

MODELOS DE ESTIMATIVA DA SOMA TÉRMICA PARA CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE SEMEADURA

ANA PAULA LEITE DE MENDONÇA¹, MÁRCIO JOSÉ DE SANTANA², NICOLLY URZEDO CARNEIRO³, LUÍS HENRIQUE DE SOUZA FÁVARO⁴, JÚNIA NATÁLIA SANTOS DE OLIVEIRA⁵

¹ Estudante Engenharia Agrônômica. IFTM-Campus Uberaba. PIVIC IFTM. (037) 9 99223102. anapleite13@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo. Prof. Doutor. Engenharia Agrícola. Bolsista PET. marciosantana@iftm.edu.br

³ Estudante Engenharia Agrônômica. Bolsista PIBIC/FAPEMIG. nicolly.urzedo@live.com

⁴ Estudante Engenharia Agrônômica. Bolsista PIBIC/CNPq. luishenriquefavar05@gamil.com

⁵ Estudante Engenharia Agrônômica. PIVIC IFTM. junia_olvr@hotmail.com

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: O objetivo do trabalho foi determinar o modelo adequado de estimativa da soma térmica para o feijoeiro em função de diferentes cultivares e densidades de semeadura. O experimento foi conduzido em um esquema fatorial 4x2 em blocos casualizados com seis repetições. Os tratamentos foram a combinação de quatro populações de plantas: 120, 180, 240 e 300 mil plantas ha⁻¹ e duas cultivares: BRSMG Estilo e BRSMG Madrepérola. Nas subparcelas foram consideradas três métodos de estimativa de soma térmica: ARNOLD (1959), VILLA NOVA et al. (1972) e OMETTO (1981). A temperatura base superior considerada foi de 35 °C e inferior de 10°C. Foram obtidos os graus dia acumulados por fase fenológica. Dentre os resultados pode-se verificar que a quantidade de graus dia pelos três métodos de estimativa utilizando a temperatura base de 10°C foram semelhantes em cada fase fenológica e que as densidades de semeadura não proporcionaram influência estatisticamente significativa na soma térmica.

PALAVRAS-CHAVE: Graus dia. Modelos de estimativa. Temperatura.

ESTIMATION MODELS OF THE THERMAL SUM FOR COMMON BEAN CULTIVARS IN THE FUNCTION OF SOWING DENSITY

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the adequate model of estimating the thermal sum for the bean in function of different cultivars and seeding densities. The experiment was conducted in a 4x2 factorial scheme in randomized blocks with six treatments and six replicates. The treatments were the combination of four plant populations: 120, 180, 240 and 300 thousand ha⁻¹ plants and two cultivars: BRSMG Estilo and BRSMG Madrepérola. In the sub-plots three methods of estimating the thermal sum were considered: ARNOLD (1959), VILLA NOVA et al. (1972) and OMETTO (1981). The upper base temperature considered was 35°C and lower than 10°C. Day degrees accumulated in the crop cycle and also by phenological phase were obtained. Among the results it can be verified that the number of degrees day by the three estimation methods using the base temperature of

10°C were similar in each phenological phase and that the seeding densities did not provide a statistically significant influence on the thermal sum.

KEYWORDS: Degree day. Estimation models. Temperature.

INTRODUÇÃO: A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância econômica e social por estar presente na base da alimentação da população brasileira. Diversos são os desafios no campo para a condução desta cultura. Acredita-se que a temperatura é um dos principais fatores ambientais no controle do desenvolvimento e produção do feijoeiro, afetando não apenas o acúmulo de fitomassa como, também, a duração dos estádios de desenvolvimento da cultura, uma vez que para completar cada estágio as plantas necessitam de um determinado acúmulo térmico (FIDELES et al., 2004). Uma forma de expressar essa energia acumulada pelas plantas é a soma térmica (graus-dia acumulados). O feijoeiro é uma espécie cultivada sob temperaturas entre 10°C a 35°C (MARIOT, 1976). RENATO et al. (2013) relataram que o método de ARNOLD (1959) considera somente a temperatura base inferior, enquanto o método proposto por OMETTO (1981) também considera que as plantas possuem uma temperatura basal superior. A soma térmica de uma determinada cultura pode variar em função do local, cultivar, densidade de semeadura e outros. Encontrar os aspectos fitotécnicos corretos é de primordial importância facilitando um planejamento e condução ideais para a cultura. Diante disso, objetivou-se determinar o modelo adequado de estimativa da soma térmica para o feijoeiro em função de diferentes cultivares e densidades de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no setor de fruticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, *Campus* Uberaba, MG, e disposto em um fatorial 4x2 em blocos casualizados (DBC) com seis repetições, onde os tratamentos foram a combinação de quatro populações de plantas: 120, 180, 240 e 300 mil plantas ha⁻¹ e duas cultivares: BRSMG Estilo e BRSMG Madrepérola. Cada parcela experimental foi constituída de 8 linhas de semeadura com 3 metros de comprimento. As plantas localizadas ao centro da área foram consideradas plantas úteis. Nas subparcelas foram considerados três métodos de cálculos para estimar graus-dia: ARNOLD (1959), VILLA NOVA et al. (1972) e OMETTO (1981). Foi registrado em cada parcela quando pelo menos 10 plantas mudaram de fase fenológica. A temperatura base superior considerada foi de 35°C e a temperatura base inferior considerada foi de 10°C. Os dados de temperatura foram obtidos através de uma estação meteorológica instalada próxima ao local do experimento.

O método ARNOLD (1959) é calculado conforme equação 1.

$$GD = \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_{base} \quad (1)$$

Já o método de VILLA NOVA et al. (1972) existem condições e o uso das equações 2 e 3.

$$T_{min} > T_{base} \text{ e } T_{max} < T_{B} \quad GD = \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{2} \right) + (T_{min} - T_{base}) \quad (2)$$

$$T_{min} < T_{base} \text{ e } T_{max} < T_{B} \quad GD = \frac{(T_{max} - T_{base})^2}{2T_{max} - T_{min}} \quad (3)$$

O método de OMETTO (1981) considera cinco condições e equações de 4 a 8.

$$TB > T_{max} > T_{min} > T_{base} \quad GD = \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{2} \right) + T_{min} - T_{base} \quad (4)$$

$$TB > T_{max} > T_{base} > T_{min} \quad GD = \frac{(T_{max} - T_{base})^2}{2 \cdot (T_{max} - T_{min})} \quad (5)$$

$$TB > T_{base} > T_{max} > T_{min} \quad GD = 0 \quad (6)$$

$$T_{max} > TB > T_{min} > T_{base} \quad GD = \frac{2(T_{max} - T_{min})(T_{min} - T_{base}) + (T_{max} - T_{min})^2 - (T_{max} - TB)^2}{2(T_{max} - T_{min})} \quad (7)$$

$$T_{max} > TB > T_{base} > T_{min} \quad GD = 1/2 \frac{(T_{max} - T_{base})^2 - (T_{max} - TB)^2}{T_{max} - T_{min}} \quad (8)$$

Em que: GD é graus-dia acumulado, T max é a temperatura diária média máxima do ar (°C), T min é a temperatura diária média mínima do ar (°C) e Tbase é a temperatura abaixo da qual as plantas não se desenvolvem e TB é a temperatura base superior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1, 2 e 3 estão os graus dia necessários para o feijoeiro completar cada fase fenológica de desenvolvimento pelos métodos de ARNOLD (1959), VILLA NOVA et al. (1972) e OMETTO (1981), respectivamente, utilizando uma temperatura base inferior de 10°C que é a mais recomendada pela literatura. Pode-se perceber que para todos os métodos a quantidade de graus dia foram semelhantes.

Tabela 1. Graus dia para as fases fenológicas do feijoeiro pelo método de ARNOLD (1959).

Tratamento	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9
MP* - 120 mil plt/ha	27,25	68,2	155,45	223,6	429,83	512,45	569,5	665,65	702,2	1069,35
MP* - 180 mil plt/ha	27,25	63,74	165,65	234,68	377,48	531,89	585,4	675,75	721,8	1080,2
MP* - 240 mil plt/ha	27,25	54,65	132,1	203,2	353,59	531,88	585,4	647,35	711,7	1074,77
MP* - 300 mil plt/ha	27,25	54,65	155,45	247,49	377,48	512,45	569,5	661,3	721,8	1080,2
Estilo - 120 mil plt/ha	27,25	68,2	144,35	234,68	403,5	569,5	600,1	661,3	732,35	1085,25
Estilo - 180 mil plt/ha	27,25	68,2	155,45	223,6	377,48	561,02	597,8	652,15	721,8	1080,2
Estilo - 240 mil plt/ha	27,25	63,73	155,45	234,68	429,83	561,02	597,8	647,35	721,8	1080,2
Estilo - 300 mil plt/ha	27,25	63,73	155,45	223,6	377,48	561,02	597,8	647,35	755,4	1095,22

* - Madrepérola

Tabela 2. Graus dia para as fases fenológicas do feijoeiro pelo método adaptado por VILLA NOVA et al. (1972).

Tratamentos	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9
MP* - 120 mil plt/ha	27,25	68,2	155,45	223,6	429,88	541,15	569,55	661,92	680,72	1065,52
MP* - 180 mil plt/ha	27,25	63,73	165,65	234,68	377,53	531,94	585,45	672,02	718,07	1076,37
MP* - 240 mil plt/ha	27,25	54,65	132,1	203,2	353,87	531,94	585,45	643,62	707,97	1070,94
MP* - 300 mil plt/ha	27,25	54,65	155,45	247,53	377,53	512,5	569,55	658,00	718,07	1076,37
Estilo - 120 mil plt/ha	27,25	68,2	144,35	234,68	403,55	569,55	600,15	657,57	728,62	1081,42
Estilo - 180 mil plt/ha	27,25	68,2	155,45	223,6	377,53	561,07	597,85	648,42	718,07	1076,37
Estilo - 240 mil plt/ha	27,25	63,73	155,45	234,68	429,88	561,07	597,85	643,62	718,07	1076,37
Estilo - 300 mil plt/ha	27,25	63,73	155,45	223,6	377,53	561,07	597,85	643,62	751,67	1091,39

* - Madrepérola

Tabela 3. Graus dia para as fases fenológicas do feijoeiro pelo método de OMETTO (1981).

Tratamentos	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9
MP*- 120 mil plt/ha	27,25	68,2	155,45	223,6	429,88	541,15	569,55	661,92	680,72	1065,52
MP*- 180 mil plt/ha	27,25	63,73	165,65	234,68	377,53	531,94	585,45	672,02	718,07	1076,37
MP*- 240 mil plt/ha	27,25	54,65	132,1	203,2	353,87	531,94	585,45	643,62	707,97	1070,94
MP*- 300 mil plt/ha	27,25	54,65	155,45	247,53	377,53	512,5	569,55	658,00	718,07	1076,37
Estilo - 120 mil plt/ha	27,25	68,2	144,35	234,68	403,55	569,55	600,15	657,57	728,62	1081,42
Estilo - 180 mil plt/ha	27,25	68,2	155,45	223,6	377,53	561,07	597,85	648,42	718,07	1076,37
Estilo - 240 mil plt/ha	27,25	63,73	155,45	234,68	429,88	561,07	597,85	643,62	718,07	1076,37
Estilo - 300 mil plt/ha	27,25	63,73	155,45	223,6	377,53	561,07	597,85	643,62	751,67	1091,39

* - Madrepérola

CONCLUSÕES: Os graus-dia obtidos pelos três métodos de estimativa foram semelhantes em cada fase fenológica e as diferentes densidades de plantio não tiveram grande influência na soma térmica entre as cultivares.

REFERÊNCIAS:

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, n. 1, p. 430-445, 1959.

FIDELES FILHO, J.; NOBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R. Necessidades térmicas do feijoeiro em regime de sequeiro. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13,2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CBMET, 2004.

MARIOT, E. J. **Growth analysis of cv Porrillo Sintetico (Phaseolus vulgaris L.). A report of result from studies conducted while a trainee in bean physiology.** Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1976. p. 17-19.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres 1981. 440p.

RENATO, N.S.; SILVA, J.B.L.; SEDIYAMA, G.C.; PEREIRA, E.G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 28, n. 4, p. 382-388, 2013.

VILLA NOVA, N. A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máximas e mínimas. São Paulo: USP, 1972. (**Caderno de ciências da terra**, n. 30).