

ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae)¹

BRAULIO GOMES DE LIMA^{2*}, SALVADOR BARROS TORRES³

RESUMO – *Zizyphus joazeiro* é uma árvore típica do semi-árido do nordeste brasileiro, surge principalmente nas áreas de embasamento cristalino em suas partes mais baixas, onde os solos são mais profundos. É endêmica do bioma caatinga, tem grande potencial econômico e importância sócio-ambiental para a região semi-árida. O objetivo do trabalho foi avaliar os possíveis efeitos do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de juazeiro. Para isso, quatro repetições de 25 sementes, foram colocadas para germinar em papel-filtro umedecido com as diferentes soluções de PEG 6000 e NaCl (proporção 2,5 o peso do papel: 1,0 de solução ou água), nos potenciais de 0,0 (água destilada); -0,3; -0,6; e -0,9 MPa. Em seguida, foram acondicionadas em câmara de germinação à temperatura de 30 °C, com 12 horas de luz. A análise dos resultados permitiu a conclusão de que o estresse hídrico proporciona maior redução na germinação e na velocidade de germinação das sementes de juazeiro do que o estresse salino e, independente da substância utilizada para indução do estresse, o limite para germinação está entre -0,6 e -0,9 MPa.

Palavras-chave: Juazeiro. Restrição hídrica. Espécie florestal.

WATER AND SALINE STRESSES ON THE GERMINATION OF *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) SEEDS

ABSTRACT – *Zizyphus joazeiro* tree is a typical semi-arid region of northeastern Brazil, is mainly in the areas of crystalline basement in lower parts, where soils are deeper. It is endemic to biome caatinga, has great economic potential and importance to the semi-arid region, both in terms of socio-environmental, adds several species of bees, insects and birds, and for animal feed as fodder. The objective was to evaluate the possible effects of water stress and salt in the germination of seeds of *Zizyphus joazeiro*. The number of seeds in 100 per treatment, 04 repetitions of 25 seeds were placed to germinate on filter paper soaked with different solutions of NaCl and PEG 6000 (2.5 share the weight of paper: 1.0 solution or water) in potential 0.0 (control-distilled water); -0.3, -0.6; and -0.9 MPa. Then were placed in the germination chamber at a temperature of 30 °C in the presence of light. The results led to the conclusion that salt stress provides further reduction in the germination and speed of germination of *Zizyphus joazeiro* seeds than the water stress, regardless of the substance used for stress induction, germination limit was 0.6 to -0.9 MPa.

Keywords: Juazeiro. Water stress. Forest species.

* Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 04/08/2008; aceito em 02/06/2009.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Iguatu, Rod. Iguatu, Várzea Alegre, Km 05, Vila Cajazeiras, Caixa Postal 38, 63500-000, Iguatu-CE; braulioefi@terra.com.br

³Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN

INTRODUÇÃO

O juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), pertence à família Rhamnaceae, é uma árvore típica do semi-árido nordestino brasileiro, surgindo, principalmente, nas áreas de embasamento cristalino em suas partes mais baixas, onde os solos são mais profundos. É uma espécie endêmica do bioma Caatinga (PRADO; GIBBS, 2003), com grande potencial medicinal, madeireiro, econômico e sócio-ambiental para a região semi-árida, além de servir na alimentação animal dos rebanhos domésticos, pois suas folhas e frutos são intensamente consumidos, na planta ou quando caem, principalmente, nos períodos mais tórridos do semi-árido brasileiro (MATOS, 2000; LORENZI, 2002).

Mesmo sendo uma espécie de intensa utilidade para a população residente no semi-árido, o juazeiro, continua sendo explorado de forma extrativista e predatória, necessitando ser pesquisado e estudado tanto pela sua capacidade fisiológica, como também por ser uma alternativa de sustentabilidade da vida no semi-árido nordestino (TABARELLI; VICENTE, 2003). É interessante estimular a revegetação da caatinga com plantas nativas perenes, visando sistemas silvos-pastoris direcionados à população de baixa renda, na tentativa de preservar o agro-sistema e diminuir as pressões de desertificação que as regiões semi-áridas sofrem (AMORIM et al., 2009).

De acordo com Lima et al. (2006) não há conhecimento suficiente para o manejo e análise de sementes da maioria das espécies florestais nativas do Nordeste do Brasil, de modo que forneçam dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos. Nesse sentido, Larcher (2000), salientou que, no estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das espécies, pois os fatores abióticos interferem na germinação de sementes.

Alguns trabalhos foram realizados envolvendo estresses hídrico e salino em sementes florestais, entre eles, destacam-se o de Perez e Tambelini (1995), com algaroba; Jeller e Perez (2001), com *Senna spectabilis*; Fanti et al. (2004), com paineira; Silva et al. (2005), com favela (*Cnidoscylus phyllacanthus*); Benedito et al. (2008), com moringa; e Ribeiro et al. (2008), com sabiá.

As soluções salinizadas são reportadas como tendo efeito inibidor superior ao das soluções osmóticas não tóxicas de potencial equivalente (KHATRI et al., 1991). Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos. A redução do poder germinativo, em comparação com o controle, serve como indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade e aos estádios subsequentes do

desenvolvimento (REHMAN et al., 1996).

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 embebidas (BRADFORD, 1995; BRACCINI et al., 1996).

Já Santos et al. (1992) relataram que o estresse hídrico acarreta diminuição da germinação e, esse fato é atribuído à redução da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático. Tambelini e Perez (1998) estudando os efeitos do estresse hídrico simulado com PEG 6000 ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.), verificaram redução significativa na germinação a partir de -0,9 MPa, para manitol e a partir de -0,5 MPa para o PEG 6000.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes potenciais osmótico de soluções de NaCl e PEG 6000 na germinação de sementes de juazeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA. As sementes, obtidas em árvores existentes no bosque da UFERSA, foram colhidas sob a copa e beneficiadas manualmente.

Para verificar o efeito de diferentes potenciais hídricos no processo germinativo, foi utilizado como agente osmótico o polietileno glicol (PEG 6000), sendo as soluções preparadas de acordo com Villela et al. (1991). Para o estresse salino, empregou-se o NaCl, sendo as soluções salinas preparadas a partir da equação de Van't Hoff, citados por Salisbury e Ross (1992):

$$\psi_{os} = - RTC, \text{ em que:}$$

$$\psi_{os} = \text{potencial osmótico (atm);}$$

$$R = \text{constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{);}$$

$$T = \text{temperatura (}^{\circ}\text{K); e}$$

$$C = \text{concentração (mol/l) (N}^{\circ}\text{ de moles/l).}$$

Para os cálculos das soluções de NaCl, levou-se em consideração o fator de Van't Hoff, multiplicando por 2 ($q = 2$).

As sementes foram submetidas aos seguintes testes e/ou determinações:

a) Teor de água – utilizando-se duas repetições, foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), pelo método de secagem em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

b) Germinação – previamente, as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico (pureza 95-98%) durante 90 minutos (Alves et al., 2006), e depois lavadas em água corrente por diversas vezes.

Em seguida, quatro repetições de 25 sementes, foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha germitet, umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco. Após a semeadura foram feitos rolos mantidos a 30 °C, com oito horas de luz. As contagens foram realizadas conforme Brasil (2009), computando-se as porcentagens médias de plântulas.

c) Germinação sob vários níveis de potenciais osmóticos e hídricos – através de observações preliminares, estabeleceram-se os potenciais osmóticos 0,0; -0,3; -0,6; -0,9 MPa, obtidos com soluções aquosas de PEG 6000 e NaCl, conforme metodologias propostas por Villela et al. (1991) e Van't Hoff, citados por Salisbury e Ross (1992), respectivamente. O papel toalha foi umedecido com as soluções, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso; em seguida, as sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha e cobertas com uma terceira folha; o conjunto foi enrolado e acondicionado em sacos de plástico para posterior colocação em germinador a 30 °C, com oito horas de luz. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, com avaliações efetuadas aos 40 dias após a semeadura, considerando-se como germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou superior a dois milímetros (REHMAN et al., 1996).

d) Índice de velocidade de germinação sob vários níveis de potenciais osmóticos e hídricos – conjuntamente com o teste de germinação, foram realizadas, no mesmo horário, contagens diárias das plântulas germinadas a partir do décimo quinto dia após a semeadura até aos 40 dias, quando se estabilizou a germinação. Os índices foram obtidos pela fórmula proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVG = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

em que:

IVE = Índice de velocidade de germinação;

$N_{1:n}$ = Número de plântulas germinadas no dia 1, ..., n;

$D_{1:n}$ = Dias para ocorrência da germinação.

e) Altura da parte aérea da plântula sob vários níveis de potenciais osmóticos e hídricos – aos 40 dias após a semeadura, com auxílio de uma régua

graduada em centímetros, as plântulas foram mensuradas da região do colo ao meristema apical.

f) Massa da matéria seca de plântulas sob vários níveis de potenciais osmóticos e hídricos – as plântulas de cada repetição, resultante da avaliação do teste de comprimento da plântula, sob diferentes potenciais osmóticos e hídricos, foram separadas e, com auxílio de um bisturi, removeram-se os cotilédones. Em seguida, foram acondicionadas em saco de papel e colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 70 °C, durante 24 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas em dessecador, sendo pesadas em seguida, determinando-se a massa da matéria seca total das plântulas da repetição; esta, dividida pelo número de plântulas componente, forneceu a massa da matéria seca por plântula, expressa em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro potenciais (0,0; -0,3; -0,6; -0,9 MPa) e dois agentes osmóticos (PEG 6000 e NaCl), totalizando oito tratamentos com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, segundo Snedecor e Cochran (1978) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados das Tabelas 1 e 2, contataram-se reduções na germinação e na velocidade de germinação em sementes de juazeiro submetidas ao estresse hídrico com polietileno glicol (PEG 6000) e salino com NaCl, respectivamente, ambos diferindo estatisticamente da testemunha para todos potenciais testados. Nota-se que o NaCl promoveu maiores reduções dessas variáveis em potenciais hídricos menos negativos do que o PEG 6000. De modo geral, soluções salinizadas são reportadas como tendo um efeito inibidor superior ao das soluções osmóticas não tóxicas de potencial osmótico equivalente (KHATRI et al., 1991).

Tabela 1. Germinação de sementes de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) em diferentes potenciais e agentes osmóticos

Potenciais osmóticos (MPa)	Germinação (%)	
	Agentes osmóticos	
	PEG 6000	NaCl
0,0	82 a	82 a
0,3	20 bc	13 b
0,6	7 c	2 c
0,9	0 d	0 d

C.V. (%) = 30

Médias com mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

As sementes são especialmente vulneráveis aos efeitos da salinidade, observando-se inicialmente diminuição na absorção de água, modificando consequentemente o processo de embebição (FERREIRA; REBOUÇAS, 1992). Em seguida, são também afeta-

dos os processos de divisão e alongação celular, assim como a mobilização das reservas indispensáveis para a ocorrência do processo de germinação (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) em diferentes potenciais e agentes osmóticos.

Potenciais osmóticos (Mpa)	Índice de velocidade de germinação – IVG (%)	
	Agentes osmóticos	
	PEG 6000	NaCl
0,0	1,31 a	1,31 a
0,3	0,23 b	0,16 b
0,6	0,05 c	0,01 c
0,9	0,00 d	0,00 d

C.V. (%) = 23

Médias com mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Esse efeito menos drástico do PEG 6000 em relação ao NaCl, provavelmente seja devido o seu alto peso molecular, que parece não penetrar nas membranas celulares (BRADFORD, 1995).

As sementes de juazeiro apresentaram relativa tolerância ao estresse hídrico (Tabela 1), simulado pelo PEG 6000, com limite máximo em -0,6 MPa, onde germinou 7%; já no potencial -0,3 MPa ocorreu 17% de germinação; e o tratamento controle (0,0 MPa), com 82% de germinação.

Nas soluções de NaCl, o decréscimo significativo da germinação ocorreu com potenciais a partir de -0,3 MPa (Tabela 1). Neste potencial, germinaram 13% das sementes, pouco abaixo do número de sementes germinadas no mesmo potencial em PEG 6000. No entanto, não houve germinação no potencial -0,9 MPa para ambas soluções (PEG 6000 e NaCl). O estresse hídrico, como também o salino, causou redução significativa nos valores de índice de velocidade de germinação a partir do potencial -0,6 MPa (Tabela 2).

Estudando os efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes da espécie *Plantago ovata*, Souza, et al. (2008), verificaram, também, que os menores valores encontrados de germinação, foram nos potenciais induzidos com PEG 6000 em comparação com soluções salinas, contrapondo-se aos resultados de Khatri et al. (1991) e Fanti e Perez (1998), que verificaram maior efeito nas soluções salinizadas, quando comparadas à soluções osmóticas (PEG 6000) em potenciais equivalentes. Já Tambelini e Perez (1998), estudando os efeitos do estresse hídrico simulado com PEG 6000 e manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryhnodendron polyphyllum* Mart.), verificaram redução na velocidade de germinação em potenciais semelhantes às soluções de manitol. Já a germinação foi afetada a partir de -0,5MPa de PEG 6000 e -0,9 MPa para manitol.

Outros autores encontram resultados seme-

lhantes relativos ao limite máximo de germinação e à velocidade de germinação. Em sementes de *Leucaena leucocephala*, o limite máximo de tolerância ao NaCl ocorreu a -1,3 MPa (CAVALCANTE; PEREZ, 1995); sementes de *Copaifera langsdorffii* apresentaram limites de -1,6 MPa para NaCl e -1,0 MPa para CaCl₂ (JELLER; PEREZ, 1997); sementes de *P. nitens* suportaram a salinidade até -2,0 MPa e -1,6 MPa em soluções de NaCl e CaCl₂, respectivamente (NASSIF; PEREZ, 1997); e sementes de *Adenantha pavonina* tiveram limite máximo de tolerância de -1,4 MPa e -1,2 MPa, respectivamente, nas mesmas soluções de NaCl e CaCl₂ (FANTI; PEREZ, 1998). Sementes de *L. leucocephala* também tiveram sua velocidade de germinação reduzida com o aumento da concentração de NaCl no substrato para germinação (CAVALCANTE; PEREZ, 1995). O mesmo ocorreu com sementes de *P. juliflora* que a partir do potencial de -0,3 MPa de NaCl; já para o CaCl₂ a redução só foi significativa a partir de -0,6 MPa (PEREZ; TAMBELINI, 1995). Sementes de *P. nitens* apresentaram redução na velocidade de germinação a partir dos potenciais de -0,8 e -0,4 MPa em NaCl e CaCl₂, respectivamente (NASSIF; PEREZ, 1997).

No entanto, quanto ao estresse hídrico, verifica-se que a intensidade da resposta germinativa é variável entre sementes de diferentes espécies. Sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. germinaram em potenciais hídricos de até -1,9 MPa (PEREZ, 1988). A diminuição do potencial hídrico externo ocasionou reduções na velocidade e porcentagem de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, estando o limite máximo de tolerância entre -1,5 e -1,6MPa (CAVALCANTE; PEREZ, 1995). Sementes de *P. juliflora* apresentaram redução na velocidade de germinação em solução de manitol de potencial hídrico -0,6MPa, e na porcentagem de germinação em -0,9 MPa (PEREZ; TAMBELINI, 1995). Choinski e Tuohy (1991) relataram declínio na porcentagem de germinação de sementes de *Aca-*

cia sp. em soluções de PEG a -0,14 e -0,29 MPa. Sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. não germinaram em soluções de manitol com potenciais menores que -0,6 MPa (ZPEVAK, 1994). *Adenantha pavonina* L. não apresentou germinação em solução de PEG com potencial de -0,5 MPa (FANTI, 1996).

Os resultados demonstram que o índice de velocidade de germinação (IVG) de juazeiro foi mais influenciado pelo estresse hídrico do que a germinação; pois sofreu reduções significativas no potencial -0,6 MPa (PEG 6000), fato evidenciado por (HEYDECKER, 1977). Nos potenciais salinos com NaCl, o IVG e a germinação, foram equivalentes. O potencial de -0,9 MPa em solução de PEG 6000, reduziu a germinação e o índice de velocidade de germinação a zero.

Quanto ao comprimento da parte aérea da plântula de juazeiro verifica-se (Tabela 3) que houve diferença significativa entre a testemunha e os demais tratamentos, notando-se que a partir do potênci-

al osmótico -0,6 MPa para PEG 6000 e NaCl, não ocorreu crescimento significativo da plântula. As plântulas tiveram sua altura significativamente reduzida a partir do potencial osmótico -0,3 MPa para PEG 6000 e NaCl. Verificou-se que o NaCl apresentou um efeito mais drástico sobre o comprimento das plântulas, em relação ao PEG 6000, com valores bastantes reduzidos, principalmente, a partir do nível de potencial osmótico -0,3 MPa. Essa inibição do crescimento ocasionada pela salinidade segundo Perez e Moraes (1994) não se deve só ao efeito tóxico dos sais, mas também à seca fisiológica produzida, pois quando existe aumento da concentração de sais no solo há uma diminuição do potencial osmótico e conseqüentemente um abaixamento 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).

Tabela 3. Altura da parte aérea da plântula de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) desenvolvida em soluções com diferentes potenciais e agentes osmóticos.

Potenciais osmóticos (MPa)	Altura (cm)	
	Agentes osmóticos	
	PEG 6000	NaCl
0,0	5,8 a	5,8 a
0,3	3,2 b	2,0 b
0,6	1,3 c	0,0 c
0,9	0,0 d	0,0 c
C.V. (%) = 28		

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Os resultados da massa da matéria seca das plântulas de juazeiro demonstram diferença significativa entre a testemunha e os potenciais osmóticos, para os dois agentes osmóticos (Tabela 4). Isto é, com comportamento semelhante ao apresentado pelo comprimento da parte aérea da plântula (Tabela 3),

em relação aos dois agentes osmóticos. Nota-se que a massa da matéria seca das plântulas de juazeiro sofreu uma redução progressiva, com o decréscimo do potencial osmótico das soluções. Resultados semelhantes também obtidos por outros autores (SANTOS et al., 1992; BRACCINI et al., 1996).

Tabela 4. Massa da matéria seca da plântula de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) desenvolvida em soluções com diferentes potenciais e agentes osmóticos.

Potenciais osmóticos (MPa)	Massa da matéria seca da parte aérea da plântula (g)	
	Agentes osmóticos	
	PEG 6000	NaCl
0,0	17,8 a	17,8 a
0,3	11,5 b	8,0 b
0,6	5,0 b	0,0 c
0,9	0,0 c	0,0 c
C.V. (%) = 31		

Médias com mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Ainda verificando a Tabela 4, pode-se observar que novamente o NaCl foi o agente osmótico que promoveu um decréscimo mais acentuado nos valores de acúmulo de massa seca das plântulas de

juazeiro, sugerindo assim, um efeito adverso desta solução sobre a germinação. Segundo Sá (1987), a restrição hídrica atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos e, com isso, as

plântulas de juazeiro nas condições de baixa umidade apresentam um menor desenvolvimento, ocorrendo assim menores comprimentos de plântula e menor acúmulo de massa da matéria seca.

CONCLUSÕES

Sementes de juazeiro são mais sensíveis ao estresse salino com NaCl do que ao estresse hídrico com PEG 6000;

O estresse salino proporciona maior redução na germinação e na velocidade de germinação das sementes de juazeiro do que o estresse hídrico e, independente da substância utilizada para indução do estresse, o limite para germinação está entre -0,6 e -0,9 MPa.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.U. et al. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.187-195, 2006.

AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.491-499, 2009.

BENEDITO, C.P.; RIBEIRO, M.C.C.; TORRES, S.B. Salinidade na germinação da semente e no desenvolvimento das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.3, p.463-467, 2008.

BRACCINI, A.L. et al. 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**, v.18, n.1, p.10-16, 1996.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.351-396.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília: MAPA/SDA/ACS, 2009. 399p.

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

CHOINSKI, J.S.; TUOHY, J.M. Effect of water po-

tential and temperature on the germination of four species of African savanna trees. **Annals of Botany**, n.68, p.227-233, 1991.

FANTI, S.C. **Comportamento germinativo sob condições de estresse e influência do sombreamento artificial e adubo químico na produção de mudas de *Adenantha pavonina* L.** 1996. 153f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – UFSCar, São Carlos.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.167-177, 1998.

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

HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing, 1977.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.93-104, 2001.

KHATRI, R.; SETHI, V.; KAUSHIK, A. Interpopulation variations of *K. indica* during germination under different stresses. **Annals of Botany**, v.67, p.413-415, 1991.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LIMA, J.D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae) **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.513-518, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.1, 4.ed. Nova Odessa: Plantarium, 2002. 368p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MATOS F.J.A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 2.ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. 346p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The**

- germination of seeds**. 4.ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270p.
- NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseado na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2-1 - 2-21.
- 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**, v.19, n.2, p.143-150, 1997.
- PEREZ, S.C.J.G.A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.** 1988. 214f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – UFSCar, São Carlos.
- 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**, v.29, n.3, p.389-396, 1994.
- 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.
- PRADO, D.E.; GIBBS, P.E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v.80, n.4, p.902-927, 2003
- REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE, W.F.; WILKIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.45-57, 1996.
- RIBEIRO, M.C.C. et al. Tolerância do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) à salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. **Caatinga**, v.21, n.5, p.123-126, 2008.
- SÁ, M.E. **Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1987. 174f. Tese (Doutorado em Agronomia) – USP/ESALQ, Piracicaba.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4.ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.
- SANTOS, V.L.M. et al. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.189-194, 1992.
- SILVA, M.B.R. et al. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidoculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, n.2, 2005.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Métodos Estadísticos**. 5.ed. México: Companhia Editorial Continental, 1978. 593p.
- SOUSA, M.P. et al. Estresses hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.33-38, 2008.
- TABARELLI, M.; VICENTE, A.; BARBOSA, D.C.A. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v.53, n.2, p.197-210, 2003.
- TAMBELINI, M.; PEREZ, S.C.J.G. Efeito do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphonodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n.1, p.226-232, 1998.
- 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**, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.
- ZPEVAK, F.A. **Efeitos do ácido abscísico, potencial hídrico, temperatura e tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.** 1994. 104f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – UFSCar, São Carlos.