

**EFEITO DA TEMPERATURA
NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Eucalyptus urophylla S. T. BLAKE**



**EFEITO DA TEMPERATURA
NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Eucalyptus urophylla S. T. BLAKE**

Vicente P. G. Moura



EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS – CPAC
Planaltina, DF.

Exemplares deste documento podem ser solicitados ao:

CPAC

BR 020 — km 18

Rodovia Brasília-Fortaleza

Caixa Postal, 70-0023

73.300 — Planaltina — DF.

Editor: Comitê de Publicações

Edson Lobato — Presidente

Sérgio Penna — Secretário-Executivo

Carlos Alberto dos Santos

Carlos Roberto Spehar

Euclides Kornelius

José Roberto R. Peres

Coordenação editorial: Antônio de Pádua Carneiro

Normalização bibliográfica: Maria Ferreira de Melo

Datilografia: Orestina G. Silva Cavalcanti e

Adonias Pereira de Oliveira

Desenhista: Nilda Maria C. Sette

Ficha catalográfica

(Preparada pelo Setor de Informação e Documentação do CPAC)

Moura, Vicente Pongitory Gifoni

Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, Planaltina EMBRAPA-CPAC, 1982.

19 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 15).

1. Eucaliptos-Sementes-Germinação. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. II. Título. III. Série.

CDD 364.9742

© EMBRAPA, 1982

SUMÁRIO

	Pág.
Resumo.	5
Abstract	5
Introdução.	7
Material e métodos.	9
Método usado para avaliar a germinação.	10
Resultados.	12
Resultados dos testes de germinação	12
Percentagem de germinação.	14
Índice de energia germinativa.	14
Discussão e conclusão.	17
Referências bibliográficas	19

EFEITO DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake¹

Vicente P. G. Moura²

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi determinar a temperatura ótima de germinação de diferentes lotes de sementes de *E. urophylla*, coletadas a partir de um transecto altitudinal em Timor Leste, com exceção de uma coleta feita na ilha de Pantar.

O material foi submetido a diferentes regimes de temperaturas constantes (10 a 40°C).

Os resultados mostraram que todas as procedências germinaram igualmente bem entre 20 e 32°C, com um ótimo em torno de 31°C. Nas temperaturas de germinação mais baixas, houve uma leve superioridade na taxa de germinação das procedências de altitudes elevadas.

EFFECT OF TEMPERATURE IN THE GERMINATION OF SEEDS OF *E. urophylla* S. T. Blake

ABSTRACT

The germination of seeds of *E. urophylla* taken from an altitudinal transect mostly in East Timor with exception of one seed sample which came from 600m altitude in the nearby Island of Pantar, in a range of constant temperature (10° to 40°C) showed that all provenances germinated equally well between 20° and 32°C, with an optimum around 31°C. There was a slightly superior rate of germination of the high altitude provenance at the lowest temperature regime.

¹ Trabalho apresentado no IV Congresso Florestal Brasileiro, Belo Horizonte, MG, em 10 a 15 de maio de 1982.

² Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – EMBRAPA. Caixa Postal, 70-0023 – 73.300 – Planaltina – DF.

INTRODUÇÃO

As melhores condições para a germinação de sementes estão dentro de uma determinada faixa de temperatura. Esta pode diferir de espécie para espécie e mesmo dentro de uma espécie, quando se trata de diferentes populações altitudinais. Com as espécies do gênero *Pinus* a temperatura tem influência marcante em três aspectos do comportamento da germinação: a) período de germinação, b) percentagem de germinação, c) variabilidade do período, segundo Juasis e Thrupp (1931), Karshon (1949), Critchfield (1957) e Callaban (1960).

As sementes de cerca de 350 espécies de *Eucalyptus* germinam satisfatoriamente a 25°C. Entretanto, para as espécies subtropicais a temperatura de germinação tende a ser mais alta do que para as de clima temperado (Scott, 1972).

Algumas populações altitudinais (1.200 - 1.800m) de *E. pauciflora*, espécie de clima temperado, tiveram comportamento relativamente uniforme numa faixa de temperatura de 15 a 20°C, com um índice ótimo de germinação a 17,5°C e com um sensível decréscimo quando a temperatura se situava acima de 20°C (Green, 1969). O ambiente seco ou úmido pode também influenciar o comportamento da germinação de espécies de *Eucalyptus*. Sementes oriundas de áreas úmidas germinaram mais rapidamente e com percentagem maior a 26°C, quando comparadas com sementes de áreas mais secas, no caso, *E. viminalis* (Ladigès, 1974).

Populações de *E. urophylla*, espécie tropical, crescendo em diferentes condições de umidade, temperatura e solos, ao longo de uma faixa altitudinal em Timor (Tabela 1), provavelmente diferem nos seus requerimentos de temperatura para boa germinação. O conhecimento das faixas de temperatura para a germinação de populações desta espécie, objetivo deste trabalho, é importante para um melhor aproveitamento de material genético escasso e pela importância da espécie nos trabalhos de reflorestamento em áreas de clima tropical e subtropical.

Seis amostras de sementes coletadas numa faixa altitudinal de 600 a 2.740m foram utilizadas neste experimento (Tabela 1).

TABELA 1. Descrição das procedências altitudinais da coleta de sementes de *E. urophylla* das Ilhas de Timor e Pantar *.

Procedências altitudinais	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Temperatura média anual aproximada	Precipitação média anual aproximada	Tipo de solo
A	600	8° 18' S	124° 06' E	24,1°C	1.644 mm	Solo acinzentado areno-argiloso
B	1.200	8° 38' S	125° 36' E	20,0°C	2.584 mm	Argila marrom-amarelada ou calcáreo-argiloso
C	1.500	8° 54' S	125° 36' E	18,5°C	1.438 mm	Argila marrom-amarelada
D	2.100	8° 53' S	125° 32' E	14,9°C	1.497 mm	Argila marrom-amarelada
E	2.470	8° 55' S	125° 30' E	—	—	Calcáreo-argiloso marrom
F	2.740	8° 55' S	125° 30' E	—	—	Cascalho

* Todas as sementes foram coletadas nas escarpas das montanhas do Leste de Timor, com exceção da procedência A. Os dados meteorológicos são de locais o mais próximo possível das procedências da coleção. Estão faltando os dados de temperatura e precipitação das procedências E e F, devido ao fato de a estação meteorológica mais alta de Timor estar localizada a 1.908 m.

Não foi efetuada nenhuma estratificação do material, devido a sua origem tropical e por existirem indicações de que os problemas de dormência são próprios das espécies alpinas de *Eucalyptus* (Grose, 1963) e de que estes problemas são mais críticos nas espécies de *Eucalyptus* do subgênero *Monocalyptus* (Turnbull, 1977).

Nos ensaios de germinação a técnica utilizada foi a mesma desenvolvida por Grose e Zimmer (1958a) para sementes de *Eucalyptus*.

As sementes e suas impurezas foram bem misturadas manualmente, depois disso o peso das amostras variou de 0,1 a 2,0 gramas, com 40 a 50 sementes, para cada replicação das diferentes procedências. Devido à pouca quantidade de semen-

tes, apenas três replicações para cada procedência puderam ser examinadas. As amostras das sementes foram uniformemente dispostas sobre papel-filtro com uma camada de vermiculita sob o mesmo, em placas de Petri cobertas.

A germinação foi realizada sobre uma bandeja termogradiante (Larsen, 1965) regulada para temperaturas de 10° a 40°C. A variação da temperatura dentro da bandeja foi controlada através de registros (thermo-couples), durante o experimento. Esta variação foi sempre menor que 0,5°C, em torno de temperatura média.

As sementes usadas foram originárias de altitudes de 600, 1.200, 1.500, 2.100, 2.470 e 2.740m. As seis procedências foram submetidas a diferentes tratamentos, com temperaturas constantes de 10°, 14°, 18°, 20°, 26°, 32° e 40°C. As sementes sob teste receberam aproximadamente 15 minutos diários de luz natural difusa, enquanto as placas de Petri eram checadas para germinação. As germinadas foram contadas diariamente e, quando por dois dias consecutivos nenhuma germinação era observada, as sementes remanescentes eram esmagadas sistematicamente com uma espátula estreita, sob uma binocular (16x). Se as sementes esmagadas mostrassem a presença de um embrião firme, eram classificadas como viáveis. Por outro lado, quando os embriões das sementes esmagadas apresentavam-se amarelados, marrons, esponjosos ou de algum modo deformados, eram tidos como mortos. Se o comportamento da radícula era, no mínimo, igual ao da semente, a mesma era considerada germinada (Kamra, 1971).

Método usado para avaliar a germinação

Duas medidas foram empregadas na avaliação da germinação. A primeira foi a **percentagem de germinação**, baseada na contagem real das plântulas, a partir de um número conhecido de sementes usadas. A segunda medida foi o **Índice de Energia Germinativa (IEG)**, (Bartlett 1973 e Grose 1963).

Não sendo possível assegurar a contagem exata das sementes, devido a seu pequeno tamanho, o método de Grose (1963) foi adotado. Amostras de igual peso de uma mistura de sementes e impurezas foram consideradas como replicações. Para cada amostra o exato número de sementes foi contado e os valores foram usados na avaliação de percentagens sucessivas de germinação.

As percentagens de germinação foram analisadas após uma transformação arco-seno, para estudo de efeitos de temperatura e de procedência e para interação de procedência e temperatura.

Detalhes do Índice de Energia Germinativa (IEG) são explicados por Bartlett (1937) e Grose (1963). Para a finalidade deste estudo será apenas suficiente definir o índice, como se segue:

$$IEG_t = \sum_{i=1}^t S_i/t - gt$$

onde IEGt = Índice de Energia Germinativa no tempo t;

S_i = a percentagem cumulativa de germinação do tempo i;

onde $i = 1, 2, 3 \dots \dots \dots t$;

gt = a percentagem de germinação no tempo t, no final do período sob consideração.

Bartlett (1937) diz: “este índice não tem nenhum significado absoluto, porém, desde que cada contagem inclui aquele, previamente feito, o número que surge em qualquer data é ponderado de acordo com esta data, mais cedo ou mais tarde, de maneira que uma análise eficiente do efeito do tratamento sobre a taxa de germinação pode ser razoavelmente expressada a partir do índice”.

Enquanto o Índice de Energia Germinativa global é uma medida útil, ele não pode representar completamente as diferenças dos padrões de germinação resultantes das diferenças no início e no final da germinação.

O Índice de Energia Germinativa é então considerado em termos de períodos sucessivos, como também para o período total de germinação sob estudo. A tendência do Índice de Energia Germinativa, através do tempo, é mais útil em destacar as diferenças nos padrões de germinação, mesmo quando o IEG global no final do período germinativo seja da mesma ordem.

Considere o exemplo seguinte de dois modelos de germinação:

Modelo	Percentagem de germinação acumulada depois dos dias					IEG no final do período germinativo	
	1	2	3	4	5		
1	0	20	60	80	100	IEG	$= \frac{260}{500} = 0,52$
2	10	20	30	100	100	IEG	$= \frac{260}{500} = 0,52$

No exemplo acima, pode-se verificar que o IEG global de todo o período de germinação é de 0,52, em ambos os casos. Mas os padrões de germinação, representados nos dois modelos, são bem diferentes. O primeiro modelo tem um início retardado e atinge o máximo de germinação após um período maior que o do modelo 2. As diferenças nos padrões do Índice de Energia Germinativa são delineadas através do tempo de todo o período de germinação. Por conseguinte, usando-se o

exemplo acima, os sucessivos IEG para os dias progressivos de germinação são diferentes nos dois modelos como se vê abaixo.

Modelo	Sucessivo IEG para os dias				
	1	2	3	4	5
1	0	.10	.27	.40	.52
2	10	.15	.20	.40	.52

A tendência do IEG será apresentada em cada regime de temperatura para as diferentes procedências. As análises também mostrarão a relevância da procedência, temperatura e interação de procedência e temperatura.

RESULTADOS

Resultados dos testes de germinação

Os resultados estão graficamente sumariados na Figura 1, para capacidade de germinação, e na Figura 2, para o Índice de Energia Germinativa.

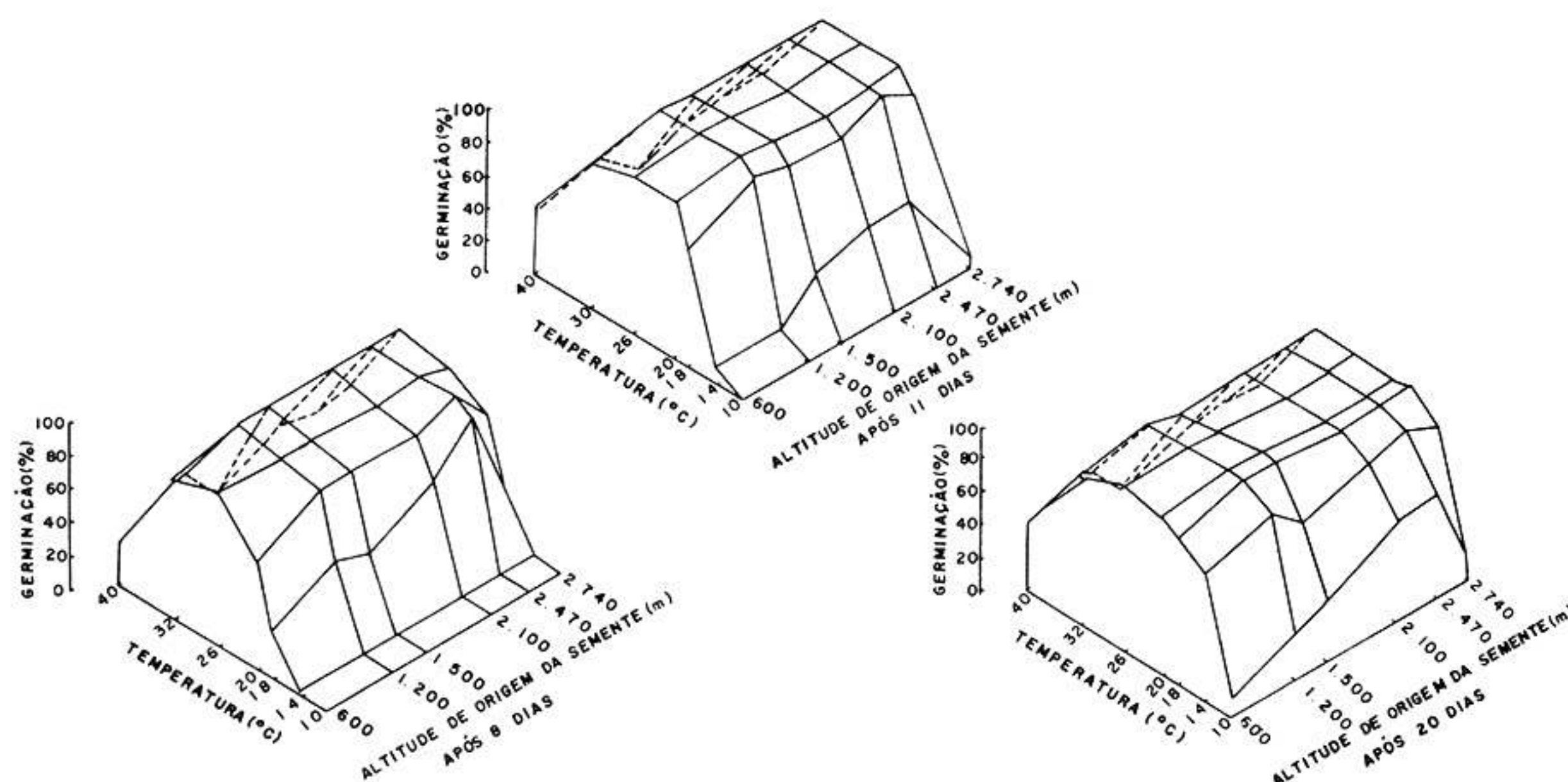


FIG. 1. Percentagem cumulativa de germinação de sementes de *E. urophylla* para seis procedências altitudinais, em diferentes temperaturas.

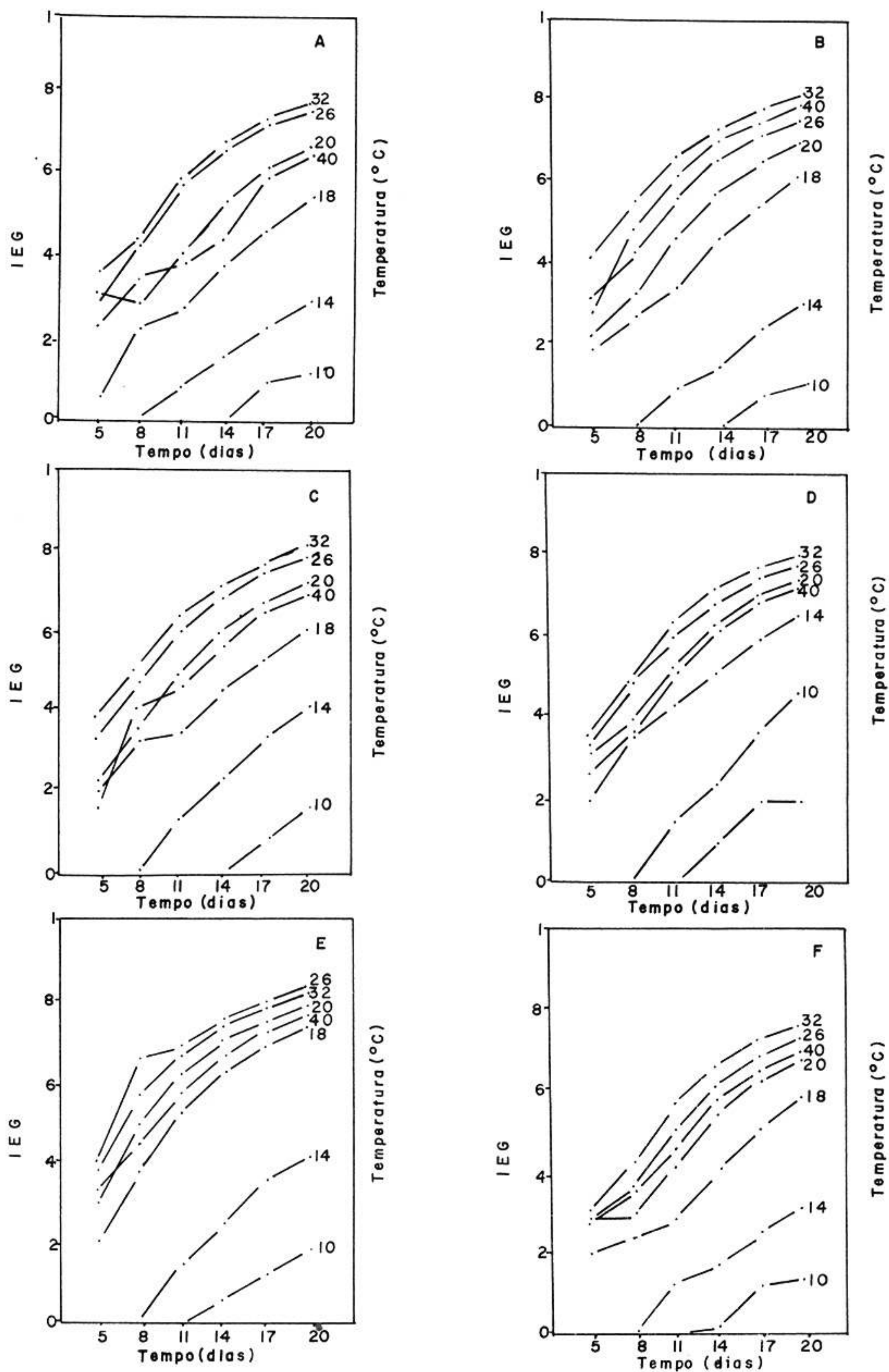


FIG. 2. Relação do Índice de Energia Germinativa (IEG) com o período de germinação, em diferentes regimes de temperatura, para seis procedências altitudinais de *E. urophylla* (A = 600m, B = 1.200m, C = 1.500m, D = 2.100m, E = 2.470m e F = 2.740m).

Percentagem de germinação

Observa-se na Figura 1 que em todos os períodos de germinação e para todas as procedências, a faixa de temperatura de 26° a 32°C, de uma maneira geral, apresentou as maiores percentagens de germinação. Constata-se ainda que, nas temperaturas superiores a 32°C, houve queda na percentagem de germinação. Isso indica que, em temperaturas altas, as sementes possivelmente sofreram danos, devido ao calor.

Quando submetidas a temperaturas abaixo de 20°C, observou-se que, geralmente, o potencial total não pôde ser atingido em 20 dias (período total de observação). Parece, então, que a resposta à germinação é retardada a baixas temperaturas. Presume-se que, dando-se um período maior para germinação, o total germinado pode ter um possível aumento.

Um outro aspecto que emerge deste estudo é o fato de que, para um período mais curto de germinação (cinco a oito dias), as diferenças entre procedências parecem ser mais acentuadas do que com um período longo (20 dias).

Em todos os casos estes efeitos foram significantes ($p = 0,001$). Isto sugere que procedências, regime de temperatura e suas interações, juntos, influenciaram na percentagem de germinação.

Índice de Energia Germinativa

A Figura 2 mostra, separadamente para cada uma das seis procedências, a tendência do IEG durante o período de germinação, nos diferentes regimes de temperatura. Mostra ainda que o máximo IEG é atingido no regime de 32°C, durante todo o teste (5 a 20 dias), exceto com a procedência de 2.470m, em que o regime de 26°C é levemente superior. O máximo Índice de Energia Germinativa é muito similar em todas as procedências, em torno de 0,8, exceto na procedência de 2.740m, que foi de 0,78.

Entretanto, as procedências de altas altitudes foram mais vigorosas, quando germinaram em temperaturas baixas. Depois de 14 dias a 10°C o IEG foi 0,0, em procedências de 600m, 1.200m e 1.500m, e próximo a 0,1, nas procedências de 2.470 e 2.740m.

O Índice de Energia Germinativa aumenta com a elevação na temperatura até o regime de 32°C, depois do qual há uma queda, como se observa no regime de 40°C. Isto parece comprovar que, com temperatura acima de 32°C, o máximo do Índice de Energia Germinativa não é atingido, devido a possíveis danos causados às sementes pelo calor.

No final de 20 dias, os resultados das análises de variância mostram, entretanto, que os efeitos de procedências, temperatura e sua interação, são estatisticamente significantes ($p \leq 0,001$) (Tabela 2), e que a temperatura contribui muito mais para a variância do que as procedências, quando comparados os respectivos valores de F (995,6 da temperatura e 31,2 da procedência).

As diferenças significativas entre procedências parecem ser devidas aos maiores valores de IEG das procedências 2.100 e 2.470m, em quase todos os regimes de temperatura. Isto pode estar relacionado com o tamanho maior de suas sementes (Moura, 1977).

TABELA 2. Análise da variância do Índice de Energia Germinativa (IEG), calculada para todo o período do teste de germinação (20 dias), com seis procedências (P), distribuídas numa faixa de 600 a 2.740 m, e germinadas em sete regimes de temperatura (T), de 10° a 40°C.

Causa da variação	Soma dos quadrados	GL	Quadrados das médias	F	Significância de F
Efeitos	.649	11	.059	557.298	.001
P	.017	5	.003	31.265	.001
T	.632	6	.105		.001
Interação				995.658	
P x T	.014	30	.000		.001
Resíduo	.009	84	.000	4.355	.00
Total	.671	125	.005		

As tendências observadas na Figura 2 podem ser representadas por equações quadráticas (Tabela 3). O modelo de regressão para cada procedência explica 93% ou mais da variação entre o modelo e os dados reais.

TABELA 3. Modelos de regressão calculados para cada uma das seis procedências altitudinais, baseados no Índice de Energia Germinativa (IEG) e em função dos regimes de temperatura (T), ao final do experimento (20 dias).

Procedências altitudinais	Modelos de regressão	r^2 = coeficiente de determinação
A (600 m)	$IEG = -.216 + .03185T - .0005159T^2$	.96**
B (1.200 m)	$IEG = -.171 + .02754T - .0004105T^2$	.97**
C (1.500 m)	$IEG = -.166 + .02931T - .0004774T^2$	.95**
D (2.100 m)	$IEG = -.139 + .02777T - .0004503T^2$	.96**
E (2.470 m)	$IEG = -.197 + .03394T - .0005728T^2$	.93**
F (2.740 m)	$IEG = -.166 + .02721T - .0004245T^2$	.95**
Global	$IEG = -.175 + .0295T - .0004752T^2$	.92**

** = altamente significante (nível 1%).

A Tabela 3 fornece também importante informação sobre a temperatura ótima para a germinação de cada procedência, com um IEG calculado aos 20 dias (Tabela 4). Isto mostra a pequena variação entre procedências (29,7°C para a procedência de 2.470m e até 33,6°C, para a procedência de 1.200m), com uma média geral de 31°C.

TABELA 4. Temperatura ideal de germinação para cada uma das procedências altitudinais, baseada em modelos de regressão, calculados para o Índice de Energia Germinativa (IEG) aos 20 dias (Tabela 2).

Procedência altitudinal	Temperatura ideal
A (600 m)	30,9°C
B (1.200 m)	33,6°C
C (1.500 m)	30,7°C
D (2.100 m)	30,8°C
E (2.470 m)	29,7°C
F (2.740 m)	32,1°C
Global	31,0°C

Somente nos regimes de temperaturas mais baixas houve alguma evidência do efeito da altitude de origem da semente na germinação. Sementes de altitudes mais elevadas tiveram um início de germinação mais cedo nas temperaturas de 10° e 14°C, do que sementes de altitudes mais baixas.

Como a energia de germinação em duas espécies de *Eucalyptus* apresentou uma correlação com o tamanho da semente (Grose e Zimmer, 1958b), a germinação mais cedo de sementes de *E. urophylla* de altas altitudes pode estar associada com o tamanho da semente, mais do que com altitude. Já foi evidenciado que em *E. urophylla* sementes coletadas em altitudes elevadas são maiores em tamanho (Moura, 1977).

Testes de germinação mostraram uma faixa ótima de temperatura entre 20° e 32°C, com indicações de uma temperatura ótima para todas as procedências em torno de 31°C (Tabela 4). Esta temperatura ótima de 31°C mostra consistência com os resultados de Scott (1972), que testou mais de 300 espécies de *Eucalyptus*, diferentes de *E. urophylla*, e constatou que tanto espécies subtropicais quanto tropicais de *Eucalyptus* germinam numa faixa de temperatura de 30 a 35°C. Como exemplo ele dá o *E. deglupta*, originário de Papua — Nova Guiné, o qual tem uma temperatura ótima de 35°C para germinação.

Os resultados com *E. urophylla* não mostram evidência de mudança na temperatura ótima, de acordo com a altitude da origem da semente. Isto concorda com a pesquisa de Green (1969) em populações altitudinais de *E. pauciflora*. Ainda que, para várias espécies de *Eucalyptus*, exista uma correlação geral entre a temperatura ótima de germinação e as condições climáticas do seu habitat (Scott, 1972), isto pode não ocorrer entre procedências de uma mesma espécie.

Em espécies de ervas daninhas, tais como *Silene galica*, *Petrohagia prolifera* e *Agrostema githago* (Thompson 1972), que crescem em diferentes condições climáticas na Europa, diferentes populações não diferem nas suas características de germinação. Da mesma maneira como em *E. urophylla* numa temperatura ótima, as sementes de diferentes procedências de uma espécie de erva daninha apresentaram concordância próxima no curso da germinação.

As evidências experimentais mostram que, sem considerar a origem altitudinal de *E. urophylla*, as sementes apresentaram curvas similares de IEG com a temperatura em qualquer local. Isto se aplicará particularmente a condições tropicais, em que a temperatura é em média superior a 20°C. Isto está bem demonstrado pela proximidade, no curso de germinação, das duas populações extremas, testadas a 600m e 2.740m.

Haasis e Thrupp (1931), Karshon (1949) e Critchfield (1957) publicaram resultados mostrando diferenças na germinação de populações altitudinais de espécies de *Pinus*. Estes pesquisadores também observaram que estas diferenças são mais acentuadas em temperatura diferente da ótima.

O número de populações de *E. urophylla*, discutidas neste trabalho, representa somente o modelo de distribuição altitudinal da espécie, mas não a faixa total de variação ocorrente dentro da espécie. *E. urophylla* ocorre também em outras ilhas e suas populações ficaram isoladas das populações do oeste da Ilha de Timor por muitos séculos. Estas populações, por conseguinte, podem ter evoluído diferentemente das populações aqui estudadas. Então, uma maior amostragem deve ser feita de maneira a incluir a variabilidade total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTLETT, M. S. Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. **J. Roy. Stat. Sec.**, 4(22): 137-70, 1937, Suppl.
- CALLAHAM, R. Z. Geographic variation in growth response of ponderosa pine. **Proc. Soc. Am. For.**, 1959: 38. 1960.
- CRITCHFIELD, W. B. Geographic variation in *Pinus contorta*. Cambridge, Harvard university, 1957. p. 118. (Maria Moors Cabot Foundation, 3).
- GREEN, J. W. Temperature responses in altitudinal populations of *Eucalyptus pauciflora* Sieb. ex Spreng. **New Phytol.** 68: 399-410, 1969.
- GROSE, R. J. The silviculture of *Eucalyptus delegatensis*. Melbourne, University of Melbourne. School of Forestry, 1963. (University of Melbourne. Bulletin, 2).
- GROSE, R. J. & ZIMMER, W. J. Influence of seed size on germination and early growth of seedlings of *Eucalyptus maculata* Hook. f. and *Eucalyptus sieberi* F. V. M. **Bull. For. Comm. Vict.**, 9:10, 1958a.
- GROSE, R. J. & ZIMMER, W. J. The collection and testing of seed from some Victorian eucalyptus with some results of viability tests. **Bull. For. Comm. Vict.**, 10:14, 1958b.
- HAASIS, F. W. & THRUPP, A. C. Temperature relations of lodgepole pine seed germination. **Ecology**, 12: 728-44, 1931.
- KAMRA, S. K. The X-ray contrast method for testing germinability of *Picea abies* (L.) Karst. seed. **Stud. For. Suec. Skogshogsk**, 90:28, 1971.
- KARSCHON, R. Untersuchung uber die physiologische variabilitat von fohren keimlingen autochtoner population. **Mitt. d Schweiz, Anst. p. d. Forstl. Versuchsw.**, 26: 205-44, 1949.
- LADIGES, P. Y. Differentiation in some populations of *Eucalyptus viminalis* Labill. in relation to factors affecting seedling establishment. **Aust. J. Bot.**, 22: 471-87, 1974.
- LARSEN, A. L. Use of thermogradiante plate for studying temperature effects on seed germination. **Proc. Int. Seed Testing Assoc.**, 30: 861-8, 1965.
- MOURA, V. P. G. Altitudinal variation in *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Melbourne, University of Melbourne, 1977. 168p. Tese Mestrado – Ciências Florestais.
- SCOTT, L. Viability testing of *Eucalyptus* seeds. Canberra, Forestry and Timber Bureau, 1972. 24 p. (Forestry and Timber Bureau. Leaflet, 116).
- THOMPSON, A. P. Geographical adaptation of seeds. In: HEYDECKER, W. **Seed ecology**. London, Butterworths, 1972. p. 31-57.
- TURNBULL, J. W. Seed collection and handling in eucalyptus; Forest tree breeding. Australian Development Assistance Agency, 1977. p. 183-205.