



ESTIMATIVA DA TEMPERATURA BASE PARA A EMISSÃO DE FOLHAS DA PAINEIRA-ROSA

Yumi Caroline de Oliveira Segawa¹

Mábele de Cássia Ferreira²

Gabriela Taynara da Silva Ribeiro³

Fabrina Bolzan Martins⁴

Marcel Carvalho Abreu⁵

Haroldo Felipe da Costa⁶

Ecologia Ambiental

Resumo

O objetivo deste estudo foi estimar a temperatura base (T_b) para a emissão de folhas da espécie arbórea *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (paineira-rosa). Para estimativa da T_b foram utilizados cinco métodos: menor desvio padrão em graus-dia (DPgd), menor desvio padrão em dias (DPd), menor coeficiente de variação em graus-dia (CVgd), menor coeficiente de regressão linear (CR) e menor quadrado médio do erro. Para isso, foram utilizados dados de emissão de folhas e de temperatura média do ar provenientes de um experimento conduzido à campo na área experimental da Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG, sob o delineamento inteiramente casualizado com cinco épocas de semeadura e oito repetições. A T_b estimada para a emissão de folhas da fase de muda da *C. speciosa* foi de 11,5°C.

Palavras-chave: Temperatura do ar; Desenvolvimento inicial; Fenologia; *Ceiba speciosa*

Graduanda em Engenharia Ambiental, Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, yumisegawa646@gmail.com

2 Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, mabele.ferreira@unifei.edu.br

3 Graduanda em Ciências Atmosféricas, Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, gabrielaribeiro@unifei.edu.br

4 Prof^a. Dra. no Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, fabrina@unifei.edu.br

5 Prof. Dr. no Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, marcelc_abreu@ufrj.br

6 Técnico Agrícola no Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá-UNIFEI, haroldo@unifei.edu.br



INTRODUÇÃO

A *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (Malvaceae; paineira-rosa) é uma espécie arbórea nativa brasileira (GALDIANO JUNIOR *et al.*, 2011; CARVALHO, 2003) com características caducifólia e heliófila (SOARES *et al.*, 2021). Ocorre no interior de florestas primárias densas ou secundárias, em solos bem drenados, profundos e húmidos, não tolerando solos sujeitos a inundação (CARVALHO, 2003). No Brasil, sua distribuição geográfica abrange os estados da região Sul e Sudeste, além de Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia (ROVERI NETO e PAULA, 2017).

Além de constituir um importante recurso para restauração de áreas degradadas, programas de reflorestamento e arborização urbana (ROVERI NETO e PAULA, 2017), a *C. speciosa* possui madeira leve, utilizada na confecção de canoas, caixotaria e pasta celulósica. Seu fruto na forma de paina é utilizado no enchimento de colchões e travesseiros (SOARES *et al.*, 2021; AFONSO *et al.*, 2017; CARVALHO, 2003).

A temperatura do ar é a variável meteorológica que mais influencia no desenvolvimento das espécies florestais, como na emissão de folhas (FERREIRA *et al.*, 2019a,b; FREITAS *et al.*, 2017^a; SOUZA e MARTINS, 2014). As plantas possuem limiares térmicos abaixo dos quais o desenvolvimento é paralisado ou ocorre em taxas muito reduzidas. Tal limiar é definido pela temperatura base (T_b), com valores que variam entre espécie, genótipos da mesma espécie e entre as fases de desenvolvimento da planta (SOUZA e MARTINS, 2014).

A T_b pode ser estimada por métodos estatísticos, como por exemplo, pelos métodos do menor desvio padrão em dias e graus-dia, menor coeficiente de variação em dias e graus-dia, coeficiente de regressão e desenvolvimento relativo (ARNOLD, 1959; YANG *et al.*, 1995) e menor quadrado médio do erro (QME) (SINCLAIR *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2012). Em comum, todos os métodos exigem que as plantas sejam expostas em condições de temperaturas mais amenas (SILVA *et al.*, 2020).

Estudos sobre a estimativa da T_b da *C. speciosa* são essenciais para o conhecimento dos limiares térmicos da espécie e avaliar a adaptabilidade térmica em ambientes fora do centro de origem da espécie (MARTINS *et al.*, 2012), bem como na implantação da *C.*

Realização



speciosa à campo.

O objetivo deste trabalho foi estimar a temperatura base para emissão de folhas durante o desenvolvimento inicial da espécie *C. speciosa*, utilizando os métodos de menor desvio padrão em graus - dias (DPgd), menor desvio padrão em dias (DPd), menor coeficiente de variação em graus dias (CVgd), coeficiente de regressão linear (CR) e quadrado médio do erro.

METODOLOGIA

Foi conduzido um experimento a campo na área experimental da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI (22°24'46"S; 45°26'49"O; 850m de altitude), em Itajubá – MG no período compreendido de julho de 2022 à março de 2023. O experimento foi conduzido sob o delineamento inteiramente casualizado, considerando cinco épocas de semeadura (E) e 8 repetições por época, totalizando 40 repetições (UE) (Figura 1).

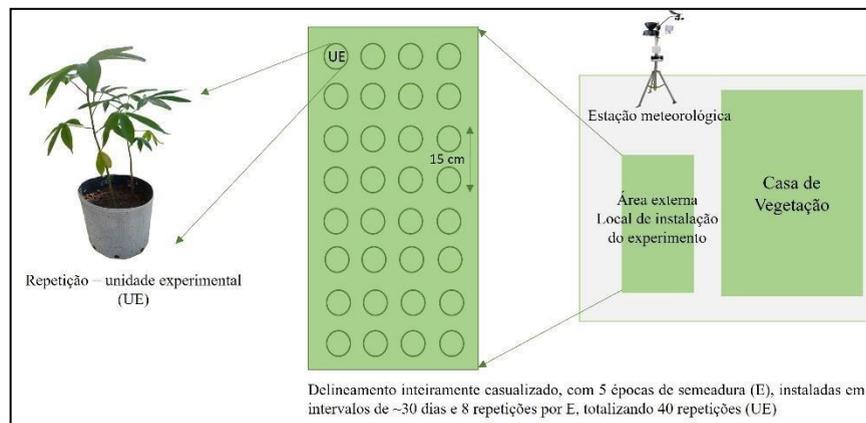


Figura 1. Croqui do experimento.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Cada UE foi constituída por duas plantas cultivadas em vasos brancos de polietileno de 8L preenchidos com o horizonte “A” moderado de um Latossolo Vermelho distrófico típico, de textura argilosa, coletado em Itajubá, MG. As épocas de semeadura foram instaladas em intervalos de ~30 dias para que as plantas se desenvolvessem em

Realização



diferentes condições de temperatura do ar. As cinco épocas semeadura foram: E1- 14/06/2022; E2 - 15/07/2022; E3 - 16/08/2022; E4 - 16/09/2022; E5 - 17/10/2022.

Foi realizada correção de acidez e fertilidade no solo coletado de acordo com a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999), Evaristo *et al.* (2020) e Freitas *et al.* (2017b). Entre 30~45 dias antes da instalação de cada E, foi corrigida a acidez com a aplicação de 1,96 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 0,65 g de carbonato de magnésio (MgCO₃) em cada UE. Aos 60 e 120 dias após a semeadura foram realizadas duas adubações de cobertura aplicando 0,8 g de sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄)a e 1,2 g de cloreto de potássio (KCl) e superfosfato simples (18% de P, 16% de Ca e 10% de S) em cada UE.

As sementes de *C. speciosa* foram obtidas de matrizes localizadas em Rio das Pedras – SP (coletadas em junho/2018) e de Porto Feliz – SP (coletadas em agosto/2021). Os frutos foram coletados no início da deiscência e secos ao sol e o armazenamento das sementes feito em câmara fria (temperatura ~6 - 10 °C e umidade relativa ~30 - 50%).

A emissão de folhas, dada pelo número de folhas (NF), foi contabilizada semanalmente desde a primeira folha visível com limbo ≥ 1,0 cm de comprimento até 10 folhas acumuladas (FERREIRA *et al.*, 2019a; SOUZA e MARTINS, 2014).

A Tb foi estimada pelos métodos modificados propostos por Yang *et al.* (1995):

Menor desvio padrão em graus-dia (DP_{gd}):

$$T_b = \frac{\sum_{i=1}^n T_{med_i} d_i \sum_{i=1}^n d_i - n \sum_{i=1}^n d_i^2 T_{med_i}}{(\sum_{i=1}^n d_i)^2 - n \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

Menor desvio padrão em dias (DP_d):

$$T_b = T - \frac{(\sum_{i=1}^n t_i d_i)^2 - n \sum_{i=1}^n t_i^2 d_i^2}{n \sum_{i=1}^n d_i^2 t_i - n \sum_{i=1}^n t_i d_i \sum_{i=1}^n d_i} \quad (\text{Eq. 2})$$

Coefficiente de variação em graus-dia (CV_{gd}):

$$T_b = \frac{\sum_{i=1}^n T_{med_i} d_i^2 \sum_{i=1}^n T_{med_i} d_i - \sum_{i=1}^n d_i \sum_{i=1}^n T_{med_i}^2 d_i^2}{\sum_{i=1}^n d_i^2 \sum_{i=1}^n T_{med_i} d_i - \sum_{i=1}^n d_i \sum_{i=1}^n T_{med_i} d_i^2} \quad (\text{Eq. 3})$$

Realização



Coefficiente de regressão (CR):

$$T_b = \frac{\sum_{i=1}^n T_{med_i} \cdot \sum_{i=1}^n d_i T_{med_i} - n \sum_{i=1}^n d_i T_{med_i}^2}{\sum_{i=1}^n d_i \sum_{i=1}^n T_{med_i} - n \sum_{i=1}^n d_i T_{med_i}} \quad (\text{Eq. 4})$$

em que d_i = duração em dias das i -ésimas épocas de semeadura; T_{med_i} = temperatura média das i -ésimas épocas ($^{\circ}\text{C}$); T = temperatura média de todas as i -ésimas épocas ($^{\circ}\text{C}$); n = número de épocas de semeadura; $t_i = T - T_{med_i}$ ($^{\circ}\text{C}$);

Também foi utilizado o método do menor quadrado médio do erro (QME), que baseia-se no ajuste de 40 regressões lineares simples entre o NF e graus-dia acumulado (GDa, $^{\circ}\text{C}$ dia), obtido acumulando diariamente o graus-dia diário (GDd, $^{\circ}\text{C}$ dia) (Eq.5) a partir da emergência até 10 folhas acumuladas (SOUZA e MARTINS, 2014) para cada época de semeadura (SINCLAIR *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2012). Nos ajustes foram considerados o NF médio obtido pelas 8 repetições de cada época de semeadura. No QME, o valor da T_b para cada época de semeadura foi obtido pela regressão com o menor valor de QME, e depois, o valor da T_b da *C. speciosa* foi obtido pela média aritmética dos valores de T_b das cinco Es (FREITAS *et al.*, 2017a).

Para o cálculo do GDd foi utilizado uma série de valores de T_b variando de 0°C a 20°C , com incrementos de $0,5^{\circ}\text{C}$ (SINCLAIR *et al.*, 2004):

$$\text{GDa} = \sum_{i=1}^n (T_{med} - T_b), \text{ se } T_{med} \leq T_b, \text{ então } T_{med} = T_b \quad (\text{Eq.5})$$

em que: T_b = temperatura base ($^{\circ}\text{C}$) usando uma série de valores (0°C a 20°C , com incrementos de $+0,5^{\circ}\text{C}$); GDa = graus-dia acumulado ($^{\circ}\text{C}$ dia); T_{med} = temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$).

O valor final da T_b da *C. speciosa* foi obtido pela média aritmética dos valores de cada método de estimativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo das mudas de *C. speciosa* em diferentes épocas e condições de temperatura do ar influenciou na emissão de folhas e duração das épocas de semeadura.

Realização



(Tabela 1). Os valores de temperatura do ar oscilaram entre 5,9 °C, valor mínimo absoluto, a 33,8 °C, valor máximo absoluto.

Tabela 1. Caracterização da temperatura do ar durante as cinco épocas de semeadura e duração média de cada fase de muda da *C. speciosa* em condições de campo. Itajubá, MG, 2022-2023

Épocas	Média da Temperatura do ar (°C)*			Duração média da fase de muda (dias)**
	Mínima	Média	Máxima	
E1	13,7	19,7	27,6	157
E2	15,2	20,6	27,8	160
E3	16,4	21,3	28,2	133
E4	17,2	21,9	28,7	132
E5	17,5	22,0	28,9	140

* Valores obtidos pelas médias aritméticas da temperatura mínima, máxima e média do ar, obtidas dos registros horários da estação meteorológica automática localizada na área experimental ** período que se estende desde a emergência, considerada o dia em que 30% das sementes estavam visíveis acima do solo, e término da fase de muda, considerada o dia em que cada UE atingiu, em média, 10 folhas acumuladas na haste principal

Os diferentes métodos geraram valores distintos de Tb (Tabela 2). Padrões similares também foram observados por Ferreira *et al.* (2019a,b) e por Silva *et al.* (2020) para a Tb de espécies florestais nativas brasileiras.

Tabela 2. Valores de Tb obtidos pelos métodos estatísticos para *Ceiba speciosa*. Itajubá, MG, 2022-2023

Método	Tb (°C)
DP _{gd}	12,3
DP _d	16,5
CV _{gd}	7,8
CR	7,9
QME	13,0
Média*	11,5

*Valor obtido pela média aritmética dos valores de Tb estimados pelos métodos DP = menor desvio padrão em graus -dia, DP_d = menor desvio padrão em dias, CV_{gd} = menor coeficiente de variação em grausdia, CR = coeficiente de regressão linear e QME = menor quadrado médio do erro



A Tb estimada para *C. speciosa* (11,5°C) foi próxima dos valores encontrados para o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas brasileiras, como *Psidium guajava* L. (11,5°C) (FERREIRA *et al.*, 2019a), *Citharexylum myrianthum* Cham, (12°C) (FERREIRA *et al.*, 2019b) e *Caesalpinia ferrea*, (12,8°C) (SILVA *et al.*, 2020). Vale ressaltar, que o conhecimento das exigências térmicas para a emissão de folhas da *C. speciosa* é importante para otimizar estratégias de manejo de mudas no campo, contribuindo para o sucesso dos plantios.

CONCLUSÕES

Os métodos estatísticos utilizados foram coerentes em estimar a temperatura base da *C. speciosa*. O valor estimado de Tb para a emissão de folhas durante a fase de muda foi de 11,5°C.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e ao Instituto de Recursos Naturais (IRN) pelo auxílio financeiro. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas concedidas à 1ª, 2ª e 3ª (Processos ID 62125, ID 14029 e ID 7791) e apoio financeiro ao projeto APQ-01258-17. Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e ao Instituto Refloresta pela doação das sementes utilizadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

AFONSO, S.S.; PEDRI, E.C.M.; ROCHA, V.D; BIAZON, I.C.; ROSSI, A. A. B. Biometria de frutos e sementes de *Ceiba speciosa*. **Enciclopédia Biosfera**, v.14, n.26, p.850, 2017.

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.74. p.430-445, 1959.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 690-698.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

Realização





Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.

Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p. 289-302, 1999.

EVARISTO, A.D.P.; CARMO, C.C.A.do; SANTANA, F.A.; ARÊDES, L.C.; DIAS, J.R.M. NPK, limestone and agricultural gypsum in the production of seedlings of *Ochroma pyramidale*. **Advances in Forestry Science**, v.7, n.4, p.1189-1195, 2020.

FERREIRA, M.C.; MARTINS, F.B.; FLORÊNCIO, G.W.L; PASIN, L.A.A.P. Cardinal temperatures and modeling of vegetative development in guava. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.11, p.819-825, 2019a.

FERREIRA, M.C.; MARTINS, F.B.; FLORÊNCIO, G.W.L; SILVA, J.P.C.; PASIN, L.A.A.P. Cardinal temperatures and thermal requirements for initial development of two Brazilian native species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, e00525, 2019b.

FREITAS, C.H.; MARTINS, F.B.; ABREU, M.C. Cardinal temperatures for the leaf development of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urophylla* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.5, p. 283-292. 2017a.

FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; NETO, S.N.O. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, v.27, n.2, p.509-519, 2017b.

GALDIANO JUNIOR, R.F.; RISSI, R.N.; CASSOLI NETO, P. Morfologia da germinação inicial e utilização de resíduos da agroindústria para o crescimento da paineira (*Ceiba speciosa* – malvaceae), **Revista Hispeci & Lema**, v.2, n.1, p.1-7, 2011.

MARTINS, F.B.; REIS, D.F.; PINHEIRO, M.V.M. Temperatura base e filocrono em duas cultivares de oliveira. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.1975-1981, 2012.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R.C.de. Variability among Mother Trees of *Ceiba Speciosa* St. Hil for Characteristics of the Fruits and Seeds. **Revista ciência agronômica**, v.48, n.2, p.318-327, 2017.

SILVA, L.V.; REIS, F.Y.; MARTINS, F.B.; CASSEMIRO, J.M. Desenvolvimento Vegetativo de *Cesalpineia ferrea* e *Anadenanthera macrocarpa*: I - Estimativas das Temperaturas Cardinais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.35, n.1, p.23-33, 2020.

SINCLAIR, T.R.; GILBERT, R.A.; PERDOMO, R.E.; SHINE, J.M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. **Field Crops Research**, v.88, n.1, p.171-178, 2004.

SOARES, C.R.B. ALEXANDRE, D.R.; BERGAMIN, A.C.; VOLLBRECHT, L.T.; ZANCHETTA, M.L.; SANTOS, L.L.C. Crescimento inicial de mudas de *Ceiba speciosa* (a. st.-hill.) Ravenna em respostas à adubação nitrogenada. **Revista Biodiversidade**, v.20, n.3, p.121-131, 2021.

SOUZA, P.M.B.; MARTINS, F.B. Estimativa da temperatura basal inferior para as cultivares de oliveira Grappolo e Maria da Fé. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.307-313, 2014.

Realização



YANG S.; LOGAN J.; COFFEY D.L. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.75, p.61-74, 1995.

Realização

