



## TEMPERATURAS CARDINAIS PARA GERMINAÇÃO DE *Libidibia ferrea* EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA

C. E. Maia<sup>1</sup>, P. J. Dumas<sup>2</sup>, M. F. de A. Ribeiro<sup>3</sup>, A. Q. C. Braga<sup>4</sup>

**RESUMO:** A germinação de sementes é influenciada por fatores ambientais como a temperatura e a salinidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar mudanças nos valores das temperaturas cardinais (basal, ótima e máxima de germinação) em função condutividade elétrica da água (CE). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5 com quatro repetições, sendo cinco temperaturas de germinação (15°C, 21°C, 27°C, 33°C e 40°C) e cinco valores de condutividade elétrica (0, 5, 10, 15 e 20 dS m<sup>-1</sup>). A germinação foi feita em bandejas com areia sendo cada parcela com 20 sementes de *Libidibia ferrea*. Os dados de germinação de cada tratamento foram ajustando ao modelo de superfície de resposta  $G = \beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2 + \beta_3 T + \beta_4 T^2 + \beta_5 CE.T$ . A temperatura ótima ( $T_o$ ) foi calculada pela derivada primeira igualando a zero, e as temperaturas basal ( $T_b$ ) e máxima ( $T_{max}$ ), pelas raízes do modelo. Concluiu-se que com o aumento da salinidade verificou-se aumento das temperaturas basal e ótima e diminuição da temperatura máxima, sendo o aumento de 0,064°C e 0,33°C por unidade de condutividade elétrica para  $T_o$  e  $T_b$ , respectivamente, e diminuição de 0,2027 para  $T_{max}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** Temperatura ótima de germinação, modelagem, qualidade de água.

## CARDINAL TEMPERATURES FOR GERMINATION OF *Libidibia ferrea* IN DIFFERENT SALINITIES OF WATER

**ABSTRACT:** Sneed germination is influected by environmenl factrs such as temperature o and salinity. The aim of this work was to evaluate changes in cardinal temperatures (basal, optimum and maximum germination) as a function of electrical conductivity of water (EC). The experiment was conducted in a completely randomized design in a 5 x 5 factorial scheme with four replicates, with five germination temperatures (15°C, 21°C, 27°C, 33°C and 40°C) and five

<sup>1</sup> Doutor em Recursos Naturais/UFMG, professor associado UFRSA, Mossoró – RN. E-mail: celsemy@ufrsa.edu.br

<sup>2</sup> Acadêmico de Agronomia, UFRSA, Mossoró – RN. Email: dumaspeterjohn@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica de Agronomia UFRSA. Mossoró – RN. Email: mariana.f.a.ribeiro@gmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRSA, Mossoró – RN. E-mail: queziaana@outlook.com

values of electrical conductivity (0, 5, 10, 15 and 20 dS m<sup>-1</sup>). The germination was carried out in trays with sand and each plot with 20 seeds of *Libidibia ferrea*. The germination data of each treatment were adjusted to the response surface model  $G = \beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2 + \beta_3 T + \beta_4 T^2 + \beta_5 CE.T$ . The optimum temperature (T<sub>o</sub>) was calculated by the first derivative equaling zero, and the basal (T<sub>b</sub>) and maximum temperatures (T<sub>max</sub>), by the roots of the model. As conclusion, there was an increase in basal and optimum germination temperatures and a decrease in maximum temperature with increasing salinity, with an increase of 0.064°C and 0.33°C per unit of electrical conductivity for T<sub>o</sub> and T<sub>b</sub>, respectively, and a decrease of 0.203°C for T<sub>max</sub>.

**KEYWORDS:** Optimum germination temperature, modeling, water quality.

## INTRODUÇÃO

As temperaturas, juntamente com a água e o oxigênio, constituem os principais fatores ambientais que influenciam na germinação das sementes, entretanto, os fatores que controlam os eventos fisiológicos na germinação sofrem influência da temperatura, afetando a velocidade da germinação que está ligada a velocidade das atividades metabólicas, aumentando a germinação das sementes. A temperatura também pode provocar alterações na estrutura e moléculas, principalmente nos lipídeos e proteínas envolvidas nas reações químicas durante a germinação, podendo afetar a absorção de água e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo, além de alterações na estrutura de membranas (Bewley & Black, 1994).

A resposta à temperatura tem sido caracterizada pelas chamadas ‘temperaturas cardeais’, que são as temperaturas mínima, máxima e ótima para ocorrência da germinação. A temperatura ótima propicia a máxima porcentagem de germinação no menor tempo, enquanto que sob temperatura mínima e acima da máxima o processo não ocorre germinação. Os limites extremos de temperatura de germinação fornecem informações de interesse ecológico e biológico (Labouriau & Pacheco, 1978), sendo que cada espécie tem uma faixa de temperatura ideal na qual as sementes possivelmente germinam, podendo variar de 15°C a 40°C para diversas espécies. Entretanto, existem espécies que necessitam de temperaturas alternadas para sua germinação (Cetnarski Filho & Nogueira, 2005), que estão ligadas ao comportamento ecológico das espécies nos seus habitats (Albuquerque et al., 2003).

A temperatura ótima é constante para a maioria das sementes florestais, e varia entre 15°C e 30°C (Flores et al., 2014), que vai depender do caráter adaptativo da espécie, que está

associado a capacidade de estabelecimento no campo. A germinação das sementes só ocorre em condições favoráveis de luz, temperatura e disponibilidade de água (Carvalho e Nakagawa, 2000). Porém, em regiões áridas e semiáridas nem sempre essas condições são adequadas, devido aos solos geralmente salinos e sódicos. Nessas regiões, a produção de espécies vegetais tem sido afetada negativamente pela salinidade e déficit hídrico, devido a irregularidades pluviiais que ocasionam uma evaporação superior à precipitação, contribuindo para o acúmulo de sais solúveis e o incremento do sódio trocável na superfície dos solos (Barros et al., 2004). O efeito do estresse salino sobre a germinação das sementes tem sido estudado tanto em espécies nativas, quanto em espécies cultivadas, em que inibe ou retarda a germinação das sementes devido a efeitos osmóticos e/ou iônicos, sendo a restrição da captação de água gerada pela redução do potencial osmótico do substrato, o primeiro distúrbio fisiológico causado pelo estresse salino, provocando retardo na absorção de água das sementes ou no alongamento da raiz (Chaves et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar mudanças nos valores das temperaturas cardinais (basal, ótima e máxima de germinação) em função condutividade elétrica da água (CE) em sementes de *Libidibia ferrea*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5 com quatro repetições, sendo cinco temperaturas de germinação (15°C, 21°C, 27°C, 33°C e 40°C) e cinco valores de condutividade elétrica (0, 5, 10, 15 e 20 dS m<sup>-1</sup>). A germinação foi feita em bandejas com areia sendo cada parcela com 20 sementes de *Libidibia ferrea* não escarificada, sendo colocadas em câmaras de germinação do tipo B.O.D, com fotoperíodo artificial de 12 horas para cada temperatura.

As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, e quando ocorreu a estabilização da germinação, o teste foi retirado, sendo calculada a porcentagem final de germinação, usando como critério a emissão da radícula a partir de 2 mm de comprimento.

Os dados de germinação de cada tratamento foram ajustando ao modelo de superfície de resposta, equação 1. Para todos os valores de CE a temperatura ótima (T<sub>o</sub>) foi calculada pela derivada primeira igualando a zero, equação 2, e as temperaturas basal (T<sub>b</sub>) e máxima (T<sub>max</sub>), pelas raízes do modelo.

$$G = \beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2 + \beta_3 T + \beta_4 T^2 + \beta_5 CE.T \quad (1)$$

$$\frac{dG}{dT} = \beta_3 + 2\beta_4 T + \beta_5 CE \quad (2)$$

$$\frac{dG}{dCE} = \beta_1 + 2\beta_2 CE + \beta_5 T \quad (3)$$

A germinação máxima ( $G_{max}$ ) em função da CE foi calculada pela equação 4, com G, CE e T em %, dS/m e °C, respectivamente.

$$G_{max} = (\beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2) - \frac{(\beta_3 + \beta_5 CE)^2}{4\beta_4} \quad (4)$$

As temperaturas ótimas, basal e máxima de germinação em função da CE, foram estimadas pelas equações 5, 6 e 7, respectivamente. A faixa de temperatura de germinação (FTG) foi calculada pela equação 8.

$$T_o = \frac{\beta_3 - \beta_5 CE}{-2\beta_4} \quad (5)$$

$$T_b = T_o - \left( T_o^2 - \frac{\beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2}{\beta_4} \right)^{1/2} \quad (6)$$

$$T_{max} = T_o + \left( T_o^2 - \frac{\beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2}{\beta_4} \right)^{1/2} \quad (7)$$

$$FTG = 2 \left( T_o^2 - \frac{\beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 CE^2}{\beta_4} \right)^{1/2} \quad (8)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes de *Libidibia ferrea* em função da temperatura a condutividade elétrica da água se ajustou bem ao modelo de superfície de resposta, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9278 (Figura 1).

Os parâmetro do modelo foram  $G = -56,5561 - 2,2016CE + 0,021CE^2 + 8,079T - 0,1531T^2 + 0,0195CE.T$ , com os quais permitiu estimar as temperaturas cardinais. Levando em consideração que a melhor condição de germinação para as sementes de *Libidibia ferrea* é para condição de CE = 0 dS/m, as temperaturas ótima ( $T_o$ ), basal ( $T_b$ ) (mínima) e a máxima

( $T_{max}$ ) foi de 26,38°C, 8,31°C e 44,46°C, respectivamente. Menezes et al. (2004), afirmam que a faixa de temperatura ótima de germinação para a maioria das espécies florestais se encontra entre 20-30°C, entretanto, Lima et al. (2006) trabalhando com *Libidibia ferrea* avaliando diferentes temperaturas verificaram que a temperatura que promoveu maior germinação foi de 30°C, porém, Dantas (2015) afirma que a temperatura ótima é de 26,22°C.

Avaliando o efeito da salinidade nas temperaturas ótima ( $T_o$ ) e basal ( $T_b$ ) (mínima), observou-se que estas aumentaram linearmente com o aumento da salinidade, enquanto a temperatura máxima ( $T_{max}$ ) diminuiu (Figura 2). Observou-se ainda maior efeito da salinidade na temperatura basal que na ótima, verificado pelo maior coeficiente angular da reta, indicando aumento da temperatura basal de 0,33°C por aumento de uma unidade da CE e de 0,0637°C para a temperatura ótima, sendo esse efeito mais de cinco na  $T_b$  que na  $T_o$ . Para a temperatura máxima, a diminuição com aumento da salinidade foi de 0,2027°C por unidade de CE. O aumento da  $T_o$  e  $T_b$  com o aumento da CE de 0 a 20 dS/m foi de 1,27°C e 6,59°C, respectivamente e, para a temperatura máxima, diminuindo em 4,04°C.

Avaliando a porcentagem de germinação na temperatura ótima ( $G(T_o)$ ) em função da CE,  $T_o$ ,  $T_b$  e  $T_{max}$ , observou-se que  $G(T_o)$  diminuiu com o aumento da CE,  $T_o$  e  $T_b$  e aumentou com o aumento de  $T_{max}$  (Figura 2). As taxas de decréscimo de  $G(T_o)$  foram de 1,2547, 19,702 e 3,811 com relação a CE,  $T_o$  e  $T_b$ , respectivamente, e de aumento de 6,2046 para  $T_{max}$  (Figura 3). De uma forma geral, a salinidade aumentou a  $T_o$ , e esse aumento afetou negativamente a germinação, diminuindo em aproximadamente 50% da germinação quando comparada a germinação de  $T_o$  nas CE de 0 e 20 dS/m, mesmo resultado foi observado por Dantas (2015) também para *Libidibia ferrea*.

Avaliando a faixa de temperatura de germinação (FTG), verificou-se que, com o aumento da salinidade esse intervalo também foi afetado, diminuindo com o aumento da CE da água, com uma taxa de 0,5327 por unidade de CE (Figura 4), diminuindo a amplitude da faixa de 36,15°C na ausência da salinidade para 25,52°C na CE de 20 dS/m.

A influência de baixas temperaturas na germinação das sementes de muitas espécies é devido à inativação de enzimas ou processos de mudanças de fase, reduzindo as taxas metabólicas até que as vias essenciais para o início da germinação não possam mais operar (Hendricks e Taylorson, 1976). Já as temperaturas elevadas causam estresse, ocasionando o que se denomina de dormência térmica ou, ocorre perda da viabilidade, reduzindo a germinação ou mesmo suprimi-la temporariamente (Oliveira, 2014). Além disso, Baker et al. (1991) afirmam que em altas temperaturas pode ocorrer modificação da permeabilidade das membranas e desnaturação das proteínas. A diminuição da germinação pelo aumento da salinidade se deve

ao efeito osmóticos e/ou iônico, com diminuição da absorção de água pela semente pela redução do potencial osmótico da água com aumento da salinidade, causando distúrbio fisiológico (Chaves et al., 2009).

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que com o aumento da salinidade da água verificou-se aumento das temperaturas basal e ótima e diminuição da temperatura máxima e da faixa de temperatura de germinação das sementes de *Libidibia férrea*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B.; ALBRECHT, J. M. F. Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. In: COELHO, M.F.B.; COSTA JÚNIOR, P.; DOMBROSKI, J. L.D. Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais. Cuiabá: UNICEN Publicações, p.157-181. 2003.

BAKER KD, PAULSEN MR, VAN-ZWEDEN J. Hybrid and drying rate effects on seed corn viability. Transactions of the ASAE, v. 34, n. 2, p. 499-506. 1991.

BARROS, M. F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, n. 1, p. 59-64. 2004.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seed physiology of development and germination. 2ed. Plenum Press, New York. 1994.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CETNARSKI FILHO, R.; NOGUEIRA, A. C. Influência da temperatura na germinação de diásporos de *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer (canela-sassafrás). Ciência Florestal, v. 14, n. 2, p. 191-198, 2005.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany, v. 103, n. 4, p. 551-560. 2009.

DANTAS, J., M. Resposta germinativa de sementes de *Libidibia ferrea* Martius submetidas a fatores abióticos. Mossoró, 2015. 56p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, UFERSA.

FLORES, A. V et al. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* schott em diferentes temperaturas. Revista *Árvore*, v. 38, n. 6, p. 1147-1154. 2014.

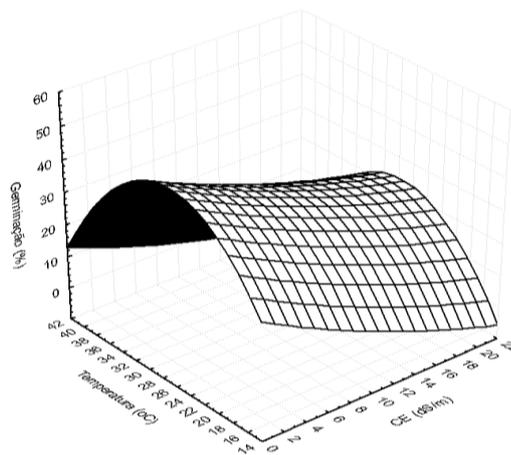
HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in germination and amino acid leakage of seed a with temperature related to membrane phase. *Plant Physiology*, v.58, n.1, p.7-11, 1976.

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.

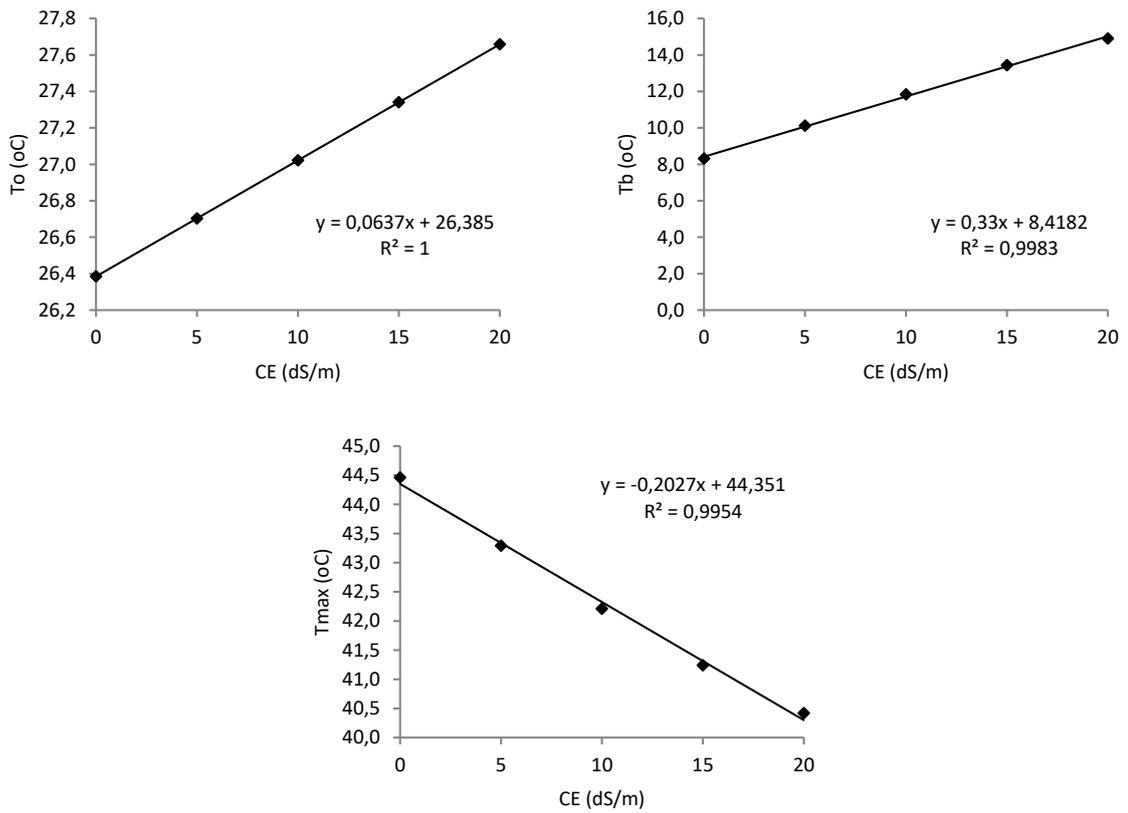
LIMA, J.D., ALMEIDA, C.C., DANTAS, V.A.V., SILVA, B.M.S., MORAES, W.S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de Sementes de *caesalpinia ferrea* mart. Ex tul. (leguminosae, Caesalpinoideae). R. *Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 513-518. 2006.

MENEZES, N.L., FRANZIN, S.M., ROVERSI, T., NUNES, E.P. Germinação de sementes de *Salvia splendens* sellow em diferentes temperaturas e qualidades de luz. *Revista Brasileira de Sementes*. Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 32-37, 2004.

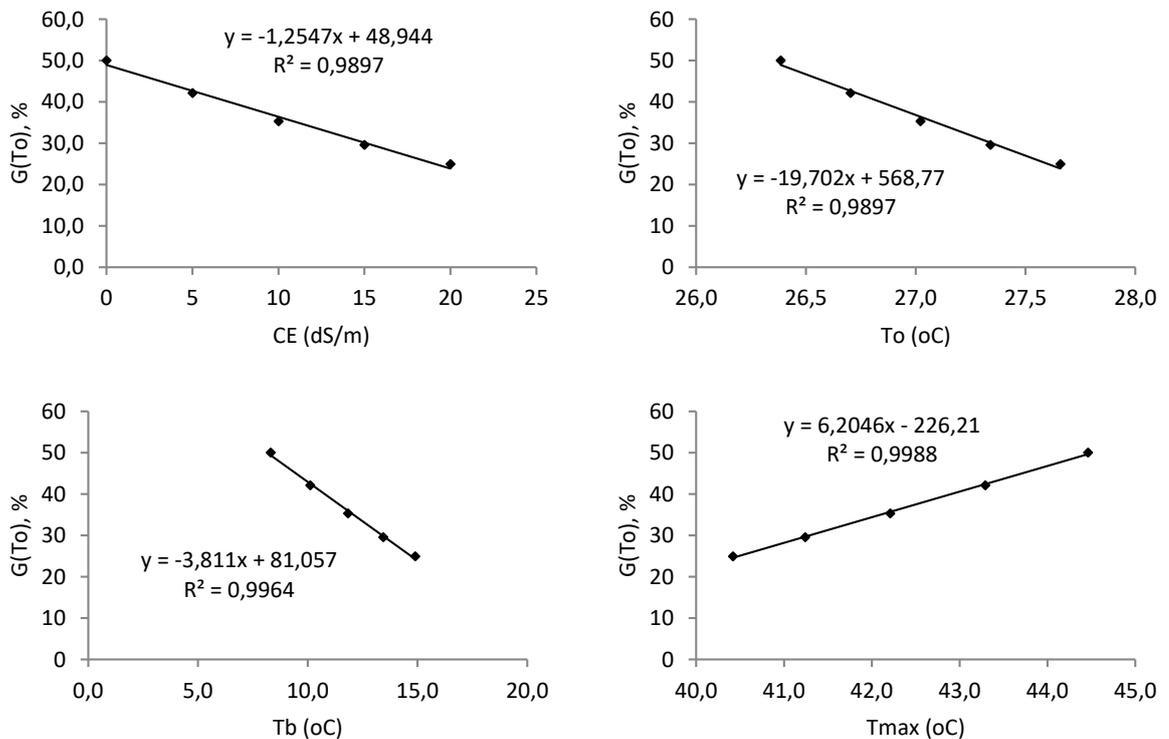
OLIVEIRA, G, M. Germinação de sementes de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend.) em diferentes condutividades elétricas. *Revista Sodebras*, v. 9, n. 104, p. 70-73. 2014.



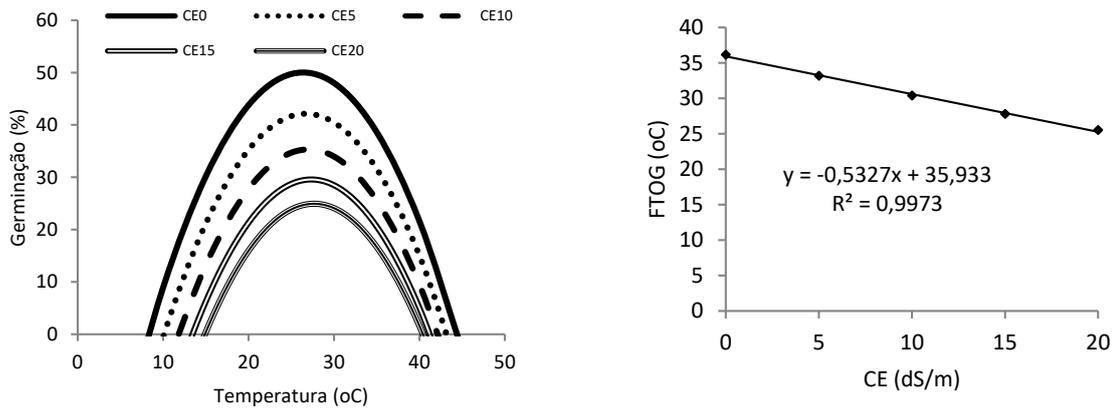
**Figura 1.** Germinação de sementes de *Libidibia ferrea* em função da temperatura (T) e condutividade elétrica (CE) da água



**Figura 2.** Temperatura ótima, basal e máxima de germinação de *Libidibia ferrea* em função da condutividade elétrica (CE) da água



**Figura 3.** Porcentagem de germinação na temperatura ótima ( $G(T_o)$ ) em função da condutividade elétrica (CE) da água e temperaturas ótima ( $T_o$ ), basal ( $T_b$ ) e máxima ( $T_{max}$ )



**Figura 4.** Germinação de sementes de *Libidibia ferrea* em função da temperatura para diferentes condutividades elétricas (CE) e a faixa de temperatura de germinação (FTG) em função da CE da água