

## **TEMPERATURA-BASE E GRAUS-DIA PARA CULTIVARES DE GIRASSOL.**

### **BASE-TEMPERATURE AND DEGREE-DAYS TO CULTIVARS OF SUNFLOWER.**

Paulo Cesar Sentelhas<sup>1</sup>, Sandra dos Santos Seva Nogueira<sup>2,5</sup>, Mário José Pedro Júnior<sup>3</sup> e Rui Ribeiro dos Santos<sup>4</sup>.

#### **RESUMO**

Foram determinadas as temperaturas-base (Tb) e os graus-dia (GD) necessários para se completar o período semeadura-maturação, para três cultivares de girassol (*Helianthus annuus*, L.), nas condições de Monte Alegre do Sul, Estado de São Paulo. O estudo foi baseado em dados fenológicos obtidos em experimento conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, no período de 15/12/1987 a 19/01/90. Inicialmente, analisou-se a relação existente entre temperatura do ar e o desenvolvimento relativo das cultivares, verificando-se que as temperaturas-base para o período semeadura-maturação foram de: 4,1°, 4,7° e 3,7°C, respectivamente para as cultivares Conti-621, IAC-Anhandy e VNIINK. Adotando-se a temperatura-base média (4,2°C), determinou-se os GD para cada cultivar. Verificou-se que não houve variação dos GD entre as datas de semeadura, porém a diferença entre as cultivares foi significativa. O total de GD necessários para se completar o ciclo semeadura-maturação foi em ordem crescente de 1714 para o Conti-621, 1738 para o IAC-Anhandy e 1851 para o VNIINK. Não foi possível verificar sensibilidade ao fotoperíodo para a floração, com as cultivares em estudo.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus*, temperatura-base, graus-dia, fotoperíodo.

---

<sup>1</sup> Engº Agrº, MS., Seção de Climatologia Agrícola - IAC. C.P 28, Campinas, 13020-432.

<sup>2</sup> Engº Agrº, Dra., Seção de Fisiologia Vegetal - IAC.

<sup>3</sup> Engº Agrº, PhD., Seção de Climatologia Agrícola - IAC.

<sup>4</sup> Engº Agrº, Estação Experimental de Monte Alegre do Sul - IAC.

## SUMMARY

The base-temperature and the summation of degree-days (DD) required for planting-ripening cycle were determined for three sunflower (*Helianthus annuus*, L.) cultivars, under the climatic conditions of Monte Alegre do Sul, São Paulo State, Brazil. The study was performed in the phenological data obtained from an experiment carried out in the experimental station of the Instituto Agronômico de Campinas, during the period 15/12/1987 to 19/01/1990. Initially, the ratio analysis of air temperature and the relative development of cultivar, indicated that the base-temperatures to the planting-ripening cycle were: 4.1°C, 4.7°C and 3.7°C, respectively for the Conti-621, IAC-Anhandy and VNIINK cultivars. By utilizing an average base-temperature (4.2°C), the total degree-days were determined. No great DD variability was verified between planting dates, but the difference between cultivars were significative and the DD necessary were 1714 to Conti-621, 1738 to IAC-Anhandy and 1851 to VNIINK. It was not possible to detect photoperiodic sensibility for flowering by the sunflower plant.

**Key words:** *Helianthus annuus*, base-temperature, degree-days, photoperiod.

## INTRODUÇÃO

A cultura do girassol representa a segunda maior fonte de óleo comestível do mundo. No Estado de São Paulo praticamente todas as regiões apresentam condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo, sendo pouco sensível a baixas temperaturas e a períodos de estiagem (UNGARO, 1987). Apesar disso, a adaptação das diferentes cultivares às diversas regiões ecológicas irá depender de suas exigências bioclimáticas (CAMARGO et al, 1987).

Na cultura do girassol, a temperatura do ar juntamente com a radiação solar e o comprimento do dia, são os principais responsáveis pela duração do ciclo da cultura (UNGER, 1990). Apesar do girassol ser considerado indiferente ao fotoperíodo por florescer numa larga faixa de comprimento do dia (ROBINSON, 1978), alguns trabalhos identificaram resposta à combinação fotoperíodo-temperatura, influenciando a duração do ciclo (GOYNE & HAMMER, 1982; HAMMER et al, 1982). Porém, o efeito dessa combinação para a cultura, quando comparado ao da temperatura do ar, normalmente tem se mostrado desprezível (ROBINSON, 1978).

Existem vários métodos na literatura que relacionam o grau de desenvolvimento de uma cultura com a temperatura do ar, sendo o mais empregado o das unidades térmicas ou graus-dia.

O conceito graus-dia pressupõe a existência de uma temperatura-base abaixo da qual a planta

---

<sup>5</sup>Bolsista do CNPq.

não se desenvolve, e se o fizer, será a taxas muito reduzidas. Cada grau de temperatura acima da temperatura-base, corresponde a um grau-dia. Cada espécie vegetal ou cultivar possui uma temperatura-base, que pode variar em função da fase fenológica da planta, sendo comum, no entanto, a adoção de um valor médio único para todo o ciclo da cultura, por ser mais fácil sua aplicação (CAMARGO, 1984). Esta teoria também assume que tanto as temperaturas diurnas como as noturnas afetam o desenvolvimento e o crescimento vegetal, e que os dados somente perdem sua confiabilidade sob condições de extremo ou prolongado estresse hídrico (ROBINSON, 1971).

Vários autores tem utilizado o conceito dos graus-dia para a estimativa da duração dos subperíodos de diversas culturas: alface (BRUNINI et al, 1976), abacate (LUCCHESI et al, 1977), soja (CAMARGO et al, 1987); assim como para o planejamento de épocas de semeadura e colheita (LANA & ARBOR, 1951) e também para mapeamento das regiões aptas à cultura (BROWN, 1975).

Na cultura do girassol, o conceito de graus-dia tem sido empregado, principalmente, em modelos de estimativa dos estádios fenológicos (ROBINSON, 1971; HAMMER et al, 1982). A temperatura-base para a cultura, tem mostrado ser variável entre os diferentes subperíodos, decrescendo com o desenvolvimento, variando de 6,6°C para o subperíodo emergência-floração a 3,9°C para o subperíodo floração-maturação (HAMMER et al, 1982) para duas cultivares utilizadas na Austrália. Para o ciclo total da cultura, ROBINSON (1971) encontrou um valor médio de temperatura-base, para seis cultivares de girassol, de 7,2°C, valor esse acima do encontrado por HAMMER et al (1982) que foi 5,2°C, que por sua vez difere dos valores obtidos por MASSIGNAM (1987) para condições brasileiras, que apresentaram valores negativos para o ciclo total e entre 6 e 8°C para a subperíodo emergência-floração. Já BARNI et al (1993), estudando nove cultivares de girassol no Rio Grande do Sul, encontraram valores de temperatura-base igual a 4°C.

O presente trabalho foi desenvolvido visando os seguintes objetivos: a) determinar a temperatura-base de desenvolvimento para três cultivares de girassol, para as condições de Monte Alegre do Sul, SP; b) determinar os graus-dia necessários para o complemento do ciclo semeadura-maturação nas diferentes épocas de semeadura; c) verificar a influência do fotoperíodo no subperíodo emergência-floração das cultivares estudadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados fenológicos da cultura do girassol, utilizados neste trabalho, foram obtidos em experimentos conduzidos pelas Seções de Fisiologia Vegetal e Oleaginosas do Instituto Agrônomo de Campinas, na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul (latitude: 22° 40' S; longitude: 46° 40' W e altitude: 777 m).

O ensaio foi conduzido em Latossolo roxo e as cultivares de girassol utilizadas foram: Conti-621, IAC-Anhandy e VNIINK.

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 7 linhas com 8 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, com 5 plantas por metro linear.

Os tratos culturais utilizados no ensaio foram idênticos para as três cultivares, sendo realizado: adubação na semeadura e em cobertura; controle fitossanitário quando necessário; irrigações, sempre que a água disponível no solo atingia 50% da capacidade máxima de retenção.

Durante o ciclo da cultura foram anotados os dados fenológicos: data de semeadura, emergência, floração (início da antese) e maturação (colheita).

Foram avaliadas 25 diferentes épocas de semeadura no período de 15 de dezembro de 1987 a 19 de janeiro de 1990, sendo aproximadamente uma semeadura por mês. As terceira e quarta épocas de semeadura foram perdidas devido à ocorrência de granizo e ventos fortes.

Os dados de temperatura do ar, relativos ao período do ensaio, foram obtidos no posto meteorológico da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico, localizado aproximadamente a 1 Km da área do experimento.

As temperaturas médias diárias (TMED) foram calculadas em função das máximas e mínimas obtidas em abrigo termométrico.

Para a determinação da temperatura-base da cultura ( $T_b$ ), foi utilizada a integração dos métodos do Desenvolvimento Relativo (DR) (BRUNINI et al, 1976) e o da Regressão Linear, descrito por GBUR et al (1979), onde:

$$DR = a + b \cdot TMED \quad 1$$

sendo o desenvolvimento relativo dado por:

$$DR = \frac{100}{n} \quad 2$$

onde  $n$  é a duração do ciclo da cultura em dias. Quando DR for igual a zero, a TMED será igual a  $T_b$ , e portanto:

$$T_b = \frac{-a}{b} \quad 3$$

sendo a e b, respectivamente, os coeficientes linear e angular da regressão linear simples.

O acúmulo de graus-dia (GD) para o período semeadura-maturação, foi determinado através da seguinte equação:

$$GD = \sum_{i=1}^n (TMED - T_b)$$

4

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o método dos intervalos de confiança (SNEDECOR & COCHRAN, 1973).

Na avaliação da influência do fotoperíodo na duração do subperíodo emergência-floração, foram utilizados os valores da duração máxima da insolação para a latitude de 22° 40' S, convertidos em horas de escuro.

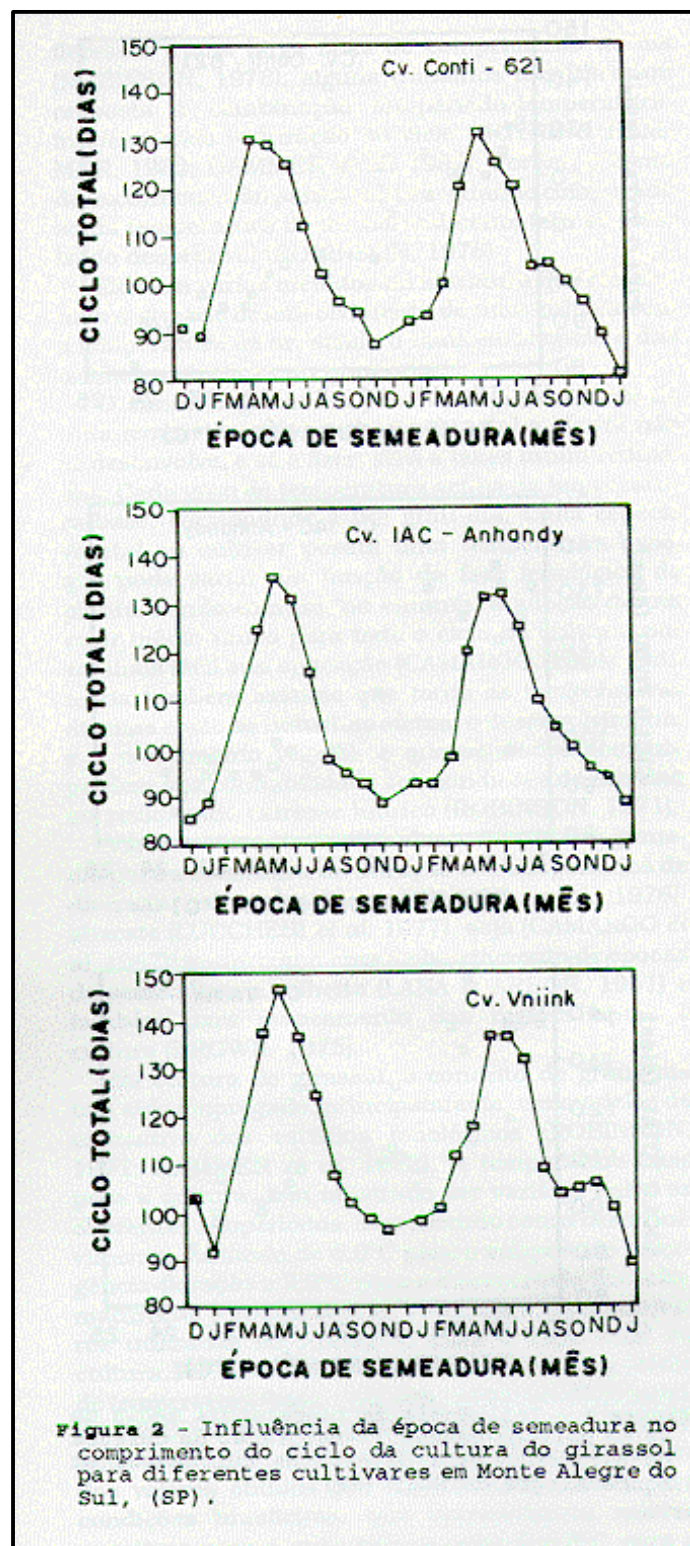
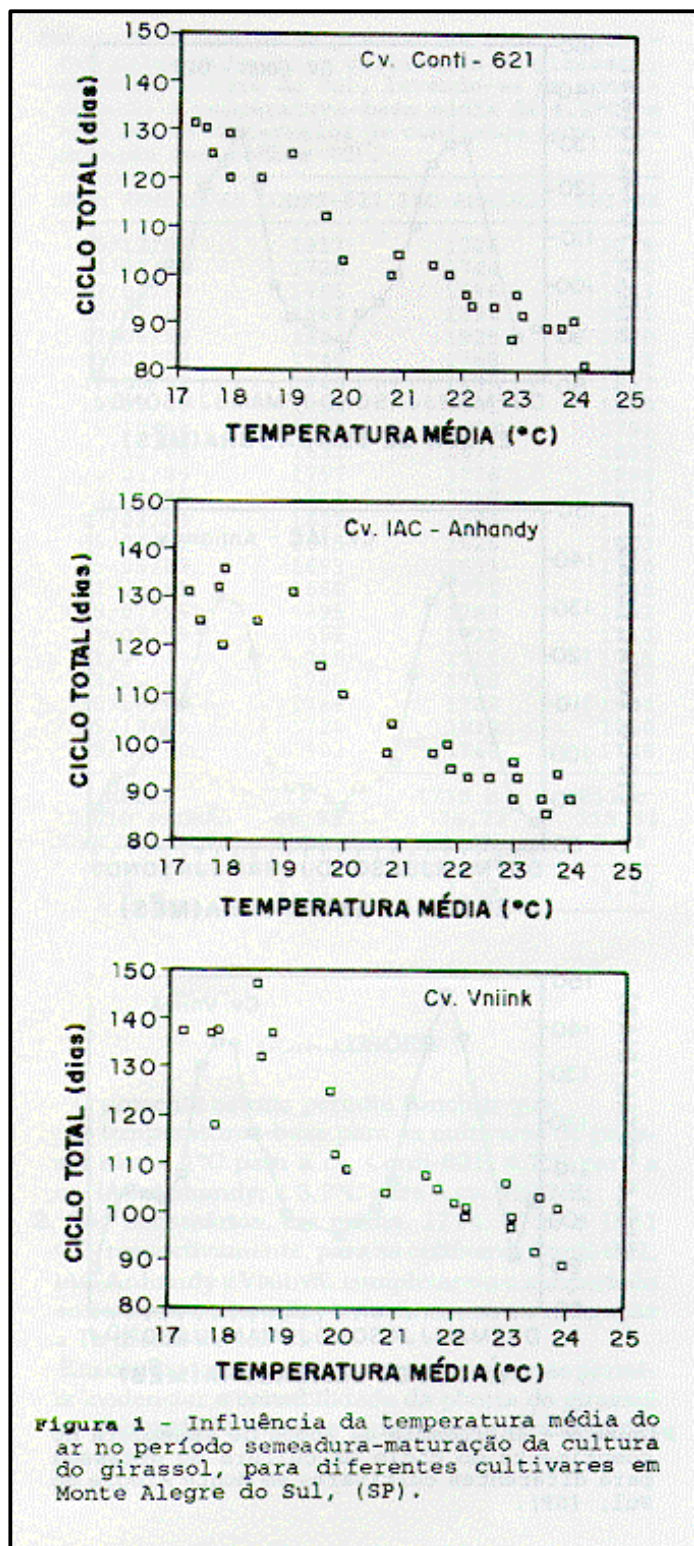
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a relação entre a temperatura média do ar e a duração do período semeadura-maturação, para os diferentes cultivares de girassol em Monte Alegre do Sul, para o período de 15/12/1987 a 19/01/1990. Pode-se verificar que a temperatura do ar teve relação inversa com o comprimento do ciclo, ou seja, quanto maior a temperatura média do ar durante o ciclo, menor sua duração. Isso explica a grande variação do comprimento do ciclo da cultura do girassol de acordo com a época de semeadura (Figura 2), para as três cultivares, apresentando todas elas valores de coeficiente de variação em torno de 15%.

Na Tabela 1, pode-se verificar, através da análise de intervalos de confiança a 5% de significância, que não houve diferença significativa entre o comprimento médio do ciclo entre as cultivares Conti-621 e IAC-Anhandy. Essas duas diferiram da cultivar VNIINK, que apresentou um ciclo maior, apesar de todos apresentarem valores dentro dos limites descritos por UNGER (1990) para a cultura do girassol.

A determinação da temperatura-base para as três cultivares, feita pelo método Desenvolvimento Relativo-Regressão, apresentada na Figura 3, mostrou resultados bastante consistentes com coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) elevados, respectivamente 0,94, 0,92 e 0,84 para as cultivares Conti-621, IAC-Anhandy e VNIINK. As temperaturas-base encontradas foram: 4,1°C para a Conti-621; 4,7°C para a IAC-Anhandy; e 3,7°C, para a VNIINK. Esses valores mostraram-se bem próximos aos encontrados por BARNI et al (1993), porém, inferiores aos encontrados na literatura internacional: 5,2°C na Austrália

(HAM



MER et al, 1982) e 7,2°C nos Estados Unidos (ROBINSON, 1971). Isso talvez se deva ao fato do ensaio em Monte Alegre do Sul ter sido conduzido inclusive nos meses de inverno (período não recomendado para semeadura segundo UNGARO (1987)), o que não aconteceu nos trabalhos citados, e

também à utilização de diferentes métodos de determinação da temperatura-base (MASSIGNAM & ANGELOCCI, 1993b).

Na Tabela 2 são apresentados os graus-dia acumulados (GD) para as três cultivares nas diferentes épocas de semeadura, calculados em função da temperatura-base média para as três cultivares (4,2°C). Os resultados mostraram que o total de GD não apresentou diferença significativa entre as épocas de semeadura para uma mesma cultivar, onde os coeficientes de variação foram em torno de 6%. Essa pequena influência da época de semeadura sobre o GD, mostra que outros fatores como fotoperíodo e umidade do solo tiveram pouca interferência no desenvolvimento da cultura.

A análise estatística dos intervalos de confiança na Tabela 2, mostra que houve diferenças significativas no acúmulo dos GD entre as três cultivares. ROBINSON (1971), também constatou diferenças no acúmulo de graus-dia, entre as cultivares estudadas sendo porém maiores, no subperíodo da emergência-floração. A Tabela 2 ainda mostra que em média o total de graus-dia necessários para se completar o período semeadura-maturação foram: 1714, 1738 e 1851, respectivamente para as cultivares Conti-621, IAC-Anhandy e VNIINK. Esses resultados se aproximam daqueles encontrados por ROBINSON (1971), que verificou uma variação de 1269 a 1337 GD para o período semeadura-maturação, com temperatura-base de 7,2°C, o que corresponderia a uma variação de 1587 a 1676 para temperatura-base de 4,2°C.

Com relação ao fotoperíodo, a análise dos dados (Figura 4), não permitiu verificar evidências das respostas da cultura ao fotoperíodo, o que também foi constatado por MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993a) estudando a cultivar IAC-Anhandy. Isso, provavelmente, se deva ao fato dos dados analisados serem provenientes de experimentos de campo onde fotoperíodo e temperatura do ar são estreitamente correlacionados. Desse modo, a temperatura do ar mostrou ter muito mais influência sobre a duração do subperíodo emergência-floração do que o fotoperíodo. Isso indica, segundo GOYNE & HAMMER (1982), que estudos para identificação das respostas da cultura ao fotoperíodo devam ser realizados sob condições ambientais controladas.

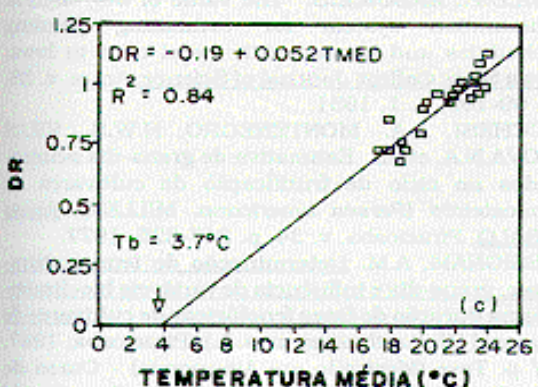
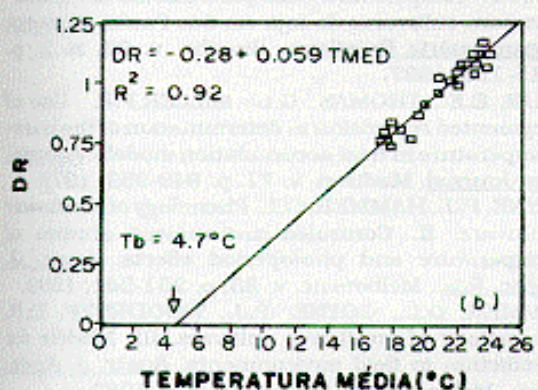
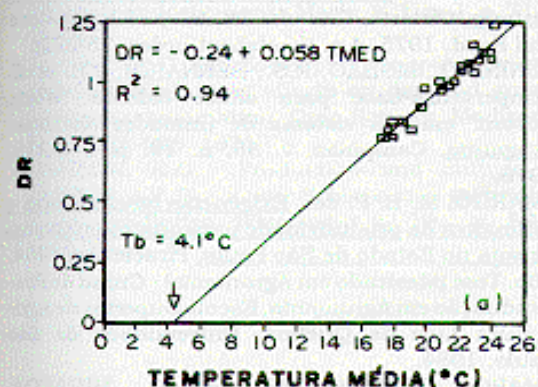


Figura 3 - Determinação da temperatura-base para diferentes cultivares de girassol em Monte Alegre do Sul, (SP), através do método DR - Regressão. (a - cv. Conti-621; b - cv. IAC-Anhady; c - cv. VNIINK).

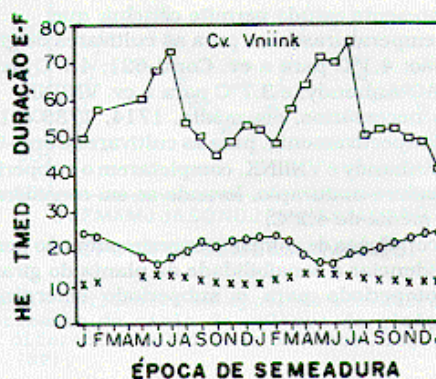
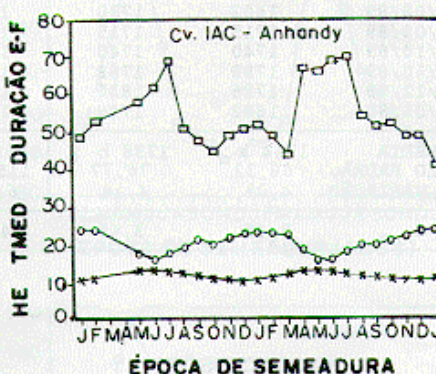
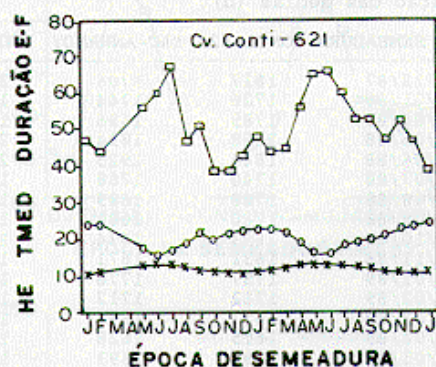


Figura 4 - Influência da temperatura do ar e do período de escuro na duração do subperíodo emergência-floração da cultura do girassol, em Monte Alegre do Sul, SP. (HE - horas de escuro, TMED - temperatura média do subperíodo ( $^\circ\text{C}$ ), duração E-F duração em dias do subperíodo emergência-floração).



**Tabela 1** - Duração média do ciclo total (semeadura-maturação) para as cultivares de girassol, em Monte Alegre do Sul, SP, e análise de intervalos de confiança (d) para comparação das médias.

	CONTI-621	IAC-ANHANDY	VNIINK
MÉDIA	105 a	106 a	113 b
DESVIO PADRÃO	15,73	16,74	17,12
COEF.VARIAÇÃO	15%	16%	15%
d	1,65	1,71	1,73

As médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

**Tabela 2.** Acúmulos de graus-dias (GD) requeridos pelas diferentes cultivares de girassol, em Monte Alegre do Sul, levando-se em consideração a temperatura-base média de 4,2°C, e análise de intervalos de confiança para comparação das médias (d).

DATA SEMEADURA	CONTI-621	IAC-ANHANDY	VNIINK
15/12/87	1817	1706	2019
14/01/88	1726	1744	1796
22/04/88	1785	1696	1863
18/05/88	1768	1894	2095
17/06/88	1844	1925	2020
15/07/88	1740	1768	1938
23/08/88	1768	1689	1857
19/09/88	1720	1681	1809
19/10/88	1693	1674	1791
23/11/88	1631	1671	1832
04/01/89	1757	1776	1894
02/02/89	1712	1712	1812
07/03/89	1617	1594	1760
05/04/89	1615	1628	1603
05/05/89	1693	1693	1770
02/06/89	1660	1772	1845
05/07/89	1695	1789	1892
11/08/89	1602	1730	1712
01/09/89	1715	1715	1715
03/10/89	1740	1740	1843
30/10/89	1788	1788	1994
15/12/89	1726	1830	1960
19/01/90	1602	1748	1748
MÉDIA	1714 a	1738 b	1851 c
DESVIO PADRÃO	68,33	76,77	115,81
COEF.VARIAÇÃO	4,0%	4,4%	6,3%
d	3,45	3,65	4,49

## CONCLUSÕES

O presente estudo permite concluir que:

1. As temperaturas-base para as cultivares de girassol são: 4,1°C para a cv. Conti-621; 4,7°C para a cv. IAC-Anhandy; e 3,7°C para a cv. VNIINK;
2. São necessários, em média, 1714, 1738 e 1851 GD, respectivamente, para as cultivares Conti-621, IAC-Anhandy e VNIINK, completarem o subperíodo semeadura-maturação, levando-se em consideração a Tb média de 4,2°C;
3. Em condições de campo, o experimento não permite evidenciar a sensibilidade da planta do girassol ao fotoperíodo para o subperíodo emergência-floração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNI, N.A., BERLATO, M.A., SARTORI, G.** Determinação da temperatura-base de desenvolvimento fisiológico de girassol no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1993, Porto Alegre, RS. Resumos..., Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993, 211 p., p. 184.
- BROWN, D.M.** Heat units for corn in Southern Ontario. Ontario, Canada: Ministry of Agriculture and Food. 1975, 4 p. (Factsheet-order, 75-077).
- BRUNINI, O., LISBÃO, R.S., BERNARDI, J.B.** et al Temperatura-base para alface cultivar "White Boston" em um sistema de unidades térmicas. Bragantia, Campinas, v. 35, n. 19, p. 213-219, 1976.
- CAMARGO, M. B. P.** de. Exigências bioclimáticas e estimativa da produtividade para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1984, 96p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1984.
- CAMARGO, M.B.P.de, BRUNINI, O., MIRANDA, M.A.C.** Temperatura-base para cálculo dos graus-dia para cultivares de soja em São Paulo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 22, n. 2, p. 115-121, 1987.
- GBUR, E.E., THOMAS, G.L., MILLER,F.R.** Use of segmented regression in determination of the base-temperature in heat accumulation models. Agronomy Journal, Madison, v. 71, p. 949-953, 1979.
- GOYNE, P.J., HAMMER, G.L.** Phenology of sunflower cultivars. II. Controled-environment studies of temperature and photoperiod effects. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, v. 33, p. 251-261, 1982.
- HAMMER, G.L., GOYNE, P.J., WOODRUFF, D.R.** Phenology of sunflower cultivars. III. Models for

prediction in field environments. Austr. J. Agric. Res., Melbourne, v. 33, p. 263-274, 1982.

**LANA, E.P., ARBOR, E.S.** The value of degree-hour summation system for estimating planting schedules and harvest with sweet corn in Iowa. Iowa State College Journal of Science, Ames, v. 26, n. 99-109, p. 1, 1951.

**LUCCHESI, A.A., MONTENEGRO, H.W.S., VILLA NOVA, N.A.** et al Estimativa de graus-dia acumulados no ciclo de frutificação de cultivares de abacateiros (*Persea americana*, MILLER). Anais ESALQ, Piracicaba, v. 34, p. 317-325, 1977.

**MASSIGNAM, A.M.** Determinação de temperatura-base, graus-dia e influência de variáveis bioclimáticas na duração de fases fenológicas de cultivares de girassol (*Helianthus annuus*, L.). Piracicaba, 1987, 87 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1987.

**MASSIGNAM, A.M., ANGELOCCI, L.R.** Relações entre temperatura do ar, disponibilidade hídrica do solo, fotoperíodo e duração dos subperíodos fenológicos do girassol. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 63-69, 1993a.

**MASSIGNAM, A.M., ANGELOCCI, L.R.** Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 71-79, 1993b.

**ROBINSON, R.G.** Sunflower phenology-year, variety, and date of planting effects on day and growing degree-day summation. Crop Science, Madison, v. 11, p. 635-638, 1971.

**ROBINSON, R.G.** Production and culture. In: CARTER, J.F. Sunflower Science and Technology. Agronomy Series, Wisconsin, n. 19, p. 89-95, 1978. Chap. 4.

**SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G.** Statistical methods. Iowa: Iowa State University Press, 1973. 593p.

**UNGARO, M.R.G.** Girassol - *Helianthus annuus*, L. In: PEDRO JÚNIOR, M.J., BULISANI, E.A., POMMER, C.V. et al Instruções Agrícolas para o Estado de São Paulo. 4a. ed. rev. atual. Campinas, 1987. p. 110-111 (Boletim n. 200).

**UNGER, P.W. Sunflower.** In: STEWART, B.A. & NIELSEN, D.R. Irrigation of agricultural crops. Agronomy Series, Wisconsin, n. 30, p. 775-794, 1990.