

## EFEITOS DOS ESTRESSES HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE GLIRICIDIA [*Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD.]<sup>1</sup>

SÉFORA GIL GOMES DE FARIAS<sup>2\*</sup>, ANTONIO LUCINEUDO DE OLIVEIRA FREIRE<sup>3</sup>, DIÉRCULES RODRIGUES DOS SANTOS<sup>3</sup>, IVONETE ALVES BAKKE<sup>3</sup>, ROMÁRIO BEZERRA E SILVA<sup>2</sup>

**RESUMO** - Entre os fatores externos que interferem no processo germinativo, a hidratação das sementes é considerada como o mais importante. Este estudo teve o objetivo de avaliar a tolerância das sementes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. aos estresses hídrico e salino durante a germinação. A germinação das sementes em soluções de polietilenoglicol (PEG-6000) e de cloreto de sódio (NaCl) foi testada sob quatro níveis de potencial osmótico (0,0; -0,5; -1,0 e -2,0 MPa), para simular estresses hídrico e salino, respectivamente, em quatro repetições de 100 sementes. Foram avaliados a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG). A porcentagem de germinação do tratamento testemunha foi 94%, reduzindo para 77,6% quando submetidas a soluções de NaCl com potencial osmótico de -1,0 MPa, enquanto que neste mesmo potencial osmótico com soluções de PEG, a germinação reduziu para 44,3%, não havendo germinação a -2,0 MPa. O índice de velocidade de germinação apresentou o mesmo comportamento da porcentagem de germinação. As sementes de gliricídia apresentaram maior tolerância ao NaCl do que ao PEG-6000 e, com este, não toleraram estresse osmótico superior a -0,5 MPa.

**Palavras-chave:** Potencial osmótico. Velocidade de germinação. Salinidade.

## EFFECTS OF WATER AND SALT STRESSES ON *Gliricidia sepium* (JACQ.) STEUD SEED GERMINATION

**ABSTRACT** - Seed hydration is considered the most important external factor interfering on germination. This study evaluated the tolerance of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud seeds to water and salt stresses during germination. Seed germination was observed in four 100-seed replications, in polyethylene glycol (PEG-6000) or sodium chloride (NaCl) solutions with four osmotic potentials levels (0; -0.5; -1.0 and -2.0 MPa), arranged according to a completely random design, simulating water and salt stresses, respectively, using four replications of 100 seeds. The germination percentage and germination velocity index were estimated. Percentage germination of the control seeds averaged 94%, and reduced to 77.6% and 44.3% in -1.0 MPa NaCl and PEG solutions, respectively. No germination was observed in -2.0 MPa. Germination velocity index showed the same trend. *Gliricidia sepium* seeds showed less tolerance to water than to salt stress, and in this condition they are not tolerate to osmotic stress up to -0,5 MPa.

**Keywords:** Osmotic potential. Speed of germination. Salinity.

---

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 11/09/2008; aceito em 03/06/2009.

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Florestais, UFRPE, Caixa Postal 2071, Dois Irmãos, 52171-900, Recife-PE; seflora@gmail.com

<sup>3</sup>Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFCG/CSTR, 58700-900, Patos-PB

## INTRODUÇÃO

Embora o padrão de germinação seja regulado pela constituição genética das espécies, essa expressão é frequentemente modificada por condições ambientais nas quais as sementes são originadas (SANTOS et al., 1992). A deficiência hídrica é um fator limitante na sobrevivência e no crescimento inicial das plantas (BLAKE, 1993) e é o fator mais importante no processo germinativo, em virtude da água ser a matriz onde ocorre a maioria dos processos bioquímicos e fisiológicos, que resultam na protrusão da raiz primária (BRAY, 1995).

Estudos sobre relações hídricas são importantes para o conhecimento da biologia das sementes. A habilidade de tolerar a dessecação que as sementes ortodoxas apresentam, podendo sobreviver durante longos períodos sob condições adversas, tem sido o mecanismo adaptativo que permite a distribuição de plantas em climas hostis (BRADFORD, 1995).

Sob baixos níveis de umidade no meio germinativo, é comum o desenvolvimento de mecanismos protetores contra a dessecação ou para evitar a parada do desenvolvimento (BEWLEY; OLIVER, 1992), porém um estresse hídrico severo resulta em desequilíbrio metabólico (BLACKMAN et al., 1992). Mesmo assim, a respiração pode continuar nos tecidos com potenciais abaixo de -1,10 MPa, mantendo o organismo vivo com um metabolismo baixo (VERTUCCI, 1989). Além da seca, a salinidade é um problema cada vez maior para a agricultura, sendo que o aumento desta última prejudica a vegetação nativa em consequência dos efeitos tóxicos e osmóticos dos sais na germinação e crescimento das plantas (GHASSEMI et al., 1995).

A tolerância à salinidade durante a germinação é crítica para o estabelecimento de plantas cultivadas em solos salinos de regiões áridas (UNGAR, 1995). Nestas regiões a germinação ocorre durante a estação chuvosa, quando os níveis de salinidade no solo são usualmente reduzidos (EL-KEBLAWY, 2004).

Vários estudos têm sido conduzidos para elucidar os mecanismos de adaptação à salinidade (SILVA et al., 2001). Um dos métodos mais usados para a determinação da tolerância aos sais é a porcentagem de germinação, assim como os testes de vigor, sob condições salinas, através do uso de soluções osmóticas. Essas avaliações são importantes para estimar o potencial das sementes no campo, em ambientes salinos.

O efeito dos potenciais osmóticos sobre as sementes e as plântulas depende da qualidade inicial da semente e do tipo de soluto utilizado quando estas são submetidas ao mesmo grau de déficit hídrico (BRAGA, et al., 1999; MORAES; MENEZES, 2003).

Em virtude da carência de informações a respeito da fisiologia da germinação das sementes de *Gliricidia sepium*, conduziu-se esse estudo com o

objetivo de avaliar a germinação e o índice de velocidade germinação de sementes dessa espécie em diferentes potenciais osmóticos obtidos a partir do polietilenoglicol (PEG-6000) e do cloreto de sódio (NaCl).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB (7°01'00" S e 37°17'00" W), no período de outubro a novembro de 2006.

Inicialmente, as sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio a 0,5 % e posteriormente foram dispostas em caixas plásticas transparente, tipo gerbox, contendo uma folha de papel mataborrão, umedecida com 12 mL da solução, acrescida de 0,2% de Captan (fungicida) e 2 mL de nistatina (bactericida) por litro de solução. As caixas, contendo 25 sementes para cada tratamento, foram dispostas em um germinador tipo BOD a 30°C.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuídos em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu às soluções osmóticas (PEG-6000 e NaCl) e o segundo fator, aos potenciais osmóticos (0; -0,5; -1,0 e -2,0 MPa).

As quantidades de NaCl para se obter os referidos potenciais foram calculados a partir da equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992):

$$1) \Psi\pi = -i * C * R * T$$

onde:  $\Psi\pi$  = potencial osmótico (bar);  $i$  = coeficiente isotônico;  $C$  = concentração da solução, expressa em moles de solução por Kg de água;  $R$  = constante universal dos gases (0,0831 kg bar K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>);  $T$  = temperatura (°K).

Enquanto que as quantidades de PEG 6000 foram obtidas de acordo com tabela citada por Villela et al. (1991).

A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente, a partir do 4º dia de germinação, sendo considerada germinada a semente que apresentasse extensão radicular maior ou igual a 2 mm. A última contagem de sementes germinadas foi realizada no 14º dia (BRASIL, 1992). Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e análise de regressão, usando o modelo linear - software SISVAR (FERREIRA, 2000).

A porcentagem de germinação foi calculada através da fórmula:

$$2) G\% = \frac{A}{N} * 100$$

onde:  $A$ , corresponde ao número de sementes germinadas; e  $N$ , ao número de sementes colocadas para germinar em cada repetição (FANTI; PEREZ, 1998). Os valores de porcentagem de germinação foram transformados previamente para arcseno√%/100, para satisfazer o modelo matemático requerido.

**Índice de velocidade de germinação (IVG)**

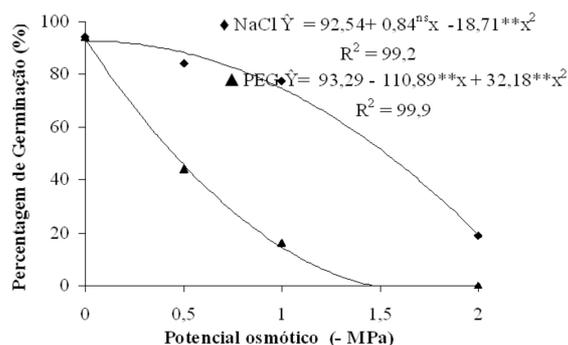
O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido de acordo com a fórmula:

$$3) IVG = \sum \frac{ni}{i}$$

onde: "ni" corresponde ao n° de sementes germinadas no dia "i" ao número de dias após a instalação do teste (MAGUIRE, 1962).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Figura 1, observa-se a redução na porcentagem de germinação das sementes de gliricídia, à medida que o potencial osmótico do meio se tornou mais negativo. Quanto aos efeitos do NaCl, observa-se que a germinação manteve-se em torno de 80%, quando o potencial osmótico atingiu -0,5MPa e -1,0MPa. Redução no potencial osmótico além desse valor causou declínio na germinação de maneira mais drástica.



**Figura 1.** Porcentagem de germinação de sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) em função de diferentes potenciais osmóticos em soluções de NaCl e PEG.

Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (1996) e Braccini et al. (1996) que também usando o NaCl como agente osmótico, observaram decréscimo semelhante na germinação. Para Van Der Moezel e Bell (1987), o NaCl afeta a germinação pelo efeito osmótico e/ou pelo efeito iônico, dificultando a absorção de água ou facilitando a penetração de íons nas células.

Esse comportamento da germinação das sementes de gliricídia em relação ao NaCl foi comparável ao das halófitas *Juncus maritimus* e *Prosopis juliflora*, as quais foram capazes de germinar a uma concentração de sais acima de 150 mM (PEREZ; MORAES, 1991; CAVALCANTE; PEREZ, 1995).

Em geral tanto as halófitas como as glicófitas, 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. Halófitas altamente tolerantes conseguem

germinar em meio com até 8% de NaCl. Entretanto, as halófitas pouco tolerantes têm sua germinação inibida em meio com apenas 1 a 2% de NaCl (UNGAR, 1995).

Analisando-se os dados referentes ao PEG (Figura 1), nota-se que os efeitos foram mais severos, pois a porcentagem de germinação reduziu pela metade quando o potencial osmótico baixou de 0 MPa para -0,5 MPa, chegando a valores nulos no potencial osmótico de -2,0 MPa (Figura 1), evidenciando que as sementes de gliricídia tiveram sua capacidade germinativa mais afetada pelo PEG 6000 do que pelo NaCl, atribuído provavelmente à tolerância da espécie ao NaCl. Além disso, embora o PEG não seja absorvido em virtude do seu alto peso molecular, as soluções preparadas com tal substância podem apresentar alta viscosidade, que somada à baixa difusão de O<sub>2</sub>, podem comprometer a disponibilidade de oxigênio para as sementes, durante o processo germinativo (BRACCINI et al., 1996). Esse comportamento na germinação em soluções de PEG deve-se provavelmente a uma redução da absorção de água pelas sementes e não a um efeito tóxico do PEG, visto que o polietilenoglicol é considerado um composto inerte e não tóxico, como tem sido sempre mostrado na literatura (BRACCINI et al., 1998).

Fonseca e Perez (2003), ao testar o PEG 6000 como agente osmótico, em sementes de *Adenanthera pavonina* (Fabaceae), encontraram maior percentual de germinação na testemunha, o qual decresceu do potencial -0,1 até o potencial -0,5 MPa e, semelhante ao que foi observado nas sementes de gliricídia, não houve germinação no potencial osmótico de -2,0 MPa. Em *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae), observou-se que o percentual de germinação sofreu uma queda drástica a partir de -0,5 MPa, e também não ocorreu germinação em potenciais mais elevados (SILVA et al., 2001).

Bradford (1990) explica que, em condições de estresse hídrico, as sementes têm água suficiente para iniciar o processo germinativo (Fases I e II) sem, contudo, iniciar o crescimento da raiz primária (Fase III). Uma vez que o alongamento e a síntese da parede celular são processos altamente sensíveis ao déficit hídrico (WENKERT et al., 1978), o decréscimo no crescimento e posteriormente na protrusão da radícula pode ser devido ao baixo turgor das células, causada pela restrição hídrica (BRADFORD, 1995). O decréscimo na germinação de sementes submetidas à restrição hídrica também reside no fato de que, nessas condições, ocorre um prolongamento da fase estacionária do processo de embebição, devido à redução na atividade enzimática, resultando em menor desenvolvimento meristemático e, conseqüentemente, em atraso na protrusão da radícula (FALLERI, 1994).

Aliado aos fatores acima descritos está o fato de que os baixos potenciais osmóticos podem causar redução na produção de energia metabólica necessária ao início da germinação (MAYER; POLJA-

KOFF-MAYBER, 1989), sendo essa energia obtida a partir de aumento na taxa respiratória das sementes após a embebição. Dessa forma, quanto mais baixo o potencial osmótico, menor a taxa respiratória e menor a produção de energia, necessária ao processo germinativo.

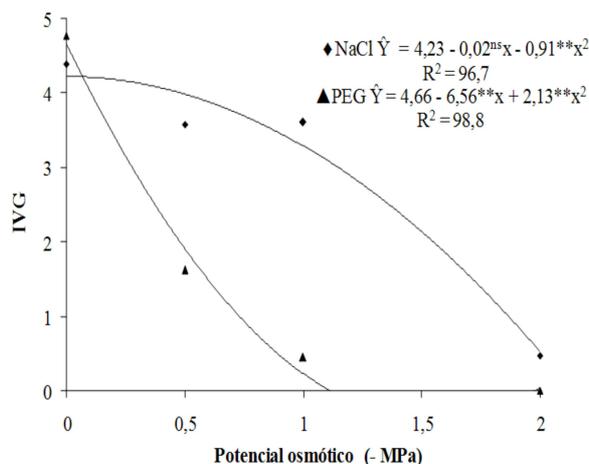
Dados referentes aos efeitos do estresse osmótico na germinação de sementes são abundantes na literatura, com um amplo espectro de tolerância, tanto em espécies arbóreas como em herbáceas de interesse agrônomico. Estudando os efeitos do potencial osmótico na germinação de sementes de leguminosas da savana africana (*Combretum apiculatum*, *Colophospermum mopane*, *Acacia karroo* e *Acacia tortilis*), Choinski e Tuohy (1993) verificaram redução da germinação em potenciais a partir de -0,3MPa. Em algaroba (*Prosopis juliflora*), uma leguminosa arbórea amplamente distribuída na caatinga nordestina, Perez e Nassif (1995) verificaram um limite mais elevado de tolerância, chegando a -1,6 MPa.

Resultados semelhantes foram obtidos por Nassif e Perez (1997) e Fanti e Perez (1998) em sementes de *Pterogyne nitens* e *Adenantha pavonina*, respectivamente. Bakke et al. (2006), observaram uma significativa redução nos valores de germinação e no índice de velocidade de germinação das sementes de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) com o aumento da concentração de NaCl e PEG 6000, especialmente sob condições de estresse salino. Braccini et al. (1996), trabalhando com sementes de soja, também verificaram redução na porcentagem de germinação, à medida que os potenciais osmóticos das soluções de NaCl, manitol e PEG tornaram-se mais negativos e verificaram também que o PEG foi o agente osmótico que promoveu maior decréscimo na germinação.

Quanto ao índice de velocidade de germinação nos diferentes potenciais osmóticos observa-se maior velocidade de germinação para testemunha e, à medida que o potencial osmótico tornou-se mais negativo, as sementes necessitaram de mais tempo para embeber e germinar, evidenciando menor velocidade de germinação (Figura 2). Nos potenciais osmóticos mais negativos, em ambas as soluções de NaCl e PEG as sementes apresentavam um tegumento escurecido e envolvido por um exsudato de aspecto gelatinoso. Estas características foram observadas em sementes de *Mimosa tenuiflora* sob estresse salino, provavelmente numa tentativa de reduzir o contato direto com os agentes estressantes, o que pode ser interpretado como uma adaptação da espécie ao estresse, assegurando a sua sobrevivência, nessas

Os resultados deste trabalho corroboram os obtidos por Fonseca e Perez (2003) que observaram maior tempo requerido para a germinação quando o potencial osmótico foi reduzido da testemunha até -0,5 MPa, para a espécie *Adenantha pavonina*. O mesmo foi observado para as espécies *Bowdichia virgilioides* (SILVA et al., 2001), *Peltophorum dubium* (PEREZ et al., 2001), *Senna occidentalis*

(DELACHIAVE; PINHO, 2003) *Chorisia speciosa* (FANTI; PEREZ, 2003) e *Mimosa tenuiflora* (BAKKE et al., 2006).



**Figura 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) em função de diferentes potenciais osmóticos em soluções de NaCl e PEG.

Os resultados deste trabalho corroboram os obtidos por Fonseca e Perez (2003) que observaram maior tempo requerido para a germinação quando o potencial osmótico foi reduzido da testemunha até -0,5 MPa, para a espécie *Adenantha pavonina*. O mesmo foi observado para as espécies *Bowdichia virgilioides* (SILVA et al., 2001), *Peltophorum dubium* (PEREZ et al., 2001), *Senna occidentalis* (DELACHIAVE; PINHO, 2003) *Chorisia speciosa* (FANTI; PEREZ, 2003) e *Mimosa tenuiflora* (BAKKE et al., 2006).

Comportamento semelhante foi observado em sementes de *Copaifera langsdorffii* por Jeller e Perez (1997) com limite máximo de tolerância a -1,6MPa. Em *Prosopis juliflora* foi observada, por Perez e Tambelini (1995), significativa redução da germinabilidade com base em -0,6 MPa. A natureza dessa inibição da germinação, causada pelo estresse salino, é discutível. O alto conteúdo de sais no solo, especialmente o cloreto de sódio, pode inibir a germinação, inicialmente em face de efeitos osmóticos e, em alguns casos, por efeitos tóxicos cuja magnitude depende do grau de tolerância e/ou resistência à salinidade, os quais dependem não só da espécie utilizada como também do tipo de sal (FERREIRA; REBOUÇAS, 1992).

## CONCLUSÃO

As sementes de gliricídia apresentam maior tolerância ao NaCl do que ao PEG-6000 e, com este, não toleram estresse osmótico superior a -0,5 MPa.

## REFERÊNCIAS

- BAKKE, I.A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (WILLD.) POIRET seed germination. **Revista Caatinga**, v.19, p.261-267, 2006.
- BEWLEY, J. D.; OLIVER, M. J. Desiccation tolerance in vegetative plant tissues and seeds: protein synthesis in relations to desiccations and a potential role for protection and repair mechanisms. In: OS-MOND, C.D.; SOMERO, G.; BOLIS, C.L. (Eds). **Water and life: a comparative analysis of water relationships at the organismic, celular and molecular levels**. Berlin: Spring Verlag, 1992. p.141- 160.
- BLACKMAN, S.A.; OBENDORF, R.L.; LEOPOLD, A.C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. **Plant Physiology**, v.100, p.225-230, 1992.
- BLAKE, T. J. Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. **Plant Physiology**, v.57, p.210-216, 1993.
- BRACCINI, A.L. et al. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1451-1459. 1998.
- 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, p.10-16, 1996.
- BRADFORD, K. J. A water relation analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, v.94, p.840-849, 1990.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination In: KIEGEL, J.; GALILI, S. (Ed) **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc., 1995. p. 351-396.
- BRAGA, L.F. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.95-102, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRAY, C.F. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel dekker, 1995. p.767-789.
- CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.857-862. 1990.
- CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.281-289. 1995.
- CHOINSKI, J.S.; TUOHY, J.M. Effect of water potential and temperature on the germination of four species of african savanna trees. **Annals of Botany**, v.68, p.227-233, 1993.
- DELACHIAVE, M.E.A.; PINHO, S.Z. Germination of *Senna occidentalis* Link: seed at different osmotic potential levels. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p.163-166, 2003.
- EL-KEBLAWY, A. Salinity effects on seed germination of the common desert range grass, *Panicum turgidum*. **Seed Science and Technology**, v. 32, p.943-948, 2004.
- FALLERI, F. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Technology**, v.22, p.591-599, 1994.
- 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**, v.20, p.167-177. 1998.
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.537-543, 2003.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000, p. 255- 258.
- FERREIRA, L.G.R.; REBOUÇAS, M.A. A. Influência da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação dos efeitos da salinidade na germinação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.609-615, 1992.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L. *Fabaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.70-77, 1999.
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Ade-*

- nanthera payonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, p.1-6, 2003.
- GHASSEMI, F.; JAKEMAN, A. F.; NIX, M.A. **Salinization of land and water resources**. England: CAB International wallin ford, 381p. 1995.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e da sementeira em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Brasileira Sementes**, v.19, p. 219-225, 1997.
- KHAN, M.A. Studies on germination of *Cressa cretica*. **Pakistan Journal of Weed Science Research**. v.4, p.89-98, 1991.
- KHAN, M.A.; UNGAR, I.A. Alleviation of seed dormancy in the desert forb *Zygophyllum simplex* L. from Pakistan. **Annals of Botany**. v.80, p.395-400, 1996.
- KHAN, M.A., WEBER, D.J. Factors influencing seed germination in *Salicornia pacifica* var. *utahensis*. **American Journal of Botany**. v.73, p.1163-1167, 1986.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon, 1989. 870p.
- MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.219-226, 2003.
- NASSIFF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.): influência dos tratamentos para superar a dormência e profundidade de sementeira. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, p.172-179, 1997.
- PAULA, S.V. et al. Avaliação de plântulas de feijão como critério para seleção de cultivares tolerantes à salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, p.220-224, 1994.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.981-988. 1991.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Salt stress and salt temperature interaction on the germination of *Peltophorum dubium* seeds. **Journal of Tropical Forest Science**, v.13, p.44-61, 2001.
- 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, p.1289-1295, 1995.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; NASSIFF, S.M.L. *Prosopis juliflora* (S.W.) D.C. (algarobeira): efeitos do envelhecimento, polietilenoglicol (PEG) e substratos na viabilidade e vigor. **Informativo ABRATES**, v.5, p.201, 1995.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Belmont: Weids Worth Publishing Company, 1992. 540p.
- 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, p.189-194, 1992.
- SANTOS, V.L.M. et al. Utilização do estresse salino na qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, p.83-87, 1996.
- SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; RODRIGUES, T.J.D. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth, under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p.115-118, 2001.
- UNGAR, I.A., Seed germination and seed-bank ecology of halophytes. In: Kigel, J., Galili, G. (Eds.), **Seed Development and Germination**. Marcel Dekker Inc., New York, p. 599-629. 1995.
- VAN DER MOEZEL, P.G.; BELL, D.T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca* species. **Seed Science and Technology**, v.15, p.239-246, 1987.
- VERTUCCI, C.W. The effects of low water contents on physiological activities of seeds. **Physiologia Plantarum**, v.77, p.172-176, 1989.
- VILLELA, F.A., DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1957-1968. 1991.
- WENKERT, W.; LEMON, E.R.; SINCLAIR, T.R. Leaf elongation and turgor pressure in field; grown soybean. **Agronomy Journal**, v.70, p.761-764, 1978.