 1991). O envelhecimento das sementes ocasiona atraso no processo germinativo, menor crescimento do embrião e aumento de suscetibilidade a estresses ambientais, levando eventualmente à perda de viabilidade.

Corbineau et al. (1994) constataram que sementes pré-condicionadas são mais sensíveis ao envelhecimento acelerado do que as não pré-condicionadas, ao passo que Georghiou et al. (1987) demonstraram um efeito protetor do condicionamento, aumentando a tolerância ao envelhecimento acelerado. Resultado semelhante foi constatado em sementes de canafistula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub] (Wanli et al., 2001).

Em sementes de *Miconia candolleana* Triana (Borges et al., 1994) e *Cedrela fissilis* Vell. (Carpi et al., 1996) o condicionamento osmótico resultou em aumento da velocidade de germinação e sementes de

Tabela 2. Valores médios de germinabilidade ($\arcsin \sqrt{\%/100}$) e velocidade de germinação [$\log(v+1)$] de sementes de paineira previamente condicionadas com KNO_3 ou não, e submetidas ao envelhecimento precoce a 45°C e 100% de UR durante diferentes períodos⁽¹⁾.

Condicionamento com KNO_3	Períodos (horas)						Médias
	0	24	48	72	96	120	
	Germinabilidade						
Sim	73,35Aa	66,62Ab	34,32Bc	18,87Bd	0,00Be	0,00Be	32,20B
Não	80,50Aa	71,00Ab	69,50Ab	61,00Ac	47,00Ad	19,40Ae	58,76A
Médias	76,44a	69,20b	51,62c	40,66d	24,55e	10,39f	
	Velocidade de germinação						
Sim	0,147Ab	0,175Aa	0,152Ab	0,097Ac	0,000Bd	0,000Bd	0,095A
Não	0,027Bd	0,045Bc	0,052Bc	0,073Bd	0,092Aa	0,077Ab	0,061B
Médias	0,087c	0,110a	0,102b	0,085d	0,046e	0,038f	

⁽¹⁾Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; os coeficientes de variação em relação à germinabilidade e velocidade de germinação foram de 8,59% e 8,47%, respectivamente.

cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*), pré-embebidas em solução de PEG 6000, germinaram em potenciais osmóticos onde previamente não ocorreu a germinação (Borges et al., 1991).

Conclusões

1. O condicionamento osmótico aumenta a porcentagem e velocidade de germinação sob estresse hídrico simulado.

2. O limite máximo de tolerância ao estresse hídrico simulado com PEG 6000 pode ser ampliado nas sementes condicionadas.

3. O aumento do período de exposição ao envelhecimento precoce reduz o vigor das sementes submetidas ou não ao condicionamento.

4. As sementes condicionadas são mais sensíveis ao envelhecimento precoce.

Referências

- BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Changes in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds during accelerated ageing and subsequent priming. In: ELLIS, R. H.; BLACK, M.; MURCOCH, A. J.; HONG, T. D. (Ed.). **Basic and applied aspects of seed biology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. p. 665-672.
- BARBEDO, C. J.; MARCOS-FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 355-361, 1997.
- BASAJAVARAJAPPA, B. S.; SHETY, H. S.; PRAKASH, H. S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated aging of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 2, n. 2, p. 279-286, 1991.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BORGES, E. E. L.; SILVA, L. F.; BORGES, R. C. G. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia condolleana* Triana). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 90-94, 1994.
- BORGES, E. E. L.; VASCONCELOS, P. C. S.; CARVALHO, D. V.; BORGES, R. C. G. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 115-118, 1991.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 71-79, 1997.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, jun. 1999.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.
- CARPI, S. M. F.; BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 271-275, 1996.
- CARVALHO, L. F.; MEDEIROS-FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E. M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa-CNPq, 1994. 640 p.
- CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, p. 323-331, 1997.
- CLARK, S. M.; SCOTT, D. J. Effects of carboxin, benomyl and captan on germination of wheat during the post harvest dormancy period. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, n. 1, p. 87-94, 1982.

- CORBINEAU, F.; PICARD, M. A.; CÔME, D. Germinability of leek seeds and its improvement by osmopriming. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 371, n. 1, p. 45-52, 1994.
- DURAN, J. M.; TORTOSA, M. E. The effect of mechanical and chemical scarification germination of charlock *S. arvensis*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, p. 155-163, 1985.
- FALLERI, E. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 3, p. 591-599, 1994.
- FANTI, S. C. **Aspectos da germinação e efeitos do condicionamento osmótico em sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil. – Bombacaceae)**. 2001. 145 f. Tese (Doutorado em Ecofisiologia Vegetal) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.
- GEORGHIOU, K.; THANOS, C. A.; PASSAM, H. C. Osmoconditioning as a mean to counteracting the ageing of pepper seeds during high temperature storage. **Annals of Botany**, London, v. 60, n. 2, p. 279-285, 1987.
- KHAN, A. A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, Edinburgh, v. 13, p. 131-181, 1992.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 57-69, 1987.
- LANTERI, S.; QUAGLIOTTI, L.; BELLETTI, P. Delayed luminescence and priming-induced nuclear replication of unaged and controlled deteriorated pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 26, n. 2, p. 413-424, 1998.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MCDONALD, M. B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, p. 265-275, 1998.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 133-150.
- PILL, W. G.; FRETT, J. J.; MORNEAU, D. C. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 26, p. 1160-1162, 1991.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Esalq, 2000. 477 p.
- VÁZQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VÁZQUEZ-RAMOS, J. M. DNA ligase activity in deteriorated maize axes during germination: a model relating defects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 1, n. 2, p. 269-273, 1991.
- VASQUEZ, G. H. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre germinação, vigor e potencial de armazenamento**. 1995. 138 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.
- VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, nov./dez. 1991.
- WANLI, Z.; LEIHONG, L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 146-153, 2001.
- WARREN, J. E.; BENNETT, M. A. Seed hydration using the drum priming system. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 7, p. 1220-1221, 1997.
- ZENGH, G. H.; WILEN, R. W.; SLINKARD, A. E.; GUSTA, L. V. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. **Crop Science**, Madison, v. 34, p. 1589-1593, 1994.