



Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas

Rodrigo Ramos Lopes¹, Lúcia Brandão Franke²

¹ Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Cx. Postal 15100, 91501-970, Porto Alegre, RS.

² Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia/UFRGS, Cx. Postal 15100, 91501-970, Porto Alegre, RS.

RESUMO - O objetivo neste trabalho foi determinar as temperaturas mínima, ótima e máxima para a germinação de sementes de *Lotus subbiflorus* Lag. utilizando-se como parâmetros a porcentagem, a velocidade, a frequência, a entropia informacional de germinação e a entalpia líquida de ativação. O experimento foi realizado em dois lotes com quatro subamostras, cada uma de 100 sementes, e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Foram utilizadas oito temperaturas constantes (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C) com a presença de fotoperíodo. Esta espécie germina numa faixa de temperatura com valores mínimos entre 0 e 5°C, ótimos entre 15 e 20 °C e máximos entre 30 e 35 °C. A velocidade de germinação apresentou-se linearmente dependente da temperatura. Os maiores valores de velocidade de germinação, que ocorreram entre 15 °C e 20 °C abaixo e acima desta faixa decresceram significativamente. Os menores valores de entropia informacional ocorreram entre 15 e 20 °C, mostrando maior sincronização do processo germinativo nessas temperaturas. O ponto mínimo da entalpia foi atingido a 278 K e o máximo, a 303 K e 290,5 K, ponto no qual a curva cruzou o eixo da abscissa.

Palavras-chave: entalpia, entropia, *Lotus subbiflorus*, temperaturas cardiais

Thermal-biological aspects on seed germination of hairy bird's-foot trefoil under different temperatures

ABSTRACT - The objective of this research was to determine the minimal, optimal and maximal temperatures for seed germination of *Lotus subbiflorus* Lag., using germination percentage, speed, frequency, informational entropy and enthalpy of activation of germination. The experiment was carried out in two lots with four replicates of 100 seeds each. The data were submitted to variance analysis and means were compared by Tukey's test. Eight constant temperatures (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C) and light exposition (darkness and 8 h of light plus 16 h of darkness) were used. This species of seed germinates in a temperature range of minimal values between 0 and 5 °C, optimal values between 15 and 20 °C and maximal values between 30 and 35 °C. Germination rate was temperature dependent. The highest values of speed germination, occurring between 15 and 20 °C below and above this range germination speed had a significant reduction. The lowest values of informational entropy occurred between 15 and 20 °C, showing a higher synchronization of germination process in these temperatures. The enthalpy value of the system was calculated, reaching its minimum point at 278 K, and its maximum, at 303 K; the point at which the curve crossed the absciss axis was 290.5 K.

Key Words: cardinal temperatures, enthalpy, entropy, *Lotus subbiflorus*

Introdução

Lotus subbiflorus é uma leguminosa hibernal amplamente utilizada no Rio Grande do Sul (Melo & Barros, 2003) que se destaca pela habilidade de ocupar nichos vazios, demonstrando boa capacidade colonizadora de habitats frequentemente alterados, assim como em ambientes estáveis com alta população de gramíneas perenes. Esta espécie possui prolongado processo de germinação, plântulas com fraco crescimento inicial e estabelecimento lento (Ayala & Bermúdez, 2001), e necessita

de condições de umidade e temperaturas ótimas para que alcance populações adequadas, conducentes à boa disponibilidade de forragem (Carámbula et al., 1994).

A pesquisa agrônômica na germinação destina-se principalmente à obtenção de subsídios necessários para a resolução de problemas referentes ao estabelecimento do estande em campo e ao manejo das sementes durante e após a colheita (Marcos-Filho, 2005). Entre as condições ambientais que afetam o processo germinativo, a temperatura é um dos fatores que têm influência significativa (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989). Dessa forma, são necessários

conhecimentos referentes aos efeitos das diferentes temperaturas e às possíveis oscilações que possam ocorrer nesse período, com a finalidade de delimitar valores máximos e mínimos, acima e abaixo dos quais a germinação não ocorre (Silva et al., 2002).

A temperatura influi especialmente por alterar a velocidade de absorção de água e modificar as velocidades das reações químicas que irão acionar o desdobramento, o transporte de reservas e a ressíntese de substâncias para a plântula (Marcos-Filho, 2005). Logo, é responsável não somente pela velocidade de germinação como também pela porcentagem final de germinação (Carvalho et al., 2001; Medeiros-Silva et al., 2002; Socolowski & Takaki, 2004).

As condições ideais de germinação de muitas espécies ainda não são bem conhecidas. O teste de germinação utilizado em laboratório para avaliar a qualidade da semente deve ser realizado em temperatura ideal para cada espécie (Andrade et al., 2006). Segundo Castro et al. (2004), a germinação ocorre em determinada faixa térmica e, desse modo, a temperatura é o fator determinante para a germinação e está diretamente associada às características ecológicas das espécies.

Objetivou-se com este trabalho determinar as temperaturas mínima, ótima e máxima na germinação de sementes de *L. subbiflorus* Lag., permitindo a máxima expressão do poder germinativo das sementes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, no Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Utilizaram-se dois lotes de sementes comerciais de cornichão anual (*L. subbiflorus* Lag.) provenientes do Município de Caçapava (RS) e do Uruguai. A finalidade do uso desses dois lotes foi verificar o efeito da origem das sementes nos aspectos termobiológicos do processo de germinação em função da origem das sementes.

Foram utilizadas oito temperaturas constantes (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C) com a presença de luz, claro/escuro, sendo 8 horas de luz e 16 horas de escuro. A luz foi fornecida por lâmpadas fluorescentes localizadas no interior dos germinadores. As avaliações foram as seguintes: a) germinação – quatro repetições de 100 sementes semeadas sobre duas folhas de papel mataborrão umedecidas com água destilada na quantidade correspondente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes germinadas foram contadas diariamente durante 21 dias, quando apresentaram a emissão da raiz primária com comprimento maior ou igual a 2 mm.

Os cálculos de porcentagem de germinação, tempo médio, velocidade e frequência relativa de germinação foram realizados conforme fórmulas citadas por Labouriau & Valadares (1976):

- porcentagem de germinação:

$$G = \left(\frac{N}{A} \right) \cdot 100$$

em que: G = porcentagem de germinação; N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

- tempo médio de germinação:

$$t = \frac{\left(\sum_{i=1}^k ni \cdot ti \right)}{\sum_{i=1}^k ni}$$

em que: t = tempo médio de incubação; ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação (dias).

- velocidade média de germinação:

$$V = \frac{1}{t}$$

em que: V = velocidade média de germinação; t = tempo médio de germinação

- frequência relativa de germinação:

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni}$$

em que: Fr = frequência relativa de germinação; ni = número de sementes germinadas por dia; $\sum ni$ = número total de sementes germinadas.

O índice de entropia informacional da distribuição de frequências relativas da germinação e a variação da entalpia líquida de ativação foram calculados de acordo com Labouriau & Pacheco (1978):

$$E = \sum_{i=1}^k fi \cdot \log_2 \cdot fi$$

em que: E = entropia informacional; fi = frequência relativa de germinação; \log_2 = logaritmo na base 2

- Variação da entalpia líquida de ativação:

$$\Delta H_n^\# = \left[\frac{R \cdot T \cdot (\theta - T) \cdot (T_m + T_M)}{(T - T_m) \cdot (T_M - T)} \right]$$

em que: $\Delta H_n^\#$ = variação da entalpia líquida de ativação (Kcal.mol⁻¹); R = constante universal dos gases (1,987 kcal.mol⁻¹); T = temperatura atual (°K); T_M = temperatura máxima (°K). T_m = temperatura mínima (°K); q = média harmônica entre T_M e T_m (°K).

O delineamento experimental foi completamente casualizado, em esquema fatorial (2 lotes × 8 temperaturas)

com quatro repetições por lote. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento PROC GLM do programa *Statistical Analysis System*® versão 9.1.3 (SAS, 2004) e, em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a $P < 0,05$.

O modelo matemático geral referente à análise das variáveis estudadas foi representado por:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + L_j + (T*L)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que Y_{ijk} = variáveis dependentes (porcentagem de germinação, velocidade de germinação, frequência de germinação, entropia informacional de germinação e a entalpia líquida de ativação); μ = média de todas as observações; T_i = efeito da temperatura i , $i = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30$ e 35 °C; L_j = efeito do lote j , $j = 1, 2$; $(T*L)_{ij}$ = interação temperatura $i \times$ lote j ; ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação ij . Assume-se que $\varepsilon_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Resultados e Discussão

De forma geral, todas as variáveis avaliadas foram influenciadas significativamente pelas temperaturas testadas. A interação lotes \times temperaturas e o efeito de lote não foram significativos (rejeitando-se a hipótese de diferença no comportamento térmico das sementes em função da origem), pois houve significância apenas para o efeito isolado de temperatura.

As sementes de *L. subbiflorus* germinaram entre 5 e 30 °C, sendo as temperaturas cardiais, a mínima situada entre 0 e 5 °C e a máxima entre 30 e 35 °C, determinadas pela ausência de germinação a 0 e 35 °C (Tabela 1). As sementes apresentam capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, característicos de cada espécie (Ramos & Varela, 2003). A temperatura ótima e a extensão de sua faixa determinam a distribuição geográfica da espécie

(Labouriau, 1983). Segundo Kraemer et al. (2000), o intervalo ótimo para a maioria das espécies encontra-se entre 20 e 30 °C e, tanto abaixo quanto acima desta temperatura, pode ser detectada a redução na velocidade do processo e no total de germinação.

A elevação na temperatura aumentou a porcentagem de germinação, dentro de certo limite, uma vez que temperaturas acima de 25 °C provocaram acentuada queda na porcentagem de germinação das sementes desta espécie. Entre os agentes externos capazes de regular o processo germinativo, o uso de temperaturas elevadas é um fator potencialmente deletério, pois é capaz de ocasionar estresse no processo germinativo para as sementes de muitas espécies (Neto et al., 2002). Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), é essencial ressaltar que os efeitos da temperatura na germinação são complexos, pois podem afetar cada estágio do processo germinativo de diferentes maneiras, além de estar relacionados aos processos bioquímicos aos quais as sementes são sujeitas.

Por outro lado, as temperaturas baixas diminuem as taxas metabólicas até o ponto em que as vias essenciais ao início da germinação não podem mais operar, podendo da mesma maneira alterar o estado da membrana da fase líquido cristalino para cristalino (Hendricks & Taylorson, 1976). Este processo pode ser devido a características químicas, como as taxas de prolina e gordura ou à inativação de enzimas (Zhao et al., 1994). Neste caso, ocorreu na faixa entre 0 e 5 °C, em que nenhuma semente germinou durante 21 dias de incubação. Segundo Bedi & Basra (1993), as temperaturas baixas, próximas do ponto de congelamento, resultam em baixo estabelecimento de plântulas e em redução da biomassa, principalmente entre espécies tropicais ou subtropicais. A extensão do dano depende da espécie, do conteúdo inicial de água da semente, da temperatura e duração da exposição e do período da germinação durante o qual a exposição ocorreu.

Segundo Labouriau (1983), o conceito de temperatura ótima deve considerar outros aspectos além da porcentagem de germinação. Existe uma faixa ótima de temperatura, entre dois intervalos, onde a velocidade de germinação aumenta inicialmente, para depois diminuir novamente. Para *L. subbiflorus*, os maiores valores de velocidade de germinação foram observados a 15 e 20 °C (Tabela 1). Portanto, a temperatura ótima para esta espécie encontra-se nesta faixa, que proporcionou alta germinabilidade e menor tempo médio de germinação. Suñé & Franke (2006) encontraram para *Trifolium riograndense* Burkart. temperaturas ótimas mais altas, em comparação com *L. subbiflorus*, em torno de 25 °C. No entanto, para a espécie *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. a temperatura constante de

Tabela 1 - Valores médios de porcentagem, velocidade e entropia informacional de germinação de sementes de *L. subbiflorus* Lag., submetidas a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	PG (%)	V (dias ⁻¹)	Entropia (bits)
0	0e	0,00d	NG-
5	7d	0,09c	4,59a
10	16c	0,11c	4,37a
15	53ab	0,19b	2,95c
20	56a	0,24a	2,69c
25	49b	0,12c	3,36bc
30	2de	0,09c	4,09ab
35	0e	0,00d	NG-

Os valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a $p < 0,05$.

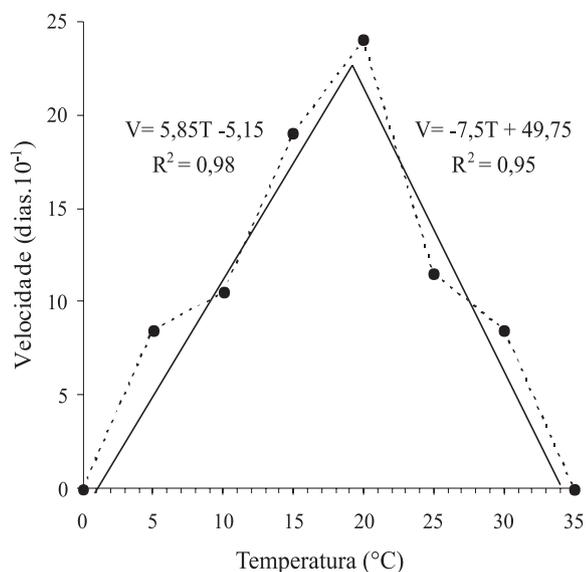
NG = não houve germinação.

20°C permitiu expressar o maior potencial germinativo das sementes (Suñé & Franke, 2001).

A velocidade de germinação das sementes apresentou-se linearmente dependente da temperatura. As retas de regressão (linhas cheias ascendente e descendentes) se cruzam no ponto mais alto do gráfico, ponto este correspondente à temperatura ótima teórica para a velocidade (19 °C) (Figura 1).

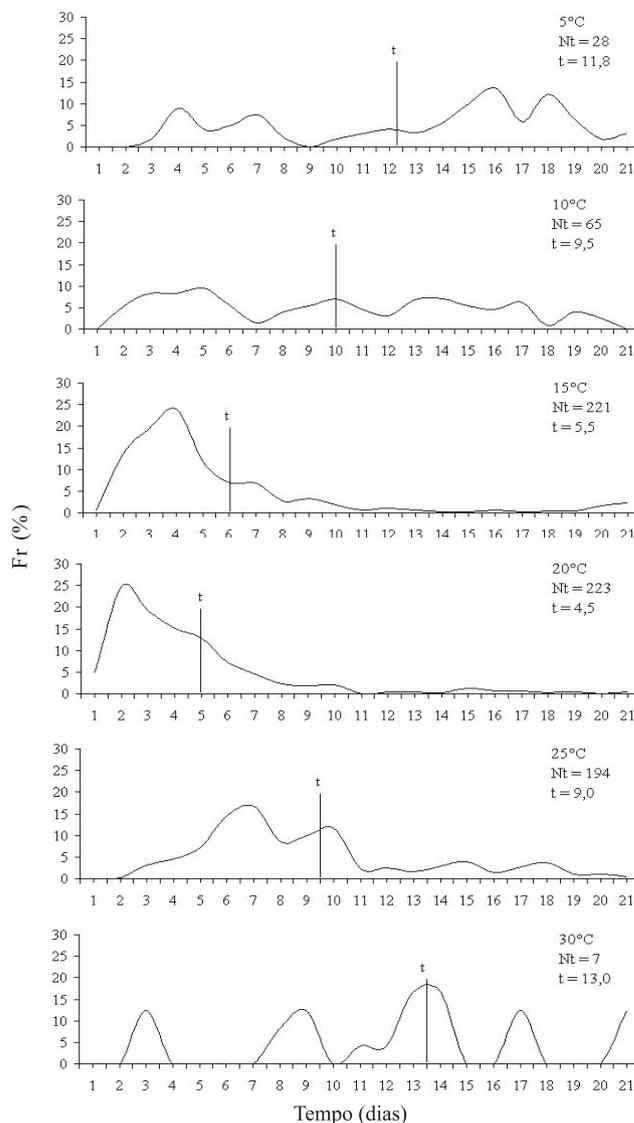
A germinação das sementes se distribuiu de forma diferente, nas temperaturas estudadas, ao longo do tempo (Figura 2). Nas temperaturas de 15 e 20 °C, os gráficos possuem caráter unimodal e nas isotermas de 5, 10, 25 e 30 °C adquirem caráter polimodal.

Observa-se um desvio do tempo de germinação à direita da moda principal da distribuição das frequências. A assimetria da distribuição pode mostrar que a heterogeneidade é devida a uma maioria de sementes que demoram a germinar ou a uma minoria de sementes que germinam rapidamente (ou devida a ambos os casos), dependendo da temperatura. Nas temperaturas de 5, 10 e 30 °C já não ocorre mais a presença de uma moda principal e a germinação de poucas sementes aparece distribuída ao longo do tempo. Labouriau & Agudo (1987) atribuíram um significado adaptativo a este padrão de distribuição, mostrando uma compensação das condições desfavoráveis de temperatura por maior distribuição da germinação no tempo. O atraso na germinação pode aumentar a probabilidade das plântulas encontrarem condições favoráveis em ambiente mutável.



Linha pontilhada: resultados experimentais; linha cheia: pontos teóricos.

Figura 1 - Influência de diferentes temperaturas na velocidade de germinação de sementes de *L. subbiflorus* Lag.



(Nt = número total de sementes germinadas; t = tempo médio de germinação).

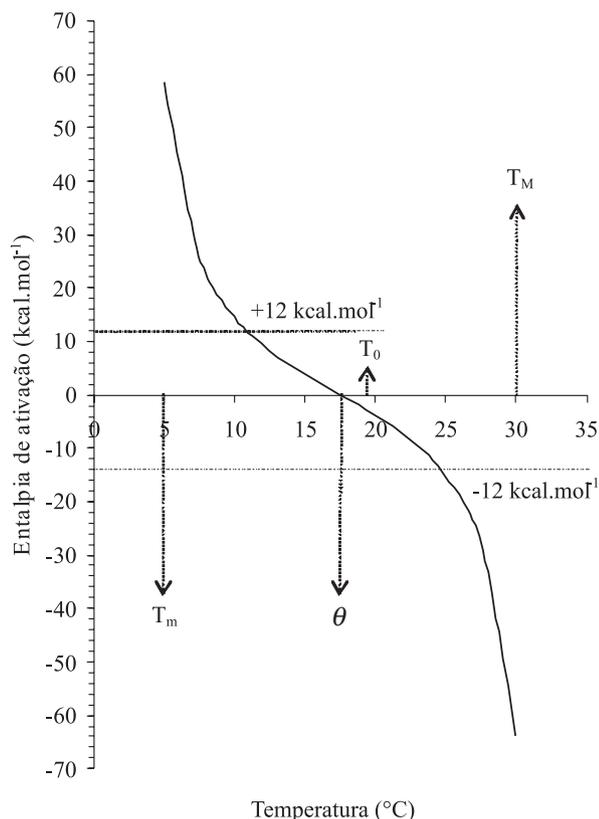
Figura 2 - Frequências relativas (Fr) da germinação de sementes de *L. subbiflorus* Lag., em função do tempo de incubação isotérmica e em diferentes temperaturas.

Os menores índices de sincronização da germinação (entropia) foram observados próximos ao intervalo de temperatura ótima (Tabela 1), confirmando a distribuição unimodal da frequência relativa da germinação (Figura 2) e que também nesta faixa de temperatura representa um sinal ambiental (comunicação de energia térmica entre o ambiente externo e a semente), que leva a maior nível de organização do processo, refletindo também em maiores valores de porcentagem e velocidade de germinação. Acima e abaixo dessa faixa os valores de entropia aumentam significativamente.

Nas temperaturas acima e abaixo da ótima, a germinação foi menos sincronizada, com maiores valores de entropia e com tendência à distribuição polimodal da frequência

relativa da germinação (Figura 2). Como observado por Ferraz-Grande & Takaki (2001), a distribuição da frequência de germinação tende a ser unimodal na temperatura ótima. Sementes de *L. subbiflorus* apresentaram alta germinabilidade a 15 e 20 °C, apresentando um comportamento mais homogêneo da germinação, resultando em alta sincronização da germinação (maiores valores de E na Tabela 1). Estes resultados indicam que em temperaturas mais baixas ou mais altas, a germinação das sementes de *L. subbiflorus* tende a ocorrer de forma heterogênea. Essa estratégia propicia maior eficiência no estabelecimento das plântulas, pois as sementes têm oportunidade de produzir plântulas que poderão encontrar condições ideais para o seu desenvolvimento, como sugerido por Godoi & Takaki (2004).

Qualquer processo que tenha um ótimo de temperatura não pode preencher as condições necessárias para se adaptar à equação de Arrhenius, exigindo uma análise termodinâmica (Labouriau, 1978) (Figura 3). Observa-se que a temperatura mínima calculada (T_m) foi 5 °C (278 °K),



Os valores de ΔH_n^\ddagger são expressos em kcal.mol^{-1} e a temperatura em graus Celsius. T_m , T_0 , T_M = temperatura mínima, ótima e máxima, respectivamente. θ = média harmônica entre T_m e T_M .

Figura 3 - Influência da temperatura nos valores de ΔH_n^\ddagger (variação líquida da entalpia de ativação).

a máxima (T_M) 30 °C (303 °K) e a média harmônica entre ambas, 17,2 °C (290,5 °K). De acordo com Labouriau (1978), a média harmônica sempre é menor que a temperatura ótima experimental (T_0), neste caso 20 °C (293 °K).

Como a curva tem duas assíntotas, os valores de ΔH_n^\ddagger são positivos em temperaturas infraótimas e negativos em temperaturas supraótimas. Verifica-se que ΔH_n^\ddagger apresenta valores absolutos inferiores a 12 Kcal/mol na faixa ótima de germinação. De acordo com estes resultados, a germinação das sementes de *L. subbiflorus* pode ser limitada por processos de difusão entre 5 °C (278 °K) e 30 °C (303 °K), uma vez que estes fenômenos só podem ser limitantes da velocidade de um processo quando os valores de ΔH_n^\ddagger são inferiores, em valor absoluto, a 12K kcal/mol.

Aplicando as leis da termodinâmica, presume-se que nesta faixa a germinação é limitada apenas por processos de difusão e, portanto, a porcentagem de germinação é afetada apenas por variações térmicas. Em temperaturas supraótimas, em que ΔH_n^\ddagger é maior do que 12 kcal/mol, conforme a temperatura da incubação isotérmica sobe, a energia de partição fica cada vez menos favorável ao crescimento do embrião, até atingir a temperatura máxima (T_M) em que toda a energia é dissipada. Neste ponto, a germinação é limitada por processos como fusão ou evaporação de substâncias e desnaturação de proteínas. Consequentemente, todos os processos mediados por enzimas ficam prejudicados (Labouriau, 1978). Na faixa infraótima, em temperaturas menores do que 5 °C, a imobilização gradual dos tecidos de reserva conforme a temperatura foi sendo reduzida diminuindo gradativamente a porcentagem de germinação.

Os efeitos da temperatura na germinação são complexos, pois podem afetar cada estágio do processo além de estarem relacionados aos processos bioquímicos aos quais as sementes são sujeitas (Carvalho & Nakagawa, 2000). Determinar as temperaturas cardiais extremas (T_m = temperatura mínima e T_M = temperatura máxima) e a faixa de máxima germinabilidade é importante não somente para a agricultura mas também para ajudar a entender a distribuição geográfica de uma espécie de planta com sementes (Labouriau, 1983).

Conclusões

Lotus subbiflorus Lag. é uma espécie estenotérmica, ou seja, não tolera grandes variações térmicas. A sincronização do processo germinativo é maior na faixa ótima de temperatura, estabelecida entre 15 e 20 °C. A velocidade de germinação é linearmente dependente da temperatura.

Referências

- ANDRADE, A.C.S.; PEREIRA, T.S.; FERNANDES, M.J. et al. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.517-523, 2006.
- AYALA, W.; BERMÚDEZ, R. Caracterização produtiva de melhoramentos de campo em base a *Lotus El Rincón* e *Lotus Maku*. In: JORNADA DE UTILIZACIÓN DE MEJORAMIENTOS DE CAMPO EM LA ZONA ESTE DEL PAÍS, 33., Rocha, 2001. [Informações]. [S.l.], 2001. 31p.
- BEDI, S.; BASRA, A.S. Chilling injury in germinating seeds: basic mechanisms and agricultural implications. **Seed Science Research**, v.3, n.4, p.219-229, 1993.
- CARÁMBULA, M.; CARRIQUIRY, E.; AYALA, W. **Mejoramientos de campo con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón**. Treinta y Tres: INIA, 1994. 27 p. (Serie Técnica, 44).
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, P.G.B.; BORGHETTI, F.; BUCKERIDGE, M.S. et al. Temperature dependent germination and endo-b-mannanase activity in sesame seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p.139-148, 2001.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, F.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.
- FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, n.4, p.401-404, 2001.
- GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.1, p.185-191, 2004.
- HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in germination and aminoacid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, v.58, n.1, p.7-11, 1976.
- KRAEMER, K.H.; KÁMPF, A.N.; ÁQUILA, M.E.A. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.26, n.12, p.39-45, 2000.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.
- LABOURIAU, L.G.; AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.59, n.1, p.37-56, 1987.
- LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**, v.19, n.3, p.507-512, 1978.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: The McMillan Company, 1989. 270p.
- MEDEIROS-SILVA, L.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.691-697, 2002.
- MELO, P.T.B.S.; BARROS, A.C.A.S. Estudo sobre o consumo de sementes de trevo branco (*Trifolium repens* L.), cornichão (*Lotus corniculatus* L.) e cornichão El Rincón (*Lotus subbiflorus* Lag.) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrociência**, v.9, n.3, p.291-295, 2003.
- NETO, J.C.A.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. et al. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutumba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.460-465, 2002.
- RAMOS, M.B.P.; VARELA, V.P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.1, p.123-133, 2003.
- SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.691-697, 2002.
- SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.5, p.785-792, 2004.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS OnlineDoc**. Version 9.1.3. Cary: SAS Institute, 2004. (CD-ROM).
- SUÑÉ, A.D.; FRANKE, L.B. Metodologia para o teste de germinação de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Científica Rural**, v.6, n.1, p.143-149, 2001.
- SUÑÉ, A.D.; FRANKE, L.B. Superação de dormência e metodologia para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmantus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.29-36, 2006.
- ZHAO, Y.T.; CHANG, R.Z.; LI, Y.J. et al. Relationship between physical characters, chemical composition, germination and cold-tolerance in soybean. **Chinese Journal of Botany**, v.6, n.1, p.60-63, 1994.