

ISSN 0104-1347

Estimativa de temperatura base e graus-dia para feijoeiro nas diferentes fases fenológicas

Estimative of the base temperature and total degree days for different phenological phases snap beans

Elaine Bahia Wutke¹, Orivaldo Brunini¹, Marcelo Trevizan Barbano^{1,2}, Jairo Lopes de Castro¹, Paulo Boller Gallo¹, Ricardo Augusto Dias Kanthack¹, Antonio Lúcio Mello Martins¹, José Carlos Vila Nova Alves Pereira¹, Nelson Bortoletto¹, Edison Martins Paulo¹, Mauro Sakai¹, Luis Alberto Saes¹, Edmilson José Ambrosano¹, Sérgio Augusto Moraes Carbonell¹ e Luís Cláudio Paterno Silveira¹

Resumo - Foram determinadas a temperatura base e os graus-dia necessários para os subperíodos emergência-florescimento e florescimento-colheita de três cultivares de feijoeiro (Carioca, IAC Carioca e IAC-UNA), utilizando-se dos dados fenológicos de experimentos de campo. Os ensaios foram conduzidos por pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), nas safras das águas de 1992/93, 1993/94, 1995/96 e da seca de 1993, 1994, 1995 e 1996, em 14 municípios representativos do cultivo desta cultura no Estado de São Paulo. Os dados meteorológicos foram obtidos em Postos Meteorológicos da Rede do IAC, instalados próximos aos locais dos experimentos. A temperatura base e a soma de graus-dia para completar os distintos subperíodos foram determinados pelo método da menor variabilidade (Desvio Padrão) e pelo método da Equação de Regressão. Os resultados indicaram que a temperatura base desta cultura variou de 6 °C a 10 °C em função do método utilizado, e a soma dos graus-dia de 436 a 810 unidades térmicas em função do subperíodo específico.

Palavras-chave: temperatura base, temperatura do ar, desenvolvimento relativo, unidades térmicas, feijoeiro.

Abstract - The base temperature and the total degree days to complete the phenological stages (emergence-flowering and flowering-harvesting) were determined for the following beans varieties: Carioca, IAC Carioca and IAC-UNA. The study was based on phenological data obtained from field experiments carried out by "Instituto Agrônomo de Campinas" in 14 localities in 12 growing seasons which included specific geographical and climatic situations. Weather parameters were obtained from Meteorological Weather Stations near the experimental areas. Base temperature and degree days for each phenological stage were determined in two ways: a) least variability (Standard Deviation) and b) Regression Analysis (Relative Development). The results indicated that the base temperature ranged from 6° to 10°C and this difference is based mainly on the method for determining the base temperature. Crop growing degree – days varied from 436 to 810 according to the base temperature and the crop phenological stage.

Key words: air-temperature, crop-development, base temperature, heat units, beans.

Introdução

O desenvolvimento e crescimento vegetal são influenciados diretamente pelas condições ambientais, como temperatura do ar e do solo, fotoperíodo, radiação solar e precipitação pluvial em termos de água

disponível no solo, sendo que destes todos a temperatura do ar e a disponibilidade hídrica são fatores preponderantes na sobrevivência e adaptação de qualquer vegetal nas distintas regiões agroclimáticas.

Para a cultura do feijoeiro a temperatura do ar é um dos elementos mais importantes e

¹Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, 13.001-970, Campinas, SP

^{1,2} Engenheiro Agrônomo – Bolsista do CNPq/MCT - Centro de Ecofisiologia e Biofísica – IAC

determinantes de sua exploração em várias regiões ou mesmo localidades. Essa espécie é cultivada sob temperaturas entre 10°C a 35°C (MARIOT, 1989) mas, do ponto de vista ecológico, assume-se a faixa entre 15°C e 27°C como ideal para o seu crescimento e produção (BULISANI et al., 1987) existindo contudo uma variabilidade genotípica a ser explorada em estudos de adaptação a condições extremas de temperatura.

Em situações de temperaturas elevadas, particularmente superiores a 30/32°C durante o transcorrer do dia (SMITH & PRYOR, 1962; STOBBE et al., 1966; KAY, 1979; DICKSON & BOETTGER, 1984; BULISANI et al., 1987; GONÇALVES et al., 1997) e 25°C à noite (KAY, 1979; GONÇALVES et al., 1997), principalmente nos períodos de florescimento e formação das vagens, poderá haver severa redução no rendimento da cultura. Isso se deve ao aumento da abscisão de flores e vagens formadas ao não enchimento adequado de grãos e à redução do número de sementes por vagem (SMITH & PRYOR, 1962; MARIOT, 1976; DICKSON & BOETTGER, 1984; GONÇALVES et al., 1997). A temperatura do ar altera também as funções fotossintéticas das plantas e a organização funcional das membranas (PASTENES & HORTON, 1996).

Por outro lado, tem sido indicado que em temperaturas do ar inferiores a 12°C, são significativamente reduzidos o crescimento do feijoeiro, a taxa de velocidade de germinação das sementes e o estado físico das membranas citoplasmáticas, sendo estas plantas sensíveis à incidência de geadas e frio excessivo (BULISANI et al., 1987; FANCELLI & DOURADO-NETO, 1999). Em abrigo termométrico, a temperatura que ocasiona geada a esta cultura está em torno de 3°C (BRUNINI et al., 1998). Ainda, se ocorrerem temperaturas baixas e ou reduzida luminosidade na fase de crescimento vegetativo (estádio V4), haverá restrição à formação de ramos laterais ou axilares, com conseqüente redução da área foliar (CROOKSTON et al., 1975) diminuição da fotossíntese (FANCELLI & DOURADO-NETO, 1999), além de falhas na formação e na fisiologia das estruturas reprodutivas (FARLOW et al., 1979).

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para caracterizar o efeito da temperatura do ar na produção e ciclo vegetativo do feijoeiro (DAVIS, 1945; SMITH & PRYOR, 1962; DICKSON & BOETTGER, 1984; ARRUDA et al., 1980), indicando a temperatura média do ar ideal para o desenvolvimento da cultura.

O conceito de graus-dia determina que existe uma temperatura base, abaixo da qual o crescimento

e desenvolvimento da planta é paralisado e, se houver, será em quantidade extremamente reduzida (BRUNINI, 1971). Além disso pressupõe uma relação linear entre acréscimo de temperatura acima da temperatura basal e desenvolvimento vegetal (BRUNINI et al., 1976; CHANG, 1968).

Para cada espécie vegetal, há uma temperatura base que pode ser variável em função do estágio fenológico da planta. Várias fórmulas ou expressões têm sido sugeridas para o cálculo de graus-dia ou unidades térmicas necessárias para que um vegetal atinja um certo estágio do seu ciclo de desenvolvimento (BROWN, 1970; ARNOLD, 1959).

Existem vários métodos para estimativa da temperatura base mínima para o desenvolvimento vegetal (BRUNINI et al., 1998), sendo este parâmetro muito importante no processo de otimização da produção e redução dos riscos climáticos. Porém, são muito escassos os estudos dessa natureza realizados especificamente para o feijoeiro nas condições brasileiras.

O objetivo do presente trabalho foi a determinação da temperatura base para os subperíodos emergência-florescimento e florescimento-colheita para três cultivares de feijoeiro, utilizando-se dois métodos para o cálculo deste parâmetro.

Material e métodos

Foram utilizados dados de observações fenológicas de três cultivares de feijoeiro: Carioca, IAC Carioca e IAC-UNA, obtidos em ensaios regionais para fins de recomendação de cultivo no Estado de São Paulo sob irrigação. Estes ensaios foram desenvolvidos nas safras das águas de 1992/93, 1993/94, 1995/96 e da seca e inverno de 1993, 1994, 1995 e 1996, em 14 municípios representativos para esta cultura no Estado de São Paulo que são: Adamantina, Assis, Capão Bonito, Casa Branca, Guaíra, Itararé, Jundiá, Mococa, Monte Alegre do Sul, Pariquera-Açú, Pindorama, Ribeirão Preto, Tietê e Votuporanga. As coordenadas geográficas para cada localidade e as respectivas safras avaliadas estão listadas na Tabela 1.

As fases fenológicas importantes com as respectivas datas de ocorrência foram: V_1 (emergência), R_7 (florescimento pleno e formação de vagens) e R_9 (colheita), cuja observação obedeceu aos critérios descritos por (FERNÁNDEZ et al., 1982). Os dados meteorológicos foram obtidos em Postos Meteorológicos instalados próximos aos locais dos experimentos.

Tabela 1. Coordenadas geográficas das localidades e safras avaliadas onde foram instalados os ensaios regionais de cultivo do feijoeiro no Estado de São Paulo.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Safras Avaliadas
Adamantina	21°41'	51°05'	443	Inverno (1994 e 1996)
Assis	22°40'	50°26'	563	Seca (1993 e 1996)
Capão Bonito	24°00'	48°22'	702	Águas (1992/93 e 1995/96); seca (1993, 1994, 1995 e 1996)
Casa Branca	21°47'	47°04'	723	Águas (1995/96)
Guaira	20°20'	48°18'	490	Inverno (1993)
Itararé	24°07'	49°20'	721	Seca (1995)
Jundiá	23°12'	46°53'	715	Seca (1994 e 1995)
Mococa	21°28'	47°01'	665	Águas (1994/95 e 1995/96); seca (1994)
Monte Alegre do Sul	22°41'	46°53'	777	Águas (1994/95)
Pariquera-Açú	24°43'	47°53'	25	Inverno (1994 e 1996)
Pindorama	21°13'	48°26'	562	Inverno (1993, 1994 e 1995)
Ribeirão Preto	21°11'	47°48'	621	Inverno (1993)
Tietê	23°07'	47°43'	538	Águas (1993/94 e 1995/96); seca (1993 e 1994)
Votuporanga	20°25'	49°59'	505	Inverno (1993, 1994 e 1996)

De acordo com os hábitos de crescimento baseados no tipo de orientação das ramificações (VILHORDO et al., 1980), as cultivares IAC-Carioca e IAC-UNA (Tipo II) apresentam plantas eretas, com ramificação ereta e fechada, de crescimento indeterminado com guia variando de curta a longa. Na cultivar carioca (Tipo III), as plantas possuem ramificação aberta e crescimento também indeterminado.

A temperatura base e a soma de graus-dia para os diferentes subperíodos foram calculados por dois métodos: o da menor variabilidade ou do desvio padrão e o da Equação de Regressão (ARNOLD, 1959; BRUNINI et al., 1976).

O método da menor variabilidade em dias é baseado na seguinte expressão:

$$G.D. = N \cdot (T_i - T_b)$$

na qual G.D. corresponde a soma de graus-dia para completar cada subperíodo; N a duração do subperíodo em estudo; T_i à temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$) e T_b à temperatura base do subperíodo em estudo ($^{\circ}\text{C}$).

A temperatura base pré-determinada que corresponder ao menor valor do desvio padrão em dias, é considerada a temperatura base da cultura, sendo determinado pela expressão:

$$S_d = S_{dd}/x - T_b$$

sendo S_d corresponde ao desvio padrão em dias para a série de experimentos; S_{dd} ao desvio padrão em graus-dia para toda a série de cultivo; x a temperatura média para toda a série de cultivo e T_b a temperatura base.

De acordo com ARNOLD (1959) e BRUNINI (1976), determina-se o somatório das unidades térmicas a partir de valores de temperatura base escolhidas a "priori", em uma série de experimentos.

No método da Equação de Regressão, a temperatura base é determinada em função da relação entre o desenvolvimento relativo da cultura e da temperatura média do ar, utilizando-se a expressão (BRUNINI et al., 1976):

$$DR_t = 100/N$$

sendo DR_t o desenvolvimento relativo à temperatura média do ar; 100 um valor arbitrário de desenvolvimento; N o número de dias de duração do subperíodo considerado.

O prolongamento da reta de regressão até o eixo das abcissas (correspondente ao desenvolvimento relativo nulo), indica o valor da temperatura base.

Resultados e discussão

A variação dos valores do desvio-padrão dos graus-dia calculados com a simulação de diferentes valores de temperatura base para os cultivares Carioca e IAC-UNA, no subperíodo emergência-florescimento, está apresentada nas Figuras 1A a 1C e, florescimento-colheita, nas Figuras 2A a 2C, respectivamente.

No subperíodo emergência-florescimento (Figuras 1A a 1C), e florescimento-colheita (Figuras 2A a 2C), observou-se uma variação dos valores entre $6,5^{\circ}\text{C}$ a 10°C e $6,5^{\circ}\text{C}$ a 8°C , respectivamente para os

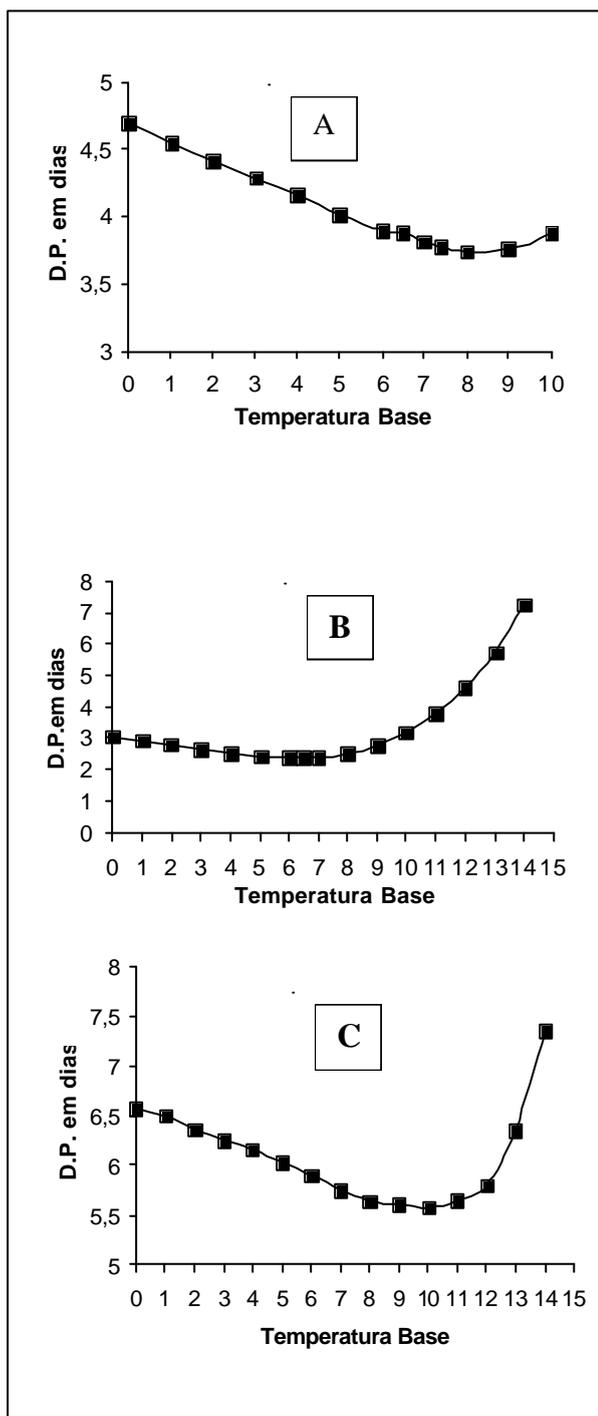


Figura 1. Determinação da temperatura-base do subperíodo emergência-florescimento de cultivares de feijoeiro pelo método do desvio padrão em dias. (A=cultivar Carioca; B=cultivar IAC Carioca; C=cultivar IAC-UNA).

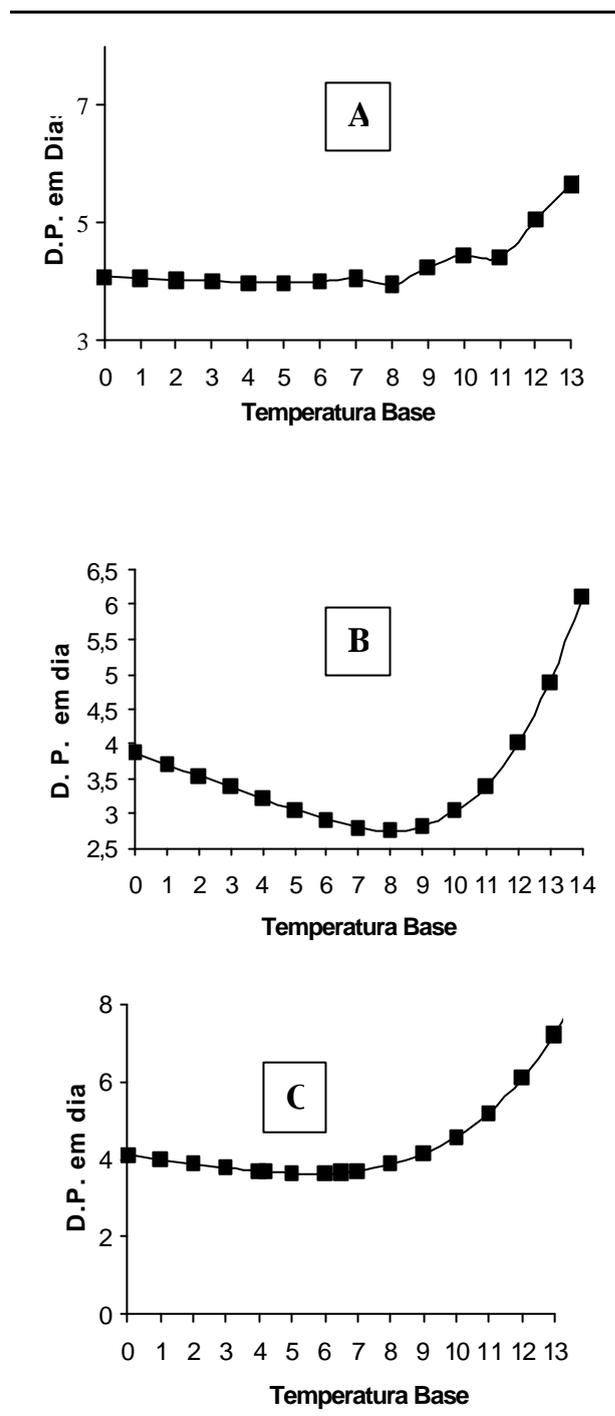


Figura 2. Determinação da temperatura-base do subperíodo florescimento-colheita de cultivares de feijoeiro pelo método do desvio padrão em dias. (A=cultivar Carioca; B=cultivar IAC Carioca; C=cultivar IAC-UNA).

cultivares, valores estes próximos aos citados por BRUNINI et al. (1998). Segundo este autor a temperatura base necessária para o completo desenvolvimento da maioria das cultivares do feijoeiro é 10°C.

Os menores valores foram da ordem de 6,5°C para a cultivar IAC Carioca no subperíodo emergência-florescimento, e para o IAC-UNA, no subperíodo florescimento-colheita. Isso pode ser indicativo de um melhor desempenho dessas cultivares em condições

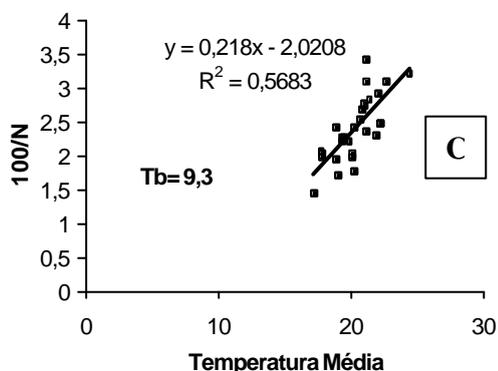
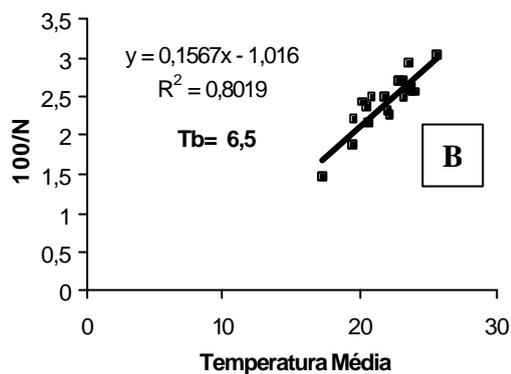
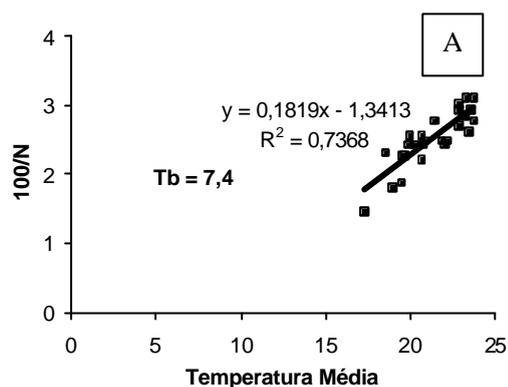


Figura 3. Determinação da temperatura-base do subperíodo emergência-florescimento de cultivares de feijoeiro, pelo método da regressão Linear (A=cultivar Carioca; B=cultivar IAC Carioca; C=cultivar IAC-UNA).

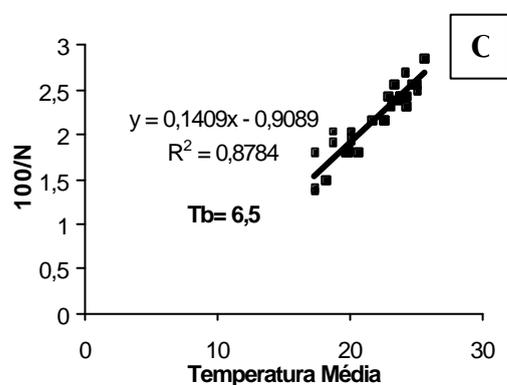
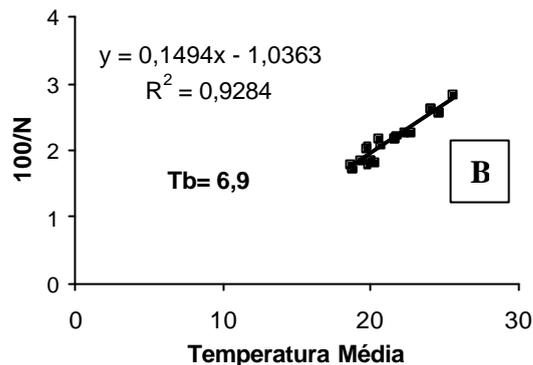
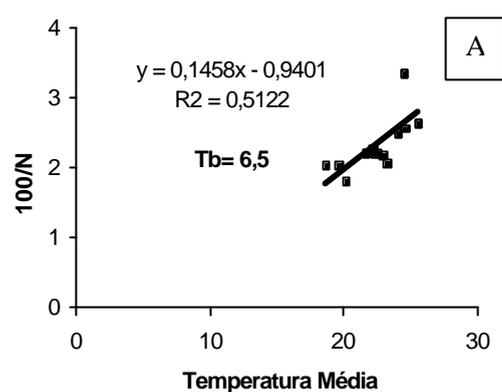


Figura 4: Determinação da temperatura-base do subperíodo florescimento-colheita de cultivares de feijoeiro, pelo método da regressão Linear. (A=cultivar Carioca; B=cultivar IAC Carioca; C=cultivar IAC-UNA).

de diminuição de temperatura do ar nos subperíodos acima especificados.

Os valores de temperatura base calculados pelo método da Equação de Regressão para os cultivares Carioca, IAC Carioca e IAC-UNA, no subperíodo emergência-florescimento, estão apresentados nas Figuras 3A a 3C e, no subperíodo

florescimento-colheita, nas Figuras 4A a 4C, respectivamente.

Por esse método, a variação de temperatura base, da emergência ao florescimento foi de 6,5°C a 9,3°C, para as três cultivares. Novamente observou-se o menor valor de temperatura base (6,5°C) para a

cultivar IAC Carioca nessa mesma fase. Do florescimento à colheita, a variação foi quase inexistente, oscilando entre 6,5°C e 6,9°C. Os valores mais baixos foram igualmente verificados para o IAC-UNA e também para o Carioca.

Os resultados do presente trabalho diferem muito daqueles obtidos por MASSIGNAN & ANGELLOCI (1997), em que se determinou uma temperatura-base de -3°C para o feijoeiro. Cabe ressaltar que esse valor obtido por estes autores, não reflete o ambiente em que a cultura é desenvolvida pois, quando a temperatura do ar é próxima a 2/3°C, já há sintomas danos por geadas.

De acordo com BULISANI et al. (1987) e FANCELLI & DOURADO-NETO (1999), tanto o crescimento, quanto a taxa e a velocidade de germinação de suas sementes são significativamente reduzidos sob condições de temperaturas inferiores a 12°C. CROOKLSTON et al. (1974) verificaram severa redução na taxa fotossintética, alteração no ponto de compensação, acompanhada de diminuição do potencial da água na folha, redução na absorção de CO₂ e diminuição na taxa respiratória em plantas de feijoeiro submetidas no dia anterior a temperaturas noturnas entre 5°C a 10°C.

A Tabela 2 apresenta os valores de temperatura base (Tb) e soma de graus-dia determinados pelos métodos de estimativa para os cultivares de feijoeiro nos distintos subperíodos.

Por assumirem o conceito de linearidade entre desenvolvimento vegetal e temperatura do ar, os valores obtidos de temperatura base (Tb) foram bastantes próximos, para um mesmo subperíodo em um mesmo cultivar, concordando com observações de WANG (1960) e LOZADA & ANGELOCCI (1999), para outras espécies. Os valores de temperatura base variaram entre cultivares e subperíodos corroborando com os resultados dos trabalhos de BRUNINI et al. (1995) e OLIVEIRA (1990), para a cultura do milho.

A similaridade dos resultados obtidos para os diferentes cultivares nos distintos subperíodos, em ambos os métodos, é indicativo da possibilidade de utilização para o cálculo da variação da temperatura base.

Em relação ao fator graus-dia (Tabela 2), observou-se uma pequena variação entre os valores calculados pelos dois diferentes métodos, apenas para as cultivares Carioca e IAC-UNA e no subperíodo emergência-florescimento. Para a cultivar IAC Carioca, nesse mesmo subperíodo e, para os três cultivares, no subperíodo florescimento-colheita, a variação foi bem maior, sendo entre 80 a 100 unidades térmicas. Também no valor total acumulado durante o ciclo houve variação entre os métodos. Os valores calculados pelo método do Desvio Padrão (1111, 1219 e 1166 graus-dia respectivamente para o Carioca, IAC Carioca e IAC-UNA), foram inferiores aos do método da Equação de Regressão (1243, 1417 e 1275 graus-dia respectivamente para o Carioca, IAC Carioca e IAC-UNA) e muito mais próximos aos mencionados por BRUNINI (1999) para o feijoeiro, ou seja, 1100 Graus-dia acumulados ao longo do ciclo. Contudo, estas diferenças seriam esperadas pois se a temperatura-base é menor, há uma indicação de maior acúmulo de Graus-dia para distintos subperíodos, porém não necessariamente há diferenças significativas no ciclo.

Os valores de temperatura base obtidos são variáveis em função de cultivares e subperíodos, estando em média na faixa de 6,5°C a 10°C, no subperíodo emergência-florescimento, e 6,5°C a 8°C, no subperíodo florescimento-colheita.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos aos funcionários de apoio do IAC, relacionados a seguir que auxiliaram na coleta de dados: Jacó Antônio Barnabé, José Angelino de Paula, Celso Aparecido

Tabela 2. Valores estimados de temperatura-base (Tb) e soma de Graus-dia (G.D.) para o feijoeiro, para os subperíodos emergência-florescimento e florescimento-colheita, pelos Métodos do desvio-padrão e desenvolvimento relativo.

Cultivar de Feijoeiro	Fator de Avaliação	Emergência-Florescimento		Florescimento-Colheita	
		MDP*	MER*	MDP	MER
Carioca	Tb (°C)	8,0	7,4	8,0	6,5
	G.D.	528	553	583	690
IAC Carioca	Tb (°C)	8,0	6,5	6,5	5,6
	G.D.	578	687	641	730
IAC-UNA	Tb (°C)	10,0	9,3	6,0	4,3
	G.D.	436	465	730	810

(*)MDP: Método do menor desvio-padrão; MER: Método da Equação de Regressão

Abaque, Sérgio José Coradelo, Carlos Alberto Redígolo Raymundo, Osvaldo Gentilin Júnior, Wilson Luíz Strada, José Roberto Martelini, Sérgio Luiz de Melo, Celeste Humberto Stringhetta, Celso dos Santos, José Luiz Hernandez, José Carlos Cavichioli, Erasmo Aparecido Oliveira e Santos, Silvio Roberto Nascimento e João Batista da Silva.

Referências bibliográficas

- 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, p. 430-445, 1959.
- ARRUDA, F.B., TUBELIS, A., NASCIMENTO, F.J.L. Efeito da temperatura média diária do ar na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 413-417, 1980.
- BROWN, D.M. **Fall Workdays in Ontario**. Ontario Agricultural College Facsheet : Guelph, 1970. 6 p.
- BRUNINI, O., LISBÃO, R.S., BERNARDI, J.B.; et al. Temperatura base para alfaca "Withe Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v. 35, p. 214-219, 1976.
- BRUNINI, O., BORTOLETO, N., MARTINS, A.L.M., et al. Determinação das exigências térmicas e hídricas de cultivares de milho. In: Seminário sobre a Cultura do Milho "Safrinha", 1985, Assis. **Anais ...**, Assis : IAC/CDV, 1995. p. 141-145.
- BRUNINI, O., PINTO, H.S., ZULLO, J. et al. Sistema de aconselhamento agrometeorológico – In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2., 1998, Goiânia – GO. **Anais...**, Goiânia : Universidade Católica de Goiás, 1998, p. 15-37.
- BULISANI, E.A., ALMEIDA, L.D'A. de, ROSTON, A.J. A cultura do feijoeiro no Estado de São Paulo. In: BULISANI, E. A., coord. **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Fundação Cargill : Campinas, 1987. p. 29-88
- CHANG, J.H. **Climate and agriculture-an ecological survey**. Chicago : Aldine Publishing Company, 1968, 304 p.
- CROOKSTON, R.K., TREHARNE, K.J., LUDFOR, P., et al. Response of beans of shading. **Crop Science**, Madison, v. 15, p. 412-416, 1975.
- DAVIS, J.F. The effects of some environmental factors on the set pods yield of white cowpea beans. **Journal of Agricultural Research**, v. 70, p. 237-249, 1945.
- DICKSON, M.K., BOETTGER, M.A. Effect of high and low temperatures on pollen germination and seed set in snap beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, ST. Joseph. v. 109, n. 3, p. 372-374, 1984.
- FANCELLI, A.L., DOURADO-NETO, D. Estresses de água e temperatura na cultura de feijão. In: FANCELLI, A.L., DOURADO-NETO, D., ed. **Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo**. Piracicaba : ESALQ-USP, 1999. p. 155-169.
- FARLOW, P.J., BYTH, D.E., KRUGER, N.S. Effect of temperature on seed set and in vitro pollen germination in fresh beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 19, p. 725-731, 1979.
- FERNANDEZ F., GEPTS, P., LÓPEZ, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema**. Cali, Colômbia : CIAT, 1982. 26 p.
- GONÇALVES, S.L., WREGE, M.S., CARAMORI, P.H., et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), cultivado nas safras das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p. 99-107, 1997.
- LOZADA, B.I., ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p. 31-36, 1999.
- KAY, D.E. **Food Legumes**. London : Tropical Products Institute, 1979. 435 p.
- MARIOT, E.J. **Growth analysis of cv Porrillo Sintetico (Phaseolus vulgaris L.). A report of results from studies conducted while a trainee in bean physiology**. Cali, Colômbia : Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1976. 22 p.
- MASSIGNAM, AM., VIEIRA, H.J., FLESCHE, R., et al. Temperatura base e graus-dia para o feijoeiro. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 10., 1987, Piracicaba, **Anais...**, Piracicaba : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ ESALQ-USP, 1997. p. 17-19.
- PASTENES, C., HORTON, P. Effect of high temperature on photosynthesis in bean. **Plant Physiology**, Rockville, v. 112, p. 1245-1251, 1996.
- SMITH, F.L., PRYOR, R.H. Effects of maximum temperature and age of flowering and seed production in three bean varieties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 33, n. 12, p. 669-688, 1962.
- STOBBE, E.H., ORMROD, D.P., WOOLEY, C.J. Blossoming and fruit set patterns in *Phaseolus vulgaris* L. as influenced by temperature. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 44, p. 813-819, 1996.
- VILHORDO, B.W., MULHER, L., EWALD, L.F. et al. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 16, n. 1. p. 79-98, 1980.