

MÉTODOS PARA CÁLCULO DE GRAUS-DIA PARA CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM

MÁRCIO JOSÉ DE SANTANA¹, MATHEUS PEREIRA DE ASSIS², JAN CORNELIS VAN KEMPEN³, ISRAEL ELIAS DE MELLO⁴

¹ Eng. Agrônomo, Professor IFTM campus Uberaba, MG, Dr. em Irrigação e Drenagem, Bolsista PET MEC, (34) 99802-6485, marciosantana@iftm.edu.br.

² Estudante Eng. Agrônômica IFTM campus Uberaba, MG, bolsista PET MEC, matheus.assis72@hotmail.com

³ Estudante Eng. Agrônômica IFTM campus Uberaba, MG, bolsista PET MEC, jankempen15@hotmail.com

⁴ Estudante Eng. Agrônômica IFTM campus Uberaba, MG, bolsista PIBITI IFTM, israelieliasmello@gmail.com

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: Um manejo adequado da cultura do feijoeiro tem relação direta com as condições climáticas dos diversos locais de cultivo e as cultivares utilizadas. Dentre os diversos fatores que podem auxiliar na condução da cultura está a soma térmica ou graus-dia acumulados (GD). O objetivo do trabalho foi estimar os graus-dia acumulados (GD) de cultivares de feijão comum em função de diferentes métodos para cálculo. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com cinco cultivares (BRS Estilo, BRS Cometa, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e BRSMG Uai) e seis repetições. A semeadura foi realizada no setor de Culturas Anuais do IFTM em Uberaba, MG, em novembro de 2017. Nas subparcelas foram considerados três métodos de cálculos para estimar GD: Arnold (1959), Ometto (1981) e Lindsey e Newman (1956) adaptado por Villa Nova et al. (1972). Foram obtidos os GD em cada fase fenológica das cultivares. Dentre os resultados pode-se concluir que não houve diferença estatística entre os tratamentos testados para o GD acumulado. Os GDs acumulados até a fase de floração foi de aproximadamente 550 GD.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., graus dia, soma térmica.

METHODS FOR DEGREES DAY CALCULATION OF COMMON BEAN CULTIVARS

ABSTRACT: An adequate management of the bean crop is directly related to the climatic conditions of the different cultivation and the cultivars used. Among the several factors that may aid in the conduction of the crop is the accumulated thermal sum or degrees-day (GD). The objective of this work was to estimate the cumulative day-degrees (GD) of common bean cultivars as a function of different calculation methods. The experiment was conducted in randomized blocks with five cultivars (BRS esTILO, BRS Cometa, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso and BRSMG Uai) and six replicates. Sowing was done in the IFTM Annual Crops sector in Uberaba, MG, Brazil, in November 2017. In the subplots, three calculation methods were used to estimate GD: Arnold (1959), Ometto (1981) and Lindsey and Newman (1956) by Villa Nova et al. (1972). The GD were obtained in each phenological phase of the cultivars. Among the results it can be concluded that there was no statistical difference between the treatments tested for accumulated DM. The GDs accumulated up to the flowering stage were approximately 550 GD.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L., degrees day, thermal sum.

INTRODUÇÃO: Algumas culturas, para completarem cada subperíodo fisiológico do ciclo de vida, requerem o acúmulo de certa quantidade de calor, comumente expressa pelo índice graus-dia, que representa a soma térmica acima da temperatura base mínima para o desenvolvimento. O conceito de graus-dia assume que existe temperatura base, abaixo da qual o crescimento e o desenvolvimento da planta são interrompidos ou extremamente reduzidos

(CARGNELUTTI FILHO, 2005). Renato et al. (2013) relataram que o método de Arnold (1959) considera somente a T_b , enquanto os métodos propostos por Ometto (1981), Snyder (1985) e Dufalt (1997) também consideram que as plantas possuem uma temperatura basal superior. Ainda para os autores o método de Arnold (1959) é o mais usado por ser um método simples. A soma de graus-dia (soma térmica) que a planta necessita para completar um subperíodo ou todo o ciclo tem sido utilizada para caracterizar o ciclo de vida das plantas, em vez do número de dias, e é assumido como constante e independente do local ou da época de semeadura (CARGNELUTTI FILHO, 2005). De uma forma geral, os modelos de simulação fazem a estimativa da produtividade das culturas da seguinte forma: calculam a fotossíntese líquida e utilizam os graus-dia acumulados para fracionar os carboidratos acumulados nos diferentes órgãos da planta. À medida que os graus-dias são acumulados, a planta passa por diferentes estádios, nos quais os coeficientes de partição também variam (RENATO et al., 2013). O objetivo do trabalho foi estimar os graus-dia acumulados (GD) de cultivares de feijão comum em função de diferentes métodos para cálculo.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no setor de Culturas Anuais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro no *Campus* Uberaba, MG. Foi conduzido em blocos ao acaso com cinco cultivares (BRS Estilo, BRS Cometa, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e BRSMG Uai) e seis repetições. Nas subparcelas foram considerados três métodos de cálculos para estimar GD: Arnold (1959), Ometto (1981) e Lindsey e Newman (1956) adaptado por Villa Nova et al. (1972). Cada parcela foi composta de seis linhas de plantio com 3 m de comprimento. Foi registrado em cada parcela quando pelo menos 20 plantas tinham mudado de fase fenológica. A temperatura base superior considerada foi de 35°C e inferior de 10°C. O método de Arnold (1959) foi calculado conforme equação 1.

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

em que, GD - graus-dia acumulado, T_{max} - temperatura diária máxima do ar (°C), T_{min} - temperatura diária mínima do ar (°C) e T_{base} - temperatura abaixo da qual as plantas não se desenvolvem. Já o método de Lindsey e Newman (1956) adaptado por Villa Nova et al. (1972) existem condições e o uso das equações 2 e 3.

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

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

em que, T_{base} - temperatura base superior. O método de Ometto (1981) considera cinco condições e equações de 4 a 8.

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

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

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

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

Se $T_{max} > T_{base} > T_{base} > T_{min}$

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

A adubação seguiu recomendações de Chagas et al. (1999). O solo foi preparado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada manualmente de forma a manter uma distribuição de 12 plantas por metro, utilizando o espaçamento de 0,50 m entre linhas. Para o somatório em cada fase fenológica foi considerado a classificação conforme Fancelli e Dourado Neto (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Figuras 1 e 2 estão os valores de temperatura e umidade do ar registradas durante a condução do experimento. A temperatura média total foi de 22,72°C e a umidade relativa do ar foi de 84,78%. Foi registrada uma precipitação pluvial total de 633 mm durante os 83 dias no campo, o que favoreceu a manutenção de um valor de umidade do ar considerado elevado.

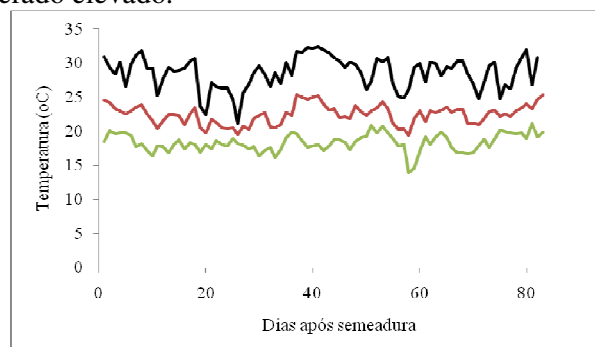


FIGURA 1. Temperaturas registradas durante a condução do experimento.

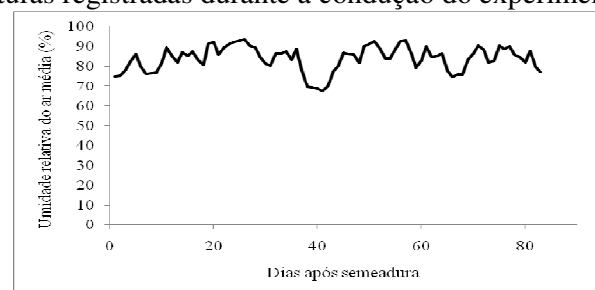


FIGURA 2. Umidade relativa do ar média registradas durante a condução do experimento.

O ciclo de cultivo das cultivares BRS Cometa, BRSMG Majestoso e BRSMG Madrepérola foi de 79 dias (Tabela 1). Para as cultivares BRS Estilo e BRSMG Uai o ciclo foi de 83 dias. A duração dos estágios fenológicos foi similar até R7. Houve diferença significativa entre os valores totais de soma térmica em função das cultivares e métodos (Tabela 2). Independente do método de estimativa da soma térmica os maiores valores de graus-dia foram encontrados para as cultivares BRS Estilo e BRSMG Uai. Quando comparam-se os métodos de estimativa não há diferença entre os métodos de Villa Nova et al. (1972) e Ometto (1981). Devido à temperatura mínima ter sido superior à temperatura base e, de a temperatura máxima ter sido inferior a temperatura base superior, considerou-se no cálculo a soma da temperatura mínima menos a base inferior, aumentando o valor final da soma térmica (quando compara-se com método de Arnold). Resultados similares foram verificados por Miranda e Campelo Júnior (2010). Renato et al. (2013) comparando quatro métodos de soma térmica, frequentemente usados no cálculo de GD: Ometto, Snyder, Dufault e método residual de Arnold fixaram os graus-dia em 1.300 °C dia para o feijão, e concluíram que os métodos estudados reduziram de forma diferente o ciclo das culturas.

TABELA 1. Duração (dias) das fases fenológicas para as cultivares empregadas.

Cultivar	Fase fenológica										
	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	R9	Colheita
BRS Cometa	2	5	8	12	21	36	45	49	63	69	79
BRSMG Majestoso	2	5	8	12	21	36	45	49	63	69	79
BRSMG Madrepérola	2	5	8	12	21	36	45	49	63	69	79
BRS Estilo	2	5	8	12	21	36	45	49	68	73	83
BRSMG Uai	2	5	8	12	21	36	45	49	68	73	83

TABELA 2. Resumo da soma térmica (°C) para as cultivares em função dos métodos de estimativa.

Cultivares	Métodos		
	Arnold (1959)	Villa Nova et al. (1972)	Ometto (1981)
BRS Cometa	958 bB	2212 bA	2212 bA
BRSMG Majestoso	958 bB	2212 bA	2212 bA
BRSMG Madrepérola	958 bB	2212 bA	2212 bA
BRS Estilo	1003 aB	2327 aA	2327 aA
BRSMG Uai	1003 aB	2327 aA	2327 aA

Medias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott.

CONCLUSÕES: A soma térmica foi similar quando estimada pelos métodos de Villa Nova et al. (1972) e Ometto (1981). Os menores valores de GD são verificados quando a estimativa é realizada pelo método de Arnold (1959). As cultivares BRS Estilo e BRSMG Uai acumularam maiores valores de GD durante o ciclo de cultivo.

AGRADECIMENTOS: A FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais) pelo apoio financeiro cedido.

REFERÊNCIAS:

- 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.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; TRENTIN, M.; SILVA, J.C. Determinação da temperatura base e graus-dia para cultivares de feijão. In: VIII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia, **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.
- CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C. Recomendação adubação para o feijão. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-308.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 158 p.
- MIRANDA, M.N.; CAMPELO JÚNIOR, J.H. Soma térmica para o subperíodo semeadura-maturação de feijão cv. Carioca em Colorado do Oeste, Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 180-185, 2010.
- 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.; PEDRO JÚNIOR, M.S.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máxima e mínima. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1972. 8p. **Caderno de Ciência da Terra**, n.30.