

Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob
deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticosSeed germination of pinho-cuiabano under
water stress by different osmotic agentsLúcia Filgueiras Braga¹, Marcílio Pereira Sousa¹, Alexsandra dos Santos Cesaro²,
Giuseppina Pace Pereira Lima³, Antonio Natal Gonçalves⁴**Resumo**

A espécie *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke), vulgarmente conhecida como pinho-cuiabano ou paricá, é uma das árvores madeiráveis da região Amazônica indicada para os plantios em áreas degradadas, reflorestamentos e sistemas agroflorestais. O presente trabalho teve por finalidade avaliar o comportamento germinativo das sementes *Schizolobium amazonicum* em relação ao estresse hídrico, definindo assim seus níveis de tolerância às limitações de água do ambiente. As sementes foram coletadas em 30 árvores do município de Alta Floresta e submetidas à superação da dormência a 100°C por 1 minuto, onde passaram por tratamento com fungicida Ridomil e Cercobin a 0,25% cada, sendo colocadas para germinar em câmara BOD a temperatura de 30°C sob fotoperíodo de 12 horas. Para a avaliação do efeito de diferentes potenciais hídricos no processo germinativo foi utilizado como agente o polietileno glicol (PEG 6000) e, para simular o estresse salino, utilizaram-se os sais NaCl e CaCl₂, sendo as sementes colocadas para embeber nos potenciais de 0 (controle); -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e -0,5MPa. Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes colocadas em gerbox entre papel de filtro umedecido com 20mL das soluções de PEG, NaCl e CaCl₂. As soluções foram trocadas a intervalos de 24 horas para manutenção do potencial. As avaliações de porcentagens e velocidade de germinação foram realizadas diariamente durante 8 dias, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou maior a 2mm. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que potenciais osmóticos entre -0,4 e -0,5MPa inibem completamente a germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum*. O estresse osmótico causado pelo CaCl₂ e PEG prejudicou mais a germinação do que o estresse causado por NaCl.

Palavras-chave: *Schizolobium amazonicum*, Paricá, Potencial osmótico, Tolerância salina, Semente florestal

Abstract

The species *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) commonly known as pinho-cuiabano or paricá, is one of the trees in Amazonian area used for plantings in degraded areas, reforestation and agroforestry systems. The present work evaluated the germinative behaviour of seeds of *Schizolobium amazonicum* in relation to the hydric stress, defining their levels of tolerance to those limitations in the environment. The seeds were collected from 30 trees in Alta Floresta-MT and submitted the dormancy treatment by submerision into water at 100°C for 1 minute; followed by treatment with fungicide Ridomil and Cercobin 0,25% each, then being left to germinate in a BOD camera at 30°C under a photoperiod of 12 hours. For evaluating the effect of different water potentials in the germinative process, polyethylene glycol (PEG 6000) was used and the salts NaCl and CaCl₂ used to simulate saline stress. The seeds were put to soak in potentials of 0 (control); -0.1; -0.2; -0.3; -0.4 and -0.5MPa. For each treatment 5 repetitions of 20 seeds were used in gerbox, placed between filter paper moistened with 20 mL of PEG, NaCl and CaCl₂ solutions. The solutions were changed at intervals of 24 hours for maintenance of the potential. The evaluations of percentages and germination speed were carry out daily for 8 days, being considered germinated the seeds that presented a 2mm root extension or longer. The data were submitted to analysis of variance and averages compared by the Tukey test at 5% probability. It was concluded that osmotic potentials between -0.4 and -0.5MPa inhibited the germination of seeds of *Schizolobium amazonicum* completely. The osmotic stress caused by CaCl₂ and PEG injured the germination more than did the stress caused by NaCl.

Keywords: *Schizolobium amazonicum*, Paricá, Osmotic potential, Salt tolerance, Forest seed

¹Professor Doutor do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso - Caixa Postal 324 - Alta Floresta, MT - 78580-000 - E-mail: luciabraga@unemat.br; marcilio.sousa@pq.cnpq.br.

²Engenheira Florestal pelo Departamento de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso

³Professora Livre Docente do Departamento de Química do Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista - Caixa Postal 237 - Botucatu, SP - 18603-970 - E-mail: gpplima@ibb.unesp.br

⁴Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo - Caixa Postal 9 - Piracicaba, SP - 13400-970 - E-mail: natalgon@esalq.usp.br

INTRODUÇÃO

O processo de embebição pelas sementes é dependente da disponibilidade de água, da composição química da semente, permeabilidade do tegumento, temperatura e qualidade fisiológica da semente (BEWLEY e BLACK, 1994), sendo que a capacidade de retenção da água absorvida determinará o sucesso do processo germinativo.

Em solos de regiões tropicais, a água subterrânea é a principal fonte de suprimento hídrico para as espécies florestais e está sujeita à salinização freqüente, causada pela alta força evaporativa do ar, que leva à saída de água da superfície do solo, tornando-a mais salinizada do que nas camadas mais profundas. Sais contendo sódio, cálcio e magnésio, são os mais comuns e os elevados níveis de salinização afetam o potencial hídrico do solo, pH e a atividade microbiana. Em geral, as sementes estão em ambiente mais salinizado do que as plântulas já estabelecidas, cujas raízes podem usar a porção menos salinizada do perfil do solo (AGBOOLA, 1998).

O potencial hídrico é a diferença entre o potencial químico da água em um sistema, ou parte do sistema, e o potencial químico da água livre, em condições iguais de pressão atmosférica e temperatura. Este potencial é reduzido pela adição de substâncias polares e, ou, íons ao meio, já que as moléculas bipolares da água são atraídas e retidas por estes solutos, induzindo um decréscimo na atividade da água (FERREIRA, 1988). Neste sentido, a indução da restrição hídrica é normalmente feita através da adição de solutos osmoticamente ativos como CaCl_2 , NaCl , ou polietileno glicol. Entretanto, cada agente osmótico apresenta diferenças químicas que podem acarretar resultados diversos na germinação das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (SOUSA e CARDOSO, 2000).

O polietileno glicol por ser um composto químico inerte e não tóxico é amplamente utilizado para simular condições de estresse hídrico (HARDEGREE e EMMERICH, 1994), podendo provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na germinabilidade final. Os sais, segundo Tobe *et al.* (2000) ocasionam inibição do crescimento tanto pelo efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

A espécie *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) pertencente à família Fabaceae e, conforme Lorenzi (2002) é conhecida por diversos nomes vulgares de acordo com as regiões de

ocorrência, entre estes os mais comuns são pinho-cuiabano ou paricá. A árvore atinge 20-30m de altura, com tronco de 60-80cm de diâmetro. Sua madeira é indicada para miolo de painéis e portas, brinquedos, saltos para calçados, formas de concreto, compensados, caixotaria leve e pesada, sendo recomendada por Cordeiro *et al.* (2002) para plantios em áreas degradadas, reflorestamento e sistemas agroflorestais, devido ao seu rápido crescimento e ao bom desempenho tanto em formações homogêneas quanto em consórcios. Segundo Sousa *et al.* (2005) ocorre em abundância na Amazônia brasileira, venezuelana, colombiana, peruana e boliviana. No Brasil, é encontrada nos Estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso e Rondônia, em florestas primárias e secundárias, tanto em terra firme quanto em várzea alta.

A cultura do pinho-cuiabano vem despertando interesse entre produtores rurais e madeireiros devido ao valor comercial da madeira para a produção de laminados de excelente qualidade, como também pelo crescimento rápido da espécie, principalmente nos primeiros anos (FALESI e SANTOS, 1996). Devido a esse fato, têm sido constatados plantios homogêneos nos estados do Mato Grosso, Pará e Rondônia.

Tendo em vista a importância da espécie *Schizolobium amazonicum*, para a utilização em arborização de praças e jardins, devido à sua arquitetura e floração vistosas, sua casca servir para curtume e as folhas serem usadas como febrífugo por algumas etnias indígenas (SOUSA *et al.*, 2005), além de sua utilização na indústria madeireira, estudou-se o comportamento fisiológico das suas sementes, analisando a influência do estresse hídrico e salino no processo de germinação, definindo seu nível de tolerância às limitações de água do ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus de Alta Floresta, MT.

As sementes foram coletadas em 30 árvores no município de Alta Floresta localizada no extremo Norte do estado de Mato Grosso, possuindo as coordenadas geográficas de 55° 30' a 57° 00' longitude W e 9° 00' e 11° 00' latitude S, armazenadas em frascos de vidro tampado e mantidas sobre refrigeração. Foram submetidas à superação de dormência em água fervente a 100°C por 1 minuto (BIANCHETTI *et al.*, 1997), onde passaram por tratamento antifúngico com

Ridomil (Metalaxyl) e Cercobin (Tiofanato metílico) a 0,25% cada, em relação ao peso da semente, sendo colocadas para germinar em câmara BOD à temperatura de 30°C sob fotoperíodo de 12 horas, com quatro lâmpadas fluorescentes brancas com irradiância média de 320W.cm⁻².

Para a verificação do efeito de diferentes potenciais hídricos no processo germinativo foi utilizado o polietileno glicol (PEG 6000), nos potenciais de 0 (controle); -0,1; -0,2; -0,3, -0,4 e -0,5MPa, sendo as soluções preparadas conforme tabela citada por Villela *et al.* (1991). Para simular o estresse salino e determinar o limite máximo de tolerância das sementes de *Schizolobium amazonicum*, foram utilizados os sais NaCl e CaCl₂ e as sementes foram colocadas para embeber nos mesmos potenciais citados anteriormente, sendo as soluções salinas preparadas a partir da equação de Van't Hoff, citada por Braga *et al.* (1999).

Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes colocadas em caixas plásticas transparentes (11x11x3 cm) tendo como substrato uma folha de papel filtro umedecido com 20mL das soluções de PEG (6000), NaCl ou CaCl₂. As avaliações da porcentagem e velocidade de germinação foram realizadas diariamente durante oito dias, sendo consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou maior a 2mm (REHMAN *et al.*, 1996). Os cálculos de porcentagem e velocidade de germinação foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976) e Maguire (1962).

Os dados foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial 3x6 (agentes osmóticos x potenciais) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estresse hídrico e/ou salino produzido por soluções de NaCl, CaCl₂ ou PEG 6000 exerceu efeito negativo nas porcentagens de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Tabela 1). As sementes tiveram sua capacidade germinativa mais afetada pelo PEG 6000 e CaCl₂ do que pelo sal NaCl, ficando mais evidente à medida que os potenciais osmóticos decresceram.

A porcentagem de germinação apresentou decréscimos significativos a partir dos potenciais a -0,2MPa em solução de NaCl e a -0,1MPa em soluções de PEG e CaCl₂, indicando que estes últimos agentes osmóticos afetaram mais

esta variável que o NaCl. Estes resultados foram semelhantes àqueles obtidos por Jeller e Perez (1997), relatando que o sal CaCl₂ apresentou um efeito inibitório mais acentuado que o NaCl na germinação de sementes de *Copaifera langsdorffi* Desf. Vieira (2005) também descreveu este comportamento em sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. que tiveram a germinação reduzida a partir de -0,2MPa em solução de CaCl₂ e a partir de -0,3MPa em NaCl. O mesmo foi verificado por Jacinto (2007) para sementes de *Acacia mangium* Willd., que observou redução significativa da porcentagem de germinação a partir do potencial a -0,3MPa em soluções de PEG e NaCl e a -0,1MPa em soluções de CaCl₂.

Tabela 1. Valores médios da porcentagem de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) submetidas a diferentes potenciais e agentes osmóticos.

Table 1. Average values of the germination percentage of seeds of *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) submitted to different osmotic agents and potentials.

Potenciais (MPa)	Agentes osmóticos					
	PEG		NaCl		CaCl ₂	
0 (controle)	92,0	Aa	92,0	Aa	92,0	Aa
-0,1	79,0	Bb	99,0	Aa	45,0	Bc
-0,2	20,0	Cb	78,0	Ba	6,0	Cc
-0,3	0,0	Db	69,0	Ba	0,0	Cb
-0,4	0,0	Da	7,0	Ca	0,0	Ca
-0,5	0,0	Da	0,0	Ca	0,0	Ca

CV (%) = 15,40

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já Fanti e Perez (1998) trabalhando com sementes de *Adenantha pavonina* L. verificaram decréscimo menos acentuado na porcentagem de germinação com soluções de CaCl₂ do que em soluções de NaCl nos mesmos potenciais. O mesmo comportamento foi verificado por Perez e Tambeline (1995) para sementes de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. e por Fazolo (2006) para sementes de *Stryphnodendron barbatiman* Mart.

O efeito do PEG sobre a germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* quando comparado ao NaCl, foi mais acentuado (Tabela 1), o que também foi observado por Rossetto (2006) para sementes de *Dinizia excelsa* Ducke, que não tiveram a germinação reduzida com NaCl até -0,5MPa, enquanto no PEG houve redução a partir de -0,3MPa. Esse comportamento poderia ser explicado pelo alto peso molecular do PEG, que não é absorvido, apresentando alta viscosidade, que somada à baixa taxa de difusão de O₂, pode comprometer a disponibilidade de

oxigênio para as sementes, durante o processo germinativo (Yoon *et al.*, 1997; Braccini *et al.*, 1996), o que já havia sido descrito por Michel e Kaufmann (1973) que relataram haver aumento da viscosidade da solução de PEG com a elevação da concentração, devido a mudanças estruturais neste composto.

Outro fator a considerar é que Ashraf e O'Leary (1997) atribuíram ao íon Na a capacidade de aumentar a permeabilidade da membrana e reduzir a seletividade da absorção. Assim, nas sementes expostas às soluções de NaCl, poderia provavelmente, ter ocorrido maior velocidade de absorção por alteração da permeabilidade, com consequente diferenças no processo germinativo.

Santos *et al.* (1996) relataram que a diminuição da germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico é atribuída à redução da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático, enquanto a salinidade afeta a germinação, não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes em embebição (BRACCINI *et al.*, 1996; BRADFORD, 1995), o que poderia explicar o efeito do CaCl₂ nas sementes de *Schizolobium amazonicum*. Deve-se considerar também que os sais, segundo Prisco *et al.* (1981), inibem a mobilização de reservas, podendo, seus efeitos afetarem a síntese "de novo" e atividade das enzimas responsáveis pela hidrólise e translocação dos produtos dos tecidos de reserva para o eixo embrionário, afetando deste modo o processo germinativo. Além do efeito osmótico e tóxico, Larcher (2000) afirmou que a tolerância à salinidade envolve o grau de tolerância do protoplasma a um distúrbio no balanço iônico associado ao estresse salino ao qual depende a espécie vegetal.

A germinação foi inibida completamente a partir de -0,3MPa em soluções de PEG e CaCl₂ e a -0,5MPa em soluções de NaCl, sendo portanto o limite de tolerância da espécie *Schizolobium amazonicum* ao estresse hídrico e salino por CaCl₂ baixo, considerando que a maior parte das espécies tolera potenciais mais negativos que -0,2MPa, como se verificou em sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. que germinaram até -0,6MPa (TAMBELINE e PEREZ, 1998) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (PEREZ *et al.*, 2001) cujo limite de tolerância variou de -1,4 a -1,6MPa. Entretanto, quando se utilizou o NaCl observou-se maior tolerância ao estresse osmótico, com a germinação ocorrendo até

-0,4MPa. Segundo Larcher (2000) a habilidade do protoplasma de tolerar altas concentrações de sal depende da compartimentação seletiva dos íons que entram na célula. A maior parte dos íons provenientes dos sais acumula-se nos vacúolos, processo que reduz a concentração de sais a que o citoplasma está submetido, com proteção do sistema de enzimas dos efeitos do estresse salino. O equilíbrio osmótico entre o citoplasma e os diferentes compartimentos celulares, como o vacúolo, é mantido por meio da síntese de compostos orgânicos com atividade osmótica. Shannon *et al.* (1994) salientaram que nas halófitas tolerantes aos sais a resistência é possibilitada pelo ajuste osmótico, que resulta na síntese de solutos orgânicos no citoplasma, sendo que os compostos do citoplasma equilibram as altas concentrações salinas nos vacúolos e não inibem o funcionamento de enzimas e membranas. Greenway e Munns (1980) também afirmaram que as glicófitas, moderadamente tolerantes à salinidade, retêm grandes quantidades de sais nos caules e nas raízes; assim, o ajuste osmótico nas folhas depende também do acúmulo de solutos orgânicos. Esse ajuste osmótico tem sido considerado como um mecanismo utilizado para proteger as estruturas e funções celulares, além de constituir fonte de energia metabólica (SERRANO e GAXIOLA, 1994).

Tabela 2. Valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) submetidas a diferentes potenciais e agentes osmóticos.

Table 2. Average values of the index of speed of germination of seeds of *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) submitted to different osmotic agents and potentials.

Potencias (MPa)	Agentes osmóticos					
	PEG		NaCl		CaCl ₂	
0 (controle)	6,56	Aa	6,56	Aa	6,56	Aa
-0,1	2,82	Bb	5,90	Ba	1,75	Bc
-0,2	0,58	Cb	3,20	Ca	0,19	Cb
-0,3	0,00	Db	3,07	Ca	0,00	Cb
-0,4	0,00	Da	0,19	Da	0,00	Ca
-0,5	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Ca

CV (%) = 14,87

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios do índice de velocidade de germinação (Tabela 2) demonstram que em todos os agentes osmóticos ocorreram reduções significativas a partir de -0,1MPa, indicando que esta variável foi mais eficiente para detectar as diferenças ocorridas. Reduções na velocidade de germinação no mesmo potencial também

foram observadas por Fanti e Perez (1996) em sementes de *Bauhinia forficata* Link., Botelho e Perez (2001) em *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e por Stefanello *et al.* (2006) em *Foeniculum vulgare* Miller.

A velocidade de germinação quando se utilizaram soluções de CaCl_2 e PEG 6000 foi menor do que quando se utilizou o NaCl (Tabela 2). 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 resistentes (BEWLEY e BLACK, 1994). Este comportamento pode ser explicado porque, quando há restrições na disponibilidade hídrica, a absorção de água pela semente se torna lenta. A semente inicia a germinação e, não havendo água suficiente para a sua continuidade, pode haver o impedimento da emissão da raiz primária (LOPES *et al.*, 1996) ou até a morte do embrião.

Em geral, tanto halófitas como glicófilas respondem de maneira semelhante ao estresse salino, ou seja, a porcentagem e a velocidade de germinação são inversamente proporcionais ao aumento da salinidade variando apenas o limite máximo de tolerância ao sal (Levitt, 1973 citado por FANTI e PEREZ, 1996).

As sementes de *Schizolobium amazonicum*, quando comparadas a outras espécies, não apresentaram um limite elevado de tolerância ao estresse hídrico (entre -0,2 e -0,3MPa) e salino (-0,4 a -0,5MPa) em razão dos efeitos osmótico e iônico, e esta espécie deve estar incluída entre as glicófilas pouco tolerantes aos sais NaCl e CaCl_2 .

A maioria das glicófilas não germina em meio com concentrações superiores a 1,5% de NaCl (UNGAR, 1978), provavelmente por que nestas plantas, os sais, além do efeito osmótico apresentam efeito tóxico.

Entre as espécies que apresentaram limite de tolerância ao estresse salino semelhante ao verificado em sementes de *Schizolobium amazonicum* pode-se citar *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (CAVALCANTE e PEREZ, 1995); *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (PEREZ e TAMBELINI, 1995); *Bauhinia forficata* Link. (FANTI e PEREZ, 1996), *Copaifera langsdorffii* Desf. (JELLER e PEREZ, 1997), *Ade nanthera pavonina* L. (FANTI e PEREZ, 1998), *Chorisia speciosa* St. Hil. (FANTI e PEREZ, 2004), *Parkia pendula* (Willd.) Benth. (VIEIRA, 2005), *Acacia mangium* Willd. (JACINTO, 2007) e *Ormossia arborea* (Vell.) Harms. (ROSSETTO, 2006).

CONCLUSÃO

Pelos resultados pode-se concluir que para as sementes de *Schizolobium amazonicum*:

- O decréscimo nos níveis de potencial osmótico das soluções de PEG 6000, NaCl e CaCl_2 provocou redução da porcentagem e velocidade de germinação;
- Potenciais osmóticos entre -0,4 e -0,5MPa inibem completamente a germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum*;
- O estresse osmótico causado por CaCl_2 e PEG prejudicou mais a germinação do que o estresse causado por NaCl;
- A espécie *Schizolobium amazonicum* pode ser classificada como glicófito pouco tolerante aos sais NaCl e CaCl_2 .

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMAT – Fundação de Amparo à Pesquisa do Mato Grosso pelo auxílio financeiro.

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*, San José, v.46, n.4, p.1109-1115, 1998.
- ASHRAF, M.; O'LEARY, J.W. Responses of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium ratios in saline sand culture. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.20, n.2-3, p.361-377, 1997.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C.A.D.; MARTINS, E.P. Tratamentos para superar a dormência de sementes de bandarra (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). *Comunicado Técnico EMBRAPA*, Colombo, n.20, p.1-2, 1997.
- BOTELHO, B.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.1, p.43-49, 2001.

- BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzidos por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, p.10-16, 1996.
- BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.351-396.
- BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.95-102, 1999.
- CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresse hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.281-289, 1995.
- CORDEIRO, I.M.C.C.; LAMEIRA, O.A.; LOPES, S.C.; RIOS, M.S. Germinação *in vitro* de paricá *Schizolobium amazonicum* Huber. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v.5, n.27, p.58-61, 2002.
- FALESI, I.C.; SANTOS, J.C. **Produção de mudas de paricá *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1996. 16p. (Informe Técnico, 20).
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link. **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.249, 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 *Adenanthera pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, 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**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, 2004.
- FAZOLO, C. **Superação da dormência de sementes de *Stryphnodendron barbatiman* Mart. e avaliação da germinação sob estresse osmótico**. 2006. 23p. Monografia (Conclusão de curso de Agronomia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2006.
- FERREIRA, L.G.R. **Fisiologia vegetal: relações hídricas**. Fortaleza: Edições Universidade Federal do Ceará, 1988. 137p.
- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.31, p.149-190, 1980.
- HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.1, p.1-7, 1994.
- JACINTO, J.D. **Superação da dormência, influência da temperatura, luz e estresse osmótico sobre a germinação de sementes de *Acacia mangium* Willd.** 2007. 30p. Monografia (Conclusão de curso de Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2007.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e da semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. - Caesalpiniaceae. **Revista Brasileira de Semente**, Brasília, v.19, n.1, p.219-225, 1997.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calatropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p.263-284, 1976.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: RiMa, 2000. 531p.
- LOPES, H.M.; MARIA, J.; SILVA, R.F.; MALAVASI, M.M. Influência do potencial osmótico e da temperatura na embebição e no crescimento da radícula de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.167-172, 1996.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. v.1, 368p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant physiology**, Rockville, v.51, p.914-916, 1973.

- PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito do estresse salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira (*Prosopis juliflora*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, p.1289-1295, 1995.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência da luz na germinação de sementes de *Canafistula submetidas* ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.155-166, 2001.
- 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, v.4, n.2, p.63-71, 1981.
- REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE, W.E.; WILKIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.1, p.45-57, 1996.
- ROSSETTO, M.B. **Efeito do estresse osmótico na germinação de *Dinizia excelsa* Ducke e *Ormosia arborea* (Vell.) Harms.** 2006. 22p. Monografia (Conclusão de curso de Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2006.
- SANTOS, V.L.M.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A. Utilização do estresse salino na avaliação da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.63-72, 1996.
- SERRANO, R.; GRAXIOLA, R. Microbial models and salt stress tolerance in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.13, p.121-138, 1994.
- SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M.; FRANCOIS, L.E. Whole-plant response to salinity. In: **Plant-environment interactions**. New York: Marcel Dekker, 1994. p.199-244.
- SOUSA, D.B.; CARVALHO, G.S.; RAMOS, E.J.A. Paricá: *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, Manaus, n.13, p.1-2, 2005.
- SOUSA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.28, n.3, p.621-630, 2000.
- STEFANELLO, R.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; WRASSE, C.F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.135-141, 2006.
- TAMBELINE, M.; PEREZ, S.C.J.G.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.20, n.1, p.226-232, 1998.
- TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, Oxford, v.85, n.3, p.391-396, 2000.
- UNGAR, I.A. Halophyte seed germination. **The Botanical Review**, Lancaster, v.44, n.2, p.233-264, 1978.
- VIEIRA, R. **Efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth.** 2005. 28p. Monografia (Conclusão de curso de Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2005.
- 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, p.1957-1968, 1991.
- YOON, Y.; LANG, H.J.; COBB, B.G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.2, p.248-250, 1997.

Recebido em 04/10/2007

Aceito para publicação em 19/09/2008