

TEMPERATURA BASE E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS PARA O FLORESCIMENTO DE DOIS CULTIVARES DE AMENDOIM

NILCEU PIFFER CARDOZO¹, CLÓVIS ALBERTO VOLPE², IVAN PEDRO DE ARAÚJO JR³, PAULO CÉSAR SENTELHAS⁴, FÁBIO VALE SCARPARE¹

¹ Pós-Graduando PPG Física do Ambiente Agrícola - ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11- CP 9 - Piracicaba/SP-CEP 13418-900, Fone: 3429-4283 R: 236, E-mail: nilceu.cardozo@usp.br

² Prof. Adjunto Depto. de Ciências Exatas, FCAVUNESP, Jaboticabal, SP. (*in memoriam*)

³ Eng.º Agrônomo

⁴ Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: Foram determinadas as temperaturas-base (T_b , °C) e a constante térmica (CT, °Cd) necessárias para ocorrência do florescimento em dois cultivares de amendoim. O estudo foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP de Jaboticabal, durante o período de 21/12/2006 a 06/04/2008. Foram registrados os dados fenológicos (emergência e florescimento) durante o ciclo de cada uma das sementeiras e utilizados os valores diários de temperatura máxima e mínima para determinação da temperatura média, requerida para a determinação das temperaturas-base e constantes térmicas dos subperíodos sementeira-florescimento e emergência-florescimento. As temperaturas-base foram determinadas pelos métodos do menor desvio padrão em dias e do desenvolvimento relativo. Os valores obtidos pelo método do menor desvio padrão propiciaram valores de constante térmica com menor coeficiente de variação. O cultivar IAC TATU ST apresentou temperatura-base igual a 13,9 °C, enquanto o IAC 886 apresentou valor de 13,2 °C. Além disso, o cultivar IAC TATU ST (343 °Cd para S-F e 275 °Cd para E-F) tem menor requerimento térmico para florescer do que o cultivar IAC 886 (500 °Cd para S-F e 365 °Cd para E-F).

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogae* L., graus-dia, temperaturas cardiais.

ABSTRACT: Base temperature (T_b , °C) and thermal time (CT, °Cday) were determined for flowering occurrence in two peanut cultivars. The study was conducted in the experimental area of the Universidade Estadual Paulista in Jaboticabal, during the period from 21/12/2006 to 06/04/2008. Phenological data were recorded (emergence and flowering) during the course of each sowing date and daily values of maximum and minimum temperatures used to determine the average temperature, required for determining the base temperature and thermal time of the following subperiods: sowing-flowering and emergence-flowering. Base-temperatures were determined by two methods: minimum standard deviation in days and relative development. Base temperatures obtained by the minimum standard deviation had thermal time values with lower coefficient of variation. IAC TATU ST base temperature was 13.9 °C, while IAC 886 T_b was 13.2 °C. Moreover, cultivar IAC TATU ST (343 °Cd for S-F and 275 °Cd for E-F) provides a lower heat requirement for flowering than cultivar IAC 886 (500 °Cd for S-F and 365 °Cd for E-F).

KEYWORDS: *Arachis hypogae* L., degree day, cardinal temperature.

INTRODUÇÃO: A temperatura do ar é o fator ambiental mais importante na determinação da taxa de crescimento da cultura do amendoim (MELOUK & SHOKES, 1995). Temperaturas abaixo do ótimo prolongam a fase vegetativa da planta, adiando o início da floração (BOLHUIS e DE GROOT, 1959), sendo a fase reprodutiva do amendoim mais sensível aos efeitos da temperatura do que a fase vegetativa (COX, 1979; KETRING, 1984). Segundo LEONG & ONG (1983), a temperatura-base para o florescimento do amendoim é da ordem de 10 °C. EMERY et al. (1969) e MILLS (1964), ao estudarem o número de unidades de calor requerido para o florescimento do amendoim, sugeriram uma temperatura-base maior de 13 a 14 °C. Nesse estudo o florescimento (estádio R1) do cultivar ereto começou a partir de 300-400 °Cd; para o cultivar rasteiro o número de graus-dia acumulados para florescimento é maior. Diante disso, este trabalho teve por objetivos determinar a temperatura-base inferior e as exigências em unidades térmicas de crescimento para o florescimento de dois cultivares amendoim com hábitos de crescimento e ciclo distintos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP campus de Jaboticabal, estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são: 21° 14' 05''S; 48° 17' 09'' W e 615 metros de altitude. As normais climatológicas do município, com valores médios anuais do período de 1971 a 2000, são: 1424,6 mm de precipitação e 28,9 °C, 16,8 °C e 22,2 °C de temperaturas máxima, mínima e média do ar, respectivamente (UNESP-DCE, 2006). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Roxo Eutroférico, segundo classificação da EMBRAPA (1997). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com parcelas subdivididas, sendo as parcelas as épocas de semeadura e as sub-parcelas as cultivares. Cada parcela continha 4 linhas com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,9 m.

Utilizou-se um sistema de irrigação por aspersão fixa e o manejo da mesma feito pelo método do balanço hídrico climatológico diário (VILLA NOVA & SCARDUA, 1984), com a evapotranspiração da cultura (ou evapotranspiração máxima) estimada por meio da multiplicação do coeficiente de cultura pela evapotranspiração de referência (ET_o, mm.dia⁻¹) estimada pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO-56 (ALLEN et al., 1998). O coeficiente de cultura simples (K_c) foi estimado diariamente para a cultura do amendoim, de acordo com ALLEN et al. (1998). A água útil ou a água facilmente disponível (AFD) para a cultura foi determinada utilizando-se 0,5 como fração de água disponível da CAD e esta foi calculada considerando-se 0,50 m de profundidade do sistema radicular (ALLEN et al., 1998) e umidade em base de volume na capacidade de campo de 0,40 m³/m³ e umidade em base de volume no ponto de murcha de 0,28 m³/m³, determinadas por LOPES et al. (2004).

A determinação dos estádios fenológicos seguiu o método de BOOTE (1982) onde V0 é a emergência e R1 refere-se ao início do florescimento. Os dados de temperatura do ar, relativos ao período do ensaio, foram obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV-UNESP de Jaboticabal, localizada a menos de 1 km da área do experimento. As temperaturas médias diárias (TMED) foram calculadas em função das máximas e mínimas obtidas em abrigo termométrico. A temperatura-base e a constante térmica para os subperíodos de desenvolvimento do amendoim foram calculadas por dois métodos: o do desvio-padrão e o do desenvolvimento relativo (ARNOLD, 1959; BRUNINI et al., 1976). Segundo BARBANO et al. (2001), no método do desenvolvimento relativo, a temperatura-base é determinada em função da relação entre o desenvolvimento relativo da cultura e a

temperatura média do ar no período estudado, sendo que o prolongamento da reta de regressão até o eixo das abscissas, ou seja, até um desenvolvimento relativo nulo, indica o valor da temperatura-base. Este método utiliza-se da expressão (BRUNINI et al., 1976):

$$Drt = \frac{100}{N} \quad (1)$$

sendo Drt o desenvolvimento relativo à temperatura média do ar, 100 um valor arbitrário de desenvolvimento, N a duração do ciclo real da cultura no subperíodo considerado em dias.

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

$$Sd = \frac{Sdd}{(T - T_b)}, \quad (2)$$

em que Sd corresponde ao desvio-padrão em dias, Sdd ao desvio-padrão em graus-dia, T a temperatura média para toda a série de cultivo e T_b a temperatura-base.

A temperatura-base que corresponder ao menor valor de desvio-padrão em dias é considerada a temperatura-base da cultura. O desvio-padrão em graus-dia é obtido a partir de valores de temperaturas-base escolhidas a priori, da série de experimentos (ARNOLD, 1959; BRUNINI et al., 1976), sendo que o total de graus-dia é determinado pela expressão:

$$G.D. = N * (T_i - T_b), \quad (3)$$

na qual $G.D.$ indica o total de graus-dia para completar os distintos períodos, N a duração em dias do subperíodo em estudo, T_i a temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$), igual à média aritmética de T_{max} e T_{min} , e T_b a temperatura-base do subperíodo em estudo.

RESULTADOS: Os valores de temperatura-base para o subperíodo semeadura-florescimento das cultivares IAC Tatu ST e IAC 886 obtidos pelo método do desvio-padrão foram $12,5^{\circ}\text{C}$ e 11°C , respectivamente. Pelo método do desenvolvimento relativo, para o cultivar IAC Tatu ST obteve-se valor de T_b igual a $13,9^{\circ}\text{C}$, e para o cultivar IAC 886 obteve-se o valor de $12,8^{\circ}\text{C}$. O valor de graus-dias acumulados para o cultivar IAC Tatu ST foi de $396 (\pm 29,09)^{\circ}\text{Cd}$ pelo método do desvio-padrão e de $343 (\pm 22,19)^{\circ}\text{Cd}$ pelo método do desenvolvimento relativo. Tais resultados concordam com MELOUK & SHOKES (1995) que afirmam que o florescimento (estádio R1) do cultivar ereto começa em torno de $300\text{-}400^{\circ}\text{Cd}$. O cultivar IAC 886 acumulou um número maior de graus-dia, sendo $588 (\pm 48,96)^{\circ}\text{Cd}$ pelo método do desvio-padrão e de $500 (\pm 39,36)^{\circ}\text{Cd}$ pelo método do desenvolvimento relativo, o que também é previsto por MELOU & SHOKES (1995).

Tabela 1. Valores estimados de temperatura-base (T_b , °C) e constante térmica (°Cd) para dois cultivares de amendoim, no subperíodo semeadura-florescimento, pelos métodos do desenvolvimento relativo e do menor desvio-padrão.

Cultivares	Desenvolvimento relativo			Desvio-padrão		
	T_b	°Cd	CV(%)	T_b	°Cd	CV(%)
IAC Tatu ST	13,9	343	6	12,5	396	7
IAC 886	12,8	500	8	11,0	588	8

*CV – coeficiente de variação do número de graus-dias calculado a partir de cada T_b .

LEONG & ONG (1983) encontraram uma T_b para o amendoim rasteiro que variava entre 10 a 11 °C, ou seja, próxima à encontrada neste estudo. COX & MARTIN (1974) e EMERY et al. (1969) encontraram uma T_b um pouco maior para esse subperíodo, igual a 13°C. Outro subperíodo que foi estudado é o que se estende da emergência até o florescimento (Tabela 2). Os valores de temperatura-base dos cultivares IAC Tatu ST e IAC 886 para emergência, foram 12,5 °C e 11,5 °C pelo método do menor desvio-padrão, respectivamente. Pelo método do desenvolvimento relativo, obteve-se valor de T_b de 13,8 °C e 13,2 °C para os cultivares IAC Tatu ST e igual a 13,8 °C e IAC 886, respectivamente.

Tabela 2. Valores estimados de temperatura-base (T_b , °C) e constante térmica (°Cd) para dois cultivares de amendoim, no subperíodo emergência-florescimento, pelos métodos do desenvolvimento relativo e do menor desvio-padrão.

Cultivares	Desenvolvimento relativo			Desvio-padrão		
	T_b	°Cd	CV(%)	T_b	°Cd	CV(%)
IAC Tatu ST	13,8	275	10	12,5	314	10
IAC 886	13,2	365	9	11,0	446	10

*CV – coeficiente de variação do número de graus-dias calculado a partir de cada T_b .

Como pode ser observado, os valores nesse subperíodo variaram muito pouco em relação ao subperíodo relatado anteriormente. O valor de graus-dias acumulados para o cultivar IAC Tatu ST foi de 314 ($\pm 31,38$) °Cd pelo método do desvio-padrão e de 275 ($\pm 26,11$) °Cd pelo método do desenvolvimento relativo. O cultivar IAC 886 acumulou um número maior de graus-dia, sendo 446 ($\pm 44,07$) °Cd pelo método do desvio-padrão e de 365 ($\pm 34,02$) °Cd pelo método do desenvolvimento relativo, o que também é previsto por MELOUK & SHOKES (1995).

CONCLUSÕES:

1) A temperatura-base dos cultivares estudados é diferente, sendo que o cultivar IAC TATU ST apresentou valores maiores em comparação ao IAC 886;

- 2) Houve diferenças nos valores de temperatura-base de acordo com o método empregado;
- 3) Os valores de temperatura-base foram muito próximos nos dois subperíodos estudados;
- 4) Os cultivares apresentam exigências térmicas diferentes para o florescimento, sendo necessário um menor número de unidades térmicas para o cultivar IAC TATU ST florescer.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)
Em memória ao Prof. Dr. Clóvis Alberto Volpe

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma, FAO-56, 300 p., 1998.
- BOLHUIS, G.G.; DE GROOT, W. Observations on the effect of varying temperature on the flowering and fruit set in three varieties of groundnut. Wageningen. **Netherlands Journal of Agricultural Science**. Amsterdã, v. 7, n.4, p. 317-326, 1959.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, 212p.
- EMERY, D.A.; WYNNE, J.C.; HEXEM, R.O. A heat unit index for Virginia type peanuts. I. Germination to flowering. **Oleagineux**, Paris, v. 24, p. 405-409, 1969.
- KETRING, D.L. Temperature effects on vegetative and reproductive development of peanut. **Crop Science**, Madison, v. 24, p.877-891, 1984.
- KETRING, D.L.; WHELESS, T.G. Thermal time requirements for phenological development of peanut. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 910-917, 1989.
- LEONG, S.K.; ONG, C.K. The influence of temperature and soil water deficit on the development and morphology of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 34, p.1551-1561, 1983.
- LOPES, A.S.; PAVANI, L.C.; CORÁ, J.E; ZANINI, J.R.; MIRANDA, H.A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.89-100, 2004.
- MELOUK, H.A.; SHOKES, F.M. **Peanut Health Management**. Minnesota: APS Press, 1995. 12-18p.
- MILLS, W.T. Heat unit system for predicting optimum peanut harvesting time. **Trans. ASAE**. Michigam, n. 7, p. 307-309, 1964.
- ONG, C.K. Agroclimatological factors affecting phenology of groundnut. *In: Agroclimatology of groundnut*. M.V.K. SIVAKUMAR et al. (ed.). ICRISAT, Patancheru, India, 1985, p. 115-125.
- UNESP-DCE: Departamento de Ciências Exatas-FCAV: **Normais Climatológicas de Jaboticabal**. Disponível em: www.exatas.fcav.unesp.br/estacao. Acesso: 30/04/2006.
- WOOD, I.M.W. The effect of temperature at early flowering on growth and development of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 19, p. 241-251, 1968.