

EFEITOS DOS ESTRESSES HÍDRICO E SALINO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (Lam.) de Wit¹

ARNÓBIO DE MENDONÇA BARRETO CAVALCANTE²
e SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE PEREZ³

RESUMO - Este trabalho é um estudo dos efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, tipo Peru, var. Cunningham. Após a triagem manual, as sementes foram escarificadas, distribuídas em placas-de-petri com quatro repetições de 100 sementes por tratamento e incubadas à temperatura de 30 °C em diferentes valores de potenciais hídricos e de concentrações salinas. Assim, verificou-se uma redução na velocidade e porcentagem de germinação, sendo determinados limites máximos de tolerância entre -1,5MPa e -1,6 MPa e entre 300 e 330 mM, respectivamente.

Termos para indexação: resistência à seca, manitol, resistência à salinidade, NaCl.

EFFECTS OF WATER AND SALTY STRESS ON GERMINATION OF *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LAM.) DE WIT SEEDS.

ABSTRACT -This paper presents a study of the effects of hydric an salt stress on the germination of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, kind Peru, cv. Cunningham seeds. First, the seeds were chemically scarified and then distributed in petri dishes with four repetition of 100 seeds. When they were incubated at the optimum temperature (30 °C), for different values of water potential and salt concentrations, a reduction in the rate and germination percentage were observed. The drought and salt tolerance were respectively : -1,5 to - 1,6 MPa, and 300 to 330 mM.

Index terms : drought tolerance, mannitol, salt tolerance, NaCl.

INTRODUÇÃO

As plantas conhecidas no Brasil como leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) são originárias provavelmente do México e norte da América Central. Pertencem à família Leguminosae e são propagadas predominantemente por sementes.

Dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo, a disponibilidade

de água é um dos mais importantes. Assim, a disponibilidade hídrica é vista como uma limitação para o cultivo, em especial nas regiões tropicais, uma vez que sob o aspecto térmico, as plantas não sofrem restrições acentuadas nas épocas normais de semeadura (Gomes, 1982). A água não é apenas o fator iniciante da germinação, mas também está envolvida, direta ou indiretamente, em todas as demais etapas do metabolismo subsequente. Sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização e no transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídios dos tecidos de reserva da semente (Carvalho & Nakagawa, 1988; Woodstock, 1988; Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989).

Além da água, a salinidade influencia significativamente a resposta germinativa. O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico

¹ Aceito para publicação em 7 de dezembro de 1994.

Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor. Área de concentração: Ecol. e Rec. Naturais da Univ. Fed. de São Carlos (UFSCar) - SP. Desenvolvido com recursos da CAPES.

² Eng. Agr. M. Sc., Univ. Fed. de São Carlos, CEP 13565-905 São Carlos, SP.

³ Biol., Dra., Profa., Dep. Botânica - UFSCar, Caixa Postal 676.

do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes. Esta redução do potencial hídrico e os efeitos tóxicos dos sais interferem inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando na germinação. Conforme Bliss et al. (1986), o alto teor de sais do solo, especialmente o NaCl, pode inibir a germinação, por causa dos efeitos osmótico e tóxico.

Como aproximadamente um terço da superfície terrestre do planeta é árida ou semi-árida ($4,8 \times 10^9$ ha), e estima-se que metade desta área seja afetada pela salinidade, é importante que se invista em pesquisas futuras de aproveitamento destas regiões, identificando espécies capazes de sobreviverem satisfatoriamente em regiões secas e/ou regiões com solos afetados por sais.

Assim, este trabalho se propôs a estudar o comportamento germinativo de sementes de leucena diante da simulação dos estresses hídrico e salino.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, tipo Peru, cultivar Cunningham utilizadas neste trabalho, foram colhidas 4 meses antes do início dos experimentos e armazenadas em condições adequadas de temperatura (10 °C) e umidade (12 % de u.r.).

Antes do início dos experimentos realizou-se uma triagem manual das sementes, a fim de se obter uniformidade de tamanho e melhor estado de conservação. Em seguida, as sementes foram escarificadas quimicamente por 40 min em H_2SO_4 (Cavalcante, 1993), lavadas em água corrente por três minutos, depois em água destilada, e, finalmente, secadas com papel toalha. Utilizaram-se quatro repetições de 100 sementes, distribuídas em oito placas-de-petri com 15 cm de diâmetro, forradas com papel de filtro umedecido com 10 ml de solução teste. As placas foram seladas com película de PVC, visando evitar a evaporação da solução-teste, e incubadas em uma câmara climática com precisão de $\pm 0,5$ °C à temperatura de 30 °C (Cavalcante, 1993).

Para a simulação de um déficit hídrico, utilizaram-se soluções de manitol (agente osmótico, pm 182,15) nos seguintes potenciais hídricos: 0,0; -0,3; -0,6; -0,9; -1,2; -1,5 e -1,6 MPa, com base na equação citada por Paul & Moore (1968).

Para simular um estresse salino e determinar o limite máximo de tolerância ao sal, as sementes foram embebi-

das em soluções de NaCl (pm. 58,443) nas seguintes concentrações: 00; 25; 75; 150; 200, 300 e 330 mM.

Nos tratamentos com Manitol ou NaCl, onde se verificou redução acentuada ou total da germinação, as sementes não germinadas ao término do experimento foram lavadas com água destilada e transferidas para placas-de-petri com papel de filtro umedecido com 10 ml do fungicida Captan 2 ppm (Clarck & Scott, 1982), a fim de verificar indução à dormência ou perda de viabilidade.

Foram consideradas sementes germinadas as que apresentavam extensão radicular ≥ 2 mm (Juntilla, 1976; Duran & Tortosa, 1985), e o experimento foi finalizado quando todas as sementes já haviam germinado ou quando as remanescentes nas placas apresentavam-se deterioradas. Foram realizadas leituras a cada período de 24 horas, contando-se as sementes germinadas, para análise da velocidade e frequência de germinação, as quais foram posteriormente descartadas (Brasil, 1976; Clare & Staden, 1983; Thanos & Skordiles, 1987).

Os cálculos de germinabilidade, velocidade e frequência de germinação foram obtidos através de fórmulas citadas por Labouriau & Agudo (1987). A germinabilidade foi calculada pela porcentagem final de germinação transformada em valor angular (arco seno $\sqrt{\%}$), aplicando-se os testes de Fisher & Tukey, e usando-se 5% de probabilidade como nível de significância. Para a velocidade de germinação, foi usada a seguinte estatística descritiva: tempo médio de germinação, em dias (\bar{t}); variância do tempo, em dias² (s_t^2); velocidade média de germinação, em dias⁻¹ (\bar{v}), e variância da velocidade, em dias⁻² (s_v^2). Com a s_v^2 heterocedástica, confirmada pelo teste de Cochran, os valores foram transformados em logaritmo neperiano (ln).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra uma redução gradual da velocidade de germinação e germinabilidade, com o aumento da concentração de manitol no meio germinativo.

A germinabilidade máxima em presença do agente osmótico foi verificada no tratamento -0,3 MPa (98,3%), numericamente inferior ao controle (99,3%), porém estatisticamente igual a este. Verificou-se, também, que os diferentes valores de potencial hídrico a partir de -0,3 MPa atuaram como fator inibidor, não se tendo observado a ação promotora em nenhum dos tratamentos considerados,

TABELA 1. Valores médios de germinabilidade e velocidade de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* submetidas a diferentes concentrações de manitol. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (4 x 100 sementes por tratamento).

Tratamento	Germinabilidade		Velocidade de germinação	
	(%)	(arco seno $\sqrt{\%}$)	(dias ⁻¹)	(ln)
0,0 MPa	99,3	86,5a	0,555	0,59a
-0,3 MPa	98,3	84,6a	0,420	0,86b
-0,6 MPa	78,8	63,0b	0,224	1,49c
-0,9 MPa	36,0	36,8c	0,206	1,58c
-1,2 MPa	23,0	28,6c	0,103	2,27d
-1,5 MPa	2,3	8,7d	0,102	2,28d
-1,6 MPa	0,0	-	0,000	-
F	139,32*		285,2*	
dms (Tukey)	12,33		0,19	

* Significativo a 5% de probabilidade.

ou seja, germinabilidade superior à do controle. A germinabilidade decresceu com a diminuição do potencial hídrico do meio germinativo, até sua nulidade em -1,6 MPa. Com a ocorrência de germinação em -1,5 MPa (2,3%), estima-se, com respeito ao parâmetro germinabilidade, um limite máximo de tolerância da parte das sementes de leucena, entre -1,5 MPa e -1,6 MPa (Tabela 1).

As sementes que permaneceram em contacto com soluções bastante concentradas de manitol estavam envoltas por uma substância de aspecto gelatinoso. Nas sementes que tiveram germinação inibida a partir de -0,6 MPa, ficou evidenciado o efeito do manitol na indução à dormência, observando-se recuperação da capacidade de germinação após serem lavadas e colocadas para germinar em solução de Captan à temperatura de 300 °C (Tabela 2).

O tratamento -0,3 MPa apresentou a maior velocidade dentre os tratamentos com agente osmótico no meio germinativo, diferenciando-se estatisticamente destes e do controle (Tabela 1). A diferença

TABELA 2. Recuperação de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* após dadas condições favoráveis à germinação. T- tratamento; G- germinação; M- sementes mortas; R- resposta de recuperação (4 x 100 sementes por tratamento).

T	%G	%M	%R
-0,6 MPa	78,8	9,0	12,2
-0,9 MPa	36,0	13,0	51,0
-1,2 MPa	23,0	14,0	63,0
-1,5 MPa	2,3	16,0	81,7
-1,6 MPa	0,0	21,0	79,0

de velocidade de germinação do tratamento -0,3 MPa, com relação ao controle, se deu a um número reduzido de sementes que germinaram no primeiro dia (7% contra 29 % do controle) e a um atraso de germinação de considerável número de sementes a partir do terceiro dia, ou seja, 29% para o tratamento -0,3 MPa contra 5% do controle. Apesar de as germinabilidades entre -0,3 MPa e o controle serem estatisticamente iguais, a velocidade de germinação justifica a condição de fator inibidor para o potencial hídrico, em todos os tratamentos considerados.

Outro aspecto de análise do processo germinativo é através dos polígonos de frequência relativa. A Fig. 1 revela polígonos unimodais nos valores de potencial hídrico 0,0, -0,3, -1,5 MPa e polimodais nos tratamentos restantes. Observou-se que o tempo médio e o primeiro dia com ocorrência de germinação foram deslocados para a direita, na medida em que o potencial hídrico do meio germinativo era diminuído, mostrando que a velocidade de germinação é gradualmente reduzida até que nenhuma semente germine mais.

O número total de germinações (Nt) foi diretamente proporcional à diminuição do potencial hídrico, o inverso sendo observado para o número de dias de ocorrência de germinação, quando o período de quatro dias no controle estendeu-se para 24 dias no tratamento -1,2 MPa. Isto revela que as sementes de leucena espalham a germinação ao lon-

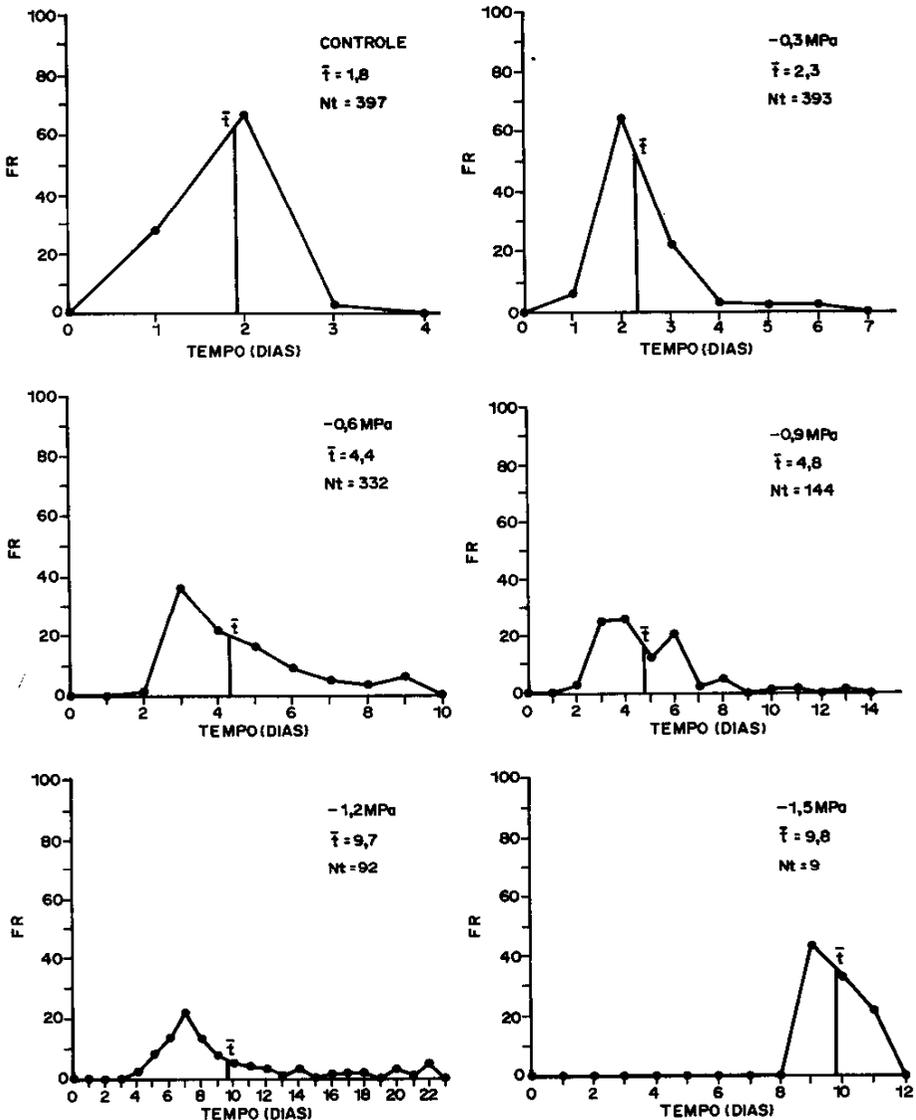


FIG. 1. Polígonos de frequência relativa (FR) da germinação de sementes de *L. leucocephala* para diferentes potenciais hídricos. \bar{t} - tempo médio de germinação; Nt - número total de sementes germinadas.

go do tempo, na medida em que as condições hídricas vão se tornando mais adversas (Fig. 1), até que somente as mais vigorosas germinem (2% em -1,5 MPa). Mantido o aumento da intensidade do

estresse, entraram em dormência (-1,6 MPa), “uma estratégia importante” para a perpetuação da espécie quando em condições extremamente adversas (Tabela 2).

Leucaena leucocephala cv. Cunningham apresentou germinabilidade e velocidade de germinação em uma ampla faixa de potencial hídrico. Esta faixa é bastante variada entre as leguminosas, como, por exemplo, em *Prosopis juliflora* com a germinação inibida a -1,9 MPa (Perez & Moraes, 1991), *Acacia* ssp em -0,6 MPa (Choinski & Tuohy, 1991), soja em -1,5 MPa (Santos et al., 1992).

O limite de inibição total da germinação de leucena em valores de potencial hídrico não está entre os valores mais baixos ou mais altos encontrados, situando-se este em uma faixa intermediária próximo ao ponto de murcha permanente das espécies cultivadas (-1,5 MPa ou -15 bar). Assim, observa-se uma inibição total da germinação de *Triticum aestivum* a -2,1 MPa (Ashaf & Abu-Shakra, 1978), *Cratylia floribunda* a -1,7 MPa (Barrueto Cid, 1978), *Stylosanthes humilis* a -1,9 MPa (Delachieve, 1984), *Pinus halepensis* a -2,1 MPa (Thanos & Skordiles, 1987), *Prosopis juliflora* a -1,9 MPa (Perez & Moraes, 1991), *Kochia indica* a -0,1 MPa (Khatri et al., 1991) e *Acacia* ssp a -0,5 MPa (Choinski & Tuohy, 1991).

Quanto ao fator salinidade, a germinabilidade máxima em presença de NaCl foi verificada nos tratamentos 25 e 75 mM (97,5%) com ausência de diferença estatística significativa entre si e o tratamento controle (99,3%). A germinabilidade mais baixa (12,8%) foi observada na concentração 300 mM, e a ausência total de germinação, a 330 mM (Tabela 3). Assim, um limite máximo suportável ao NaCl foi estimado entre 300 e 330 mM de germinação de sementes de *L. leucocephala* cv. Cunningham, que dessa forma revelaram uma larga faixa de aceitação ao NaCl para a germinação.

Quanto às sementes que não germinaram nas concentrações 250, 300 e 330 mM, quando fornecidas condições ótimas à germinação, evidenciou-se indução à dormência pelo NaCl (Tabela 4). Antes de serem fornecidas condições favoráveis à germinação, as sementes que estavam em contacto com soluções bastante concentradas apresentavam-se embebidas e envoltas por uma substância de aspecto gelatinoso liberado por elas mesmas, o que indica uma tentativa de reduzir o contato com as condições estressantes, e, assim, manterem-se viáveis por um maior período de tempo.

TABELA 3. Valores médios de germinabilidade e velocidade de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* submetidas a diferentes concentrações de NaCl. Os valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade (4 x 100 sementes por tratamento).

Tratamento	Germinabilidade		Velocidade de germinação	
	(%)	(arco seno $\sqrt{\%}$)	(dias ⁻¹)	(ln)
0 mM	99,3	86,53a	0,555	0,58b
25 mM	97,5	81,00ab	0,694	0,36a
75 mM	97,5	81,00ab	0,505	0,68b
150 mM	93,8	76,43bc	0,434	0,83c
200 mM	88,8	70,62c	0,275	1,29d
250 mM	48,5	44,14d	0,145	1,93e
300 mM	12,8	20,89e	0,147	1,91e
330 mM	0,0	—	0,000	—
F	1984,6*		854,8*	
dms (Tukey)	7,75		0,10	

* Significativo a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Recuperação de germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* após dadas condições favoráveis à germinação. T- tratamento; G- germinação; M- sementes mortas; R- resposta de germinação (4 x 100 sementes por tratamento).

T	%G	%M	%R
250 mM	48,5	14,0	37,5
300 mM	12,8	35,0	52,2
330 mM	0	40,5	59,5

Da mesma forma que nas soluções de manitol, constatou-se que a velocidade foi inversamente proporcional à concentração de NaCl da solução, ou seja, o tempo de germinação é aumentado com o aumento da concentração de NaCl do meio germinativo, em todos os tratamentos considerados (Tabela 3). A máxima velocidade alcançada pelas sementes foi verificada no tratamento 25 mM

(0,69 dias⁻¹), sendo superior e diferente, estatisticamente, do controle (0,55 dias⁻¹). Isto sugere que se pode conseguir um aumento da velocidade de germinação de sementes de *L. leucocephala* cv. Cunningham, com a utilização de soluções de NaCl a 25 mM, após escarificação de 40 minutos e incubação adequada.

Sugere-se, também, investigar a existência, ou não, de interação entre solução de NaCl a 25 mM e fungicida Captan (2 ppm), visando maximizar simultaneamente a velocidade de germinação e a germinabilidade, reduzindo-se, assim, pelo fungicida, as infestações das sementes por fungos.

A Fig. 2 traz os polígonos de frequência relativa de germinação de *L. leucocephala* em diferentes concentrações salinas. No controle, 25, 75 e 200 mM de NaCl, estes são unimodais, e 150, 250 e 300 mM de NaCl são polimodais. A presença de polimodalidade no tratamento 150 mM se deveu à germinação de sete sementes (2%) no sexto dia de incubação, quando se esperava um número menor que cinco sementes (1%), que foi o número de sementes germinadas no dia anterior. Atribui-se isto às variações aleatórias existentes no experimento, como, por exemplo, o piso irregular onde se encontravam as placas na incubadora. Este suave declive (não-visível a olho nu) acarreta um deslocamento de solução para o lado mais baixo da placa, reduzindo, assim, o fornecimento de O₂ ou proporcionando maior contato da solução com as sementes situadas no lado mais baixo da placa.

Os polígonos de frequência são todos assimétricos, excetuando-se o tratamento 75 mM. Os polígonos com assimetria positiva decorrente de uma minoria de sementes com germinação lenta foram: 25, 150 e 200 mM. Dos demais polígonos de frequência relativa pertencentes ao controle, 250 e 300 mM não apresentaram sincronização de germinação devido a algumas sementes que germinaram mais rapidamente, ou seja, assimetria negativa. Os tratamentos 250 e 300 mM apresentaram respostas de germinação semelhantes quanto: ao início do processo, à assimetria e ao tempo médio de germinação, diferenciando-se quanto ao número total de sementes germinadas (Nt), número de dias em que ocorrem as germinações, e número máximo de sementes germinadas ao dia. Isto permite prever o com-

portamento germinativo das sementes nos valores 310 e 320 mM, onde supostamente o número total de sementes germinadas (Nt), o número de dias de germinações, o número máximo de germinações ao dia e o tempo médio (\bar{t}) seriam reduzidos até a ausência total de germinações em 300 mM (Fig. 2).

Várias espécies vegetais são reportadas, apresentando germinação em uma ampla faixa de valores de salinidade. *Juncus maritimus* (Rozema, 1975) e *Prosopis juliflora* (Perez, 1988) mostraram germinação em solução de NaCl de 600 mM. Outros vegetais, como cevada (*Hordeum vulgare*), milho (*Zea mays*), alfafa (*Medicago sativa*) (Ayers & Hayward, 1948) e *Eucalyptus angustissima*, *E. loxophleba*, *E. occidentalis*, *E. solicola* (Pearce-Pinto et al., 1990) apresentaram baixa germinabilidade em valores de 150 mM, sendo, portanto, considerados relativamente sensíveis ao NaCl. Em comparação com os valores aqui obtidos, as sementes de *L. leucocephala*, cv. Cunningham apresentaram uma germinação com relativa tolerância à salinidade, condizendo com Rab et al. (1989) quanto à mesma espécie, e Misra et al. (1988) quanto à *Leucaena diversifolia*.

O estresse salino é relatado como inibidor da germinação, por causa de seu efeito osmótico ou tóxico (Khatri et al., 1991). Geralmente, soluções salinizadas têm um efeito inibidor superior sobre a germinação de sementes quando comparadas a soluções osmóticas não-tóxicas de potencial osmótico equivalente (Younis & Hatata, 1971; Sinha et al., 1982; Khatri et al., 1991). Desta forma, no presente estudo, o extremo de germinabilidade das sementes de *L. leucocephala* em soluções de NaCl em valores de potencial osmótico (300 mM \cong -1,3 MPa; o coeficiente isotônico do Na⁺Cl⁻ = 1,8) foi inferior quando comparado com o valor extremo de germinabilidade em soluções de manitol, -1.5 MPa para o mesmo lote de sementes (Cavalcante, 1993), o que indica que a germinação de sementes de *L. leucocephala* foi inibida em decorrência do efeito tóxico, e não do efeito osmótico do NaCl.

Sementes de *L. leucocephala* tiveram um limite máximo de tolerância ao NaCl em 330 mM, com recuperação de germinação após dadas condições favoráveis de 37,5%, 52,2% e 59,5% para 250, 300 e 330 mM, respectivamente, e germinação bloqueada pelo efeito tóxico. Classificar esta espécie quanto

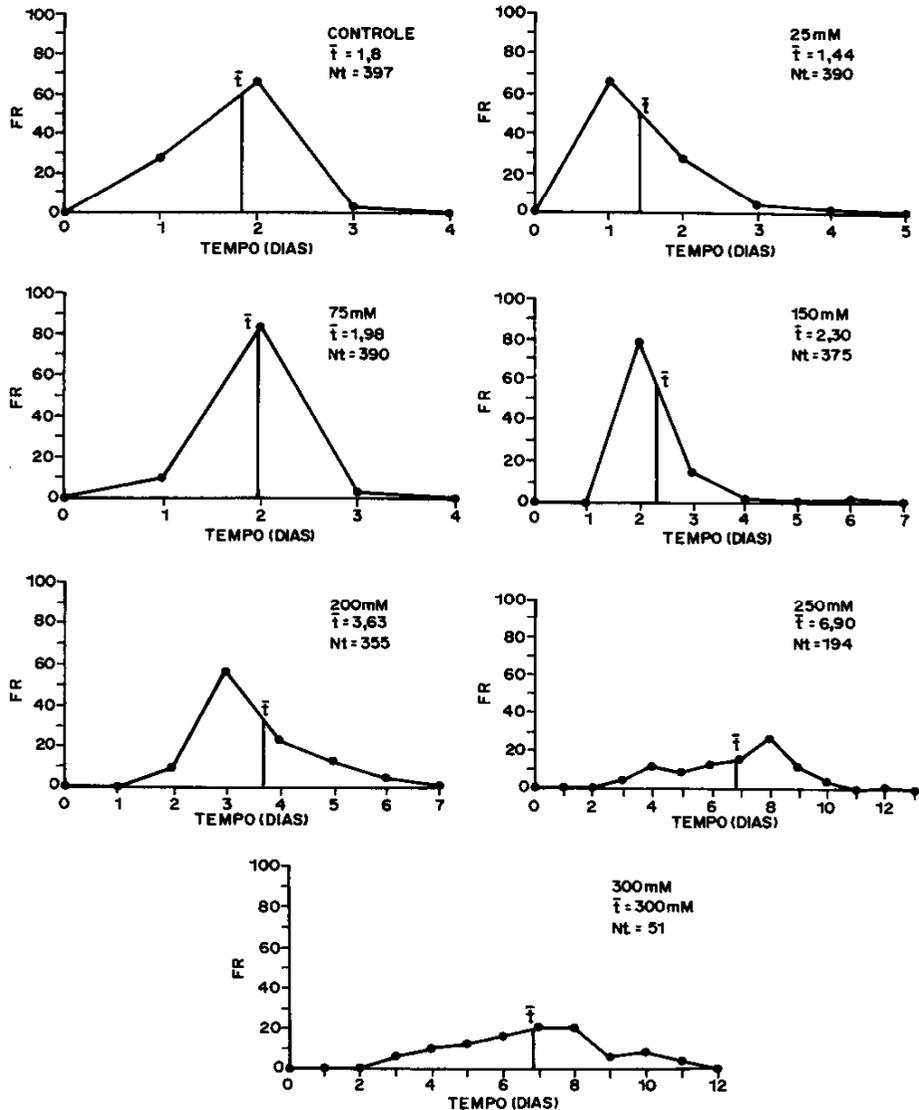


FIG. 2. Polígonos de frequência relativa (FR) da germinação de sementes de *L. leucocephala* para diferentes concentrações de NaCl. \bar{t} - tempo médio de germinação; Nt - número total de sementes germinadas.

a sua tolerância ao NaCl exclusivamente por sua germinação é insuficiente. Outros estudos sobre as fases seguintes de crescimento da planta supõem-se necessários para uma classificação mais segura e

criteriosa. Enfim, supõe-se que a *L. leucocephala* cv. Cunningham por meio da germinação de suas sementes seja uma espécie glicófila pouco tolerante ao sal.

A sensibilidade das sementes de *L. leucocephala* ao NaCl não constitui base suficiente para que esta seja indicada para solos afetados por sais, apesar de Horst & Taylor (1983) relatarem que a germinabilidade e velocidade de germinação podem ser critérios eficientes para seleção de espécies que suportam a salinidade. Outros pesquisadores (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989; Miyamoto et al., 1982; Nerson & Paris, 1984; Marcar, 1987) afirmaram que principalmente as culturas agrícolas não apresentam relação alguma entre a germinação e as fases posteriores do crescimento no que diz respeito à salinidade. Pearce-Pinto et al. (1990), trabalhando com eucalipto, comentaram a necessidade de informações que correlacionem plântulas e germinação de sementes quanto ao aspecto tolerância à salinidade, para que possam permitir uma seleção criteriosa de espécies tolerantes à salinidade. Dessa maneira, sugere-se acrescentar a esta pesquisa informações acerca do estabelecimento de plântulas de *L. leucocephala* cv. Cunningham em solos afetados por sais e correlacioná-los à germinação de sementes, possibilitando, assim, uma seleção mais criteriosa e segura quanto à indicação desta espécie para solos afetados por sais.

CONCLUSÕES

1. A germinabilidade e a velocidade de germinação foram inversamente proporcionais ao aumento das concentrações de manitol e de NaCl do meio.
2. A supressão da germinação ocorreu entre -1,5 e -1,6 MPa de manitol e entre 300 e 330 mM de NaCl.
3. A exposição das sementes aos estresses hídrico e salino prolongados induziu dormência secundária nas sementes mais vigorosas.

REFERÊNCIAS

- ASHAF, C.M.; ABU-SHAKRA, S. Wheat germination under low temperature and moisture stress. *Agronomy Journal*, v. 70, p. 135-139, 1978.
- AYERS, A. D.; HAYWARD, H. E. Method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observation on several crop plants. *Soil Science Proceedings of America Journal*, v. 13, p. 224-226, 1948.
- BARRUETO CID, P. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação de leguminosa *C. floribunda*. Viçosa: UFV, 1978. Dissertação de Mestrado.
- BLISS, R. D.; PLATT-ALOIA, K. A.; THOMPSON, W. W. *Plant Cell Environment*. [S.l.: s.n.], 1986. 727p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. [S.l.: s.n.], 1976.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CAVALCANTE, A. B. M. *Germinação de sementes de Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit; influência da temperatura, pH e dos estresses hídrico e salino*. São Carlos: Dep. de Botânica, Univ. Fed. de São Carlos, 1993. Dissertação de Mestrado.
- CHOINSKI, J. S.; TUOHY, J. M. Effect of water potential and temperature on the germination of four species of african savana trees. *Annals of Botany*, v. 68, p. 227-233, 1991.
- CLARCK, S.M.; SCOTT, D. J. Effects of carboxim, benomyl and Captan on the germination of wheat during the post harvest dormancy period. *Seed Science & Technology*, v. 10, p. 87-94, 1982.
- CLARE, F.; STADEN, J. V. Germination of *T. minuta* L. I. Temperature effects. *Annals of Botany*, v. 52, p. 659-666, 1983.
- DELACHIAVE, M. E. A. *Efeito de diferentes potências da água sobre alguns aspectos fisiológicos da germinação de sementes de S. guianensis*. São Carlos: UFSCar, 1984. Tese.
- DURAN, J. M.; TORTOSA, M. E. The effect of mechanical and chemical. *Seed Science Technology*, v. 13, p. 155-163, 1985.
- GOMES, J. Parâmetros ambientais e épocas de semeadura. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *O milho no Paraná*. Londrina, 1982. p. 51-56.
- HORST, G. L.; TAYLOR, R.M. Germination and initial growth of kentucky blue grass in soluble salts. *Agronomy Journal*, v. 75, p. 679-683, 1983.
- JUNTILA, O. Seed and embryo germination in *S. vulgaris* and *S. reflexa* as affected by temperature during seed development. *Physiologia Plantarum*, v. 29, p. 264-268, 1976.

- KHATRI, R.; SETHI, V.; KAUSHIK, A. Inter-population variations of *K. indica* during germination under different stresses. *Annals of Botany*, v. 67, p. 413-415, 1991.
- LABOURIAU, L. G.; AGUDO, M. On the physiology of seed germination in *S. hispanica* L. I. Temperature effects. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.59, n.1, p.37-56, 1987.
- MARCAR, N. E. Salt tolerance in the genus *Lolium* during germination and growth. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 38, p. 297-307, 1987.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989, 270p.
- MISRA, C. M.; SINGH, S. L.; BEHAL, S. Germination of tropical leguminous tree species under high pH. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports*, India, v.6, n. 13, p. 36-42, 1988.
- MIYAMOTO, S.; SOSNOVSKE, K.; TIPTON, J. Salt and water stress effects on germination of guayule seeds. *Agronomy Journal*, v. 74, p. 303-307, 1982.
- NERSON, H.; PARIS, H. S. Effects of salinity on germination, seedling growth and yield of melons. *Irrigation Science*, v.5, p. 265-273, 1984.
- PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Carbowax 6000, manitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. *Agronomy Journal*, v. 30, p. 192-195, 1968.
- PEARCE-PINTO, G. V. N.; Van der MOEZEL, P. G.; BELL, D. T. Seed germination under salinity stress in Western Australian species of *Eucalyptus*. *Seed Science & Technology*, v.18, p.113-118, 1990.
- PEREZ, S. C. J. G. de A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de algarobeira**. São Carlos: UFSCar, 1988. Tese de Doutorado.
- PEREZ, S. C. J. G. de A.; MORAES, J. A. P. V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n.7, p.981-988, 1991.
- RAB, N.; ALTAF, H.; MAKHDUM, M.I. Effects of sucrose on seed germination de Ipil-Ipil (*L. leucocephala*) a difference salinity levels. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, v.32, n.1., p.55-57, 1989.
- ROZEMA, J. The influence of salinity, inundation and temperature on the germination of some halophytes and non-halophytes. *Oecologia Plantarum*, v. 10, p. 341-353, 1975.
- SANTOS, V. L. M.; CALILI, A. C.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, E. M.; SANTOS, C. M. 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.
- SINHA, A.; GUPTA, S. R.; RANA, R. S. Effect of osmotic tension and salt-stress on germination of three grass species. *Plant and Soil*, v. 69, p. 13-19, 1982.
- THANOS, C. A., SKORDILES A. The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *P. halepensis* and *P. brutia* seeds. *Seed Science & Technology*, v. 15, p. 163-174, 1987.
- WOODSTOCK, L. W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. *Journal of Seed Technology*, East Lansing, v. 12, n. 1, p. 1-15, 1988.
- YOUNIS A. F.; HATATA, M. A. Studies on the effects of certain salts on germination, on growth of root and on metabolism. *Plant and Soil*, v. 34, p. 183-200, 1971.