

Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*

A. P. da Silva Souza Filho*

Introdução

Em ambientes sujeitos a constantes perturbações, como é o caso dos ecossistemas de pastagens cultivadas da região amazônica brasileira, as sementes constituem-se em importante mecanismo de suprimento de novos indivíduos de leguminosas forrageiras para as áreas de pastagens. Ao serem liberadas para o meio ambiente, entretanto, a germinação dessas sementes está sujeita à ação de um conjunto de fatores ambientais (Karszen, 1982), que podem determinar maior ou menor índice de germinação e, conseqüentemente, maior ou menor número de novas plantas na área. Fatores relacionados ao clima, como luz e temperatura, e outros relativos às condições do solo como pH, nível salino e teor de umidade têm sido apontados como controladores da germinação de sementes de plantas (Roberts e Totterdell, 1981; Roy, 1986; MacDonald et al., 1992; Rumbaugh et al., 1993; Pérez e Prado, 1994; Villiers et al., 1994; Souza Filho et al., 1998a), influenciando, decisivamente, na dinâmica populacional das espécies, favorecendo aquelas com maior habilidade para germinar em determinadas condições de estresse ao mesmo tempo em que impõem limitações àquelas com maior sensibilidade.

A identificação dos fatores ambientais —tanto aqueles relativos ao clima como às características do solo— que comandam o comportamento da germinação das sementes representa um importante papel na interpretação do comportamento ecológico das espécies no campo, além do que, ajuda no desenvolvimento de estratégias visando a aceleração

no suprimento de novos indivíduos para a área. *Leucaena (Leucaena leucocephala)* é uma leguminosa forrageira de grande importância para a pecuária tropical, não só devido suas características agrônômicas de alta produção de forragem e qualidade nutricional para bovinos, como ainda devido apresentar boa adaptabilidade às condições ambientais predominantes nas regiões tropicais, o que faz com que permaneçam verde durante o período de estiagem que ocorre na região.

O objetivo da presente pesquisa foi identificar as variações que ocorrem na germinação (índice de velocidade de germinação e percentual) de sementes de leucena em função dos fatores temperatura, luz e estresse osmótico e salino.

Materiais e métodos

No Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Estado do Pará, foram colhidas sementes de leucena [*L. leucocephala* (Lam.) De Wit.] que passaram por um processo de limpeza e expurgo, tratadas com vista à superação da dormência (imersão em água quente, 80 °C, por 8 minutos) e acondicionadas em sacos de plástico.

Estresse salino

Prepararam-se soluções aquosas de NaCl nas concentrações de 0, 25, 75, 150 e 300 mM. Para preparo dessas concentrações, dissolveu-se NaCl em água deionizada (concentração de 0 mM de NaCl), tratamento considerado testemunha, constante apenas de água deionizada. Foi estipulado o volume de 10 ml de solução por caixa de 'gerbox'. Diariamente trocava-se o papel de filtro e adicionava-se 10 ml da solução salina na concentração correspondente. Os testes foram realizados em condições controladas de 30 °C de temperatura constante e fotoperíodo de 12 h.

* Pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr Enéas Pinheiro, S/N, 66.095-100, Belém, Pará, Brasil.
E-mail: apedro@cpatu.embrapa.br

Temperatura

Sementes foram postas para germinar em condições de temperaturas contínuas e alternadas. As temperaturas contínuas foram: 20, 25, 30, 35 e 40 °C; e as alternadas: 20-40, 25-40, 20-35, e 25-35 °C, respectivamente, para temperaturas noturnas e diurnas. Os trabalhos foram conduzidos em câmara de germinação, com fotoperíodo de 12 h para todas as condições de temperaturas.

Estresse osmótico

O efeito do estresse osmótico na germinação foi analisado utilizando-se soluções aquosas com potencial osmótico de 0, -0.3, -0.6, -0.9, e -1.2 MPa, preparadas dissolvendo-se polietilenoglicol 6.000 em água deionizada. Para o tratamento testemunha (0 Mpa) utilizou-se água deionizada. As sementes foram dispostas sobre papel de filtro umedecido com 10 ml da solução aquosa com potencial osmótico equivalente. Diariamente substituía-se o papel de filtro e adicionava-se nova solução. Os ensaios foram desenvolvidos em condições de 30 °C de temperatura constante e fotoperíodo de 12 h.

A germinação, para os ensaios anteriormente descritos, foi monitorada em períodos de 15 dias, com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. Cada gerbox transparente de 11 x 11 cm recebeu 50 sementes. A germinação foi analisada sob dois aspectos: índice de velocidade de germinação (IVG) e percentual de germinação. O IVG foi calculado tendo por base a fórmula:

$$IVG = [N_1/1 + N_2/2 + N_3/3 + \dots + N_n/n] \times 100$$

onde:

N_1 , N_2 , N_3 e N_n são as proporções de sementes germinadas no primeiro, segundo, terceiro e enésimo dia após a semeadura (Wardle et al., 1991). Assim, o índice IVG pode variar de 0 (se nenhuma semente germinar) a 100 (se todas as sementes germinarem no primeiro dia). As sementes que apresentavam extensão radicular igual ou superior a 2 mm foram consideradas germinadas (Juntilla, 1976; Durán e Tortosa, 1985).

Luz

Analisaram-se os efeitos do tempo de duração da luz sobre a germinação das sementes de leucena. Foram analisados os seguintes períodos de duração da luz: 0, 6, 12, 18 e 24 h de luz. Para a obtenção do período de 0 hora de luz (escuro total) envolveu-se cada gerbox transparente com papel de alumínio. Os trabalhos

foram desenvolvidos em câmaras com temperatura controlada para 30 °C constante. Após um período de 15 dias de incubação, contavam-se as sementes germinadas.

Análise estatística

O delineamento experimental foi comum para todos os ensaios, sendo inteiramente casualizado com três repetições. Os dados foram analisados pelo teste 'F', e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os efeitos do estresse osmótico e salino foram analisados por regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas pelo programas SAS (SAS, 1989).

Resultados e discussão

Estresse osmótico

Os dois parâmetros de germinação analisados responderam negativamente ao aumento do estresse osmótico (Figura 1), entretanto, a germinação ocorreu em todos os valores de estresse osmótico, indicando que mesmo em condições de estresse de -1.2 MPa, as sementes de leucena têm condições de germinar. A análise de regressão polinomial indicou efeito quadrático do estresse osmótico no percentual de germinação e IVG. As relações entre as variáveis estudadas foi expressa pelas equações:

Germinação (%):

$$Y = 84.43 - 55.30X + 7.94X^2; R^2 = 0.97^{**}$$

IVG:

$$Y = 55.40 - 61.50X + 18.34X^2; R^2 = 0.99^{**}$$

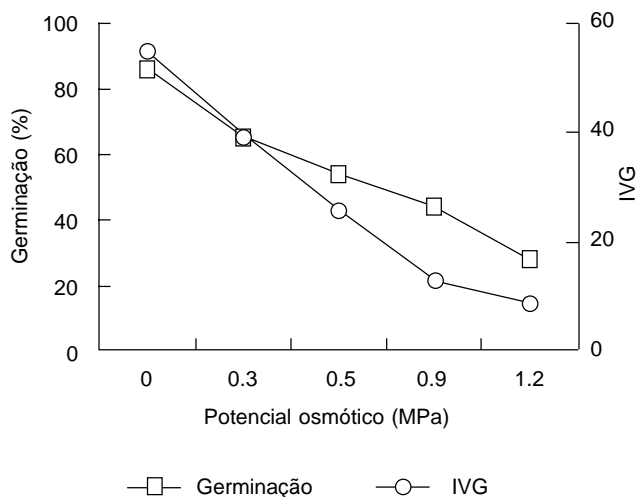


Figura 1. Variações na germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*) em função do estresse osmótico.

O percentual de germinação apresentou reduções da ordem de 60%, enquanto o IVG foi reduzido em 80% (Figura 1). Essas informações apontam para o IVG como um fator mais sensível aos efeitos do estresse osmótico do que o percentual de germinação.

As plantas apresentam diferentes habilidades para germinarem em condições de estresse osmótico. Prisco et al. (1992) analisaram a germinação de sementes de quatro espécies de plantas submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Das quatro espécies apenas o milho e o sorgo apresentaram germinação em condições de potencial osmótico igual ou superior a 0.8 MPa. Sementes de cowpea e algodão não germinaram a 0.6 MPa. A maior ou menor capacidade de germinação de sementes submetidas a estresse hídrico deve ser considerada nas estratégias de manejo, pois está relacionada com o estabelecimento de novas plantas na regeneração natural (Bewley e Black, 1982). Para a leguminosa forrageira leucena, os resultados encontrados conferem a essa planta habilidade para fornecer, através de fluxos frequentes, novos indivíduos para as áreas de pastagens, embora variações na intensidade desse fluxo seja controlado pelo estresse osmótico. Mesmo em condições de estresse hídrico tão alto como 1.2 MPa, fluxos de novos indivíduos devem ser esperados.

O estresse osmótico afeta vários aspectos do metabolismo da planta, sendo a fase de germinação de sementes de importância primária no ciclo das plantas. Bhatt e Rao (1987) demonstraram, à semelhança dos resultados obtidos no presente trabalho, que a germinação das sementes é reduzida a pequeno potencial osmótico, embora a exata inibição varie. Prisco et al. (1992) verificaram diferentes intensidades de resposta ao estresse osmótico para várias espécies de plantas.

Os efeitos do estresse osmótico na germinação de sementes pode ser atribuído a vários fatores. De e Kar (1995) mostraram que reduções na germinação em resposta ao estresse osmótico pode ser atribuído à menor difusão da casca das sementes à água a maiores potenciais negativos de água. Hadas (1976) menciona ainda que o estresse osmótico promove reduções da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático.

Estresse salino

A Figura 2 mostra o comportamento da germinação (IVG e percentual) em função da variação do nível de estresse salino. Tanto o IVG como o percentual final de germinação foram reduzidos com o aumento do nível de

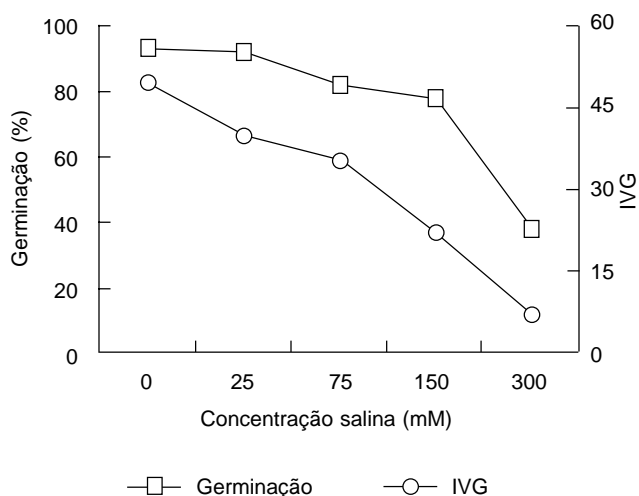


Figura 2. Variações na germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*) em função da concentração salina.

estresse. A análise de regressão polinomial indicou relação quadrática entre a germinação e a concentração do sal, sendo a relação entre as variáveis expressa pelas equações:

Germinação (%):

$$Y = 92.3 - 0.050X - 0.0004X^2 ; R^2 = 0.96^{**}$$

IVG:

$$Y = 47.90 - 0.206X - 0.0002X^2 ; R^2 = 0.98^{**}$$

No intervalo de 0 a 150 mM do sal, o percentual de germinação foi igual ou superior a 80%, revelando pouca variação na germinação em função da concentração do sal. Entretanto, para esse mesmo intervalo, o IVG foi drasticamente reduzido, indicando que embora o valor da germinação (%) tenha apresentado pouca variação, a distribuição dessa germinação foi bem desuniforme. Considerando os valores obtidos no tratamento considerado testemunha e a concentração de 300 mM do sal, o percentual de germinação apresentou redução da ordem de 59%, enquanto no IVG a redução foi de 86%. O conjunto desses resultados aparentemente aponta para o IVG como o fator mais intensamente afetado pela concentração do sal do que o percentual de germinação.

Estudos desenvolvidos com a puerária (*Pueraria phaseoloides*), no intervalo de 0 a 300 mM de sal, mostraram inibição total da germinação das sementes dessa leguminosa forrageira quando colocadas para germinar em solução salina de concentração de

300 mM (Souza Filho et al., 1998b). Estudos de mesma natureza desenvolvidos com a leguminosa forrageira calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) revelaram tendência inversa entre a germinação das sementes e a concentração salina com a germinação, na concentração de 300 mM, inferior em 75% àquela obtida no tratamento considerado testemunha (0 mM do sal) (Souza Filho e Dutra, 1998). Esses resultados mostram que as sementes da leucena apresentam maiores habilidades para germinar em ambientes onde a concentração salina seja menor ou igual a 300 mM do que outras espécies de leguminosa forrageiras como puerária e calopogônio.

Os efeitos deletérios do estresse salino sobre a germinação de sementes, conforme observado neste trabalho para as sementes de leucena, têm sido descritos por diferentes autores (Pérez e Moraes, 1994; Rogers et al., 1995) havendo variações na intensidade de resposta em função da espécie de planta estudada. Bliss et al. (1986) atribuem esses resultados aos efeitos osmóticos do NaCl, limitando a hidratação das sementes e aos efeitos tóxicos do sal sobre o embrião ou às células da membrana do endosperma.

Conquanto o fato das sementes da leucena apresentarem maior habilidade para germinar em condições salinas de até 300 mM do que as sementes da puerária ou mesmo do calopogônio, esse aspecto não é uma evidência de que a leucena tenha maiores habilidades para vegetar solos salinos do que a puerária ou o calopogônio. Em muitas espécies de plantas, a sensibilidade ao NaCl é conhecida por variar entre os diferentes estádios de crescimento (Mass e Hoffman, 1977), sendo o estresse salino mais inibitório durante a fase de germinação do que qualquer outro estágio de desenvolvimento (Bewley e Black, 1982). A sensibilidade ou tolerância ao fator salinidade não indica, indubitavelmente, que a planta evidenciará similar comportamento quando na fase adulta. Espécies de plantas como *Medicago sativa* e *Trifolium michelianum* são mais tolerantes à salinidade durante a fase de planta madura do que são na germinação ou na fase inicial de crescimento, enquanto espécies como o *T. subterraneum* apresentam comportamento oposto (West e Taylor, 1981; Rogers e Noble, 1991).

Temperatura

Ambos os parâmetros analisados na germinação (IVG e percentual) das sementes apresentaram variações ($P < 0.05$) em função da temperatura contínua no intervalo de 20 e 40 °C (Tabela 1). O valor mais elevado da germinação foi obtido na temperatura de 35 °C, sendo de 84.33% e de 42.42 para o percentual e IVG, respectivamente. Para temperaturas contínuas no

Tabela 1. Efeitos da temperatura contínua na germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*).

Temperatura (°C)	Germinação	
	Percentual	IVG
20	74.66 b*	26.70 d
25	77.00 b	33.84 c
30	74.33 b	38.80 b
35	84.33 a	42.42 a
40	47.00 c	18.27 e
C.V.	3.40	3.30
DMS	6.40	2.85

* Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

intervalo de 20 e 30 °C, o percentual de germinação não é afetado ($P > 0.05$), estando a germinação nesse intervalo sempre superior a 74%. O IVG, por sua vez, apresenta variações ($P < 0.05$) nesse intervalo de temperaturas contínuas. Esses dados levam à constatação de que a velocidade de germinação é fator mais sensível às variações da temperatura contínua do que o percentual.

Os valores obtidos para temperaturas contínuas extremas de 20 e 40 °C, mostram que tanto a germinação quanto o IVG são drasticamente reduzidos a 40 °C, o que não acontece para temperatura contínua de 20 °C, especialmente em relação à germinação (%). Aparentemente, altas temperaturas contínuas são mais restritivas ao percentual de germinação, enquanto para a velocidade de germinação, tanto baixas temperaturas contínuas (20 °C) como altas (40 °C) são restritivas (Tabela 1).

Temperaturas alternadas de 20-40, 20-35, 25-40 e 20-35 °C não efetivaram variações ($P > 0.05$) no percentual de germinação das sementes de leucena (Tabela 2). Esse resultado indica que temperaturas de 40 °C, que reduzem a germinação quando por 24 h (Tabela 1), não afetam a germinação quando presentes por 12 h. O IVG, por outro lado, apresentou variações ($P < 0.05$) quando as sementes foram submetidas a temperaturas alternadas (Tabela 2). Esse resultado repete aqueles verificados para temperaturas contínuas e mostra que a velocidade de germinação é um fator mais sensível às variações de temperaturas quer contínuas como alternadas.

Ao contrário dos efeitos observados na germinação (%), o IVG variou ($P < 0.05$) entre as diferentes combinações de temperaturas noturnas/diurnas. Para as duas espécies, o IVG foi máximo a temperaturas

Tabela 2. **Efeitos da temperatura alternada na germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*).**

Temperatura (°C)	Germinação	
	Percentual	IVG
Noturna-diurna		
20-40	74.33 a*	35.80 c
25-40	74.00 a	36.35 c
20-35	74.00 a	45.60 a
25-35	73.33 b	40.78 b
C.V. (%)	4.92	6.66
DMS	7.58	3.39

* Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

alternadas de 20-35 °C. Esses resultados confirmam aqueles relatados anteriormente para o percentual de germinação, e mostram o IVG como componente da germinação mais sensível aos efeitos da temperatura alternada.

As informações disponíveis mostram que as mudanças de temperaturas no solo ao longo do ano se constitui em fator responsável pelo fluxo de emergência de plântulas no campo (Roberts, 1988). A exemplo disso, Silva e Felipo (1986) estudando as variações na germinação de sementes de diferentes acessos de *Stylosanthes macrocephala* observam que as sementes germinaram satisfatoriamente em temperaturas constantes entre 10 e 45 °C e sob temperatura alternada de 25-5 e 25-45 °C. Em outro estudo de mesma natureza, Brar et al. (1991) analisaram o comportamento da germinação de sementes de 20 leguminosas forrageiras. Considerando o valor de 80% como satisfatório para a germinação, 18 das 20 leguminosas germinaram satisfatoriamente entre temperaturas de 10 a 30 °C. Neste trabalho, as sementes de leucena germinaram satisfatoriamente em condições de 35 °C de temperatura constante ou em qualquer condição de temperatura alternada de 20-40, 25-40, 20-35 e 25-35 °C.

O sucesso no estabelecimento de uma determinada espécie no campo está na dependência da utilização da temperatura ótima para germinar. Os trabalhos de Elkins et al. (1996) mostram que as espécies atingem germinação máxima em diferentes faixas de temperaturas. Dentro dessa, pode ser considerada como temperatura ótima aquela na qual a mais alta porcentagem de germinação é obtida. Seriam consideradas ainda mínima e máxima, respectivamente, como as mais baixas e mais altas temperaturas onde a germinação ocorre (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989). No presente trabalho, a germinação máxima, considerando os dois parâmetros de germinação

analisados, foi obtida em condições de temperatura constante de 35 °C ou alternada de 20-40, 25-40, 20-35 e 25-35 °C. Considerando que a germinação ocorreu em todas as temperaturas estabelecidas, tanto contínuas como alternadas, não foi possível determinar as temperaturas mínima e máxima onde a germinação pode ocorrer. Aparentemente essas temperaturas estariam abaixo de 20 °C e acima de 40 °C.

Tempo de duração de luz

As sementes germinaram sempre acima dos 70% em todas as condições de luz estabelecidas (Tabela 3). Aparentemente, a germinação das sementes de leucena não está associada ao fator exigência quanto à luz, podendo as mesmas germinarem tanto na presença como na ausência total de luz por até 24 h por 15 dias. A luz é considerada um requerimento para a germinação de sementes de várias espécies de plantas (Black, 1969). Porém, dependendo da capacidade de adaptação às condições ambientais, as plantas podem ter distintas respostas a esse fator ambiental (Givnish, 1988; Seemann, 1989).

Tabela 3. **Efeitos do tempo de duração de luz na germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*).**

Tempo de duração da luz (horas)	Germinação (%)
0	76
6	71
12	75
18	71
24	75
C.V.	6.7
DMS	7.3

As plantas podem ser fotoblásticas positivas ou negativas, conforme tenham a germinação promovida ou inibida pela luz, havendo espécies cujas sementes se mostram indiferentes à presença de luz para germinar (Santos e Pereira, 1996). A ausência de resposta ao tempo de duração de luz observado para as sementes de leucena é um indicativo da capacidade adaptativa dessa leguminosa forrageira às condições de luz ou ausência dessa.

Conclusões

A germinação ótima de sementes de leucena ocorre em condições de 35 °C de temperatura contínua e em temperaturas alternadas de 20-40, 20-35, 25-35 e 25-40 °C.

A luz não se constitui em fator promotor de variações na germinação de sementes de leucena, podendo as mesmas germinarem satisfatoriamente tanto na presença como na ausência total de luz.

Estresse osmótico e salino são fatores controladores da germinação de sementes de leucena. Entretanto, mesmo em condições de estresse osmótico de 1.2 MPa e de estresse salino de 300 mM, as sementes dessa leguminosa têm condições de germinar.

Comparativamente, o IVG é um fator mais sensível aos efeitos da temperatura e dos estresses osmótico e salino do que o percentual de germinação.

Resumen

En el campo experimental de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Oriental) Belém, Estado de Pará, se evaluaron los efectos de la temperatura continua (20, 25, 30, 35 y 40 °C); la temperatura alternada (20-40, 20-35, 25-40 y 25-35 °C); el tiempo de duración de la luz (0, 6, 12, 18 y 24 horas); el estrés salino (0, 25, 75, 150 y 300 mM) y el estrés osmótico (0, 0.3, 0.6, 0.9 y 1.2 MPa) en la germinación [(porcentaje e índice de velocidad de germinación (IVG)] de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit., que fueron previamente sumergidas en agua caliente para romper su dormancia y permanecieron almacenadas en sacos de plástico. La germinación (porcentaje e IVG) de las semillas acurrió satisfatoriamente en las temperaturas continuas de 35 °C y alternadas de 20-40, 20-35, 25-40 y 25-35 °C. El tiempo de duración de la luz no fue determinante para la germinación de las semillas, pudiendo germinar tanto en presencia como en ausencia total de ella. El estrés osmótico y el salino afectaron negativamente la germinación de las semillas de *L. leucocephala*. No obstante, en condiciones de estrés osmótico de 1.2 MPa y salino de 300mM, las semillas fueron capaces de germinar, revelando que *L. leucocephala* tiene capacidad para emitir nuevas plantas en áreas de pasturas bajo esas condiciones de estrés. El IVG fue el parámetro más sensible a los efectos de temperatura y de los estrés osmóticos y salino, en comparación con el porcentaje de germinación.

Summary

Environmental factors affect germination variability of seeds in the field, affecting a species's population dynamics. In this study, we evaluated the effects of environment on germination percentage and the germination speed index (GSI) of *Leucaena leucocephala* seeds. Environmental factors studied were continuous temperature (at 20, 25, 30, 35, and

40 °C); alternate temperatures (20-40, 20-35, 25-40, and 25-35 °C); time of light duration (0, 6, 12, 18, and 24 h); saline stress (0, 25, 75, 150, and 300 mM); and osmotic stress (0, 0.3, 0.6, 0.9, and 1.2 MPa). Germination was evaluated over periods of 15 days, with daily counts and elimination of germinated seeds. Maximum seed germination (percentage and GSI) was obtained under a continuous temperature of 35 °C and alternate temperatures of 20-40, 20-35, 25-40, and 25-35 °C. Light duration did not affect seed germination, with seeds germinating in either the presence or absence of light. The saline and osmotic stresses negatively affected seed germination. Meanwhile, under the same stress conditions of osmosis at 1.2 MPa and salinity at 300 mM, seeds could germinate, showing that *L. leucocephala* can produce new plants in pastures under these conditions. The GSI was more effective measuring the effects of temperature and saline and osmotic stresses than was percentage of germination.

Referências

- Bewley, J. D. e Black, N. 1982. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Springer-Verlag, Berlín. 348 p.
- Bhatt, R. M. e Rao, S. M. 1987. Seed germination and seedling growth responses of tomato cultivars to improved water stress. J. Hort. Sci. 62:221-225.
- Black, M. 1969. Light-controlled germination seeds. Symp. Soc. Exp. Biol. 23:193.
- Bliss, R. D.; Platt-Aloia, K. A.; e Thonson, W. W. 1986. The inhibition effects of NaCl on barley germination. Plant Cell Environ. 9:727-733.
- Brar, G. S.; Gómez, J. T.; McMichel, B. L.; Matches, A. G.; e Taylor, H. M. 1991. Germination of twenty forage legumes as influence by temperature. Agron. J. 83:173-175.
- De, R. e Kar, R. K. 1995. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Sci. Technol. 23(2):301-308.
- Durán, J. M. e Tortosa, M. E. 1985. The effect of mechanical and chemical scarification on germination of Charlock (*Sinapis arvensis* L.) seeds. Seed Sci. Technol. 13(1):155-163.
- Elkins, D. M.; Hoveland, C. S.; e Donnelly, E. D. 1996. Germination of *Vicia* species and interspecific lines as affected by temperature cycles. Crop Sci. 6:45-48.
- Givnish, T. J. 1988. Adaptation to sun and shade: A whole-plant perspective. Aust. J. Plant Physiol. 15:63-92.
- Hadas, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solutions. J. Exp. Bot. 27:480-489.

- Juntilla, O. 1976. Seed and embryo germination in *S. vulgaris* and *S. reflexa* as affected by temperature during seed development. *Physiol. Plant.* 29:264-268.
- Karssen, C. M. 1982. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. En: Khan, A. A. (ed.). *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination.* Elsevier Biomedical, Nueva York. p. 243-270.
- MacDonald, G. E.; Breck, B. J.; e Shilling, D. G. 1992. Factors affecting germination of dogfennel (*Eupatorium capillifolium*) and yankeeweed (*Eupatorium compositifolium*). *Weed Sci.* 40(3):424-428.
- Mass, E. V. e Hoffman, G. J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrigat. Drain. Div.* 103:115-134.
- Mayer, A. M. e Poljakoff-Mayber, A. 1989. *The germination of seeds.* Pergamon Press, Oxford. 270 p.
- Pérez, S. C. e Moraes, J. A. 1994. Estresse salino no processo germinativo de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores do crescimento. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 29(3):389-396.
- _____ e Prado, C. H. 1994. Efeitos de diferentes tratamentos pré-germinativos e da concentração de alumínio no processo germinativo de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desv. *Rev. Bras. Sem.* 15(1):115-118.
- Prisco, J. T.; Haddad, C. R.; e Bastos, J. L. 1992. Hydration-dehydration seed pre-treatment and its effects on seed germination under water stress conditions. *Rev. Bras. Bot.* 15(1):31-35.
- Roberts, E. H. 1988. Temperature and seed germination. En: Long, S. P. e Woodward, F. I. (eds.). *Plant and temperature.* Symposia of the Society of Experimental Biology. v. 42, 415 p.
- Roberts, E. H. e Totterdell, S. 1981. Seed dormancy in *Rumex* species in response to environmental factors. *Plant Cell Environ.* 4:97-106.
- Rogers, M. E. e Noble, C. L. 1991. The effect of NaCl on the establishment and growth of balansa clover (*Trifolium michelianum* Sasi. Var. *balansae* Boiss.). *Aust. J. Agric. Res.* 44:785-798.
- _____; _____; Halloran, G. M.; e Nicolas, M. E. 1995. The effect of NaCl on the germination and early seedling growth of white clover (*Trifolium repens* L.) populations selected for high and low salinity tolerance. *Seed Sci. Technol.* 23(2):277-287.
- Roy, M. M. 1986. Effects of pH on germination of *Dichrostachys cinerea* (L.) Weight e Arn. *J. Tree Sci.* 5(1):62-62.
- Rumbaugh, M. D.; Johnson, D. A.; e Pendery, B. M. 1993. Germination inhibition of alfafa by two-component salt mixture. *Crop Sci.* 33(5):1046-1050.
- Santos, S. D. e Pereira, M. F. 1996. Germinação de dois cultivares de beterraba açucareira: Efeito de luz e temperatura. *Rev. Bras. Bot.* 6:45-48.
- SAS (Statistical Analysis System). 1989. *User's guide.* Versión 6. 4a. ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, E.U. 846 p.
- Seemann, J. R. 1989. Light adaptation acclimation of photosynthesis and carboxilase activity in sun and shade plants. *Plant Physiol.* 91:379-386.
- Silva, J. C. e Felipo, G. M. 1986. Germination of *Stylosanthes macrocephala*. *Rev. Bras. Bot.* 9:263-268.
- Souza Filho, A. P. e Dutra, S. 1998. Germinação de sementes de calopogônio (*Calopogonium mucunoides*). *Pasturas Tropicales* 20(3):26-30.
- _____; Dutra, S.; e Silva, M. A. 1998a. Efeitos de diferentes substratos e da profundidade de semeadura na germinação de sementes de mata-pasto e malva. *Planta Daninha* 16(1):67-74.
- _____; Silva, M. A.; e Dutra, S. 1998b. Germinação de sementes de *Pueraria phaseoloides*: Efeitos do pH, do nitrato e da salinidade. En: 36a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais. Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). CD-ROM.
- Villiers, A. J.; Van Rooyen, M. M.; Therson, G. K.; e Van De Venter, H. A. 1994. Germination of three nomadaland pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. *Seed Sci. Technol.* 22(3):427-433.
- Wardle, D. A.; Ahmed, M.; e Nicholson, K. S. 1991. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seed on germination and radicle growth of pasture plants. *N.Z.J. Agric. Res.* 34(2):185-191.
- West, D. W. e Taylor, J. A. 1981. Germination and growth of cultivar of *Trifolium subterraneum* in the presence of sodium chloride salinity. *Plant Soil* 62:221-230.