

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE HÍDRICO E DO pH NO PROCESSO GERMINATIVO DA ALGAROBEIRA¹

SONIA CRISTINA J.G. DE A. PEREZ² e JOSÉ ANTONIO P.V. DE MORAES³

RESUMO - Foi avaliado o efeito do estresse hídrico e do pH na germinação de sementes de algarobeira *Prosopis juliflora* (sw) D.C. As sementes foram imersas em ácido sulfúrico comercial por 30 segundos para quebra de dormência antes de serem colocadas para germinar em câmara climática a 35°C. Para análise do efeito do estresse hídrico foram colocadas as sementes nos potenciais hídricos 0, -3, -6, -9, -12, -15, -18 e -19 bar, obtidos com solução de manitol. Observou-se um decréscimo na percentagem e na velocidade de germinação com o abaixamento do potencial hídrico externo, sendo que a -19,0 bar a germinação foi drasticamente reduzida. Para avaliação dos efeitos do pH as sementes foram colocadas para germinar em pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e constatou-se que a algarobeira apresentou altos valores de percentagem e velocidade de germinação tanto em pH alcalino como ácido, podendo ser considerada uma espécie anfítolerante.

Termos para indexação: germinação, sementes, potenciais hídricos.

INFLUENCE OF WATER STRESS AND pH IN GERMINATION PROCESS OF "ALGAROBEIRA" SEEDS

ABSTRACT - The aim of this work was to study the effects of water stress and pH on the germination of *Prosopis juliflora* seeds. They were put into sulfuric acid during 30 seconds before being placed in a growth chamber at 35°C. Drought was simulated by using mannitol, and a decrease in the rate and percent of germination was observed with the increase of water stress. The germination was strongly inhibited at -19,0 bar. The pH did not cause significant inhibition in the rate and percentage of germination over the wide range of 2 to 12. This fact indicated that this species is an amphitolerant one.

Index terms: *Prosopis juliflora*, water potencial.

INTRODUÇÃO

A algarobeira é uma leguminosa forrageira nativa de regiões áridas e semi-áridas. Produz bem em solos pobres e frutifica em época seca quando as forragens naturais estão escassas ou não-disponíveis. Entre seus usos mais comuns destacam-se a produção de madeira, carvão vegetal, estaca, álcool, melaço, alimentação animal e humana, apicultura, reflorestamento, ajardinamento, sombreamento, tornando-se,

por conseguinte, uma cultura de valor econômico e social (Almeida 1983).

Com relação à influência dos fatores ambientais sobre o desenvolvimento dos vegetais, o fator água tem sido muito estudado visando descobrir espécies ou variedades mais resistentes ao período de seca.

Particularmente sobre o processo germinativo ficou estabelecido que potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a seqüência de eventos do processo germinativo (Bansal 1980).

O estresse hídrico geralmente atua diminuindo a velocidade e a percentagem de germinação, sendo que para cada espécie existe um valor potencial hídrico externo abaixo do

¹ Aceito para publicação em 4 de janeiro de 1991
Apoio do CNPq.

² Biol^ª, Profa.-Adjunta, Dep. de Ciências Biológicas - UFSCar, Caixa Postal 676, CEP 13560 São Carlos, SP.

³ Biol., Prof.-Titular, Dep. de Ciências Biológicas - UFSCar, Caixa Postal 676, CEP 13560 São Carlos, SP.

qual a germinação não ocorre. (Adegbuyi et al. 1981, Therios 1982).

Em condições de laboratório, por conveniência, estudos de germinação são realizados utilizando-se soluções aquosas de manitol e polietileno glicol para simular condições padronizadas de estresse hídrico, já que estes compostos são quimicamente inertes e não-tóxicos (Sharma 1973, Thill et al. 1979).

Do ponto de vista ecológico, é importante considerar o pH do solo onde a semente vai germinar e a plântula vai crescer, visto que este fator tem efeito direto na viabilidade das plantas, além de atuar na liberação de nutrientes. Em solos com pH abaixo de três e acima de nove, o protoplasma celular das raízes na maioria das plantas vasculares é severamente afetado. Além disto, as concentrações crescentes de Al^{+3} em solos muito ácidos e de borato em solos alcalinos tem efeito tóxico sobre as raízes (Larcher 1980).

Portanto, a avaliação dos efeitos do fator água e do pH na germinação de sementes pode fornecer informações importantes sobre a resistência de uma espécie em solos ácidos com deficiência hídrica.

Assim, em face da importância social, econômica e ecológica de *Prosopis juliflora* para as regiões áridas e semi-áridas, este trabalho teve como meta avaliar o efeito do estresse hídrico e do pH no processo germinativo de suas sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Após a triagem, as sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* (sw) D.C.) foram imersas em ácido sulfúrico comercial (98%) por 30 segundos, sendo, em seguida, lavadas em água corrente e finalmente em água destilada. Depois de secas em papel de filtro, quatro lotes de 100 sementes foram colocadas para germinar em placas-de-petri com papel de filtro umedecido com solução teste. Em seguida, foram colocadas em uma incubadora a 35°C, temperatura ótima (Perez & Moraes 1990).

As sementes germinadas foram retiradas das placas a cada período de 24 horas. Foram consideradas sementes germinadas as que apresentaram 2 mm de

radícula, e o experimento foi finalizado quando todas as sementes já haviam germinado ou quando as remanescentes nas placas apresentavam-se deterioradas.

Foram empregadas diferentes concentrações de manitol, a fim de simular um déficit hídrico (Thill et al. 1979) e, para relacionar a quantidade de manitol e potencial, foi empregada a equação citada por Parmar & Moore (1968).

As sementes foram colocadas para germinar em soluções de manitol com os seguintes potenciais hídricos: 0, -3,2, -6,4, -9,6, -12,8, -16,0, -18,0, -19,0 bar.

Para avaliar a influência do pH na germinação, utilizaram-se soluções-tampões (testes) com pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

Estas soluções foram preparadas de acordo com as indicações de Gomori, citado por Vilella et al. (1973).

Após a incubação dos grupos de sementes em diversas soluções testes, foi feito um controle diário das sementes germinadas, sendo estas últimas transferidas para novas placas-de-petri com o respectivo valor de pH no meio de embebição. Este procedimento visava minimizar possíveis alterações no meio germinativo, por causa da liberação de exsudato pelas sementes embebidas.

Os cálculos de percentagem de germinação, tempo médio, velocidade e frequência de germinação foram obtidos através de fórmulas citadas em Labouriau & Valadares (1976).

a) Percentagem de germinação (G)

$$G = (N/A) \cdot 100,$$

onde N é o número total de sementes germinadas e A é o número total de sementes colocadas para germinar.

b) Tempo médio de germinação (\bar{t})

$$\bar{t} = (\sum ni \cdot ti) / \sum ni$$

onde ni é o número de sementes germinadas dentro de um intervalo de tempo (ti-1) - (ti).

c) Velocidade de germinação isotérmica

$$\bar{v} = 1/t$$

onde o t é o tempo de germinação isotérmica.

Para análise das velocidades e percentagens de germinação das sementes de algarobeira, foi aplicada a análise de variância e o teste de Tukey para contraste das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de algarobeira apresentaram resposta rápida ao ambiente osmótico, caracterizada por um decréscimo na percentagem e um atraso na velocidade de germinação à medida que o potencial hídrico externo diminuiu. Verificou-se uma redução significativa na percentagem a -3,2 bar e da velocidade de germinação a -6,4 bar, mas a -19,0 bar algumas sementes ainda germinaram (Fig. 1).

Os polígonos de frequência relativa de germinação de *P. juliflora* diferem quanto ao tamanho, posição da moda principal e o número de modas. Nos tratamentos 0, -3,2, -6,4, -18,0 e -19,0 bar, os gráficos são de caráter unimodal, e nos outros, polimodal. A partir do controle e até -16,0 bar, observa-se que o tempo médio de germinação desloca-se para a direita da moda principal, evidenciando um atraso no processo germinativo, que só se iniciou 48 horas após a embebição (Fig. 2).

Diferentes espécies resistem a diferentes valores de potencial hídrico, correspondendo a altos níveis de estresse, onde ocorre uma diminuição drástica ou inibição total da germinação. *Triticum aestivum* apresentou um de-

créscimo na percentagem de germinação a partir de -15,0 bar e uma inibição total a -21,0 bar (Ashaf & Abu-Shakra 1978). *Cratylia floribunda* revelou um atraso na germinação a -7,0 bar e a -17,0 bar ocorreu uma inibição total (Barrueto Cid 1978). Já em *Stylosanthes humilis*, uma redução significativa da germinação foi observada a -6,0 bar, mas a -18,0 bar algumas sementes ainda germinaram (Delachiave 1984). Thanos & Skordiles (1982) observam, em estudos com *Pinus halepensis*, que ocorreu uma inibição total da germinação a -21,0 bar.

O potencial hídrico externo altera a difusibilidade de água para toda a semente, assim como causa uma diminuição na respiração (Casas & Ibañez 1964, Greenway & Leahy 1970, Hsiao 1973, Barrueto Cid 1978), mas a resposta respiratória de plantas sob estresse hídrico limitado ainda é objeto de controvérsia (Bell et al. 1977).

Além de o estresse hídrico afetar a embebição, a velocidade e a percentagem de germinação, Kramer (1974) relata que o primeiro efeito mensurável do estresse hídrico é uma diminuição do crescimento, causada pela diminuição da expansão celular (Fig. 3). O processo de alongamento celular e a síntese de parede são altamente sensíveis ao déficit hídrico (Wenkert et al. 1978, Simon 1978), e a redução do crescimento como consequência da diminuição do alongamento celular seria causada por um decréscimo na turgescência celular (Acevedo et al. 1973, Hsiao 1973, Levit 1974).

Nas sementes germinadas de algarobeira observou-se maior crescimento do hipocótilo e radícula nos tratamentos de 0 e -3,2 bar. Nos potenciais hídricos de -18,0 e -19,0 bar, só ocorreu protrusão da radícula, e outros fatos, como: o escurecimento do tegumento, a liberação de exsudato e rápida perda de viabilidade também foram observados.

O déficit hídrico altera a permeabilidade da membrana e as propriedades do tonoplasto, permitindo a interação entre proteínas citoplasmáticas e enzimas degradativas, ou, ainda, aumentando a degradação de proteínas por es-

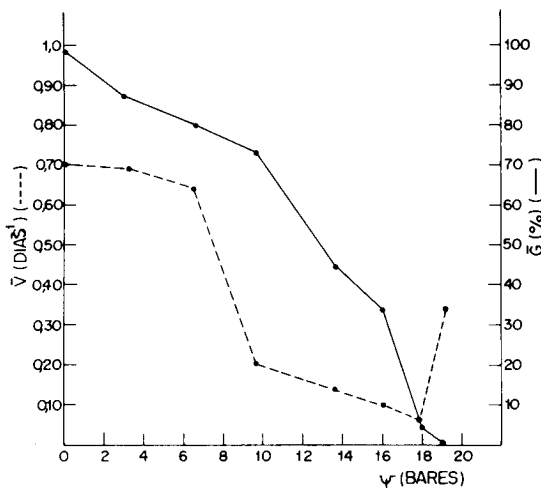


FIG. 1. Influência de diferentes potenciais hídricos (ψ) na percentagem (G) e na velocidade de germinação (v) de sementes de *Prosopis juliflora*.

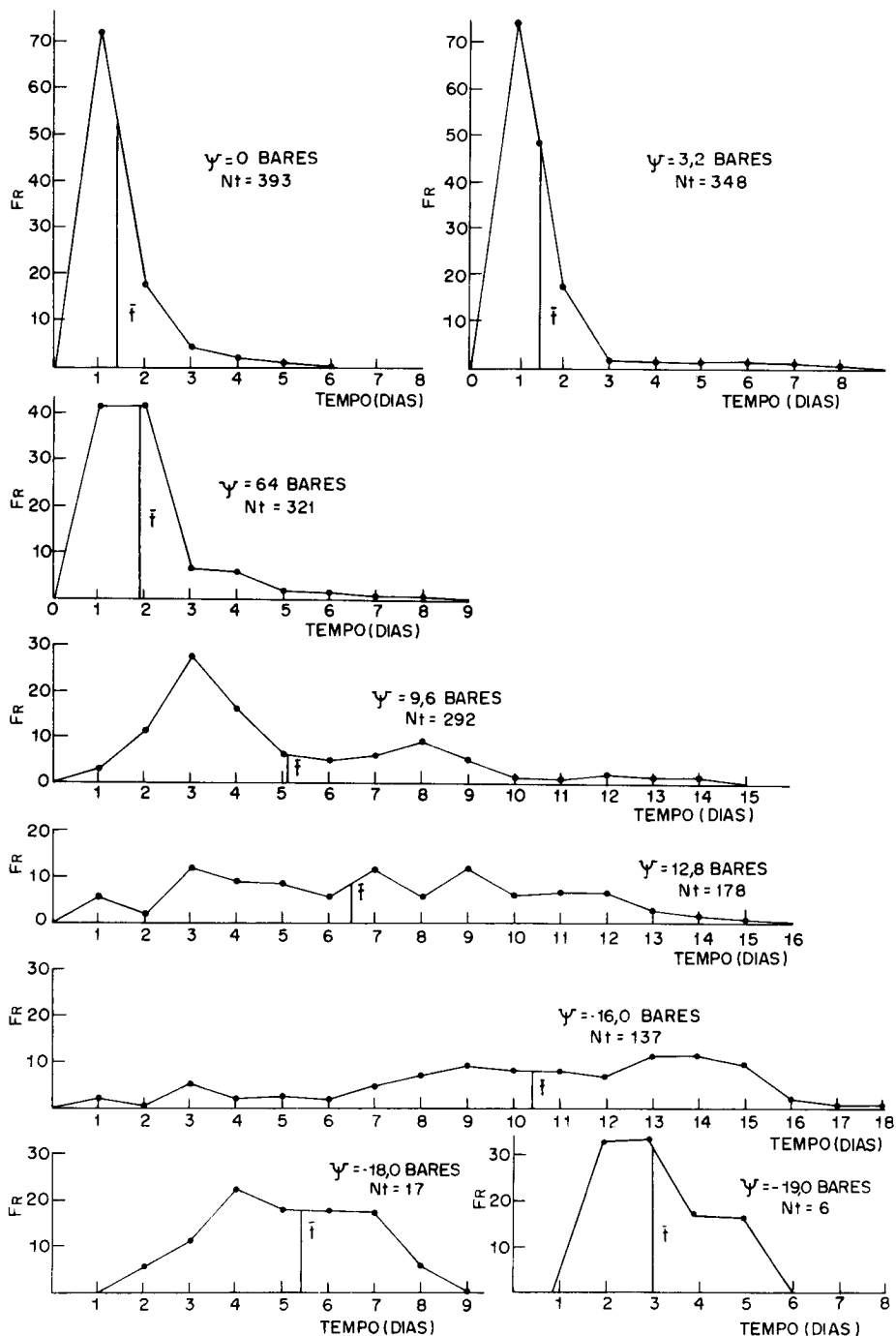


FIG. 2. Distribuição das frequências relativas (FR) de germinação de sementes de *Prosopis juliflora* pelo tempo de incubação isotérmica, submetidas a diferentes potenciais hídricos. \bar{t} = tempo médio de germinação.

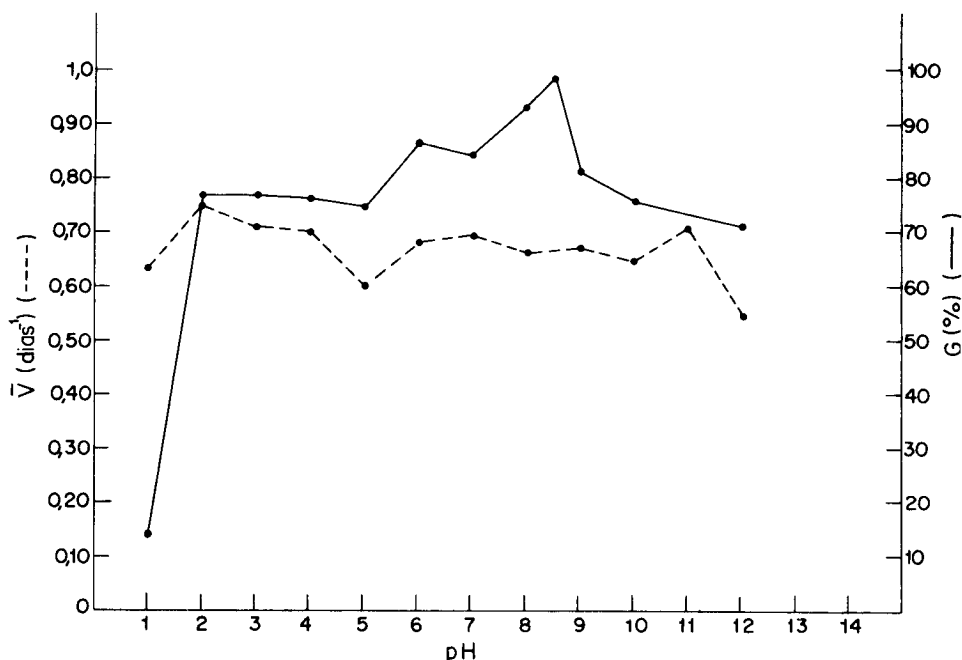


FIG. 3. Influência de diferentes valores de pH na porcentagem (G) e na velocidade de germinação (v) de sementes de *Prosopis juliflora*.

timular a síntese de enzimas proteolíticas. Com o aumento de déficit hídrico, verificou-se uma redução da armazenagem do ATP, desacoplamento de elétrons na fosforilação oxidativa, e danos nas membranas celulares (Street & Öpik 1983).

Com relação ao pH, observou-se que as sementes de *P. juliflora* germinam em ampla faixa, variando de 1 até 12. Apenas na condição de pH = 1, que é fortemente ácido, verificou-se uma redução drástica na porcentagem de germinação. Entretanto, a velocidade de germinação permanece relativamente constante e elevada em todos os valores de pH. Nos valores extremos inferiores (1 e 2) e superiores (11 e 12), o crescimento radicular foi muito pequeno, o hipocótilo e cotilédones não emergiram, o tegumento tornou-se escuro, e as sementes liberavam um exsudato de consistência gelatinosa.

A Fig. 4 traz os polígonos de frequência relativa de germinação, os quais são bastante

semelhantes entre si em relação ao número de modas e à posição do tempo médio de germinação (\bar{t}), revelando certa homogeneidade na velocidade de germinação, diferindo apenas no número final de sementes germinadas.

Em experimentos de laboratório, Justice & Rice (1954), revisando os efeitos do pH na germinação de sementes, verificaram que ácidos fracos têm-se mostrado eficazes na quebra de dormência.

Além disso, o pH é um controlador das vias metabólicas e da permeabilidade das membranas, uma vez que ele afeta inúmeras reações enzimáticas (Davis 1980).

De acordo com uma revisão feita por Huxley (1964), a germinação de sementes de muitas espécies não é dependente do pH, dentro dos limites fisiológicos, embora Evenari (1949) tenha observado que sementes de tomate e maçã não germinam em meio ácido.

Ferreira (1976) e Hackett & Murray (1987) encontraram, respectivamente para

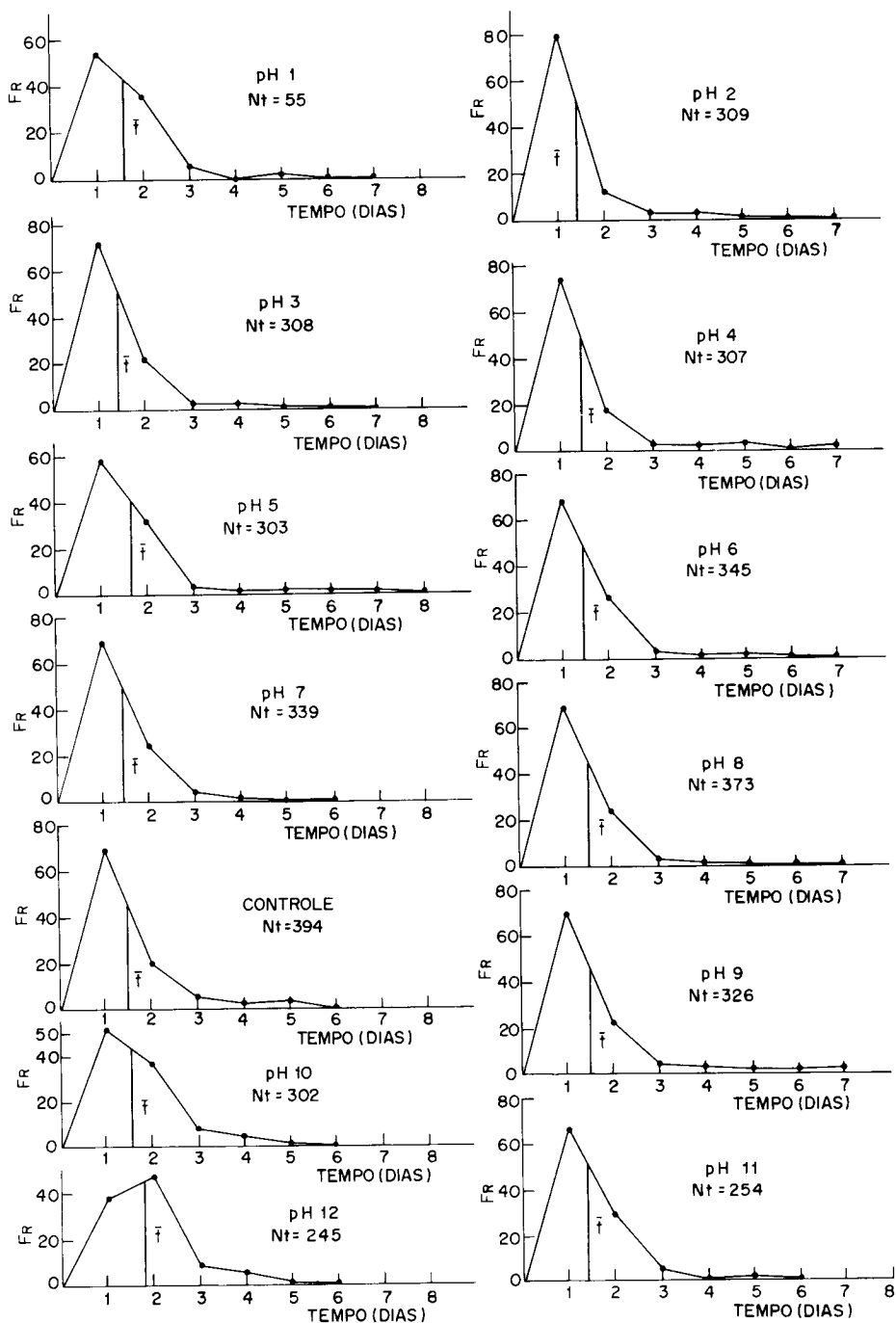


FIG. 4. Distribuição das frequências relativas (FR) de germinação de sementes de *Prosopis juliflora* pelo tempo de incubação isotérmica, submetidas a diferentes potenciais hídricos. \bar{t} = tempo médio de germinação.

Mimosa bimucronata e *Hoffmanseggia densiflora*, menor percentagem de germinação em pH 4 e 3.

Therios (1982) constatou que sementes de *Prunus amygdalus* germinaram em ampla faixa de pH sem apresentarem diferenças significantes na percentagem de germinação dentro do limite de pH 2,8 a 8,4.

Os resultados obtidos para algarobeira têm importância ecológica, pois demonstram que esta espécie não possui exigências especiais de pH para sua germinação. Pode ser considerada uma espécie anfitolerante, uma vez que apresenta alta velocidade e percentagem de germinação tanto em meio ácido como em meio básico (pH 2 a 12). Este amplo limite de tolerância ao pH confere à *P. juliflora* um caráter adaptativo, podendo propiciar alta capacidade de estabelecimento em campo, aumentando a chance de sobrevivência, em comparação com espécies que apresentam estreitos limites para a germinação.

CONCLUSÕES

1. A diminuição do potencial hídrico externo acarretou um decréscimo na percentagem e velocidade de germinação. *P. juliflora* apresenta resistência ao estresse hídrico, já que a -19,0 bar algumas sementes ainda germinaram.

2. A algarobeira apresentou alta velocidade e percentagem de germinação tanto em meio ácido como em meio básico, podendo ser considerada uma espécie anfitolerante.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, e ao técnico Carlos Aparecido Casali, durante a execução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, E.; HSIAO, T.C.; HENDERSON, D.W. Immediate and subsequent growth response of maize leaves to changes in water status. **Plant Physiology**, v.48, p.631-636, 1973.
- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science & Technology**, v.9, p.867-878, 1981.
- ALMEIDA, J.T. **Algarobeira**: promissora forrageira para a região semi-árida. [S.l.]: EMATER-BA, 1983. 52p. (EMATER-BA. Série Estudos Diversos, 13).
- ASHAF, C.M.; ABU-SHAKRA, S. Wheat germination under low temperature and moisture stress. **Agronomy Journal**, v.70, p.135-139, 1978.
- BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, v.22, p.327-331, 1980.
- BARRUETO CID, L.P. **Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação de leguminosa *Cratylia floribunda***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1978. Tese de Mestrado.
- BELL, D.T.; KOEPPE, D.E.; MILLER, R.J. The effects of drought stress on respiration of isolated corn mitochondria. **Plant Physiology**, v.48, p.413-415, 1977.
- CASAS, I.A.; IBÁÑEZ, M.L. Relación entre la respiración y la germinación con el contenido de humedad en las semillas de cacao. **Turrialba**, v.14, p.155-156, 1964.
- DAVIS, D.D. **Biochemistry of Plants**. New York: Academic Press, 1980. v.2, p.581-611.
- DELACHIAVE, M.E.A. **Efeito de diferentes potenciais da água sobre alguns aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Stylosanthes guyanensis* (AUBL) Sw**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1984. 85p. Tese de Doutorado.
- EVENARI, M. Germination Inhibitors. **Botanical Review**, v.15, p.153-194, 1949.
- FERREIRA, A.G. Germinação de sementes de *Mimosa bimucronata* (D.C.) OK. (maricá) - I. Efeito da escarificação e do pH. **Ciência e Cultura**, v.28, p.1200-1204, 1976.
- GREENWAY, H.; LEAHY, M. Effects of rapidly and slowly permeating osmotic on metabolism. **Plant Physiology**, v.46, p.259-262, 1970.
- HACKETT, N.M.; MURRAY, D.S. Germination and seedling development of Hog potato

- (*Hoffmanseggia densiflora*). **Weed Science**, v.35, p.360-363, 1987.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, v.24, p.519-570, 1973.
- HUXLEY, P.A. The effects of hydrogen-ion concentration temperature and seed drying method on the germination of coffee seeds. **Proceedings of the International Seed Test Association**, v.29, p.61-70, 1964.
- JUSTICE, O.L.; RICE, M.H. A review of the literature and investigation on the effect of hydrogen-ion concentration on the germination of seeds. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.44, p.144-149, 1954.
- KRAMER, P.J. Fifty years of progress in water relations research. **Plant Physiology**, v.54, p.463-471, 1974.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p.174-186, 1976.
- LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 2.ed., Berlin: Springer Verlag, 1980. 303p.
- LEVITT, J. **Introduction to land Physiology**. 2.ed. Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1974. 447p.
- PARMAR, M.T.; MOORE, R.P. Carbowax 6000, mannitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination of corn. (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. **Agroonomy Journal**, v.30, p.192-195, 1968.
- PEREZ, S.C.J.G. de A.; MORAES, J.A.P.V. Influência de temperatura, da interação temperatura-giberelina e do estresse térmico na germinação de *Prosopis juliflora* Sw (DC). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.2, n.1, p.41-53, 1990.
- SHARMA, M.L. Simulation of drought and its effects on germination of five pasture species. **Agronomy Journal**, v.65, p.982, 1973.
- SIMON, E.W. Plant membranes under dry conditions. **Pesticide Science**, v.9, p.169-172, 1978.
- STREET, H.E.; ÖPIK, H. **The physiology of flowering plants, their growth and development**. 3.ed. USA: Editora Edward Arnold, 1983. 279p.
- THANOS, C.A.; SKORDILES, A. The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *P. brutia* seeds. **Seed Science & Technology**, v.15, p.163-174, 1982.
- THERIOS, I.N. Effects of temperature, moisture stress and pH on the germination of seeds of almond (*Prunus amygdalus*). **Seed Science & Technology**, v.10, p.585-594, 1982.
- THILL, D.C.; SCHIMMAN, R.D.; APPLEBY, A.P. Osmotic stability of mannitol and polyethyleneglycol 20.000 solutions used as seed germination media. **Agronomy Journal**, v.71, p.105-108, 1979.
- VILELLA, G.G.; METRY, B.; TASTALDI, H. **Técnicas e experimentos de bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1973. 552p.
- 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.