

Influência da Temperatura no Desempenho Germinativo de um Lote de Sementes de Rainha Margarida (*Callistephus chinensis* Nees - Asteraceae)

JOSÉ WALTER PEDROZA CARNEIRO¹

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá (PR)

RESUMO

Com o objetivo de estudar a influência de quatro níveis de temperatura no desempenho germinativo de sementes de rainha margarida (*Callistephus chinensis* Nees), foi instalado um experimento utilizando-se germinadores regulados com as temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C. O desempenho germinativo foi avaliado combinando as frequências acumuladas em intervalos de oito horas com o modelo da função de distribuição de Weibull, com três parâmetros, onde $Y = M^*(1 - \exp(-(t/b)^c))$. O melhor desempenho foi obtido com o germinador regulado à temperatura de 20°C. A estimativa da porcentagem máxima de germinação (**M**) foi de 78,28% e a de **c**, que avalia a distribuição das germinações no tempo, foi igual a 5,63. O tempo (**b**) de ocorrência de 63,21% do máximo de germinações **M** foi igual a 62,17 horas. Os parâmetros que mediram o ajuste do modelo foram simétricos e estáveis. A temperatura de 30°C proporcionou um desempenho com instabilidade e assimetria na estimativa do parâmetro **c**. As sementes não germinaram a 35°C.

Palavras-chave: taxa de germinação, função de Weibull, temperatura.

ABSTRACT

Performance of aster seeds germination under different temperatures

The influence of 20, 25, 30 and 35°C on the performance of aster seeds during germination was undertaken and the data set combined with the three parameters of the Weibull function, where $Y = M^*(1 - \exp(-(t/b)^c))$. The time interval between each consecutive measurement was eight hours. The best combination model/data set was achieved with 20°C. The maximum percentage of seed germination (**M**) was 78.28% and the spread (**c**) was 5.63. The estimate of **b** was 62.17 hours. No parameter asymmetry and bias was verified. The performance under temperature of 30°C was different because asymmetry and bias were detected for the estimate of parameter **c**. No seed germination was verified under 35°C.

Key words: germination rate, Weibull function, temperature.

INTRODUÇÃO

A rainha margarida (*Callistephus chinensis* Nees) é uma planta herbácea anual,

com 40 a 50 centímetros de altura, ramagem áspera, folhas dentadas, ovaladas e pilosas. É originária da China e do Japão e no Brasil é plantada como flor para corte. Produz flores pequenas inseridas em capítulos grandes, solitários, simples ou dobrados com cores branca, azul, roxas ou violetas. Na região de Maringá, é semeada, normalmente, quando a temperatura ambiente começa a diminuir. A sensibilidade das sementes à influência da temperatura tem dificultado a semeadura em épocas de maior temperatura ambiental e impedido ganhos adicionais proporcionados por um escalonamento de produção.

Entender como a temperatura afeta as germinações das sementes de uma espécie é uma das primeiras etapas para se propor um sistema de produção eficiente. A distribuição das germinações, no tempo, além de influenciar o desempenho das culturas desde a emergência, afeta, também, a qualidade do produto colhido (BENJAMIN, 1990). Neste caso, avaliações que levam em consideração somente a porcentagem de germinação (BRASIL, 1992) deixam muito a desejar, porque informações que dizem respeito ao desempenho populacional são perdidas (CARNEIRO, 1994). Por isso, o estudo do desempenho germinativo sob a influência de algumas temperaturas é o primeiro passo para entender como as germinações das sementes acontecem em condições de campo. Entende-se por desempenho germinativo uma série de estimativas de parâmetros com capacidade de interpretações biológicas tendo uma variável randômica T associada ao tempo de germinação das sementes. A função $F_T^*(t_i) = P(T \geq t_i)$ indica a probabilidade de uma semente não germinar antes de t_i . Assim, a probabilidade de germinar é igual a $F_T(t_i) = 1 - F_T^*(t_i)$. O poder germinativo pode ser estimado de acordo com probabilidade condicional deduzida de $(dF/dt)(1/[1-F_T^*(t_i)])$, que representa o componente potencial da função de

densidade de probabilidade de Weibull (WEIBULL, 1951). A logaritmização deste componente potencial descreve a taxa relativa de germinações das sementes (CARNEIRO, 1994; CARNEIRO, 1995).

Tem sido observado em sementes de *Stevia rebaudiana* Bertoni que, sob temperaturas inadequadas, os parâmetros que descrevem o desempenho germinativo podem apresentar níveis de instabilidade que dificultam a sua reprodutibilidade (TAKAHASHI et al., 1996; CARNEIRO, 1993). Resultados indicando as melhores temperaturas para as germinações de sementes de rainha margarida são bastante escassos; eles se resumem nas prescrições que constam nas Regras para a Análise de Sementes (BRASIL, 1992), indicando 20°C constante ou 20 e 30°C alternados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho germinativo sob temperaturas constantes, utilizando sementes de um lote comercial constituído de mistura de cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual de Maringá, utilizando sementes de rainha margarida (*Callistephus chinensis* Nees) provenientes de um lote comercial, que normalmente é vendido com mistura de cultivares. Foram utilizados quatro germinadores regulados com temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35°C. As sementes foram colocadas para germinar sobre papel germiteste, CEL 065, em placas de Petri, num total de seis repetições de 200 sementes (CARNEIRO, 1994). O umedecimento do substrato foi realizado de maneira a evitar tanto o excesso quanto o ressecamento do papel.

As contagens das frequências de protrusões foram realizadas em intervalos de oito horas até que não se observou mais emis-

são de radículas pelas sementes remanescentes. Foi considerada como germinada toda semente com a radícula e a plúmula medindo 3 mm de comprimento e em perfeito estado de desenvolvimento. As freqüências acumuladas foram combinadas com o modelo da função de distribuição acumulativa de Weibull, em que: $Y = M * (1 - \exp(-(t_i/b)^c)$.

O parâmetro **M** estimou a porcentagem máxima de germinações; o **b** avaliou o tempo de ocorrência de 63,21% do máximo de germinações (**M**), enquanto que **c** mediu a dispersão das germinações no tempo. Esse último parâmetro é importante para entender tanto a velocidade das germinações quanto a aceleração do fenômeno (CARNEIRO, 1994; CARNEIRO & GUEDES, 1993). O poder germinativo foi avaliado por $(c/b)(t_i/b)^c$, que é o componente potencial da função de densidade de probabilidades. As taxas relativas foram avaliadas pela logaritimização deste componente. As assimetrias das estimativas dos parâmetros foram avaliadas pelo coeficiente de Hougaard (HOUGAARD, 1985) e as instabilidades pela porcentagem de vício (BOX, 1971). As medidas de curvaturas intrínsecas (**IN**) mediram as curvaturas da solução locus no espaço amostral e as de parâmetros (**PE**) mediram a falta de paralelismo e de igualdade nas linhas de parâmetros projetadas no plano tangente. O desvio entre o plano tangente e o espaço amostral foi comparado ao nível de 5 por cento de probabilidade, pelo teste de F (RATKOWSKY, 1990; BATES & WATTS, 1982).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho germinativo, que resultou da combinação das freqüências germinativas acumuladas com o modelo da função de distribuição de Weibull, pode ser visto na Tabela 1. A maior porcentagem de

germinação (**M**) foi obtida com o germinador regulado em 20°C e foi igual a 78,28%, enquanto que a menor, obtida com 30°C, foi igual a 64,63%. As sementes não germinaram na temperatura de 35°C, justificando-se o insucesso de agricultores de Maringá em praticar semeaduras precoces ou tardias, diretamente a campo, onde as temperaturas estão provavelmente acima de 20°C.

As estimativas de assimetria dos parâmetros avaliada pelo coeficiente de Hougaard indicaram que o parâmetro **c** apresentou desempenho "razoavelmente próximo da linearidade" para as germinações avaliadas a 20 e a 25°C. Sob temperatura de 30°C, tanto o coeficiente de assimetria de Hougaard quanto a porcentagem de vício foram altos, indicando instabilidade na estimativa do parâmetro **c**. Isto se deve, em parte, ao intervalo de tempo - oito horas - usado para avaliar as freqüências. Este intervalo deve ser, na medida do possível, diminuído para duas horas. A porcentagem de vício obtida com a temperatura de 25°C foi alta, mas não o suficiente para comprometer a avaliação do desempenho germinativo. A estimativa do parâmetro **b** foi de 62,17 horas e 48,11 horas para as temperaturas de 20°C e de 25°C, respectivamente. A estimativa de **b** obtida a 25°C foi menor porque grande parte das sementes capazes de germinar nesta temperatura o fizeram logo nas primeiras horas do teste (Figura 1). Como pode ser observado pela estimativa do parâmetro **c**, obtido a 20°C e igual a 5,63, houve uma maior inclinação da reta que avalia a velocidade relativa das germinações. Para melhor entender este significado de estimativa de taxa, é necessário observar que todas estas germinações ocorreram entre 30 e 150 horas. Por este motivo, a maior velocidade se deveu a um maior número de protrusões num mesmo intervalo de tempo, quando as germinações ocorreram a 20°C. Estes resultados podem ser vistos na Figura 2.

Tabela 1 - Desempenho germinativo de sementes de rainha margarida (*Callistephus chinensis* Nees) em germinadores e sob três níveis de temperatura.

Tratamentos	Estimativas	M	b	c
20°C	Parâmetros	78,28	62,17	5,63
	g_1	0,0016	0,0261	0,1537
	Porc. Vício	0,0027	0,0016	0,0917
25°C	Parâmetros	66,88	48,11	4,51
	g_1	0,0028	0,0307	0,2089
	Porc. Vício	0,0052	0,0025	0,1689
30°C	Parâmetros	64,63	44,83	4,61
	g_1	0,0053	0,0798	0,5281
	Porc. Vício	0,0304	0,0134	1,1555

M: Porcentagem máxima de germinações;

b: Tempo para ocorrência de 63,21% do máximo de germinações;

c: Distribuição das ocorrências de germinações no tempo;

g_1 : Coeficiente de Hougaard.

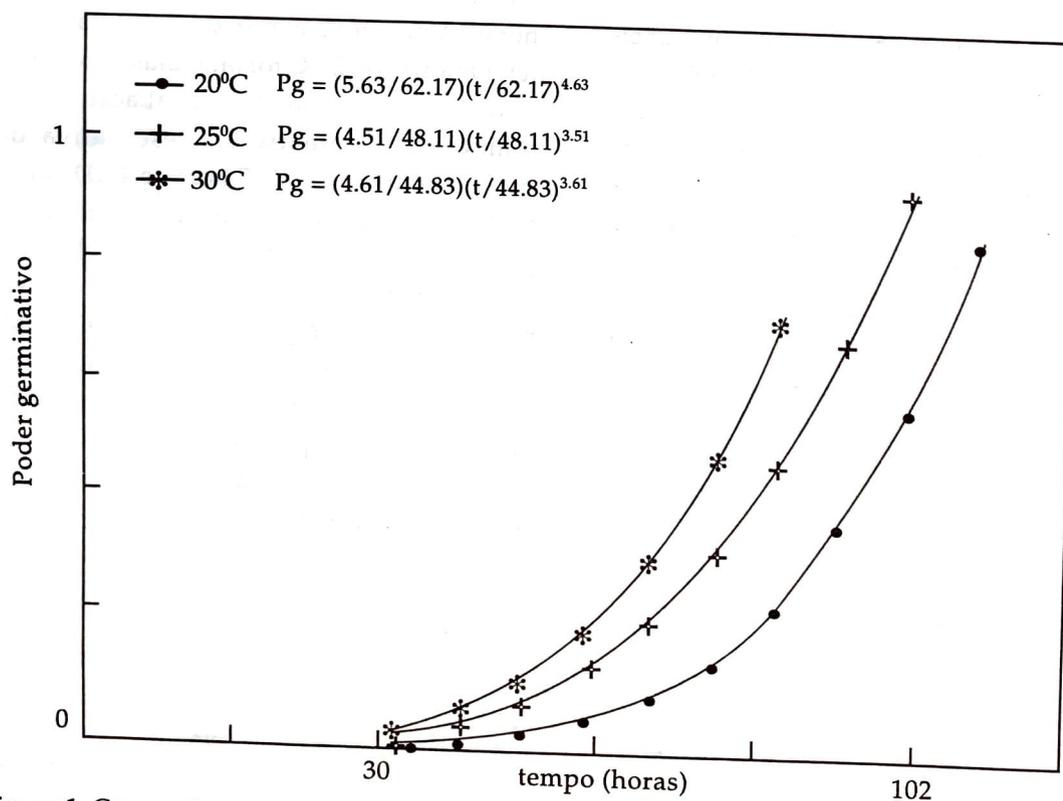


Figura 1. Curvas de poder germinativo (P_g) de sementes *Callistephus chinensis*, em função de três temperaturas.

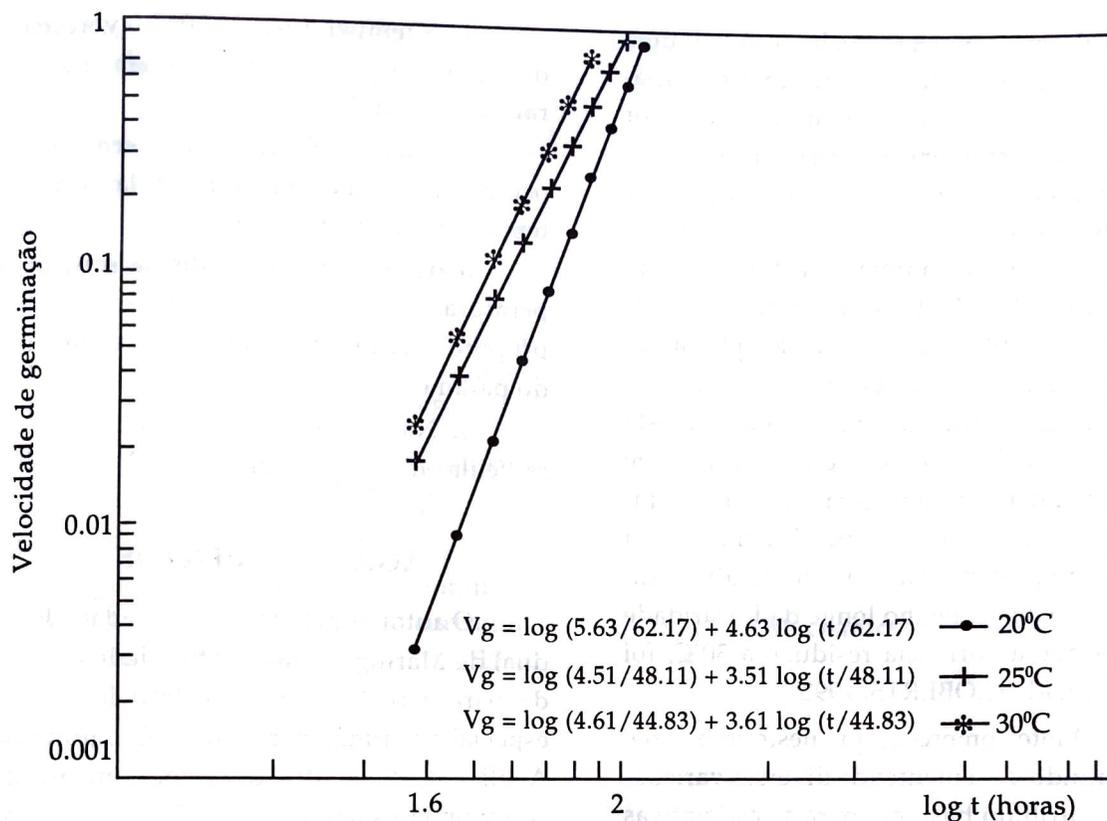


Figura 2. Curvas de velocidade germinativa (Vg) de sementes de *Callistephus chinensis*, em função de três temperaturas.

Tabela 2. Estimativas de quadrados médios residuais e de medidas de curvaturas intrínsecas (IN) e de parâmetros (PE) em função das germinações de sementes de rainha margarida (*Callistephus chinensis* Ness) combinadas com a função de Weibull, usando três temperaturas constantes.

Tratamentos	S. Q _r	IN	PE
20°C	1388,89	0,0942 ^{NS}	0,1058 ^{NS}
25°C	1848,28	0,1345 ^{NS}	0,1384 ^{NS}
30°C	10431,20	0,3468*	0,3516*

^{NS}: Não significativo.

*: Significativo ao nível de 5%, pelo teste de F.

O que pode ser concluído é que uma menor estimativa de b não indica necessariamente germinações mais rápidas. A maior velocidade é melhor caracterizada pela análise conjunta dos parâmetros b e c . Este valor de 5,63 aproxima a distribuição das germinações à distribuição normal com menor desvio padrão (DODSON, 1994). A taxa condicional de germinação (Figura 1) indica a probabilidade de uma semente germinar num intervalo de tempo particular. Sua estimativa está condicionada ao número de sementes que potencialmente podem germinar em cada intervalo de tempo. O aumento da temperatura provocou aumento da variância residual (Tabela 2). O desempenho longe da linearidade indica que a variância residual, a 30°C, foi subestimada (ROBERTS, 1992).

O lote comercial, que neste trabalho é constituído de sementes de diversas variedades, contribuiu bastante para as estimativas do valor de M , pois algumas variedades, provavelmente, responderam de maneira diferenciada aos diferentes níveis de temperatura. Esse fato pode ter sido o responsável pelos resultados obtidos de poder germinativo, cujas sementes encerraram a germinação mais cedo (Figura 2). Uma investigação adicional deve responder se a diminuição da estimativa de b foi devido a respostas fisiológicas ou genéticas.

As estimativas das medidas de curvaturas intrínsecas e devido à parametrização não foram significativas para as temperaturas de 20 e 25°C. É provável que avaliações em lotes que contenham somente uma variedade possam explicar parte dos resultados obtidos neste experimento e deverão, oportunamente, ser conduzidos.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste experimento, foi possível concluir que:

1. A temperatura de 20°C favoreceu o desempenho germinativo das sementes de rainha margarida.
2. A maior velocidade das germinações ocorreu com o germinador regulado com a temperatura de 20°C.
3. As germinações avaliadas sob a temperatura de 30°C, com intervalo de 8 horas, proporcionaram instabilidade na estimativa do parâmetro c .
4. Não foi observado protrusões de radículas na temperatura de 35°C.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Universidade Estadual de Maringá pela oportunidade oferecida para a realização deste trabalho, e em especial aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia, os senhores Vitor Paulo de Freitas Cruz, Denilson do Amaral e Ivair do Amaral, que contribuíram na coleta dos dados, e ao Dr. David A. Ratkowsky, que gentilmente cedeu as sub-rotinas para o ajuste dos dados.

BIBLIOGRAFIA

- BATES, D. M. & WATTS, D. G. Relative curvature measures of nonlinearity. *J. R. Statist. Soc. B.*, v.42, n.1. p. 1-25, 1982.
- BENJAMIN, L. R. Variation in time of seedling emergence within population: a feature that determines individual growth and development. *Advances in Agronomy*, San Diego, v.44, p.1-25, 1990.
- BOX, M. J. Bias in nonlinear estimation. *J. R. Statist. Soc.*, London, B, v.32, n.1, p.171-201, 1971.
- BRASIL, **Regras para a análise de sementes**. Brasília: SNDA/CLAV.1992. 365 p.
- CARNEIRO, J. W. P. & GUEDES, T. A. Avaliação do desempenho germinativo. **Informativo Abrates**, Brasília, v.2, n.4, p.28-30, 1993.

- CARNEIRO, J.W.P. Avaliação do desempenho germinativo de acordo com os parâmetros da função de distribuição de Weibull. **Informativo Abrates**, Brasília, v.4, n.2, p.75-83, 1994.
- CARNEIRO, J.W.P. Influência do estresse térmico no desempenho germinativo de sementes de *Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni, avaliado pela função de distribuição de Weibull. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.17, n.2, p.210-216, 1995.
- DODSON, B. **Weibull analysis**. Milwaukee: ASQC Quality Press. 1994. 256 p.
- HOUGAARD, P. The appropriateness of the asymptotic distribution in a nonlinear regression model in relation to curvature. **J.R. Statist. Soc. B.**, v.47, n.1, p.103-114, 1985.
- RATKOWSKY, D.A. **Handbook of nonlinear regression models**. New York: Marcel Dekker, 1990, 241 p.
- ROBERTS, E.A. **Sequential data in biological experiments**. London: Chapman & Hall, 1992. 240 p.
- TAKAHASHI, L.; MELGES, E. & CARNEIRO, J. W. P. Desempenho germinativo de sementes de *Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni sob diferentes temperaturas. **Rev. Bras. de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.6-9. 1996.
- WEIBULL, W. A statistical distribution function of wide applicability. **Journal of Applied Mechanics**, v.18, n.1, p.293-297, 1951.