DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURAS-BASE, GRAUS-DIA E INFLUÊNCIA DE
VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS NA DURAÇÃO DE FASES FENOLOGICAS DE
CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

ANGELO MENDES MASSIGNAM

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Agrometeorologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
outubro/1987

DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURAS-BASE, GRAUS-DIA E INFLUÊNCIA DE
VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS NA DURAÇÃO DE FASES FENOLÓGICAS
DE CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

ANGELO MENDES MASSIGNAM
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. LUIZ ROBERTO ANGELOCCI

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Agrometeorologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
OUTUBRO/1987

Massignam, Angelo Mendes

M417d Determinação de temperaturas-base, graus-dia e influência de variáveis bioclimáticas na duração de fases fenológicas de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.).
Piracicaba, 1987.

87p.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Girassol - Crescimento. 2. Girassol - Influência do clima. 3. Girassol - Temperatura - Determinação. 4. Meteorologia agrícola. I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CDD 633.39

DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURAS-BASE, GRAUS-DIA E INFLUÊNCIA DE
VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS NA DURAÇÃO DE FASES FENOLOGICAS
DE CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

ANGELO MENDES MASSIGNAM

Aprovada em:

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova

Prof. Dr. Luiz Roberto Angelocci

Prof. Dr. Orivaldo Brunini

Prof. Dr. LUIZ ROBERTO ANGELOCCI

- Orientador -

Aos meus pais, Arduino e Erinêsia,
pelos esforços dedicados à mi-
nha educação,

OFEREÇO

À minha esposa, Christina,
pelo constante apoio,

DEDICO

17

AGRADECIMENTOS

À Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC) e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade para realização do curso.

Ao Prof. Dr. Luiz Roberto Angelocci, pela orientação, amizade e constante apoio.

Ao Centro de Pesquisa de Pequenas Propriedades - EMPASC; ao Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo-EMBRAPA) e à Seção de Oleaginosa do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC), pela cessão dos dados fenológicos de cultura de girassol utilizada no presente trabalho.

Ao Departamento de Agrometeorologia da EMPASC; à Fundação do Instituto Agrônomo do Paraná e à Seção de Climatologia do IAC, pela cessão dos dados meteorológicos utilizados no presente trabalho.

Ao Departamento de Agrometeorologia da EMPASC, pelo incentivo e apoio na realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e À EMPASC, pelo auxílio financeiro.

À Divisão de Informática da EMPASC, em especial a Analista/Programadora Lúcia Morais da Silva, pela análise e processamento dos dados.

Aos Professores, alunos e funcionários do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, pela colaboração e apoio concedido.

Aos meus sogros Lili e Antônio Maresch e aos meus irmãos Fernando, Janice e Jussara, pelo constante apoio e incentivo na realização do curso.

A Augusto Pola, Pedro A. Amador, Sônia Lúcia Klink e Sueli Lima, pelo convívio e amizade.

A todos que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

INDICE

	Página
RESUMO.....	iv
SUMMARY.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Exigências térmicas.....	4
2.1.1. Temperaturas ideais.....	4
2.1.2. Graus-dia.....	4
2.1.3. Temperatura-base.....	6
2.2. Exigências fototérmicas.....	7
2.3. Exigências hídricas.....	7
2.4. Efeito das variáveis estudadas sobre a duração das fa- ses fenológicas.....	8
3. MATERIAL E MÉTODO.....	10
3.1. Local, solo e clima.....	10
3.1.1. Campos Novos.....	10
3.1.2. Chapecô.....	11
3.1.3. Londrina.....	11
3.1.4. Campinas.....	12
3.2. Delineamento e características dos experimentos.....	12
3.3. Observações e estimativas das variáveis meteorológicas.....	14
3.4. Critérios de observação e dados fenológicos.....	15
3.5. Exigências térmicas.....	17
3.5.1. Graus-dia.....	17
3.5.2. Correção dos graus-dia.....	18
3.5.2.1. Fator de correção dos graus-dia para disponibilidade hídrica (FH).....	19

	Página
3.5.2.2. Fator de correção dos graus-dia para temperatura (FT).....	20
3.5.2.3. Fator de correção dos graus-dia para temperatura e disponibilidade hídrica (FTH).....	21
3.5.3. Determinação da temperatura-base.....	22
3.5.3.1. Método da menor variabilidade (CV)....	22
3.5.3.2. Método da menor variabilidade segundo ARNOLD (SD).....	22
3.5.3.3. Método da menor variabilidade modificado (SDM).....	23
3.5.3.4. Método da regressão (RG).....	24
3.5.3.5. Método da intersecção da abscissas por regressão (IAR).....	24
3.5.3.6. Método gráfico da intersecção da abscissa (GIA).....	25
3.6. Exigências hídricas.....	25
3.6.1. Evapotranspiração potencial.....	25
3.6.1.1. Balanço de energia disponível ao sistema.....	27
3.6.1.2. Determinação da declinação solar.....	28
3.6.2. Balanço de água no solo.....	29
3.7. Efeitos das variáveis estudadas sobre a duração das fases fenológicas.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Efeito das variáveis estudadas sobre a duração das fases fenológicas.....	30
4.2. Fatores de correção dos graus-dia.....	40
4.3. Determinação da temperatura-base.....	46
4.4. Valores de graus-dia e estimativa de duração das fases.....	59

5. CONCLUSÕES.....	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
APÊNDICE.....	78

DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURAS-BASE, GRAUS-DIA E INFLUÊNCIA DE
VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS NA DURAÇÃO DE FASES FENOLOGICAS
DE CULTIVARES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

Autor: ANGELO MENDES MASSIGNAM

Orientador: LUIZ ROBERTO ANGELOCCI

RESUMO

O trabalho foi realizado com base em observações fenológicas do Ensaio Nacional de Cultivares de Girassol conduzido durante vários anos dentro da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), nos locais de Campos Novos e Chapecô, do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo-EMBRAPA) em Londrina e do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (IAC) em Campinas.

Caracterizou-se a influência das variáveis térmicas (temperaturas extremas e médias do ar, amplitude térmica), de variáveis obtidas a partir do balanço hídrico no solo (razão entre a evapotranspiração real e potencial, excesso hídrico, deficiência hídrica e armazenamento), do déficit de saturação de vapor d'água do ar, do fotoperíodo e da insolação sobre a duração das fases emergência à floração (EF); floração à colheita (FC) e emergência à colheita (EC) das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, através de um modelo estatístico de regressão múltipla. O balanço hídrico foi calculado de acordo com o modelo de Thornthwaite e Mather (1955), para períodos pentadais, utilizando-se uma capacidade de água disponível de 100 mm, sendo a evapotranspiração potencial estimada pelo método de Penman (1948). A temperatura do ar foi a variável estudada

que mais explicou a duração da fase EF, mas a duração das fases FC e EC tiveram uma baixa correlação com todas as variáveis estudadas.

Propôs-se fator de correção dos graus-dia no sentido de considerar a não linearidade do desenvolvimento relativo com a temperatura e a ocorrência de um excesso e/ou deficiência hídrica, sendo que o uso de fator melhorou a previsão da época de ocorrência da floração.

As diferenças na duração do ciclo (emergência à colheita) das cultivares estudadas foram decorrentes de diferenças encontradas na fase emergência à floração.

Comparou-se os valores de temperatura-base determinados através de seis métodos. A temperatura-base variou com a cultivar, fase fenológica, com a forma de cálculo e com o uso de fator de correção dos graus-dia.

A previsão de duração das fases EF, FC e EC, com base em graus-dia, calculados através de temperaturas extremas diárias e de médias, não diferiram entre si. As durações das fases fenológicas, estimadas através de graus-dia, apresentaram desvios menores em relação aos valores observados, quando o efeito linear da temperatura esteve altamente correlacionado com a duração da fase. O uso do fator de correção dos graus-dia no sentido de considerar a não linearidade do desenvolvimento relativo com a temperatura e a ocorrência de um excesso e/ou deficiência hídrica, melhorou a precisão da estimativa da época de ocorrência da floração nas cultivares estudadas.

DETERMINATION OF BASE-TEMPERATURES, DEGREE-DAY AND INFLUENCE
OF BIOCLIMATOLOGICAL VARIABLES OVER THE DURATION OF PHENOLO-
GICAL PHASES OF SUNFLOWER CULTIVARS (*Helianthus annuus* L.)

Author: ANGELO MENDES MASSIGNAM
Adviser: LUIZ ROBERTO ANGELOCCI

SUMMARY

The present work was based on phenological observations from a national essay carried out with sunflower cultivars over several years by the Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária - EMPASC (Santa Catarina State Foundation for Agricultural Research) at Campos Novos and Chapecô (SC), observations obtained from the Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSO-EMBRAPA (National Center for Soybean Research) and from the Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo (Agronomical Institute of São Paulo State) in Campinas (SP).

By using multiple regression analysis it was possible to characterize the influence over the duration of emergence and flowering phases (EF), flowering to harvest (FC) and emergence to harvest (EC) of cultivars Cargill 33, IAC Anhandy and Issanka, of: a) thermal variations (maximum, minimum and mean air temperatures, thermal amplitude; b) soil water balance components (ratio of actual evapotranspiration to potential evapotranspiration, water excess, water deficit and water storage); c) vapor saturation deficit; d) photoperiod and sunshine. The water balance was calculated according to the Thorntwaite and Mather model (1955), for 5-day periods, utilizing an available water capacity of 100 mm,

the potential evapotranspiration being estimated by the Penman method (1948). The air temperature was the variable that best explained the duration of the emergence-flowering phase (EF), although the duration of FC and EC phases showed a low correlation with all variables studied.

A correction factor for the degree-days estimates which considers the nonlinearity of the relative development to temperature and the occurrence of an excess and/or water deficit was proposed, and the use of this factor gave a better prediction for the time of occurrence of flowering.

The differences in the duration of the cycle (emergence to harvest) of the studied cultivars were the result of differences found in the emergence-flowering phase.

A comparison was made among the base-temperature values estimated by six methods. The base-temperature varied for each cultivar, phenological phase, method of calculation and use of degree-days correction factor.

The predictions for duration of EF, FC and EC phases, based on degree-days calculated through daily maximum and mean temperatures, did not differ among themselves. The estimated duration of the phases by degree-days showed smaller deviations in relation to the observed durations when the linear effect of temperature was highly correlated with phase duration. The use of the degree-days correction factor which considers the nonlinearity of the relative development to temperature and the occurrence of an excess and/or water deficit gave a higher precision to the estimate of occurrence of flowering for the studied cultivars.

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta uma grande tendência à expansão, devido principalmente aos seguintes fatores:

1) o óleo de girassol é comestível, de boa qualidade, contém um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente, ácido linolêico, fator importante do ponto de vista nutricional, além de ser muito estável e possuir um alto ponto de fumaça (UNGARO, 1981);

2) alto rendimento industrial e facilidade de extração do óleo, não havendo necessidade de hidrogenação do óleo para controle de estocagem (UNGARO, 1981a);

3) aproveitamento da capacidade ociosa da indústria de extração, que no Brasil situa-se ao redor de 50% (REYES et alii, 1985);

4) diversificação de culturas e possibilidades de cultivo como segunda cultura, sucedendo ao milho, soja, algodão, propiciando uma maior utilização da terra, máquinas e equipamentos, inclusive com o possível aproveitamento residual dos adubos aplicados nessas culturas, diminuindo seu custo de produção.

Dada a insignificância da produção brasileira de girassol, as estatísticas agrícolas não tem relatado o

seu comportamento nos últimos anos. A partir de 1970 houve uma queda acentuada na produção brasileira de sementes de girassol. Isso ocorreu devido à baixa qualidade das cultivares argentinas empregadas; a sua suscetibilidade à ferrugem e ao seu baixo teor de óleo, aliado à deficitária tecnologia de cultivo quando comparada com culturas tradicionais (EMBRAPA, 1980). Por outro lado, estabeleceu-se um ciclo vicioso: a indústria não se interessava pela compra do produto porque não havia um volume crítico mínimo de produção e o agricultor não plantava porque não havia interesse das indústrias (HEMERLY, 1979).

Há poucas informações do crescimento e desenvolvimento do girassol no sul do Brasil; o conhecimento das interações clima-planta possibilitaria definir áreas potenciais e data de semeadura.

Os estudos bioclimáticos tem sido conduzidos pela comparação do crescimento e desenvolvimento vegetal com um simples elemento ambiental, e na maioria destes estudos a temperatura média do ar tem sido utilizada, pois é, segundo BRUNINI et alii (1976); BERLATO & SUTILI (1976) e DAMARIO et alii (1976) o principal fator do desenvolvimento e crescimento.

Os graus-dia são usados na determinação das exigências bioclimáticas. O conceito de graus-dia assume que há uma relação linear do desenvolvimento relativo com a temperatura e que a influência dos outros elementos do ambiente, tais como: fotoperíodo e disponibilidade hídrica, são desprezíveis. O objetivo geral deste trabalho é estudar essas aproximações contidas no conceito de graus-dia e suas implicações na determinação da temperatura-base e na previsão da floração e da colheita do girassol.

O presente trabalho foi realizado com os seguintes objetivos específicos:

- caracterizar as influências das variáveis que mais interferem isoladamente e/ou conjuntamente na duração das fases emergência à floração; floração à colheita e emergência à colheita, através de um modelo estatístico de regressão múltipla;

- propor correção dos graus-dia, no sentido de considerar a não linearidade do desenvolvimento relativo com a temperatura e a disponibilidade hídrica;

- comparar métodos de determinação de temperatura-base, e comparar temperaturas-base quando se utiliza diferentes formas de cálculo dos graus-dia;

- comparar as estimativas de duração das fases emergência à floração, floração à colheita e emergência à colheita, com base em graus-dia corrigidos ou não para temperatura e disponibilidade hídrica, calculados através das temperaturas extremas e das médias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Exigências Térmicas

2.1.1. Temperaturas ideais

A tolerância tanto para baixas como para altas temperaturas contribui para a adaptação do girassol em diferentes ambientes. Segundo FERNANDES (1968), o girassol suporta temperaturas baixas de 6 a 8°C negativos, desde que os gomos florais não estejam formados. A temperatura ideal para seu completo desenvolvimento está entre 18 a 24°C (UNGARO, 1981a) tendo como temperatura ótima 21,5°C (SMIRNOVA, 1958).

2.1.2. Graus-dia

Segundo WANG (1960), os estudos das interações clima-planta iniciaram-se por Réaumur (1735), sendo este o precursor do sistema de unidades térmicas ou graus-dia. Os graus-dia são usados atualmente para estimar a duração de estágios de desenvolvimento de vegetais e para escolher a época de plantio.

A teoria dos graus-dia assume que:

1) há uma relação linear entre o desenvolvimento relativo e a temperatura;

2) as temperaturas diurnas e noturnas são de igual importância para o crescimento e desenvolvimento da planta (BRUNINI, 1980 e ANGELOCCI & VILLA NOVA, 1985);

3) a influência dos outros elementos do ambiente, tais como fotoperíodo e a umidade do solo, é desprezível quando comparada a da temperatura (BRUNINI, 1980).

O conceito dos graus-dia baseia-se no fato de que uma planta necessita de uma certa quantidade de energia, representada pelo somatório de temperatura acima de um valor base para completar determinada fase fenológica ou mesmo o ciclo total. Considera-se que este somatório de graus-dia é constante e independente do local, ou época de plantio. DAUBENMIRE (1947) apontou que os graus-dia requeridos para um dado processo é constante somente para aquela faixa dentro da qual há uma linearidade entre o desenvolvimento relativo e a temperatura.

A validade biológica da teoria dos graus-dia foi criticada por WANG (1960). GILMORE & ROGERS (1958) consideram que não há uma linearidade entre o desenvolvimento relativo e a temperatura. BROWN (1960) observou relações curvilíneas entre o desenvolvimento relativo e a temperatura para algumas cultivares de soja. DAMARIO et alii (1976) sugerem que a ação da temperatura sobre o crescimento vegetal manifesta-se como uma expressão parabólica. Segundo Brown & Chapman, citado por ANDERSON et alii (1978), consideram que há uma influência do fotoperíodo e do estresse hídrico do solo na resposta da temperatura.

Segundo ROBINSON (1971), para o norte dos Estados Unidos e o Canadá, a somatória média dos graus-dia do plantio à maturação fisiológicas para as cultivares de giras-

sol 66VI; Krasmodareis; Armavirec; Mingren; Arrowhead e Perodovik são de 1.269; 1.276; 1.270; 1.323; 1.292 e 1.337, respectivamente. Os graus-dia foram calculados pela média da temperatura máxima e mínima menos a temperatura-base, a qual foi de $7,2^{\circ}\text{C}$.

2.1.3. Temperatura-base

A temperatura-base é definida como a temperatura abaixo da qual a planta não se desenvolve e se o fizer é em quantidade muito reduzida. ARNOLD (1959) apresenta vários métodos de determinação da temperatura-base, que são: método da menor variabilidade do coeficiente de variação, utilizado por GOYNE et alii (1977) para girassol; método da menor variabilidade proposto por ARNOLD (1959), utilizado por BERLATO & SUTILI (1976) para milho, BRUNINI et alii (1979) para alface, BURIOL et alii (1978) para lentilha e CAMARGO et alii (1987) para soja; método da regressão utilizado por GOYNE et alii (1977) e ANDERSON et alii (1978) para girassol e método de intersecção da abscissa utilizado por WARNOCK & ISSAACS (1969) para tomate, por GOYNE et alii (1977) e por ANDERSON et alii (1978) para girassol.

ROBINSON et alii (1967) determinaram a temperatura-base do girassol de $7,2^{\circ}\text{C}$ para as fases plantio à emergência, emergência à floração e plantio à floração. GOYNE et alii (1977) determinaram, através de três métodos, a temperatura-base de dois híbridos de girassol no período emergência à floração. A temperatura-base do híbrido Sunfolia 68-2 foi $-1,6$; $-1,3$ e $1,4^{\circ}\text{C}$ e a temperatura-base do Hysun-30 foi de $-5,9$; $-4,9$ e $-5,3^{\circ}\text{C}$, determinadas através do método da intersecção da abscissa, da menor variabilidade do coeficiente de variação e da regressão, respectivamente. ANDERSON et alii (1978) encontraram resultados similares para tempe-

atura-base do girassol.

2.2. Exigências fotoperiódicas

O girassol é frequentemente classificado como indiferente (indeterminado) ao fotoperíodo, porque, segundo ROBINSON (1978), floresce sob uma grande faixa de fotoperíodo.

Segundo HABERMANN & WALLACE (1958) a formação da inflorescência não é especificamente dependente do fotoperíodo mas há um mínimo de exigência de crescimento vegetativo (formação de 12 a 14 pares de folhas) antes da formação do botão floral.

O florescimento do girassol parece ser governado por fatores externos, incluindo o fotoperíodo, e por fatores internos, relacionados ao envelhecimento. O "balanço" entre fatores externos e internos no controle do florescimento seria a base da resposta pouco comum do girassol, manifestada pela grande variabilidade, de épocas de florescimento e a grande faixa fotoperiódica sob a qual pode florescer, ainda que um certo número de cultivares floresçam mais prontamente sob dias curtos. O fotoperíodo longo tende a diminuir o florescimento e induz ao alongamento axial. Fotoperíodo curto age de modo oposto, isto é, induz o florescimento e o alongamento do caule é suprimido; portanto, o fotoperíodo crítico para essas duas respostas não é o mesmo (DYER et alii, 1959).

2.3. Exigências hídricas

O girassol não é altamente tolerante a seca,

mas com frequência produz satisfatoriamente em condições de deficiência hídrica sob as quais outras culturas são seriamente prejudicadas. Essa característica é devido a uma extensa e pesada ramificação do sistema radicular com um potencial de desenvolvimento lateral (ROBINSON, 1978). Há dois períodos críticos durante o ciclo da cultura em que a falta de água acarreta graves prejuízos para a cultura. O primeiro vai da formação da gema floral até o início do florescimento, o segundo vai do final do florescimento até 10 a 15 dias antes da maturação completa (comercial) (UNGARO, 1981a).

Segundo ANDERSON et alii (1978), a deficiência hídrica tem um efeito positivo na taxa de desenvolvimento durante os estágios vegetativos e reprodutivos e um efeito retardante durante a maturação do girassol.

Da totalidade de água absorvida pela planta durante seu ciclo vegetativo, mais da metade (cerca de 60%) é absorvida no período que decorre entre a formação do capítulo e início da floração. Verifica-se que até a formação do capítulo a planta absorve apenas 22,4% do total da água, e os restantes 17,6% da floração à colheita (ALMEIDA, 1970).

2.4. Efeito das variáveis estudadas sobre a duração das fases fenológicas

HAMMER et alii (1982), desenvolveram em condições de ambientes controlados e de campo, modelos da taxa diária do desenvolvimento em função da temperatura média do ar, fotoperíodo e sensibilidade relativa ao fotoperíodo da cultivar para os estágios emergência à capítulo visível e capítulo visível à primeira antese das cultivares de girassol Sunfolia-68 e Hysun 30.

Segundo GOYNE & HAMMER (1982), o fotoperíodo e a temperatura influenciaram o número de dias de emergência à primeira antese, principalmente, durante o estágio emergência ao capítulo visível. Segundo DOYLE (1975), a resposta fotoperiódica na duração da fase semeadura à primeira antese foi pequena em comparação com o efeito da época de semeadura. Este sugere que, para as cultivares usadas, a variação da duração da fase emergência à primeira antese, a qual foi causada pela variação da época de plantio, e atribuída a mudanças na temperatura, antes do que a mudanças no fotoperíodo.

ANDERSON et alii (1978) apresentaram modelos de regressão linear múltipla para a previsão da época de ocorrência dos estágios vegetativos, reprodutivos e da maturação do girassol, utilizando temperatura média do ar, água disponível no solo e fotoperíodo. GOYNE et alii (1977) apresentaram modelos para previsão da época de florescimento do girassol baseado na temperatura e fotoperíodo. Em ambos os trabalhos o objetivo foi comparar estes modelos com o conceito de graus-dia na previsão da duração das fases.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Local, solo e clima

O trabalho foi realizado com base em observações fenológicas de materiais genéticos referentes ao Ensaio Nacional de Cultivares de Girassol, realizado durante vários anos dentro da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), nos municípios de Campos Novos e Chapecô; do Centro Nacional de Pesquisa da Soja (CNPSo) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no município de Londrina e do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC), no município de Campinas.

A caracterização do solo e clima de cada um desses locais é dada a seguir.

3.1.1. Campos Novos

O Campo Experimental da EMPASC situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: latitude $27^{\circ}24'S$; longitude $51^{\circ}12'W$ e altitude de 947 metros.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cfb, ou seja, temperado chuvoso com temperatura média do mês mais frio entre -3 a $18^{\circ}C$, a temperatura do mês mais quente é inferior a $22^{\circ}C$ e com chuva em todos os meses.

O solo onde os experimentos foram conduzidos é classificado como Latossol Húmico distrófico, tipo Durox.

3.1.2. Chapecô

A Estação Experimental da EMPASC em Chapecô situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: latitude $27^{\circ}07'S$; longitude $52^{\circ}37'W$ e altitude 679 metros.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, temperado chuvoso com temperatura média do mês mais frio entre -3 a $18^{\circ}C$, a temperatura média do mês mais quente é superior a $22^{\circ}C$ e com chuva todos os meses.

O solo onde os experimentos foram conduzidos é classificado como Latossol Roxo distrófico, tipo Erexim.

3.1.3. Londrina

A área experimental da Fundação do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a fazenda experimental Santa Terezinha do CNPSO-EMBRAPA situam-se no município de Londrina. A estação meteorológica situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: latitude $23^{\circ}22'S$; longitude $51^{\circ}10'W$ e altitude 585 metros.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, temperado chuvoso com temperatura média do mês mais frio entre -3 a $18^{\circ}C$, a temperatura média do mês mais quente é superior a $22^{\circ}C$ e com chuva todos os meses.

O solo onde os experimentos foram conduzidos é classificado como Latossol Roxo distrófico.

3.1.4. Campinas

O Centro Experimental de Campinas do IAC situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: latitude $22^{\circ}54'S$; longitude $47^{\circ}05'W$ e altitude 669 metros.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cwa, ou seja, subtropical úmido com a temperatura do mês mais frio entre -3 a $18^{\circ}C$, a temperatura do mês mais quente superior a $22^{\circ}C$ e com inverno seco.

O solo onde os experimentos foram conduzidos é classificados como Latossol Roxo eutrófico.

3.2. Delineamento e características dos experimentos

O delineamento experimental, número de repetições, tamanho da parcela, área útil, espaçamento entre fileiras, número de plantas por metro linear, população de plantas por hectare e a adubação estão sumarizadas na Tabela 1.

A adubação nitrogenada de cobertura foi aplicada aproximadamente 40 dias após a emergência. Durante a condução dos experimentos, nos quatros locais, não foi feito o uso de irrigação.

O plantio de 09.02.83 para a localidade de Londrina foi realizado na área experimental do IAPAR, enquanto os outros plantios foram conduzidos na fazenda expe-

Tabela 1: Delineamento e características dos experimentos

Local	Data de semeadura	Delineamen- to expe- rimental	Número de repetições	Tamanho da parcela	Área útil	Espaçamen- to entre fileiras	Número de plantas por metro linear	População (plantas por ha)	Adubação				
									N		P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	
									Base	Covert.			
										kg/ha			
Campos Novos	23.10.81	BC	3	7,0 x 4,2	8,4	0,7	4	57.000	15	30	60	70	
	10.02.82	BC	3	7,0 x 4,2	8,4	0,7	4	57.000	15	30	60	70	
	26.01.83	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	60	
	30.01.84	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	70	
	08.08.85	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	70	
	27.01.86	BC	5	6,0 x 3,2	6,4	0,8	4	50.000	20	40	60	70	
Chapecô	21.10.81	BC	3	7,0 x 4,2	8,4	0,7	4	57.000	15	30	60	70	
	08.02.82	BC	3	7,0 x 4,2	8,4	0,7	4	57.000	15	30	60	70	
	08.11.82	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	60	
	25.01.83	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	60	
	04.10.83	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	70	
	13.01.84	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	70	
	11.02.85	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	70	
	18.07.85	BC	4	6,0 x 2,8	7,0	0,7	4	57.000	20	40	60	70	
Campinas	23.01.86	BC	5	6,0 x 3,2	6,4	0,8	4	50.000	20	40	60	70	
	16.12.81	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
	25.03.82	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
	15.10.82	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
	24.02.83	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
	28.11.83	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
Londrina	22.03.84	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
	26.02.85	BC	4	7,0 x 4,2	9,8	0,7	5	71.400	16	40	60	60	
	30.10.81	BC	5	6,0 x 3,2	6,4	0,8	4,5	56.250	10	S	70	35	
	16.11.81	BCP	3	7,0 x 4,0	12,0	0,8	4	50.000	10	40	68	68	
	16.12.81	BCP	3	7,0 x 4,0	12,0	0,8	4	50.000	10	40	68	68	
	13.01.82	BCP	3	7,0 x 4,0	12,0	0,8	4	50.000	10	40	68	68	
	15.02.82	BCP	3	7,0 x 4,0	12,0	0,8	4	50.000	10	40	68	68	
	26.02.82	BC	5	6,0 x 3,2	6,4	0,8	4,5	56.250	10	S	70	35	
	17.03.82	BCP	3	7,0 x 4,0	12,0	0,8	4	50.000	10	40	68	68	
	28.09.82	BC	4	5,0 x 4,0	7,2	0,8	5	62.500	15	30	75	25	
	08.11.82	BC	4	6,0 x 3,2	6,4	0,8	5	62.500	10	S	70	35	
	12.11.82	BC	4	5,0 x 4,0	7,2	0,8	5	62.500	15	30	75	25	
	21.01.83	BC	4	5,0 x 4,0	7,2	0,8	5	62.500	15	30	75	25	
	09.02.83	BC	4	6,0 x 3,2	6,4	0,8	5	62.500	10	S	70	35	
	20.02.83	BC	4	5,0 x 4,0	7,2	0,8	5	62.500	15	30	75	25	
	21.03.83	BC	4	5,0 x 4,0	7,2	0,8	5	62.500	15	30	75	25	
	23.01.84	BC	4	7,0 x 4,0	12,0	0,8	5	62.500	20	40	80	50	
	17.02.84	BC	5	5,0 x 3,2	4,8	0,8	5	62.500	S	S	S	S	
	20.02.84	BC	4	7,0 x 4,0	12,0	0,8	5	62.500	20	40	80	50	
	22.03.84	BC	4	7,0 x 4,0	12,0	0,8	5	62.500	20	40	80	50	

BCP = bloco casualizados, com parcela subdivididas, onde as épocas constituíram as parcelas e as cultivares as sub-parcelas.

BC = blocos casualizados.

S = sem informações

perimental Santa Terezinha do CNPSO-EMBRAPA.

As cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka foram selecionadas para este estudo porque apresentaram maior número de plantios em relação as outras cultivares do Ensaio Nacional de Cultivares de girassol e por apresentarem escala de maturidade diferentes. As cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy são de ciclo médio a tardio e a cultivar Issanka de ciclo precoce.

3.3. Observações e estimativas das variáveis meteorológicas

Os dados meteorológicos diários foram obtidos nos postos meteorológicos pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia - 8º Distrito de Meteorologia e à EMPASC, para Campos Novos e Chapeco; à Área de Agrometeorologia do IAPAR, para Londrina, e à Seção de Climatologia Agrícola do IAC, para Campinas.

Os dados meteorológicos diários utilizados foram:

- temperatura média do ar, em $^{\circ}\text{C}$ (TMED);
- temperatura máxima do ar, em $^{\circ}\text{C}$ (TMAX);
- temperatura mínima do ar, em $^{\circ}\text{C}$ (TMIN);
- altura pluviométrica, em mm (p);
- umidade relativa do ar, em % (UR);
- insolação, em horas e décimos (n);
- pressão atmosférica, em mm de Hg ou mb (P);
- velocidade do vento, em m/s (v);
- radiação solar global, em $\text{cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (RG).

A radiação solar global foi estimada através dos parâmetros "a" e "b" da equação de Ångström⁰ determinados por BRAGA et alii (1986)¹, para as localidades de Campos Novos e Chapecô e por CERVellini & SALATI (1966), para Campinas.

3.4. Critérios de observações fenológicas

Foram utilizados observações fenológicas da cultura do girassol dos experimentos (descritos no item 3.2.) obtidos por: DÍAZ DÁVALOS et alii (1982); DÍAZ DÁVALOS et alii (1983); DÍAZ DÁVALOS et alii (1984); DÍAZ DÁVALOS & HEMP (1986); GARCIA (1982); GARCIA (1983); GARCIA (1984), PALUDZYSZYN FILHO (1982); PALUDZYSZUN FILHO (1983); PALUDZYSZYN FILHO (1984) e UNGARO².

Na Tabela 2 são apresentadas as datas de semeadura, de floração e de colheita para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

¹BRAGA, H.J.; SILVA, L. da & LEITE, G.B. Determinação preliminar dos parâmetros "a" e "b" da equação de Ångström⁰ para seis localidades de Santa Catarina. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, Florianópolis, SC, 1986 (Trabalho não publicado).

²UNGARO, M.R.G. Ensaio Nacional de cultivares (variedades e híbridos) de girassol. Seção de oleaginosas, Instituto Agrônomo, Campinas, SP (Dados não publicados).

Tabela 2: Datas de ocorrência da semeadura; emergência; floração e colheita para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Local	Data de semeadura	Cargill 33			IAC Anhandy			Issanka		
		Data de emergência	Data de floração	Data de colheita	Data de emergência	Data de floração	Data de colheita	Data de emergência	Data de floração	Data de colheita
Campos Novos	23.10.81	29.10.81	09.01.82	24.02.82	29.10.81	07.01.82	25.02.82	29.10.81	28.12.81	18.02.82
	10.02.82	16.02.82	10.05.82	12.07.82	16.02.82	02.05.82	17.07.82	16.02.82	18.04.82	12.07.82
	26.01.83	01.02.83	25.04.83	07.06.83	01.02.83	18.04.83	04.06.83	05.02.84	29.03.84	30.05.84
	30.01.84	05.02.84	11.04.84	05.06.84	05.02.84	10.04.84	07.06.84	14.08.85	11.11.85	27.12.85
	08.08.85	14.08.85	01.12.85	06.01.86	14.08.85	28.11.85	31.12.85	02.02.86	01.04.86	12.05.86
	27.01.86				02.02.86	13.04.86	26.05.86			
Chapeço	21.10.81	27.10.81	01.01.82	18.02.82	27.10.81	28.12.81	14.02.82	27.10.81	23.12.81	11.02.82
	08.02.82	14.02.82	29.04.82	01.07.82	14.02.82	24.04.82	28.06.83	14.02.82	05.04.82	01.05.82
	08.11.82	14.11.82	14.01.83	22.02.83	14.11.82	12.01.83	24.02.83	14.11.82	05.01.83	21.02.83
	25.01.83	31.01.83	12.04.83	31.05.83	31.01.83	03.04.83	26.05.83			
	04.10.83	10.10.83	20.12.83	24.04.84	10.10.83	16.12.83	24.04.84	10.10.83	05.12.83	
	13.01.84	19.01.84	16.03.84	04.06.85	19.01.84	15.03.84	17.02.85	19.01.84	12.03.84	11.04.84
Campinas	11.02.85	17.02.85	25.04.85	11.12.85	17.02.85	24.04.85	11.06.85	17.02.85	15.04.85	03.06.85
	18.07.85	23.07.85	04.11.85		23.07.85	01.11.85	13.12.85	23.07.85	18.10.85	30.11.85
	23.01.86				29.01.86	04.04.86	20.05.86	29.01.86	26.03.86	
	16.12.81	23.12.81	20.02.82		23.12.81	21.02.82		23.12.81	11.02.82	
	25.03.82	02.04.82	22.06.82		02.04.82	10.06.82				
	15.10.82	22.10.82	01.01.83	10.02.83	22.10.82	31.12.82	10.02.83			
Londrina	24.02.83	03.03.83	05.05.83		03.03.83	30.04.83		05.12.83	04.02.84	
	28.11.83	05.12.83	01.02.84	20.07.84	05.12.83	30.01.84	12.07.84	28.03.84	19.05.84	05.07.84
	22.03.84	28.03.84	01.06.84	24.06.85	28.03.84	27.05.84	24.06.85	05.03.85	24.04.85	16.06.85
	26.02.85	05.03.85	09.05.85		05.03.85	04.05.85				
	30.10.81	05.11.81	08.01.82		05.11.81	04.01.82		05.11.81	23.12.81	
	16.11.81	24.11.81	25.01.82	10.03.82						
	16.12.81	22.12.81	19.02.82	01.04.82						
	13.01.82	19.01.82	23.03.82	05.05.82						
	15.02.82	21.02.82	22.04.82							
	26.02.82	04.03.82	08.05.82							
	17.03.82	23.03.82	11.06.82	15.01.83						
	28.09.82	04.10.82	13.12.82							
	08.11.82	14.11.82	16.01.83	21.02.83	14.11.82	12.01.83		04.10.82	23.11.82	30.12.82
	12.11.82	18.11.82	17.01.83	07.05.83				14.11.82	06.01.83	12.02.83
	21.01.83	27.01.83	12.04.83	05.06.83				18.11.82	06.01.83	07.05.83
	09.02.83	15.02.83	19.04.83		15.02.83	15.04.83	31.05.83	27.01.83	31.03.83	
	28.02.83							06.03.83	21.04.83	25.05.83
	21.03.83							27.03.83	16.05.83	26.06.83
	23.01.84	29.01.84	01.05.84	15.05.84	29.01.84	26.04.84	18.05.84	29.01.84	15.04.84	14.05.84
	17.02.84	23.02.84		25.06.84	23.02.84		20.06.84	23.02.84		12.06.84
	20.02.84	26.02.84		20.06.84	26.02.84		20.06.84	26.02.84		05.06.84
	22.03.84	28.03.84		23.07.84	28.03.84		19.07.84	28.03.84		10.07.84

Os critérios para o estabelecimento dos estágios fenológicos adotados por esses autores foram:

a) emergência: quando cerca de 50% das plantas emergiram em relação ao número de sementes plantadas. Quando esta observação não foi feita considerou-se como duração do período semeadura à emergência um período de sete dias;

b) floração: quando 50% das plantas estiveram com o capítulo aberto;

c) colheita: quando no mínimo 95% da população de plantas estiveram com os capítulos secos. Este critério de colheita foi utilizado em Campos Novos, Chapecô e Campinas. O critério de colheita para Londrina foi quando os capítulos estiveram com a coloração totalmente marrom.

As fases fenológicas estudadas foram emergência à floração (EF); floração à colheita (FC) e emergência à colheita (EC).

3.5. Exigências térmicas

3.5.1. Graus-dia

O total de graus-dia necessários para completar as fases EF, FC e EC, foi calculado a partir dos valores de temperaturas extremas do dia, de acordo com o proposto por VILLA NOVA et alii (1972), e a partir de temperatura média do período considerado.

Foram utilizados as seguintes equações para cálculo de graus-dia a partir de temperaturas máximas (TMAX) e mínimas (TMIN), denominado, a partir desse ponto, como

GD_E :

a) quando a temperatura-base (TB) foi menor que a temperatura mínima:

$$GD_E = \frac{(TMAX - TMIN)}{2} + (TMIN - TB) \quad (1)$$

b) quando a temperatura-base foi maior ou igual a temperatura mínima e menor que a máxima:

$$GD_E = \frac{(TMAX - TB)^2}{2 (TMAX - TMIN)} \quad (2)$$

c) quando a temperatura-base foi maior que a máxima:

$$GD_E = 0$$

Para o cálculo de graus-dia a partir da temperatura média no período, denominada, a partir deste ponto, como GD_M , utilizou-se a expressão:

$$GD_M = (TMED - TB).NUM \quad (3)$$

onde:

NUM = duração da fase, em dias.

3.5.2. Correção dos graus-dia

O conceito original de graus-dia assume aproximações de existência de uma relação linear entre desenvolvimento relativo e temperatura, além de considerar condições

não limitantes de outros elementos ambientais que afetam o crescimento vegetal, em relação a temperatura.

Considerando que pode ter ocorrido condições de deficiência e/ou de excedente hídrico que afetaram o crescimento, já que não houve irrigação nos experimentos, foram definidos fatores de correção de graus-dia para disponibilidade de água no solo e para temperatura, ligados à relação entre esta e o desenvolvimento relativo. A correção de graus-dia foi feita somente na fase emergência à floração.

3.5.2.1. Fator de correção dos graus-dia para disponibilidade hídrica (FH)

Através de uma regressão múltipla, na qual a duração da fase observada (NUM) foi a variável dependente e a razão da evapotranspiração real para a potencial (ETR/ETP), o excesso (EXC) e a deficiência hídrica (DEF), obtidas através do balanço hídrico no solo, conforme descrito em 3.6.2., e a temperatura do ar foram as variáveis independentes, obteve-se uma função do tipo:

$$NUM = NUM(TMED, TMED^2, ETR/ETP, EXC, DEF)$$

O fator de correção dos graus-dia para disponibilidade hídrica no solo foi calculado através da seguinte relação:

$$FH = \frac{NH}{N} \quad (4)$$

onde:

NH = duração da fase que ocorreria se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica

no período;

N = duração da fase estimada através da equação de regressão múltipla.

O NH, para uma dada temperatura, foi estimado, através da equação de regressão múltipla obtida, fazendo a ETR/ETP igual a um, DEF e EXC igual a zero (condições ótimas de disponibilidade hídrica).

3.5.2.2. Fator de correção dos graus-dia para temperatura (FT)

Esse fator foi calculado através da relação NT/NH, sendo NT a duração da fase, em dias, que ocorreria se houvesse uma relação linear do desenvolvimento relativo com a temperatura. Portanto:

$$FT = \frac{NT}{NH} \quad (5)$$

ou

$$FT = \frac{DRH}{DRT} \quad (6)$$

Sendo:

$$DRT = \frac{100}{NT} \quad \text{e} \quad DRH = \frac{100}{NH}$$

onde:

DRT = desenvolvimento relativo que ocorreria se houvesse uma relação linear desse pa-

râmetro com a temperatura;

DRH = desenvolvimento relativo que ocorreria se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica no período.

O DRT foi estimado através de uma equação resultante da regressão linear do DRH com a temperatura média do ar, utilizando-se para esta regressão a faixa de valores de temperatura do ar na qual encontra-se uma relação linear com DRH. Nessa faixa de temperatura do ar o DRT e o DRH são iguais.

3.5.2.3. Fator de correção dos graus-dia para temperaturas e para disponibilidade hídrica (FTH)

Esse fator foi definido como:

$$FTH = FT \cdot FH \quad (7)$$

Substituindo as equações 4 e 5 na equação 7 e simplificando, obtêm-se:

$$FTH = \frac{NT}{NH} \cdot \frac{NH}{N} \quad (8)$$

$$FTH = \frac{NT}{N} \quad (9)$$

Portanto, os graus-dia corrigidos foram calculados pelas seguintes equações:

$$GD_M^C = GD_M \cdot FTH \quad (10)$$

$$GD_E^C = GD_E \cdot FTH \quad (11)$$

3.5.3. Determinação da temperatura-base

Os métodos da menor variabilidade, da menor variabilidade segundo ARNOLD (1959), da menor variabilidade modificado e o da regressão, descritos abaixo, consistem na determinação dos graus-dia das fases consideradas (EF, FC e EC) a partir de valores de temperatura-base pré-escolhidas. Os graus-dia foram calculados a partir de temperaturas extremas diárias e através da temperatura média do período. Na fase EF foram também calculados os graus-dia corrigidos, pois o modelo da duração da fase apresentou-se altamente correlacionado com as variáveis estudadas.

3.5.3.1. Método da menor variabilidade (CV)

Para toda a série de plantios, foram determinados os totais de graus-dia em cada fase, utilizando-se diferentes valores hipotéticos de temperatura-base. Dentre esses valores, o que resultou no menor coeficiente de variação (cv) para os graus-dia, na série de plantios, foi considerado como sendo aquele representativo da temperatura-base.

3.5.3.2. Método da menor variabilidade segundo ARNOLD (SD)

Neste método, foi determinado o total de graus-dia em cada fase, para cada valor originalmente hipotético de temperatura-base, considerando-se como o representativo desta aquela que originou o menor desvio-padrão dos graus-

-dia (sd) expresso em dias, dentro da série de plantios, sendo o valor de sd calculado por:

$$sd = \frac{sdd}{\overline{TMED} - TB} \quad (12)$$

onde:

sdd = desvio-padrão dos graus-dia para cada temperatura-base pré-escolhida (hipotética);

$\overline{TMED}$ = temperatura média do ar para a fase considerada globalmente todos os plantios

3.5.3.3. Método da menor variabilidade modificado (SDM)

Nesse método, proposto pelo autor, considerou-se como valor representativo da temperatura-base daquele, dentro da faixa de valores pré-escolhidos, que originou o menor desvio-padrão dos graus-dia, para a série de plantios, expresso esse desvio em dia (sdm), de acordo com a expressão:

$$sdm = \frac{sdd}{A} \quad (13)$$

onde:

A = acumulação diária média dos graus-dia, calculada pela seguinte equação

$$A = \frac{\overline{GD}}{NUM} \quad (14)$$

Substituindo a equação 14 na equação 13, ob-
têm-se:

$$sdm = \frac{sdd \cdot \overline{NUM}}{\overline{GD}} \quad (15)$$

onde:

$\overline{NUM}$ = duração média da fase;

$\overline{GD}$ = graus-dia médios para cada temperatura -
-base pré-escolhida.

3.5.3.4. Método da regressão (RG)

O método da regressão foi baseado no coeficiente de determinação (r^2) da regressão linear entre graus-dia calculados com valores de temperatura-base pré-escolhida e a temperatura média no período. Dentre esses valores de temperatura-base, a que originou o menor valor do coeficiente de determinação, na série de plantio, foi considerado como sendo o representativo da temperatura-base.

Determinou-se o intervalo de temperatura-base no qual o coeficiente de determinação não diferiu estatisticamente de zero, a nível de 5%.

3.5.3.5. Método da intersecção da abscissa através da regressão (IAR)

O método da intersecção da abscissa através da regressão foi baseado na equação de regressão linear, na qual a temperatura foi a variável independente e o desenvol-

vimento relativo (DR) foi a variável dependente. O DR foi calculado pela seguinte expressão:

$$DR = \frac{100}{NUM} \quad (16)$$

A temperatura-base, foi estimada pela solução da equação de regressão linear, para um valor de DR igual a zero.

3.5.3.6. Método gráfico da intersecção da abscissa (GIA)

A temperatura-base foi determinada através de um gráfico do DRH em função da temperatura. O valor da temperatura na intersecção do prolongamento da reta com o eixo da abscissa, isto é, DRH igual a zero, foi considerada como a temperatura-base.

3.6. Exigências hídricas

3.6.1. Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial foi calculada pentadalmente, através do método de PENMAN (1948), de acordo com a seguinte equação:

$$ETP = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot \frac{H}{59} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot E_a \quad (17)$$

onde:

ETP = evapotranspiração potencial;

Δ = tangente a curva de saturação de vapor (mm Hg. $^{\circ}\text{C}^{-1}$), obtida por:

$$\Delta = \frac{(18.795 \times 10^{7,5 \times \text{TMED}})/(237,5 + \text{TMED})}{(237,5 + \text{TMED})^2} \quad (18)$$

γ = constante psicrométrica (mm.Hg. $^{\circ}\text{C}^{-1}$), obtida por:

$$\gamma = a \cdot P \quad (19)$$

a = para psicrômetros não ventilados é igual a $80.10^{-5}.$ $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

$\frac{H}{59}$ = saldo de energia radiante expressa em mm de evaporação equivalente;

E_a = poder evaporante do ar a sombra (mm), determinado por:

$$E_a = 0,35 (1 + 0,54 v_2) (e_s - e_a) \quad (20)$$

v_2 = velocidade do vento a 2 metros acima da superfície evaporante (m/s);

e_a = pressão parcial de vapor d'água do ar (mm Hg), dado por:

$$e_a = \frac{\text{UR}}{100} \cdot e_s \quad (21)$$

UR = umidade relativa do ar;

e_s = pressão de saturação do vapor d'água em mm HG, obtida pela equação de Tetens:

$$e_s = 4,5825 \cdot 10^{[(7,5 \cdot TMED)/(237,5 + TMED)]} \quad (22)$$

3.6.1.1. Balanço de energia disponível ao sistema

O balanço de energia disponível ao sistema foi obtida pela seguinte equação:

$$H = RG(1-r) - [\epsilon \sigma TMED^4 (0,56 - 0,09 \sqrt{e_a}) (0,1 + 0,9n/N)] \quad (23)$$

onde:

RG = radiação global;

r = albedo da superfície, considerando-se igual a 0,18;

ϵ = emissividade da superfície, assumida como de um corpo negro (=1);

σ = constante de Stefan - Boltzmann
($=1,171008 \cdot 10^{-7} \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}.\text{K}^{-4}$);

N = duração máxima teórica do dia, obtido através da seguinte equação astronômica:

$$N = (2 \text{ hp})/15 \quad (24)$$

$$\text{hp} = \arccos (\cos z - \text{tg} \Psi \cdot \text{tg} \delta) \quad (25)$$

z = ângulo zenital ($=90^\circ 50'$)

Ψ = latitude local, considerando-se o sinal algébrico;

δ = declinação solar.

3.6.1.2. Determinação da declinação solar

As seguintes equações foram utilizadas para a determinação da declinação solar:

$$\text{sen } \delta = 0,39782 \cdot \text{sen } L \quad (26)$$

$$L = M + 1,916 \text{ sen } M + 0,02 \text{ sen } 2M + 282,634 \quad (27)$$

$$M = 0,9856 \cdot T - 3,289 \quad (28)$$

$$T = K + (12-F)/24 \text{ (para 12 h do dia)} \quad (29)$$

$$K = (275m)/9 - (m + 9)/6 + I - 30 \quad (30)$$

(ano não bissexto)

$$K = (275 m)/9 - (m + 9)/12 + I - 30 \quad (31)$$

(ano bissexto)

onde:

L = longitude solar;

T = tempo aproximado do fenômeno em dias;

F = longitude do local, em horas (graus/15), considerando-se o sinal algébrico;

K = dia do ano;

I = dia do mês (de 1 até 31);

m = mês do ano (de 1 até 12).

3.6.2. Balanço de água no solo

Para o cálculo da disponibilidade hídrica do solo, utilizou-se o método do balanço hídrico preconizado por Thornthwaite e Mather (1955), citado por OMETTO (1981).

Através do balanço hídrico foram obtidos os seguintes parâmetros:

- a) evapotranspiração real (ETR);
- b) deficiência hídrica (DEF);
- c) excesso hídrico (EXC);
- d) armazenamento (ARM).

O balanço hídrico foi calculado a nível pentadal (5 dias), utilizando uma capacidade de água disponível de 100 mm.

3.7. Efeito das variáveis estudadas sobre a duração das fases fenológicas

Procurou-se desenvolver um modelo, através de regressão múltipla passo a passo, que explicasse a interação da duração das fases EF, FC e EC com as seguintes variáveis: temperatura média do ar (TMED); temperatura máxima (TMAX); temperatura mínima (TMIN); amplitude térmica (ATER); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS); insolação (n); fotoperíodo (FOTO); a razão da evapotranspiração real e a potencial (ETR/ETP); excesso hídrico (EXC); deficiência (DEF) e armazenamento (ARM). Foi obtido uma função com os seguintes parâmetros:

$$\text{NUM} = f(\text{TMED}; \text{TMAX}; \text{TMIN}; \text{ATER}; \text{DS}; \text{n}; \text{FOTO}; \text{ETR/ETP}; \text{EXC}; \text{DEF}; \text{ARM})$$

O modelo mais representativo foi selecionado com base na análise estatística, através dos parâmetros: coeficiente de determinação (R^2); teste F; teste t; probabilidade de "t" e "F".

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito das variáveis estudadas sobre a duração das fases fenológicas

As durações das fases emergência à floração; floração à colheita e emergência à colheita, das cultivares Cargill 33; IAC Anhandy e Issanka, e as médias das variáveis estudadas, para cada época de plantio e para cada local são mostrados nas Tabelas 21 a 29, constantes do apêndice.

Os dados experimentais, referentes à fase emergência à floração, foram submetidos a uma análise prévia a fim de eliminar as épocas de plantios que apresentaram alta incidência de doenças e/ou valores discrepantes.

A Tabela 3 apresenta as análises estatísticas de regressão linear múltipla, passo a passo, dos modelos mais representativos da duração, em dias, das fases fenológicas EF, FC e EC das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

O enfoque de regressão linear múltipla passo a passo não levou a uma explicação fácil e generalizada das interações envolvidas na duração das fases fenológicas com as variáveis estudadas.

Procurou-se desenvolver um modelo de regressão múltipla que explicasse os efeitos lineares e quadráticos da

Tabela 3: Análise estatística de regressão linear múltipla, passo a passo, do modelo mais representativo da duração em dias das fases fenológicas emergência à floração; floração à colheita e emergência à colheita das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Cultivar	Fase fenológica	Parâmetros de regressão	Variáveis					Análise de regressão		
			INTERCEPT	TMED	TMIN	DEF	DS	Valor do teste "F"	R ²	CV(%)
Cargill 33	EF	estimativa teste "t" R ² parcial	184,1030	-5,4350 -9,5000** 0,770				90,25	0,770	7,59
	FC	estimativa teste "t" R ² parcial	72,1936		-1,7430 4,0480** 0,450			16,39	0,450	13,92
	EC	estimativa teste "t" R ² parcial	217,2770		-6,2425 -7,6989** 0,720			59,72	0,720	6,72
IAC Anhandy	EF	estimativa teste "t" R ² parcial	152,051		-5,1515 -7,7548** 0,732			60,14	0,732	8,39
	FC	estimativa teste "t" R ² parcial	81,7281	-1,7502 -3,0138** 0,348				9,08	0,348	16,38
	EC	estimativa teste "t" R ² parcial	230,1130	-7,0874 -6,1158** 0,529			6,5447 2,7945* 0,137	18,96	0,666	7,02
Issanka	EF	estimativa teste "t" R ² parcial	138,9190	-3,9486 -5,8673** 0,610				34,43	0,610	9,94
	FC	estimativa teste "t" R ² parcial	89,4605		-2,7585 -3,2050** 0,363			10,27	0,363	20,75
	EC	estimativa teste "t" R ² parcial	180,118		-5,2052 -4,2724** 0,515	0,1439 2,6928* 0,129		18,10	0,644	9,43

* significativo à nível de 5%.

** não-significativo à nível de 1%.

Tabela 4: Análise estatística do modelo mais representativo da duração, em dias, da fase emergência à floração para a cultivar Cargill 33.

Análise da variância						
C. variação	GL	SQ	QM	F	R ²	CV
regressão	6	3092,16	515,36	147,23**	0,976	2,73
erro	22	77,01	3,50			
total	28	3169,17				

Parâmetros de regressão				
Variável	Estimativa	Erro padrão	Teste "t"	R ² parcial
Intercepto	294,3670	67,8275	4,3399**	-
TMED	-24,2770	5,8924	-4,1201**	0,770
TMED ²	0,4956	0,1418	3,4940**	0,081
EXC	0,276	0,0045	6,1155**	0,046
DEF	0,3821	0,0464	8,2436**	0,037
ETR/ETP	77,0541	12,5338	6,1477**	0,033
FOTO	-1,5362	0,5460	-2,8135*	0,009

* significativo à nível de 5%.

** significativo à nível de 1%.

Equação de Regressão:

$$\text{NUM} = 294,3670 - 24,2770 \text{ TMED} + 0,4956 \text{ TMED}^2 + 0,0276 \text{ EXC} + 0,3821 \text{ DEF} + 77,0541 \text{ ETR/ETP} - 1,5362 \text{ FOTO} \quad (32)$$

Tabela 5: Análise estatística do modelo mais representativo da duração, em dias, da fase emergência à floração para a cultivar IAC Inhandy.

Análise de variância						
C. variação	GL	SQ	QM	F	R ²	CV
regressão	4	2323,73	580,93	87,53	0,949**	3,96
erro	19	126,10	6,64			
total	23	2449,83				

Parâmetros da regressão				
Variável	Estimativa	Erro padrão	Teste "t"	R ² parcial
Intercepto	269,047	107,871	2,494*	-
TMED	25,789	9,271	-2,782*	0,716
TMED ²	0,529	0,223	2,375*	0,139
ETR/ETP	102,501	17,715	5,786**	0,031
DEF	0,374	0,078	4,789**	0,063

* significativo à nível de 5%.

** significativo à nível de 1%.

Equação de regressão

$$\text{NUM} = 269,047 - 25,789 \text{ TMED} + 0,529 \text{ TMED}^2 + 102,501 \text{ ETR/ETP} + 0,374 \text{ DEF}$$

(33)

Tabela 6: Análise estatística do modelo mais representativo da duração, em dias, da fase emergência à floração para a cultivar Issanka.

Análise de variância						
C. variação	GL	SQ	QM	F	R ²	CV
regressão	4	1510,62	377,65	47,45**	0,909	5,17
erro	19	151,22	7,96			
total	23	1661,84				

Parâmetros da regressão				
Variável	Estimativa	Erro padrão	Teste "t"	R ² parcial
Intercepto	387,108	72,506	5,339**	-
TMED	-36,504	5,939	-6,147**	0,610
TMED ²	0,822	0,147	5,575**	0,256
ETR/ETP	70,497	23,613	2,985**	0,009
DEF	0,277	0,104	2,652*	0,034

* significativo à nível de 5%.

** significativo à nível de 1%.

Equação de regressão:

$$\text{NUM} = 387,108 - 36,504 \text{ TMED} + 0,822 \text{ TMED}^2 + 70,497 \text{ ETR/ETP} + 0,277 \text{ DEF} \quad (34)$$

da temperatura do ar e do fotoperíodo e os efeitos lineares de parâmetros ligados a disponibilidade hídrica (ETR/ETP, EXC, DEF e ARM) na duração das fases fenológicas das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Nas Tabelas 4, 5 e 6, são apresentadas as análises estatísticas do modelo mais representativo da duração, em dias, da emergência à floração para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Na Figura 1, são apresentados os valores de desenvolvimento relativo (DR) e a curva do desenvolvimento relativo que ocorreria se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica no período, em função da temperatura média do ar e a relação linear do desenvolvimento relativo com a temperatura da fase emergência à floração para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

A temperatura apresentou efeitos linear e quadrático na duração da fase emergência à floração, na faixa de temperatura média do ar na qual os experimentos foram conduzidos, isto é, 17,9 a 23,5°C; 16,8 a 23,3°C e 15,8 a 23,6°C para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente. As temperaturas nas quais ocorreria o máximo desenvolvimento relativo foram de 24,5 e 24,4°C para as cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy, respectivamente. A temperatura na qual ocorreu o máximo desenvolvimento relativo foi de 22,5°C para a cultivar Issanka. A faixa de temperatura na qual os experimentos foram conduzidos ficou abaixo da temperatura na qual o desenvolvimento relativo seria máximo para as cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy. Para a cultivar Issanka a temperatura na qual o desenvolvimento relativo foi máximo ficou dentro da faixa da temperatura no qual os experimentos foram conduzidos.

Figura 1: Relação linear do desenvolvimento relativo com a temperatura do ar (RL), valores de desenvolvimento relativo observado (DR) e valores de desenvolvimento relativo que ocorreria se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica (DRH) em função da temperatura do ar, na fase fenológica emergência à floração para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Temperaturas superiores a do máximo desenvolvimento relativo, observadas na cultivar Issanka, retardaram a duração da fase emergência à floração; este fato também foi observado por GILMORE & ROGERS (1958).

A duração da fase emergência à floração, para a cultivar Cargill 33, teve um efeito linear do fotoperíodo mas o efeito quadrático deste não foi significativo na faixa de valores nos quais os experimentos foram conduzidos, isto é, de 11,0 a 14,5 horas. Com aumento do fotoperíodo houve uma diminuição da duração da fase. Este padrão de resposta foi similar ao encontrado nos estudos de DOYLE (1975), onde o desenvolvimento relativo foi máximo para fotoperíodo de 14 horas, e foi menor quando o fotoperíodo estava acima ou abaixo desse valor.

O fotoperíodo não teve efeito (linear ou quadrático) na duração da fase emergência à floração na faixa de 12,0 a 14,6 e 12,2 a 14,5 horas para as cultivares IAC Anhandy e Issanka, respectivamente.

Das variáveis do balanço hídrico, o armazenamento não teve efeito linear na duração da fase emergência à floração para as três cultivares estudadas. O excesso hídrico teve um efeito linear somente para a cultivar Cargill 33, sendo que, com o seu aumento houve um aumento da duração da fase emergência à floração. A razão ETR/ETP e a deficiência hídrica tiveram um efeito linear na duração da fase emergência à floração para as três cultivares. Uma análise numérica das equações de regressão que estimam NUM, isto é, fixando-se a temperatura, e o excesso hídrico e fotoperíodo, adotando-se valores variáveis de ETR/ETP e de DEF, permite verificar que uma deficiência hídrica pode aumentar ou diminuir a duração da fase emergência à floração

dependendo da evapotranspiração potencial. ▴

Os modelos matemáticos da duração da fase emergência à floração que explicam as interações da temperatura, do fotoperíodo e da disponibilidade hídrica, apresentaram altos coeficientes de determinação (0,976; 0,949 e 0,909 para as cultivares Cargill 33, IAC Anahndy e Issanka, respectivamente. A duração desta fase mostrou-se altamente correlacionada com a temperatura, apresentando os seguintes coeficientes parciais: 0,851; 0,855 e 0,866 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente, indicando assim, que a temperatura foi variável que mais explicou a duração da fase emergência à floração. Esses resultados estão de acordo com DOYLE (1975), o qual sugere que a variação da fase emergência à primeira antese é atribuída a variações da temperatura.

Na Tabela 7, são apresentadas as análises estatísticas do modelo mais representativo da duração, em dias, das fases floração à colheita e emergência à colheita, das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

A duração da fase floração à colheita teve um efeito linear da temperatura, para as cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy e um efeito linear e quadrático para a cultivar Issanka. As outras variáveis (FOTO, ETR/ETP, DEF, EXC e ARM) não foram significativas no modelo de regressão múltipla que apresentou baixos coeficientes de determinação (0,436; 0,348 e 0,506 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka), indicando, assim, que outras variáveis não estudadas tiveram grande influência na duração desta fase.

Na fase emergência à colheita as variáveis temperatura e deficiência apresentaram significância no modelo da duração desta fase para as três cultivares. As

Tabela 7: Análise estatística do modelo mais representativo da duração, em dias, das fases floração à colheita e emergência à colheita, das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Cultivar	Fase fenológica	Parâmetros de regressão	Variáveis				Análise de regressão		
			INTERCEPTO	TMED	TMED ²	DEF	Valor do teste "F"	R ²	CV(%)
Cargill 33	FC	estimativa	76,4658	-1,5896			15,45**	0,436	14,10
		teste "t"	9,4319**	-3,9309**					
		R ² parcial	-	0,436					
	EC	Equação	NUM = 76,4658 - 1,5896 TMED						
		estimativa	221,7920	-5,5107		0,1004	37,78**	0,773	6,21
		teste "t"	13,8478**	-7,3232**		3,2710**			
IAC Anhandy	FC	R ² parcial	-	0,662		0,111			
		Equação	NUM = 221,7920 - 5,5107 TMED + 0,1004 DEF						
	EC	estimativa	81,7281	-1,7502			9,08**	0,348	16,30
		teste "t"	7,4087**	-3,0138**					
		R ² parcial	-	0,348					
Issanka	FC	Equação	NUM = 81,7281 - 1,7502 TMED						
		estimativa	224,9520	-5,8092		0,1404	18,87*	0,665	7,03
		teste "t"	11,6211**	-5,9066**		2,7802*			
	EC	R ² parcial	-	0,529		0,136			
		Equação	NUM = 224,9520 - 5,8092 TMED + 0,1404 DEF						
Issanka	FC	estimativa	337,8130	-28,1624	0,6684		8,71**	0,506	18,81
		teste "t"	3,4148**	-2,7010*	2,4683*				
		R ² parcial	-	0,329	0,177				
	EC	Equação	NUM = 337,8130 - 28,1624 TMED + 0,6684 TMED ²						
		estimativa	631,7190	-48,4319	1,0774	0,1606	20,12**	0,761	7,94
		teste "t"	3,5040**	-2,6801*	2,3867*	3,6718*			
Issanka	EC	R ² parcial	-	0,492	0,072	0,197			
		Equação	NUM = 631,7190 - 48,4319 TMED + 1,0774 TMED ² + 0,1606 DEF						

* significativo à nível de 5%.

** significativo à nível de 1%.

outras variáveis (FOTO, ETR/ETP, EXC e ARM) não foram significativas no modelo de regressão múltipla, que apresentaram os seguintes coeficientes de determinação 0,773; 0,665 e 0,761 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente.

As cultivares de girassol estudadas responderam mais as variáveis estudadas na fase emergência à floração do que na fase floração à colheita. Segundo WANG (1960), as plantas respondem diferentemente para o mesmo fator ambiental durante os vários estágios de seu ciclo.

A duração média da fase emergência à floração foi de 68,6; 65,1 e 54,6 dias e a duração média da fase floração à colheita foi de 45,1; 49,0 e 47,8 dias para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente. As diferenças na duração do ciclo das cultivares ocorreram na fase emergência à floração, pois, a duração da fase floração à colheita foi praticamente a mesma para as três cultivares estudadas. ROBINSON (1971), verificou que as diferenças na maturidade das variedades de girassol ocorreram em função das diferenças observadas no estágio capítulo-visível.

4.2. Fatores de correção dos graus-dia

Na Tabela 8 é apresentada a análise estatística do modelo mais representativo da duração da fase emergência à floração, com as variáveis temperatura e disponibilidade hídrica, da cultivar Cargill 33.

As equações de regressão linear obtidas para a estimativa do desenvolvimento relativo que ocorreria se houvesse uma relação linear do desenvolvimento relativo com a

Tabela 8: Análise estatística do modelo mais representativo da duração, em dias, da fase emergência à floração, com as variáveis temperatura e disponibilidade hídrica, da cultivar Cargill 33.

Análise de variância						
C. variação	GL	SQ	QM	F	R ²	CV
regressão	5	3064,25	612,85	134,35**	0,967	3,12
erro	23	104,92	4,5618			
total	28	3169,17				
Parâmetros de regressão						
Variável	Estimativa	Erro padrão	Teste "t"	R ² parcial		
Intercepto	303,0660	77,3495	3,9181**	-		
TMED	-25,2345	6,7154	-3,7577**	0,770		
TMED ²	0,5102	0,1618	3,1529**	0,081		
EXC	0,0272	0,0052	5,2775**	0,046		
DEF	0,3397	0,0500	6,7888**	0,037		
ETR/ETP	61,1722	12,7750	4,7884**	0,033		

** significativo a nível de 1%.

Equação de regressão:

$$\text{NUM} = 303,0660 - 25,2345 \text{ TMED} + 0,5102 \text{ TMED}^2 + 0,0272 \text{ EXC} + 0,3397 \text{ DEF} + 61,1722 \text{ ETR/ETP} \quad (35)$$

temperatura foram as seguintes:

Cargill 33

$$DRT = -0,8438 + 0,1207TMED \quad (r^2 = 1,00) \quad (36)$$

IAC Anhandy

$$DRT = -0,6624 + 0,1073TMED \quad (r^2 = 1,00) \quad (37)$$

Issanka

$$DRT = -1,2391 + 0,1521TMED \quad (r^2 = 1,00) \quad (38)$$

As Tabelas 9, 10 e 11, apresentam os valores da duração observada da fase em dias (NUM); da estimada através das equações de regressão (equações número 33, 34 e 35) (N); da que ocorreria se houvesse uma relação linear entre o desenvolvimento relativo e a temperatura, estimada através das equações 36, 37 e 38 (NT); da que ocorreria se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica no período (NH); do fator de correção dos graus-dia para temperatura (FT); do fator de correção dos graus-dia para disponibilidade hídrica (FH) e do fator de correção dos graus-dia para temperatura e disponibilidade hídrica (FTH) da fase emergência à floração, para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

O valor de FT variou de 0,948 a 1,00; 0,936 a 1,00 e 0,788 a 1,00 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente.

As cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka apresentaram, respectivamente, 5, 6 e 2 plantios com temperatura na faixa onde há uma linearidade com o desenvolvimento relativo, isto é, quando o FT foi igual a um.

Tabela 9: Duração da fase emergência à floração na cultivar Cargill 33, em dias (NUM; N; NH e NT) e fatores de correção de dos graus-dia para temperatura (FT), para disponibilidade hídrica (FH) e para temperatura e para disponibilidade hídrica (FTH).

Local	Data de semeadura	NUM	N	NH	NT	FH	FT	FTH
Campos Novos	23.10.81	72	73,7	66,3	66,4	0,900	1,000	0,900
	10.02.82	83	84,1	76,3	76,2	0,907	0,999	0,906
	26.01.83	83	82,2	68,3	68,3	0,831	1,000	0,831
	30.01.84	66	68,7	63,4	63,5	0,924	1,000	0,924
	08.08.85	109	109,0	84,0	84,1	0,770	1,001	0,771
Chapecô	21.10.81	66	66,4	57,3	56,8	0,863	0,991	0,855
	08.11.82	61	64,1	56,1	55,3	0,876	0,986	0,863
	25.01.83	71	73,0	58,6	58,3	0,803	0,995	0,799
	04.10.83	71	71,0	61,1	61,1	0,860	0,999	0,860
	13.01.84	57	57,5	53,4	51,2	0,929	0,957	0,890
	11.02.85	67	65,6	58,6	58,3	0,893	0,995	0,889
Campinas	16.12.81	59	59,7	54,4	52,9	0,912	0,972	0,886
	25.03.82	81	79,1	73,1	73,0	0,925	0,999	0,924
	15.10.82	71	68,0	54,8	53,5	0,806	0,976	0,787
	24.02.83	63	62,8	58,1	57,8	0,925	0,994	0,919
	28.11.83	58	60,4	53,0	50,3	0,879	0,948	0,833
	22.03.84	65	64,3	60,2	60,1	0,936	0,998	0,934
	26.02.85	65	60,4	56,1	55,3	0,930	0,986	0,917
Londrina	30.10.81	64	62,6	54,6	53,2	0,872	0,974	0,849
	16.11.81	62	65,4	54,6	53,2	0,835	0,974	0,813
	16.12.81	59	58,9	53,7	51,6	0,911	0,962	0,876
	13.01.82	63	60,3	53,7	51,7	0,891	0,962	0,857
	15.02.82	60	60,9	55,7	54,8	0,915	0,983	0,900
	16.02.82	65	67,1	59,1	58,9	0,881	0,996	0,878
	17.08.82	80	78,2	67,4	67,4	0,862	1,000	0,862
	28.09.82	70	68,2	56,1	55,3	0,823	0,986	0,811
	08.11.82	63	64,1	54,6	53,2	0,852	0,974	0,829
	09.02.83	63	62,9	54,2	52,5	0,862	0,969	0,835
	17.02.84	68	66,4	55,3	54,2	0,833	0,980	0,816

NUM: valores observados; N: valores estimados através da equação de regressão (35); NH: valores estimados que ocorreriam se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica; NT: valores estimados considerando relação linear entre desenvolvimento relativo e temperatura.

Tabela 10: Duração da fase emergência à floração na cultivar IAC Anhandy, em dias (NUM; N; NH e NT) e fatores de correção dos graus-dia para temperatura (FT), para disponibilidade hídrica (FH) e para temperatura e para disponibilidade hídrica (FTH).

Local	Data de semeadura	NUM	N	NH	NT	FH	FT	FTH
Campos Novos	23.10.81	70	73,2	69,9	69,9	0,956	1,000	0,956
	10.02.82	75	75,1	76,9	76,9	1,025	1,000	1,024
	26.01.83	76	72,1	70,5	70,5	0,978	1,000	0,979
	30.01.84	65	66,0	67,0	66,9	1,015	0,999	1,013
	08.08.85	106	104,8	87,9	87,9	0,838	1,000	0,838
	27.01.86	70	68,5	68,3	68,3	0,998	1,000	0,998
Chapicó	21.10.81	62	63,3	62,5	61,9	0,988	0,989	0,977
	08.11.82	59	61,3	60,5	59,2	0,987	0,978	0,965
	25.01.83	62	62,1	61,6	60,7	0,992	0,985	0,977
	04.10.83	67	69,2	65,4	65,1	0,945	0,997	0,942
	13.01.84	56	54,9	58,1	54,8	1,059	0,943	0,999
	11.02.85	66	62,3	62,4	61,7	1,002	0,989	0,991
Campinas	23.01.86	65	59,6	60,8	59,5	1,019	0,980	0,998
	16.12.81	60	60,4	58,8	56,4	0,973	0,959	0,933
	25.03.83	69	71,4	76,2	76,2	1,068	1,000	1,067
	24.02.83	58	61,7	62,2	61,4	1,008	0,988	0,995
	28.11.83	56	59,6	57,8	54,1	0,970	0,936	0,908
	22.03.84	60	60,2	63,7	63,2	1,058	0,993	1,051
Londrina	26.02.85	60	59,1	59,7	58,0	1,011	0,971	0,982
	30.10.81	60	60,6	59,2	57,0	0,976	0,964	0,941
	26.02.82	59	58,3	62,0	61,2	1,064	0,987	1,049
	08.11.82	59	59,3	59,2	57,2	0,999	0,965	0,964
	09.02.83	59	57,5	58,6	56,1	1,021	0,956	0,975
	17.02.84	63	61,6	59,0	56,8	0,959	0,962	0,923

Obs.: NUM: valores observados; N: valores estimados através da equação de regressão (33); NH: valores estimados que ocorreriam se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica; NT: valores estimados considerando relação linear entre desenvolvimento relativo e temperatura.

Tabela 11: Duração da fase emergência à floração na cultivar Issanka, em dias (NUM; N; NH e NT) e fatores de correção dos graus-dia para temperatura (FT), para disponibilidade hídrica (FH) e para temperatura e para disponibilidade hídrica (FTH).

Local	Data de semeadura	NUM	N	NH	NT	FH	FT	FTH
Campos Novos	23.10.81	60	59,8	57,8	57,5	0,968	0,994	0,962
	10.02.82	61	61,1	62,1	62,1	1,016	1,000	1,016
	30.01.84	53	51,7	53,1	50,7	1,028	0,953	0,980
	08.08.85	89	89,3	86,4	86,4	0,967	1,000	0,967
	27.01.86	58	57,3	57,3	56,9	1,001	0,992	0,993
Chapecó	21.10.81	57	53,5	53,0	50,5	0,991	0,951	0,943
	08.02.82	50	50,0	52,5	48,8	1,050	0,931	0,977
	08.11.82	52	54,1	52,5	49,0	0,971	0,933	0,906
	04.10.83	56	57,4	57,2	56,7	0,997	0,992	0,988
	13.01.84	53	52,3	53,0	43,6	1,014	0,823	0,834
Campinas	11.02.85	57	52,7	52,5	48,9	0,996	0,931	0,928
	23.01.86	56	51,1	52,2	47,2	1,021	0,904	0,924
	16.12.81	50	52,5	52,2	46,9	0,993	0,898	0,892
	28.11.83	61	56,3	53,8	42,4	0,956	0,788	0,753
	22.03.84	52	50,4	53,4	51,2	1,060	0,959	1,017
Londrina	26.02.85	50	51,3	52,4	45,0	1,022	0,859	0,878
	30.10.81	48	52,4	52,4	45,2	0,999	0,864	0,863
	26.02.82	47	46,0	52,3	47,9	1,137	0,917	1,043
	28.09.82	50	52,9	52,2	47,3	0,987	0,906	0,894
	08.11.82	53	52,2	52,2	46,6	0,999	0,892	0,892
	12.11.82	49	52,3	52,2	46,6	0,998	0,893	0,891
	28.02.83	46	49,6	52,2	46,8	1,052	0,897	0,944
	21.03.83	50	51,2	52,9	50,1	1,032	0,947	0,977
	17.02.84	52	52,8	52,2	45,9	0,990	0,878	0,869

Obs.: NUM: valores observados; N: valores estimados através da equação de regressão (34); NH: valores estimados que ocorreriam se não houvesse excesso e/ou deficiência hídrica; NT: valores estimados considerando relação linear entre desenvolvimento relativo e temperatura.

O valor FH variou de 0,770 a 0,936; 0,838 a 1,068 e 0,956 a 1,137 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente. Valores de FH superiores a um indicam que o efeito linear da ETR/ETP e da deficiência hídrica não foi o mais representativo, mesmo que este efeito tenha sido significativo no modelo matemático da duração da fase emergência à floração.

4.3. Determinação da temperatura-base

Na Tabela 12, são apresentadas as equações lineares do desenvolvimento relativo (DR) em função da temperatura média do ar (TMED) das fases EF, FC e EC para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Na Figura 2, são apresentados os valores de desenvolvimento relativo em função da temperatura média do ar para as fases FC e EC das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Nas Figuras 3 a 8 são apresentados os desvios padrões dos graus-dia expressos em dias (sd e sdm), o coeficiente de variação dos graus-dia (cv) e o coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura média do ar (r^2) em função da faixa de valores de temperatura pré-escolhidos como base, para as fases fenológicas EF, FC e EC para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Na Tabela 13, são apresentados os intervalos de temperatura-base nos quais os coeficientes de determinação não diferem estatisticamente de zero, ao nível de 5% e os valores de temperatura-base das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka nas fases fenológicas EF, FC e EC ob-

Tabela 12: Equações de regressão linear do desenvolvimento relativo (DR) em função da temperatura média do ar (TMED), valor do teste "F" e coeficiente de determinação para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka nas fases fenológicas emergência à floração (EF); floração à colheita (FC) e emergência à colheita.

Cultivar	Fase fenológica	Equação	Valor do teste "F"	R ²
Cargill 33	EF	DR = -0,5839 + 0,0974 TMED	104,01**	0,800
	FC	DR = 0,8169 + 0,0744 TMED	14,92**	0,427
	EC	DR = 0,0087 + 0,0423 TMED	44,90**	0,661
IAC Anhandy	EF	DR = -0,5291 + 0,0995 TMED	93,21**	0,816
	FC	DR = 0,8826 + 0,0656 TMED	8,02*	0,321
	EC	DR = 0,1475 + 0,0358 TMED	22,51**	0,530
Issanka	EF	DR = -0,1878 + 0,0960 TMED	26,75**	0,549
	FC	DR = 0,5181 + 0,0867 TMED	5,55*	0,239
	EC	DR = -0,0345 + 0,0496 TMED	15,93**	0,431

** significativo a 1% de probabilidade.

* significativo a 5% de probabilidade.

Figura 2: Valores do desenvolvimento relativo observado (DR) em função da temperatura do ar para as fases floração à colheita e emergência à colheita das cultivares de Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Figura 3: Valores de desvios padrões dos graus-dia expressos em dias (sd e sdm), coeficientes de variação dos graus-dia (cv) e coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura do ar em função da faixa de temperatura-base pré-escolhida, nas fases floração à colheita e emergência à colheita da cultivar Cargill 33.

Figura 4: Valores de desvios padrões dos graus-dia expressos em dias (sd e sdm), coeficiente de variação dos graus-dia (cv) e coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura média do ar em função da faixa de temperatura-base pré-escolhida da fase emergência à floração com e sem a correção dos graus-dia, para a cultivar Cargill 33.

Figura 5: Valores de desvios padrões dos graus-dia expressos em dias (sd e sdm), coeficientes de variação dos graus-dia (cv) e coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura do ar em função da faixa de temperatura-base pré-escolhida, nas fases floração à colheita e emergência à colheita da cultivar IAC Anhandy.

Figura 6: Valores de desvios padrões dos graus-dia expressos em dias (sd e sdm), coeficiente de variação dos graus-dia (cv) e coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura média do ar em função da faixa de temperatura-base pré-escolhida da fase emergência à floração, com e sem a correção dos graus-dias, para a cultivar IAC Anhandy.

Figura 7: Valores de desvios padrões dos graus-dia expressos em dias (sd e sdm), coeficientes de variação dos graus-dias (cv) e coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura do ar em função da faixa de temperatura-base pré-escolhida, nas fases floração à colheita e emergência à colheita da cultivar Issanka.

Figura 8: Valores de desvios padrões dos graus-dias expressos em dias (sd e sdm), coeficiente de variação dos graus-dia (cv) e coeficiente de determinação da equação que relaciona os graus-dia com a temperatura média do ar em função da faixa de temperatura-base pré-escolhida da fase emergência à floração, com e sem a correção dos graus-dia, para a cultivar Issanka.

Tabela 13: Intervalos de temperatura-base nos quais os coeficientes de determinação não diferem estatisticamente de zero e valores de temperatura-base das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka nas fases fenológicas emergência à floração, floração à colheita e emergência à colheita obtidas através dos seis métodos de determinação: CV - método da menor variabilidade; SD - método da menor variabilidade segundo ARNOLD; SDM - método da menor variabilidade modificado; RG - método da regressão; IAR - método da intersecção da abscissa por regressão e IGA - método gráfico da intersecção da abscissa.

Forma de cálculo dos graus-dia através de	Método de determinação de temperatura base	Cargill 33						IAC Anhandy						Issanka					
		EF		FC		EC		EF		FC		EC		EF		FC		EC	
		GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC	GD	GDC
Temperaturas extremas	menor	8	9	-7	2	2	9	8	-6	0	5	9	2	4	4	9	1	3	4
	variabilidade	8	9	-8	2	2	9	8	-6	-1	4	9	1	3	4	9	1	3	4
	SD	8	9	-7	2	2	9	8	-6	0	5	9	2	4	4	9	1	3	4
	SDM	8	9	-7	2	2	9	8	-6	0	5	9	2	4	4	9	1	3	4
Temperaturas médias	regressão	8	9	-8	2	2	9	8	-8	-1	4	10	-1	3	4	10	-1	3	4
	variabilidade	6 a 10	8 a 9	0 a 14*	5 a -4*	5 a -4*	6 a 10	7 a 9	0 a 9*	4 a -5*	-2 a 8	8 a 11	6 a -4*	8 a -4*	-2 a 8	8 a 11	6 a -4*	8 a -4*	-2 a 8
	SD	7	7	-8	0	0	7	6	-7	-3	4	8	0	2	4	8	0	2	4
	SDM	7	7	-8	0	0	7	6	-7	-3	4	8	0	2	4	8	0	2	4
Temperaturas médias	regressão	6	7	-10	0	0	6	6	-10	-3	3	8	-2	1	3	8	-2	1	4
	variabilidade	4 a 8	7	-2 a 20*	4 a -6	4 a -6	4 a 8	5 a 7	-1 a 20*	2 a -15	6 a -3	7 a 9	4 a -15*	6 a -6*	6 a -3	7 a 9	4 a -15*	6 a -6*	6 a -6*
	SD	5,99	-	-10,99	-0,21	-0,21	5,32	-	-13,46	-4,12	1,96	-	-5,98	0,70	1,96	-	-5,98	0,70	1,96
	SDM	-	7,00	-	-	-	-	6,17	-	-	-	8,15	-	-	-	8,15	-	-	-

* valores de temperatura base até os quais foram calculados os coeficientes de determinação.

tidas através dos seis métodos de determinação:

- 1) método da menor variabilidade (CV);
- 2) método da menor variabilidade segundo ARNOLD (SD);
- 3) método da menor variabilidade modificado (SDM);
- 4) método da regressão (RG);
- 5) método da intersecção da abscissa por regressão (IAR);
- 6) método gráfico da intersecção da abscissa (IGA).

Nos métodos CV, SD, SDM e RG os graus-dia foram calculados pelas temperaturas extremas diárias e pela temperatura média do período.

A temperatura-base dependeu da cultivar, da fase fenológica, da forma de cálculo e do uso de fator de correção para temperatura e para disponibilidade hídrica dos graus-dia.

Os valores de temperatura-base, estimada através dos métodos CV; SD; SDM e RG, apresentaram valores menores quando foram utilizado os graus-dia calculados pela temperatura média do período em comparação com os graus-dia calculados pelas temperaturas extremas, nas fases fenológicas das três cultivares estudadas.

Os valores de temperatura-base, estimada através do método da intersecção da abscissa por regressão diferiu dos valores de temperatura-base determinada pelos demais métodos (CV; SD; SDM e RG). Os valores de temperatura-base determinados através do método gráfico da intersecção da abscissa, para a fase emergência à floração não di-

feriu dos demais métodos (CV; SD; SDM e RG) quando foram utilizados os graus-dia calculados através da temperatura média do período, mas diferiu dos outros métodos quando os graus-dia foram calculados através das temperaturas extremas diárias.

Os valores de temperatura-base para cada fase, determinados pelos métodos CV, SD, SDM e RG não diferiram entre si, exceto na fase FC para as cultivares IAC Anhandy e Issanka quando foram utilizados os GD_E e para as três cultivares quando foram utilizados os GD_M . A diferença de valores de temperatura-base encontrada na fase FC entre os quatro métodos deve-se, possivelmente, ao fato que a duração da fase apresentou uma baixa correlação com a temperatura (coeficiente de determinação parcial de 0,436; 0,348 e 0,329 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente). A baixa correlação encontrada indicou que outras variáveis interagiram na duração da fase e que deveriam ser isoladas para a determinação da temperatura-base.

Nas fases FC e EC foram determinadas temperaturas-base negativas. ANDERSON et alii (1978) e GOYNE et alii (1977) também encontraram temperaturas-base negativas para o girassol. Segundo ARNOLD (1959) a temperatura-base usada no sistema linear não necessariamente coincide com a temperatura-base fisiológica. Segundo GOYNE et alii (1977), as temperaturas-bases negativas, determinadas pelos métodos estatísticos, não podem ter significado fisiológico, pois o girassol é susceptível ao dano de geada depois do estágio de 6 a 8 folhas e temperaturas menores do que -2°C podem matar as plantas de girassol (ROBINSON, 1978). A temperatura-base das fases FC e EC, provavelmente, não coincidem com a temperatura-base fisiológica.

Na fase EF foi determinada a temperatura-base

corrigindo-se os graus-dia para a não linearidade do desenvolvimento relativo com a temperatura e para disponibilidade hídrica. A correção dos graus-dia diminuiu o cv, sdm e o intervalo de temperatura-base no qual o coeficiente de determinação não difere de zero, ao nível de 5%, para as duas formas de cálculo de graus-dia. Comparando os valores de temperatura-base determinados através dos métodos CV, SD, SDM e RG com e sem a correção dos graus-dia, a cultivar Issanka apresentou maior diferença dos valores de temperatura-base; isto deve-se, possivelmente, ao fato de a média das temperaturas dos experimentos ($21,4^{\circ}\text{C}$) ter sido superior à temperatura na qual começa o desvio da linearidade ($19,5^{\circ}\text{C}$), variando o FT de 0,788 a 1,000. As cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy apresentaram pequenas diferenças entre os valores de temperatura-base, estimados através de graus-dia com e sem correção, pois as médias das temperaturas dos experimentos ($21,3^{\circ}\text{C}$ para Cargill 33 e $21,1^{\circ}\text{C}$ para IAC Anhandy) estiveram próximas da temperatura na qual começa o desvio da linearidade ($21,0^{\circ}\text{C}$ para ambas), apresentando pouca variação do fator térmico.

No método da menor variabilidade a temperatura-base que apresentou o menor coeficiente de variação, que é, uma medida de dispersão a qual expressa percentualmente o desvio padrão por unidade da média dos graus-dia, foi considerada como a temperatura-base. A temperatura-base, assim determinada, deverá melhor estimar a duração da fase pois foi a temperatura-base que apresentou uma maior homogeneização dos graus-dia na série de plantios.

O método da menor variabilidade e o da menor variabilidade modificado apresentaram o mesmo resultado de temperatura-base nas três cultivares, nas três fases e nas duas formas de cálculo de graus-dia, pois guardam entre si a seguinte relação:

$$\frac{s_{dm}}{cv} = \frac{\overline{NUM}}{100} \quad (39)$$

O método da menor variabilidade apresenta algumas vantagens em relação aos demais métodos de determinação de temperatura-base testados, pois ele dá uma idéia do desvio médio da duração da fase observada com a estimada (o qual foi aproximadamente igual ao desvio padrão dos graus-dia expressos em dias).

4.4. Valores de graus-dia e estimativa da duração das fases

Nas Tabelas 14 a 19 são apresentados, para cada fase, data de plantio e local nas três cultivares, os valores de graus-dia calculados através das temperaturas extremas diárias e através das temperaturas médias do período, bem como a duração observada e a estimada de cada fase. Os graus-dia, para cada fase, foram calculados em relação a temperatura-base determinada através do método da menor variabilidade modificado.

Os graus-dia, na cultivar Cargill 33, não foram corrigidos para fotoperíodo, pois, este embora significativo, apresentou baixo coeficiente parcial no modelo de regressão da duração da fase emergência à floração.

Na Tabela 20 são apresentados os desvios médios da duração da fase observada e a estimada (d); coeficiente de determinação da regressão que relaciona a duração da fase observada com a estimada através do GD_E e GD_M para as fases EF; FC e EC e estimada através dos GD_E e GD_M^C corrigidos e valores do teste χ^2 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Tabela 14: Duração da fase emergência à floração (NUM); valores de graus-dia, calculados através de temperaturas extremas e de temperaturas médias, com e sem a correção e duração da fase estimada, através dos graus-dia, da cultivar Cargill 33.

Local	Data de semeadura	NUM	Graus-dia calculados através de temperaturas extremas				Graus-dia calculados através de temperaturas médias			
			Graus-dia TB = 8	NUM estimado	Graus-dia cor- rigidos TB = 9	NUM estimado	Graus-dia TB = 7	NUM estimado	Graus-dia cor- rigidos TB = 7	NUM estimado
Campos Novos	23.10.81	72	891	76	737	74	898	76	808	73
	10.02.82	83	933	85	771	81	901	89	817	84
	26.01.83	83	1017	75	776	80	1005	78	836	82
	30.01.84	66	886	71	758	66	861	75	795	69
Chapecô	08.08.85	109	1061	100	738	111	1073	101	827	109
	21.10.81	66	912	69	723	69	962	66	823	66
	08.11.82	61	876	65	703	64	913	64	788	63
	25.01.83	71	990	68	734	73	1007	68	805	73
Campinas	04.10.83	71	907	74	721	74	962	71	827	71
	13.01.84	57	920	59	768	56	922	60	821	57
	11.02.85	67	930	68	767	66	951	68	845	65
	16.12.81	59	910	61	754	59	923	61	818	59
Londrina	25.03.82	81	923	83	778	78	918	85	848	78
	15.10.82	71	1093	61	805	67	1098	62	864	68
	24.02.83	63	907	66	776	61	903	67	830	63
	28.11.83	58	940	58	734	59	955	58	795	60
Média	22.03.84	65	890	69	771	63	895	70	836	64
	30.10.81	64	962	63	762	64	996	62	846	63
	16.11.81	62	930	63	706	66	965	62	785	55
	16.12.81	59	921	61	755	59	946	60	829	59
Desvio padrão	13.01.82	63	994	61	798	60	1009	60	865	60
	15.02.82	60	885	65	743	61	906	64	815	61
	26.02.82	65	889	70	723	68	913	69	802	67
	17.03.82	80	952	80	752	80	982	78	847	78
cv	28.09.82	70	1025	64	775	68	1047	64	850	68
	08.11.82	63	971	60	753	63	981	62	814	64
	09.02.83	63	974	61	761	64	993	61	829	63
	17.02.84	68	1020	61	777	65	1039	61	848	65
sdm	68,57	947	68,46	754	68,54	68,54	962	68,64	825	68,50
	10,81	56,72	9,55	25,39	10,83	10,83	58,46	10,13	21,71	10,55
	15,77	5,99	13,96	3,37	15,80	15,80	6,08	14,76	2,63	15,40
	4,27	4,10	2,07	2,30	4,09	4,09	1,52	1,80	1,52	1,80

TB = temperatura-base

Tabela 15: Duração das fases floração à colheita e emergência à colheita (NUM); valores de graus-dia, calculados através de temperaturas extremas (GD_E) e de temperaturas médias (GD_M) e duração das fases estimadas através dos graus-dia da cultivar Cargill 33.

Local	Data de semeadura	Floração à colheita					Emergência à floração				
		NUM	GD _E		GD _M		NUM	GD _E		GD _M	
			Graus-dia TB = -7	NUM estimado	Graus-dia TB = -8	NUM estimado		Graus-dia TB = 2	NUM estimado	Graus-dia TB = 0	NUM estimado
Campos Novos	23.10.81	46	1337	42	1331	42	118	2246	116	2365	117
	10.02.82	63	1347	57	1347	57	146	2211	146	2326	148
	26.01.83	43	945	57	948	57	126	2073	134	2190	130
	30.01.84	55	1350	50	1341	51	121	2137	128	2224	131
Chapecô	08.08.85	36	1037	42	1070	42	145	2420	134	2617	133
	21.10.81	48	1448	41	1463	40	114	2324	109	2502	107
	08.02.82	63	1460	51	1470	51	137	2332	126	2491	126
	08.11.82	39	1211	39	1220	40	100	2102	105	2248	104
Campinas	25.01.83	49	1229	49	1256	47	120	2204	120	2369	118
	13.01.84	39	1059	47	1069	46	96	1970	108	2078	111
	11.02.85	40	928	55	931	55	107	1900	130	2032	129
	18.07.85	37	1182	39	1207	38	141	2552	126	2748	125
Londrina	15.10.82	40	1217	40	1223	40	111	2375	104	2498	106
	22.03.84	49	1338	45	1335	45	114	2177	116	2293	118
	26.02.85	46	1138	49	1143	50	111	2076	117	2202	114
	16.11.81	44	1366	39	1370	40	106	2272	104	2418	103
Média	16.12.81	41	1258	40	1269	40	100	2178	103	2300	102
	13.01.82	43	1209	44	1224	43	106	2195	108	2330	107
	28.09.82	33	1021	39	1025	39	103	2169	105	2299	105
	12.11.82	35	1108	38	1120	38	95	2081	100	2195	101
Desvio padrão	09.02.83	47	1232	47	1248	48	110	2161	113	2306	113
	23.01.84	-	-	-	-	-	107	2306	102	2444	102
	17.02.84	55	1497	45	1515	45	123	2430	111	2589	111
	20.02.84	-	-	-	-	-	115	2267	112	2417	112
cv	22.03.84	-	-	-	-	-	117	2130	124	2286	121
	sdm	45,05	1223	45,23	1233	45,18	115,56	2212	116,04	2351	115,76
	sd	8,25	161,90	6,04	161,10	6,09	14,40	147,13	12,16	165,62	12,09
	sdm	18,33	13,23	13,35	13,07	13,48	12,46	6,65	10,48	7,05	10,44
sdm	sd	6,05	5,80	5,89	5,80	5,89	7,94	7,69	8,07	8,14	8,07
	sdm	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	7,69	7,69	8,14	8,14	8,14

TB = temperatura-base

Tabela 16: Duração da fase emergência à floração (NUM); valores de graus-dia, calculados através de temperaturas extremas e de temperaturas médias, com e sem a correção e duração da fase estimada, através dos graus-dia, da cultivar IAC Anhandy.

Local	Data de semeadura	NUM	Graus-dia calculados através de temperaturas extremas				Graus-dia calculados através de temperatura média			
			Graus-dia TB = 9	NUM estimado	Graus-dia cor- rigidos TB = 8	NUM estimado	Graus-dia TB = 7	NUM estimado	Graus-dia cor- rigidos TB = 6	NUM estimado
Campos Novos	23.10.81	70	797	72	829	73	874	72	903	73
	10.02.82	75	800	80	896	71	846	83	943	75
	26.01.83	76	877	71	933	71	941	72	995	71
	30.01.84	65	811	66	888	63	851	70	928	66
	08.08.85	106	923	98	860	106	1036	96	957	104
Chapecô	27.01.86	70	811	72	879	69	897	70	964	68
	21.10.81	62	791	64	833	64	832	63	923	63
	08.11.82	59	784	61	813	61	880	60	906	61
	25.01.83	62	822	62	863	62	900	62	940	62
	04.10.83	67	785	70	802	69	902	67	913	69
Campinas	13.01.84	56	847	54	902	54	906	56	961	55
	11.02.85	66	853	63	910	62	941	62	998	61
	16.12.81	60	868	58	866	60	941	58	935	60
	25.03.82	69	722	79	844	71	787	79	913	71
	24.02.83	58	777	61	831	61	832	62	885	61
Londrina	28.11.83	56	847	55	820	59	917	55	884	59
	22.03.84	60	772	65	874	59	834	64	939	60
	26.02.85	60	843	58	886	59	914	59	956	59
	30.10.81	60	841	59	848	61	930	58	932	60
	26.02.82	59	769	65	869	59	850	64	954	60
Média	08.11.82	59	842	57	868	59	913	60	936	59
	09.02.83	59	855	57	892	57	932	57	966	57
	17.02.84	63	901	57	890	58	981	57	963	61
	Desvio padrão	65,09	823	65,39	865	64,70	899	65,48	939	65,00
	cv	10,55	47,04	10,13	33,42	10,43	53,83	9,89	30,23	10,07
sd		16,21	5,71	15,49	3,86	16,12	5,99	15,11	3,22	15,50
			3,89		2,56		3,82		2,00	
	sdm		3,72		2,51		3,89		2,10	

TB = temperatura-base

Tabela 17: Duração das fases floração à colheita e emergência à colheita (NUM); valores de graus-dia, calculados através de temperaturas extremas (GD_E) e de temperaturas médias (GD_M) e duração das fases estimadas através dos graus-dia da cultivar IAC Anhandy.

Local	Data de semeadura	Floração à colheita					Emergência à colheita				
		NUM	GD _E		GD _M		NUM	GD _E		GD _M	
			Graus-dia TB = -6	NUM estimado	Graus-dia TB = -7	NUM estimado		Graus-dia TB = 0	NUM estimado	Graus-dia TB = -3	NUM estimado
Campos Novos	23.10.81	49	1367	44	1362	44	119	2501	115	2741	116
	10.02.82	76	1540	60	1540	60	151	2559	140	2831	140
	26.01.83	47	1023	60	1025	59	123	2302	136	2537	135
	30.01.84	58	1357	53	1349	53	123	2405	125	2617	127
	08.08.85	33	912	44	927	44	139	2579	131	2891	130
Chapecô	27.01.86	43	943	58	955	58	113	2125	134	2380	133
	21.10.81	48	1396	42	1411	42	110	2457	108	2721	108
	08.02.82	65	1479	52	1489	53	134	2578	123	2855	123
	08.11.82	43	1295	41	1330	40	102	2352	105	2629	104
	25.01.83	53	1318	50	1333	49	115	2379	117	2642	117
Campinas	13.01.84	40	1051	48	1061	48	96	2162	109	2366	111
	11.02.85	48	1011	58	1016	58	114	2169	128	2425	127
	18.07.85	42	1274	41	1299	40	143	2883	124	3223	124
	23.01.86	46	1166	49	1173	49	111	2358	115	2602	115
	15.10.82	41	1206	42	1214	42	111	2597	103	2832	105
Londrina	22.03.84	46	1197	47	1198	48	106	2233	115	2449	116
	26.02.85	51	1222	50	1226	52	111	2298	117	2536	117
	09.02.83	46	1219	47	1232	47	105	2329	114	2569	112
	23.01.84	-	-	-	-	-	110	2580	102	2833	103
	17.02.84	55	1439	47	1454	47	118	2576	110	2845	111
Média Desvio padrão cv sd sdm	20.02.84	-	-	-	-	-	115	2497	111	2762	111
	22.03.84	-	-	-	-	-	113	2301	121	2567	119
	48,95	1232	49,10	49,11	1242	49,11	117,36	2419	118,32	2676	118,36
	9,65	181,16	6,32	6,43	180,87	6,43	13,57	181,47	10,78	203,44	10,36
	19,72	14,70	12,88	13,09	14,56	13,09	11,56	7,50	9,11	7,60	8,75
		7,33	7,03	7,13	7,03	7,13	9,10	8,80	8,87	8,92	8,92
		7,20	7,20	7,13	7,13	7,13	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80

TB = temperatura-base

Tabela 18: Duração da fase emergência à floração (NUM); valores de graus-dia, calculados através de temperaturas extremas e de temperaturas médias, com e sem a correção e duração da fase estimada, através dos graus-dia, da cultivar Issanka.

Local	Data de semeadura	NUM	Graus-dia calculados através de temperaturas extremas			Graus-dia calculados através de temperatura média		
			Graus-dia TB = 5	NUM estimado	Graus-dia cor- rigidos TB = 9	Graus-dia TB = 4	NUM estimado	Graus-dia cor- rigidos TB = 8
Campos Novos	23.10.81	60	929	60	663	935	60	669
	10.02.82	61	929	61	595	899	64	565
	30.01.84	53	930	53	703	908	56	51
	08.08.85	89	1032	81	664	1047	82	682
	27.01.86	58	895	60	658	911	60	668
Chapecô	21.10.81	57	952	55	682	979	55	708
	08.02.82	50	879	54	655	881	54	665
	08.11.82	52	881	54	610	914	53	640
	04.10.83	56	838	60	608	881	59	650
	13.01.84	53	1019	47	674	1019	48	673
Campinas	11.02.85	57	984	53	702	1003	53	720
	23.01.86	56	1001	51	717	1012	51	728
	16.12.81	50	899	51	623	909	51	633
	28.11.83	61	1181	48	706	1198	48	719
	22.03.84	52	892	54	686	883	55	687
Londrina	26.02.85	50	929	50	640	938	50	648
	30.10.81	48	875	51	589	897	50	608
	26.02.82	47	823	53	662	840	53	680
	28.09.82	50	884	52	611	903	52	628
	08.11.82	53	957	51	664	968	51	675
Média	12.11.82	49	886	51	615	895	51	623
	28.02.83	46	814	53	594	837	53	617
	21.03.83	50	846	55	632	864	54	649
	17.02.84	52	962	50	655	961	50	655
Desvio padrão		54,58	925	54,50	655	937	54,71	665
cv		8,50	80,51	6,76	37,65	78,85	7,04	32,49
sd		15,57	8,70	12,41	7,82	8,42	12,86	8,07
sdm			4,92		14,37			4,88
			4,75			4,54		2,43
					3,14	4,59		2,67

TB = temperatura-base

Tabela 19: Duração das fases floração à colheita e emergência à colheita (NUM); valores de graus-dia, calculados através de temperaturas extremas (GD_E) e de temperaturas médias (GD_M) e duração das fases estimadas através dos graus-dia da cultivar Issanka.

Local	Data de semeadura	Floração à colheita				Emergência à colheita					
		NUM	GDE		GDM	NUM	GDE		GDM		
			Graus-dia TB = 2	NUM estimado			Graus-dia TB = 0	NUM estimado		Graus-dia TB = 4	NUM estimado
Campos Novos	23.10.81	52	1022	44	1072	44	112	1908	106	2023	106
	10.02.82	85	1100	66	1182	65	146	1920	131	2032	135
	30.01.84	62	957	55	1003	55	115	1817	111	1898	115
	08.08.85	46	923	42	986	42	135	1952	125	2118	124
	27.01.86	41	650	57	707	56	99	1521	125	1652	121
Chapecó	21.10.81	50	1050	40	1117	41	107	1958	97	2110	97
	08.02.82	57	909	53	966	53	107	1715	112	1833	112
	08.11.82	47	1043	38	1104	39	99	1881	94	2028	93
	13.01.84	30	552	48	594	48	83	1564	97	1658	98
Campinas	11.02.85	49	739	61	793	61	106	1681	119	1813	117
	18.07.85	43	893	41	960	41	130	2031	117	2211	116
	23.01.86	48	852	48	910	48	104	1813	101	1939	101
	22.03.84	47	848	47	901	48	99	1689	104	1794	105
	26.02.85	53	861	53	918	53	103	1735	105	1850	106
Londrina	28.09.82	37	770	42	814	41	87	1630	94	1743	94
	12.11.82	37	836	38	885	38	86	1697	90	1803	90
	21.01.83	37	745	43	797	43	100	1924	92	2054	92
	28.02.83	35	652	51	697	50	81	1441	108	1556	108
	21.03.83	41	607	61	667	58	91	1421	121	1550	118
	23.01.84	-	-	-	-	-	106	2078	89	2215	88
	17.02.84	58	1072	44	1162	43	110	1970	96	2112	96
	20.02.84	-	-	-	-	-	100	1809	98	1940	98
	22.03.84	-	-	-	-	-	104	1695	109	1836	108
Média	47,75	854	48,60	912	48,35	104,78	1776	106,13	1902	105,00	
Desvio padrão	12,09	161,83	8,23	169,60	7,79	15,80	183,03	12,29	194,63	12,25	
cv	25,31	18,95	16,93	18,60	16,11	15,08	10,31	11,58	10,23	11,56	
sd	9,26	8,71	8,88	8,88	8,88	10,8	10,8	10,61	10,61	10,61	
sdm	9,05	9,05	9,05	9,05	9,05	10,8	10,8	10,72	10,72	10,72	

TB = temperatura-base

TB = temperatura-base

Tabela 20: Desvio médio da duração da fase observada e estimada (d); coeficiente de determinação da regressão que relaciona a duração da fase observada com a estimada através dos graus-dia e valores do teste χ^2 das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Cultivares	Fase Fenológica	Forma de cálculo de graus-dia	R ²	d	χ^2
Cargill 33	EF	GD _E	0,833a	3,53	6,97 ns
		GD _M	0,832a	3,50	7,45 ns
		GD _E C	0,957b	1,82	2,35 ns
		GD _M C	0,974b	1,36	1,24 ns
	FC	GD _E	0,332a	5,09	19,99 ns
		GD _M	0,338a	5,14	19,84 ns
	EC	GD _E	0,665a	6,32	13,78 ns
		GD _M	0,654a	6,36	14,25 ns
IAC Anhandy	EF	GD _E	0,849a	3,26	5,21 ns
		GD _M	0,825a	3,17	5,79 ns
		GD _E C	0,944b	1,95	2,20 ns
		GD _M C	0,956b	1,65	1,68 ns
	FC	GD _E	0,258a	6,61	23,85 ns
		GD _M	0,275a	6,57	23,35 ns
	EC	GD _E	0,459a	8,50	17,56 ns
		GD _M	0,481a	8,18	16,58 ns
Issanka	EF	GD _E	0,705a	3,42	9,29 ns
		GD _M	0,720a	3,46	8,82 ns
		GD _E C	0,867b	2,46	4,14 ns
		GD _M C	0,905b	2,00	3,02 ns
	FC	GD _E	0,214a	9,55	48,32 *
		GD _M	0,241a	8,30	42,01 *
	EC	GD _E	0,317a	10,57	36,32 *
		GD _M	0,370a	10,17	33,62 *

* significativo à nível de 5%.

ns não significativo.

Obs.: EF: emergência à floração; FC: floração à colheita; EC: emergência à colheita; GD_E: graus-dia calculados através das temperaturas extremas; GD_M: graus-dia calculados através de temperaturas médias; GD_EC e GD_MC: graus-dia corrigidos.

Não houve diferença estatística, a nível de 5%, entre os coeficientes de determinação da regressão que relacionou a duração das fases EF, FC e EC observada e a estimada pelos graus-dia calculados através das temperaturas média do período e através das temperaturas extremas. As previsões da ocorrência da floração e da colheita através dos graus-dia calculados pelas duas formas empregadas (GD_M e GD_E) não diferiu entre si.

Pode-se notar que houve uma associação boa entre a duração da fase emergência à floração observada e a estimada pelos GD_M ; GD_E ; GD_{MC} e GD_{EC} . As três cultivares apresentaram coeficientes de determinação altos para a regressão entre os valores observados e estimados mas a duração da fase EF estimada através dos graus-dia corrigidos foram maiores e diferiram estatisticamente, a nível de 5%, daqueles que relacionam a duração da fase EF observada e a estimada pelos graus-dia sem a correção. A previsão de ocorrência da floração das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, através dos graus-dia corrigidos foi melhor do que aquela através dos graus-dia sem a correção.

Houve uma baixa associação dos valores observados e dos estimados de duração das fases FC e EC, pois nas três cultivares ocorreram baixos coeficientes de determinação.

O teste χ^2 foi aplicado para testar se a duração da fase observada foi igual a estimada pelos graus-dia. Na cultivar Issanka a duração observada das fases FC e EC não foi igual à estimada pelos graus-dia. A previsão da colheita não foi adequada para a cultivar Issanka. A previsão da colheita nas cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka através dos graus-dia não mostrou-se adequada pois

houve uma baixa correlação entre a duração das fases FC e EC e o efeito linear da temperatura, conforme mostrado na Tabela 7.

A previsão da ocorrência de uma fase fenológica através dos graus-dia foi precisa quando o efeito linear da temperatura esteve altamente correlacionado com a duração da fase, pois os graus-dia assumem uma relação linear entre o desenvolvimento relativo e a temperatura. O uso de graus-dia corrigidos foi adequado quando o efeito linear da temperatura mais os efeitos das variáveis que afetam o fator de correção para temperatura e disponibilidade hídrica tiveram uma alta correlação com a duração da fase.

5. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos, nas condições experimentais, permite concluir que:

- a duração da fase emergência à floração, nas cultivares de girassol estudadas foi correlacionada com a temperatura, com a razão ETR/ETP e com a deficiência hídrica. Na cultivar Cargill 33, a duração da fase emergência à floração também foi correlacionada com o fotoperíodo e com o excesso hídrico;

- a temperatura foi a variável estudada que mais explicou a duração da fase emergência à floração nas três cultivares de girassol;

- a duração das fases floração à colheita e emergência à colheita nas três cultivares teve uma baixa correlação com as variáveis estudadas;

- as diferenças na duração do ciclo (emergência à colheita) das cultivares estudadas foram decorrentes de diferenças encontradas na duração da fase emergência à floração;

- a temperatura-base dependeu da cultivar, da fase fenológica, da forma do cálculo e do uso de fator de correção para temperatura e para disponibilidade hídrica dos graus-dia;

- os valores de temperatura-base estimados através do método de intersecção da abscissa por regressão diferiu dos valores obtidos pelos demais métodos testados. O método gráfico de intersecção da abscissa não diferiu dos demais métodos testados quando os graus-dia foram calculados através de temperaturas médias no período, definido quando os graus-dias foram calculados através de temperaturas extremas diárias;

- os valores de temperatura-base determinados pelos métodos de menor variabilidade, da menor variabilidade segundo ARNOLD, da menor variabilidade modificado e da regressão não diferiram entre si quando a duração da fase teve uma boa correlação com o efeito linear da temperatura;

- a previsão da duração das fases emergência à floração, floração à colheita e emergência à colheita, nas cultivares estudadas, pelo uso dos graus-dia calculados através de temperaturas extremas diárias e através de temperaturas médias no período não foram diferentes entre si;

- a previsão da ocorrência de uma fase fenológica através dos graus-dia foi mais precisa quando o efeito linear da temperatura esteve altamente correlacionado com a duração da fase;

- o uso do fator de correção dos graus-dia para temperatura e para disponibilidade hídrica melhorou a precisão da estimativa da época de ocorrência da floração nas cultivares estudadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.P. de. O girassol e considerações sobre sua cultura em Angola. *Gazeta Agrícola de Angola*, Luanda, 15(1): 38-52. 1970.

ANDERSON, W.K.; SMITH, R.C.G.; McWILLIAM, J.R. A systems approach to the adaptation of sunflower to new environments. I. Phenology and development. *Field Crops Research* Amsterdam, 1: 141-52, 1978.

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proceeding American Society for Horticultural Science*, Geneva, 74: 430-45, 1959.

BERLATO, M.A. & SUTILI, V.R. Ecologia do milho. II. Determinação das temperaturas bases dos sub-períodos emergência-pendoamento e emergência-espigamento de três cultivares de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1976. p. 523-7.

BROWN, D.M. Soybean Ecology. I. Development - temperature relationships from controlled environment studies. *Agronomy Journal*, Madison, 52(9): 493-6, 1960.

- BRUNINI, O. Zoneamento agroclimático, materiais e métodos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13. Londrina, Resumos. Londrina, IAPAR, 1980. p.162-87.
- BRUNINI, O.; LISBÃO, R.S.; J.B. BERNARDI, J.B. FORNASIER; M. J. PEDRO JUNIOR. Temperatura-base para alface cultivar "White Boston" em um sistema de unidades térmicas. *Bragantia*, Campinas, 35(19): 213-19, 1976.
- BURIOL, G.A.; MANARA, N.T.F.; MANARA, W. Temperatura-base dos subperíodos emergência-floração e floração-maturação de quatro linhagem de lentilha (*Lens culinaris* Medre). *Revista do Centro Ciências Rurais*, Santa Maria, 8(2):175-84, 1978.
- CAMARGO, M.B.P. de; BRUNINI, O.; MIRANDA, M.A.C. de. Temperatura-base para cálculo dos graus-dia para cultivares de soja em São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22(2): 115-21, 1987.
- CERVELLINI, A. & SALATI, E. Estimativa da distribuição da energia solar no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 25(3): 31-40, 1966.
- DAMARIO, E.A.; PASCALE, A.J.; BURIOL, G.A. Disponibilidades de calor para os cultivos no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro Ciências Rurais*, Santa Maria, 6(2):129-63, 1976.
- DAUBENMIRE, R.F. *Plantas an environment; a textbook of plant autecology*. New York, John Wiley, 1947. 424p.
- ANGELOCCI, L.R. & VILLA NOVA, N. A. Temperatura do ar e do solo: aspectos físicos e agrônômicos. In: ESAIQ, Departa-

mento de Física e Meteorologia. **Agrometeorologia**. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Física e Meteorologia, 1985. p.1-27.

DÍAZ DÁVALOS, E.; CERETTA, C.A.; MILANEZ, J.M.; SALERNO, A. R. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 2., Londrina, 1982. **Girassol**; resultados de pesquisas obtidos em Santa Catarina, ano agrícola 1981/82. Chapeco, EMPASC/CPPP, 1982. 9p.

DÍAZ DÁVALOS, E.; CERETTA, C.A.; MILANEZ, J.M.; PILLAR, V. P. de; PINHEIRO, S.L.G. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 3., Londrina, 1983. **Girassol**; resultados de pesquisa obtidos em Santa Catarina, ano agrícola 1982/83. Chapeco, EMPASC/CPPP, 1983. 14p.

DÍAZ DÁVALOS, E.; CERETTA, C.A.; MILANEZ, J.M.. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 4., Londrina, 1984. **Girassol**; resultados de pesquisas obtidos em Santa Catarina, ano agrícola 1983/84. Chapeco, EMPASC/CPPP, 1984. 16p.

DÍAZ DÁVALOS, E. & HEMP, S.. Avaliação de Cultivares de girassol. Chapeco, EMPASC/CPPP, 1986. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE GIRASSOL DA REGIÃO SUL, Chapeco, 1986. Avaliação de cultivares de girassol, Chapeco, EMPASC/CPPP, 1986. 9p.

DOYLE, A.P. Influence of temperature and daylength on phenology of sunflowers in the field. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, 15(2): 88-92, 1975.

DYER, H.J.; SKOK, H.; SCULLY, N.J. Photoperiodic behavior of sunflower. **Botanical Gazette**, Chicago, 121: 50-5,

1959.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Subsídios para a elaboração do Programa Nacional de Pesquisa de Girassol.** Londrina, CNPSO, 1980. 17p.

FERNANDES, A. Cultura do girassol. **Gleba**, Rio de Janeiro, 14(62): 25-7, 1968.

GARCIA, A. Estudo sobre época de semeadura de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 2., Londrina, 1982. **Resultados de Pesquisa de Girassol.** Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1982, p.10-7.

GARCIA, A. & SILVEIRA, J.M. Estudo sobre época de semeadura de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 3., Londrina, 1983. **Resultados de Pesquisa de Girassol.** Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1983. p. 74-81.

GARCIA, A. Estudo sobre época de semeadura de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 4., Londrina, 1982. **Resultados de Pesquisa de Girassol.** Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1984. p. 10-7.

GILMORE, E. & ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, 50: 611-5, 1958.

GOYNE, P.J. & HAMMER, G.L. Phenology of sunflower cultivars. II. Controlled-environment studies of temperature and photoperiod effects. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, 33(2): 251-61, 1982.

GOYNE, P.J.; WOODRUFF, D.R.; CHURCHETT, J.D. Prediction of flowering in sunflowers. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Melbourne, 17: 475-81, 1977.

HABERMANN, H.M. & WALLACE, R.H. Transfer of flowering stimulus from stock to scion in grafted *Helianthus annuus* L.. *American Journal of Botany*, New York, 45: 479-82, 1958.

HAMMER, G.L.; GOYNE, P.J.; WOODRUFF, D.R. Phenology of sunflower cultivars. III. Models for prediction in field environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, 33(2): 263-74, 1982.

HEMERLY, F.X. *Girassol no Brasil: comportamento e tendências*. Brasília, EMBRAPA, 1979. 40p.

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

PALUDZYSZYN FILHO, E. Ensaio nacional de cultivares de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 2., Londrina, 1982. *Resultados de pesquisa de girassol*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1982, p.62-65.

PALUDZYSZYN FILHO, E. Ensaio nacional de cultivares (populações e híbridos) de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 3., Londrina, 1983. *Resultados de pesquisa de girassol*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1983, p. 45, 47-49.

PALUDZYSZYN FILHO, E. Ensaio nacional de cultivares de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL,

4., Londrina, 1984. **Resultados de pesquisa de girassol.** Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1984, p. 27-28.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of the Royal Society of London. Série A. Mathematical and Physical Sciences**, London (193): 120-45, 1948.

REYES, F.G.R.; GARIBAY, C.B.; UNGARO, M.R.G.; TOLEDO, M.C. **F. Girassol; cultura e aspectos químicos, nutricionais e tecnológicos.** Campinas, Fundação Cargill, 1985. 86p.

ROBINSON, R.G. Production and culture. In: CARTER, J.F., ed. **Sunflower science and technology.** Madison, American Society of Agronomy, 1978. p.89-95 (Agronomy, 19).

ROBINSON, R.G. Sunflower phenology - year, variety, and date of planting effect in day and growing degree - day summations. **Crop Science**, Madison, 11: 635-8, 1971.

ROBINSON, R.G.; BERNAT, L.A.; GEISE, H.A.; JOHNSON, F.K.; KINMAN, M.L.; MADER, E.L.; OSWALT, R.M.; PUTT, E.D.; SWALLERS, C.M.; WILLIAMS, J.H.. Sunflower development at latitudes ranging from 31 to 49 degrees. **Crop Science**, Madison, 7: 134-6, 1967.

SMIRNOVA, U.A. Opyt izucheniia sviazi urozhainosti podsolnechnika s klimaticheskimi usloviiami mesta vozdeleyaniia. **Nauchno - Issledovatel'skii Instituit Aeroklimatologii**, Leningrad, 6: 79-91, 1958. Apud **Meteorological and Geostrophysical Abstracts**, Boston, 11(8): 1214, 1960.

UNGARO, M.R.G. Recomendações técnicas para o cultivo do girassol. **Correio Agrícola**, São Paulo (2): 314-9, 1981.

UNGARO, M.R.G. Girassol; a terceira cultura produtora de óleo. *Agroquímica*, São Paulo, 16: 18-23, 1981a.

VILLA NOVA, N.A.; PEDRO JUNIOR, J.M.; PEREIRA, A.R.; OMETO, J.C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura-base em função das temperaturas máximas e mínimas. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo (30): 1-8, 1972.

WANG, J.Y. A critique of heat unit approach to plant response studies. *Ecology*, Brooklyn, 41(4): 785-90, 1960.

WARNOCK, S.J. & ISAACS, R.L. A linear heat unit system for tomatoes in California. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Geneva, 94(6): 677-8, 1969.

A P E N D I C E

Tabela 21: Durações da fase emergência à floração (NUM) da cultivar Cargill 33. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR(ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de sementeira	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	72	19,47	24,79	15,97	8,86	4,66	6,98	14,5	0,91	34,27	45,89	71,97
	10.02.82	83	17,86	24,05	14,44	9,6	3,7	6,9	12,67	0,77	56,89	93,48	50,86
	26.01.83	83	19,11	24,87	15,63	9,2	3,3	5,7	13,07	0,92	28,84	329,96	83,73
	30.01.84	66	20,04	26,53	16,32	10,2	4,0	6,8	13,21	0,81	49,68	0	58,31
	08.08.85	109	16,84	23,55	11,77	11,8	4,3	6,8	13,28	0,85	96,43	53,75	75,45
Chapeço	21.10.81	66	21,57	26,68	16,92	9,8	5,0	6,5	14,46	0,95	15,07	258,85	87,28
	08.11.82	61	21,97	27,42	17,3	10,11	5,33	5,97	14,62	0,89	36,11	89,54	75,2
	25.01.83	71	21,19	26,87	17,01	9,9	4,6	6,0	13,25	0,89	34,21	348,81	80,07
	04.10.83	71	20,55	26,21	15,4	10,8	5,1	6,8	14,2	0,92	32,09	143,69	84,14
	13.01.84	57	23,18	29,17	19,11	10,1	5,4	6,9	13,77	0,81	46,16	0	61,66
Campinas	11.02.85	67	21,2	26,33	17,43	8,9	4,2	6,2	12,85	0,94	16,15	191,34	85,82
	16.12.81	59	22,64	28,57	18,31	10,26	5,39	6,85	14,04	0,85	33,45	113,07	74,12
	25.03.82	81	18,33	24,71	14,09	10,62	3,88	7,31	11,04	0,78	55,63	18,68	56,67
	15.10.82	71	22,46	28,21	18,58	9,63	4,25	5,26	14,09	0,92	32,84	253,52	83,86
	24.02.83	63	21,33	27,26	17,52	9,72	3,74	6,46	12,22	0,96	8,21	161,02	91,44
Londrina	28.11.83	58	23,47	29,49	19,16	10,33	4,8	6,15	14,27	0,95	19,34	140,32	87,63
	22.03.84	65	20,77	27,04	16,34	10,7	4,36	6,74	12,56	0,81	45,17	14,9	67,32
	26.02.85	65	21,96	28,08	17,55	10,53	4,41	7,28	12,54	0,94	15,06	102,51	83,85
	30.10.81	64	22,57	28,15	17,87	10,28	5,09	7,16	14,27	0,97	12,42	207,79	88,89
	16.11.81	62	22,57	27,9	18,05	9,85	4,8	7,13	14,33	0,95	24,25	205,69	86,32
	16.12.81	59	23,03	28,67	18,53	10,14	5,22	7,9	14,12	0,91	27,33	53,69	81,06
	13.01.82	63	23,01	28,67	19,9	8,77	4,87	6,57	13,52	0,87	40,72	25,36	74,5
	15.02.82	60	22,1	27,89	17,61	10,28	4,95	6,92	12,83	0,82	45,65	24,39	70,02
	26.02.82	65	21,05	27,16	16,19	10,97	5,34	7,75	12,51	0,71	74,04	20,53	59,12
	17.03.82	80	19,27	25,81	13,95	11,86	5,05	7,91	12,28	0,61	101,31	8,21	50,51
	28.09.82	70	21,96	27,78	17,5	10,28	4,82	6,17	13,86	0,91	33,13	231,66	78,27
	08.11.82	63	22,57	28,0	18,77	9,23	4,0	5,42	14,31	1,0	0,36	344,48	98,03
	09.02.83	63	22,76	28,65	18,28	10,37	4,68	6,62	12,92	0,86	37,96	160,15	71,26
	17.02.84	68	22,28	28,2	17,81	10,39	5,1	6,7	12,7	0,84	53,31	100,87	62,01

Tabela 22: Durações da fase floração à colheita da cultivar Cargill 33. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR(ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de sementeira	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	46	20,93	26,98	17,13	9,8	5,4	7,0	14,16	0,73	70,64	111,81	63,93
	10.02.82	63	13,38	18,94	9,82	9,1	2,1	4,3	11,38	1,0	0,32	333,52	98,21
	26.01.83	43	14,04	18,29	11,66	6,6	1,5	3,1	11,6	1,0	0	346,66	99,35
	30.01.84	55	16,38	22,42	12,65	9,8	2,7	5	11,75	0,98	1,42	75,74	50,82
	08.08.85	36	21,71	28,53	15,86	12,68	6,6	8,22	14,7	0,4	134,24	0	13,78
Chapeço	21.10.81	48	22,47	28,47	17,87	10,6	6,4	6,7	14,31	0,83	41,03	21,07	65,81
	08.02.82	63	15,34	20,92	11,43	9,5	3,2	5	11,44	0,96	4,78	254,52	93,39
	08.11.82	39	23,27	29,04	19,04	10,0	5,7	6,3	14,14	0,73	54,47	52,66	46,03
	25.01.83	49	17,64	21,77	14,87	6,9	2,2	3,0	11,77	1,0	0,15	568,25	99,03
	13.01.84	39	19,41	24,43	15,89	8,5	3,6	4,3	12,48	0,95	5,08	30,26	73,92
	11.02.85	40	15,28	21,08	11,34	9,7	3,2	6,5	11,61	1,0	0,15	166,66	95,96
	18.07.85	37	24,61	31,41	18,46	12,7	12,1	10,0	14,4	0,44	140,82	5,82	34,58
Campinas	15.10.82	40	22,57	27,45	19,33	8,12	3,18	4,34	14,11	0,99	1,74	262,8	97,03
	22.03.84	49	19,24	26,83	13,78	13,05	5,79	8,54	11,58	0,39	86,43	0	35,65
	26.02.85	46	16,84	23,99	11,52	12,47	4,08	8,26	11,63	0,8	22,78	0	71,14
Londrina	16.11.81	44	23,14	29,03	19,09	9,94	4,9	6,62	13,61	0,85	31,71	4,83	74,65
	16.12.81	41	22,96	28,47	18,85	9,62	4,77	6,17	13,07	0,89	21,9	25,36	77,66
	13.01.82	43	20,47	26,93	15,32	11,61	5,55	8,8	12,34	0,66	55,34	8,21	55,89
	28.09.82	33	23,07	28,51	19,37	9,14	4,04	5,58	14,38	1,0	0,36	161,49	96,24
	12.11.82	35	24,01	29,49	19,81	9,68	5,0	7,07	13,91	0,86	25,68	87,04	73,64
	09.02.83	47	18,55	23,04	15,42	7,62	2,08	4,15	11,83	0,99	1,27	294,14	95,43
	17.02.84	55	19,54	26,26	14,15	12,11	4,31	7,92	11,67	0,79	24,19	21,53	73,23

Tabela 23: Durações da fase emergência à colheita da cultivar Cargill 33. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de semeadura	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	118	20,04	25,64	16,42	9,23	4,95	6,99	14,38	0,84	104,91	157,7	69,84
	10.02.82	146	15,93	21,85	12,55	9,38	3,01	5,78	12,11	0,88	57,21	427,0	76,97
	26.01.83	126	17,38	22,62	14,28	8,31	2,69	4,81	12,57	0,95	28,84	676,62	29,06
	30.01.84	121	18,38	24,66	14,65	10,02	3,41	5,98	12,55	0,89	51,1	75,74	73,09
Chapecô	08.08.85	145	18,05	24,79	12,79	12,02	4,87	7,15	13,63	0,74	230,67	53,75	60,89
	21.10.81	114	21,95	27,43	17,32	10,14	5,6	6,58	14,4	0,9	56,1	279,93	78,24
	08.02.82	137	18,18	24,13	13,91	10,2	4,17	5,97	12,19	0,92	33,85	278,65	85,24
	08.11.82	100	22,48	28,05	17,98	10,07	5,47	6,1	14,43	0,83	90,58	142,2	63,82
Campinas	25.01.83	120	19,74	24,79	16,14	8,68	3,62	4,78	12,65	0,93	34,36	917,05	87,81
	13.01.84	96	21,65	27,24	17,8	9,45	4,67	5,84	13,25	0,87	51,24	30,26	66,64
	11.02.85	107	18,99	24,37	15,15	9,2	3,82	6,32	12,39	0,96	16,3	358,0	89,78
	18.07.85	141	19,49	25,43	14,77	10,56	6,57	6,53	13,13	0,82	162,84	239,39	73,79
Londrina	15.10.82	111	22,5	27,94	18,85	9,09	3,87	4,93	14,1	0,95	34,58	516,32	88,61
	22.03.84	114	20,11	26,95	15,24	11,71	4,97	7,51	12,14	0,63	131,6	14,9	53,7
	26.02.85	111	19,84	26,38	15,05	11,33	4,27	7,68	12,16	0,88	37,84	102,51	78,58
	16.11.81	106	22,81	28,37	18,48	9,89	4,84	6,92	14,03	0,91	55,96	210,52	81,48
Londrina	16.12.81	100	23,0	28,59	18,66	9,93	5,04	7,19	13,69	0,90	49,23	79,05	79,67
	13.01.82	106	21,98	27,96	18,04	9,92	5,14	7,47	13,04	0,79	96,06	33,57	66,95
	28.09.82	103	22,32	28,01	18,1	9,91	4,57	5,98	14,03	0,84	33,49	393,15	84,03
	12.11.82	95	23,11	28,54	19,23	9,31	4,33	5,94	14,18	0,95	26,04	466,34	88,98
	09.02.83	110	20,96	26,25	17,06	9,2	3,57	5,57	12,46	0,92	39,23	454,29	81,59
	23.01.84	107	22,84	28,89	18,24	10,65	5,3	7,17	12,84	0,86	77,63	130,8	67,65
	17.02.84	123	21,05	27,33	16,17	11,16	4,75	7,25	12,24	0,82	77,5	122,4	67,03
	20.02.84	115	21,02	27,19	16,23	10,96	4,67	7,07	12,23	0,84	62,68	130,8	68,58
	22.03.84	117	19,54	26,06	14,35	11,71	4,91	7,45	11,83	0,73	83,54	130,8	66,26

Tabela 24: Durações da fase emergência à floração da cultivar IAC Anhandy. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de semeadura	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	70	19,49	24,85	16,88	8,95	4,74	7,1	14,5	0,91	33,35	45,89	72,25
	10.02.82	75	18,28	24,41	14,93	9,5	3,8	6,9	12,77	0,81	47,14	93,48	63,08
	26.01.83	76	19,38	25,28	15,8	9,5	3,5	5,8	13,16	0,91	28,84	303,87	82,23
	30.01.84	65	20,09	26,61	16,36	10,3	4,0	6,8	13,22	0,81	49,46	0	58,29
	08.08.85	106	16,77	23,45	11,75	11,7	4,2	6,6	13,24	0,87	80,94	53,75	78,07
Chapecô	27.01.86	70	19,81	25,8	15,36	10,4	3,5	6,3	13,22	0,96	11,32	134,53	88,7
	21.10.81	62	21,23	26,58	16,94	9,6	5,0	6,4	14,44	0,96	13,03	258,86	88,08
	08.11.82	59	21,91	27,35	17,22	10,1	5,3	6,08	14,62	0,89	32,32	89,54	76,1
	25.01.83	62	21,52	27,2	17,3	9,9	4,7	6,0	13,37	0,83	34,21	340,37	77,86
	04.10.83	67	20,47	26,19	15,21	11,0	5,3	7,1	14,17	0,92	32,09	143,69	84,78
Campinas	13.01.84	56	23,17	29,14	19,12	10,0	5,4	6,9	13,78	0,8	46,16	0	61,53
	11.02.85	66	21,26	26,37	17,47	8,9	4,2	6,3	12,86	0,94	16,11	191,34	85,43
	23.01.86	65	21,82	27,44	17,75	9,7	5,0	6,7	13,38	0,95	10,69	175,64	85,59
	16.12.81	60	22,69	28,64	18,32	10,32	5,39	6,93	14,07	0,85	45,41	113,07	73,9
	25.03.82	69	18,4	24,91	14,02	10,89	4,1	7,83	11,97	0,75	55,63	11,55	51,35
Londrina	24.02.83	58	21,34	27,21	17,6	9,61	3,7	6,23	12,6	0,97	7,0	146,61	92,13
	28.11.83	56	23,38	29,1	19,15	9,98	4,73	6,0	14,29	0,95	18,45	138,87	87,69
	22.03.84	60	20,9	27,11	16,58	10,53	4,4	6,67	12,11	0,81	42,74	14,9	67,2
	26.02.85	50	22,23	28,22	17,9	10,32	4,4	7,2	12,54	0,94	14,68	101,85	83,38
	30.10.81	60	22,5	28,08	17,93	10,15	4,93	6,93	14,26	0,97	12,06	205,07	88,5
Londrina	26.02.82	59	21,4	27,42	16,64	10,78	5,2	7,55	12,57	0,75	58,61	20,53	62,37
	08.11.82	59	22,47	27,9	18,6	9,3	4,08	5,54	14,33	1,0	0,2	344,48	98,38
	09.02.83	59	22,79	28,75	18,25	10,5	4,8	6,75	12,96	0,85	37,96	160,15	71,51
	17.02.84	63	22,57	28,52	18,09	10,43	5,31	6,9	12,76	0,83	53,31	100,87	53,43

Tabela 25: Durações da fase floração à colheita da cultivar IAC Anhandy. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de semeadura	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	49	20,79	26,74	17,87	9,7	5,2	6,8	14,17	0,74	71,57	117,17	64,6
	10.02.82	76	13,26	18,95	9,57	9,4	2,2	4,6	11,42	0,94	0,32	371,6	92,21
	26.01.83	47	14,8	19,01	12,52	6,5	1,6	3,2	11,68	1,0	0	379,09	99,44
	30.01.84	58	16,26	22,2	12,59	9,6	2,7	5,0	11,74	0,98	1,42	88,37	90,6
	08.08.85	33	21,09	28,2	15,06	13,1	6,8	8,1	14,7	0,42	0	118,47	15,22
	27.01.86	43	15,21	20,98	10,86	10,1	2,5	5,3	11,81	0,94	5,15	77,75	86,67
Chapicó	21.10.81	48	22,4	28,5	17,69	10,79	6,53	7,16	14,4	0,82	43,08	6,59	64,39
	08.02.82	65	15,91	21,47	12,03	9,4	3,3	5,0	11,5	0,95	5,53	226,08	92,54
	08.11.82	43	23,94	29,09	19,14	10,0	5,7	6,1	14,13	0,74	58,26	60,39	48,67
	25.01.83	53	18,15	22,59	15,13	7,5	2,5	3,6	11,92	1,0	0,37	551,49	98,3
	13.01.84	40	19,53	24,59	15,95	8,6	3,7	4,4	12,5	0,96	5,08	30,26	73,79
	11.02.85	48	14,17	19,76	10,35	9,4	2,9	6,4	11,58	1,0	0,22	188,97	97,06
Campinas	18.07.85	42	23,92	30,45	18,2	12,2	10,7	9,2	14,39	0,51	140,82	23,3	40,39
	23.01.86	46	18,5	23,78	14,9	8,9	3,1	5,5	11,96	1,0	0,11	351,76	98,79
	15.10.82	41	22,61	27,48	19,28	8,2	3,2	4,47	14,12	0,99	2,7	262,8	96,53
Londrina	22.03.84	46	19,05	26,62	13,44	13,18	5,4	8,56	11,57	0,47	68,68	0	42,41
	26.02.85	51	17,04	24,21	11,7	12,5	4,1	8,25	11,68	0,81	22,88	0	72,94
Londrina	09.02.83	46	19,79	24,55	16,48	8,07	2,4	4,64	11,49	1,0	1,27	248,77	92,51
	17.02.84	55	19,44	25,95	14,34	11,61	4,11	7,41	11,71	0,84	18,94	21,53	77,58

Tabela 26: Durações da fase emergência à colheita da cultivar IAC Anhandy. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de semeadura	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	119	20,03	25,63	16,96	9,26	4,93	6,98	14,36	0,84	104,92	163,06	69,1
	10.02.82	151	15,75	21,66	12,23	9,45	2,99	5,74	12,09	0,87	47,46	465,08	77,74
	26.01.83	123	17,63	22,88	14,55	8,35	2,77	4,81	12,59	0,94	28,84	682,96	88,81
	30.01.84	123	18,28	24,53	14,58	9,97	3,39	5,95	12,52	0,89	50,88	88,37	73,52
	08.08.85	139	17,8	24,58	12,54	10,29	4,82	6,96	13,59	0,76	80,94	172,22	63,15
Chapecô	27.01.86	113	18,06	23,97	13,65	10,29	3,12	5,92	12,68	0,95	16,47	212,23	87,93
	21.10.81	110	21,74	27,42	17,27	10,12	5,67	6,73	14,42	0,9	56,11	265,45	77,74
	08.02.82	134	18,38	24,32	14,15	10,17	4,18	5,98	12,22	0,92	34,6	250,21	84,96
	08.11.82	102	22,77	28,08	18,03	10,06	5,47	6,09	14,4	0,82	90,58	150,53	64,53
	25.01.83	115	19,97	25,08	16,3	8,79	3,69	4,89	12,7	0,93	34,58	891,86	87,28
Campinas	13.01.84	96	21,65	27,24	17,8	9,42	4,69	5,86	13,25	0,87	51,24	30,26	66,64
	11.02.85	114	18,27	23,59	14,47	9,11	3,65	6,34	12,52	0,96	16,33	380,31	90,33
	18.07.85	143	19,54	25,48	14,84	10,65	6,46	6,52	13,15	0,82	162,84	239,41	73,57
	23.01.86	111	20,44	25,92	16,57	9,37	4,21	6,2	12,79	0,97	10,8	527,29	91,06
	15.10.82	111	22,51	27,94	18,85	9,09	3,89	4,93	14,1	0,95	35,11	516,32	88,61
Londrina	22.03.84	106	20,1	26,9	15,22	11,68	4,83	7,99	11,88	0,66	111,42	14,9	56,44
	26.02.85	111	19,85	26,38	15,05	11,33	4,26	7,68	12,14	0,88	37,56	101,85	78,58
	09.02.83	105	21,47	26,91	17,47	9,44	3,75	5,82	12,32	0,92	39,23	408,92	80,71
	23.01.84	110	22,75	28,78	18,14	10,64	5,2	7,15	12,82	0,86	77,68	130,8	68,36
	17.02.84	118	21,11	27,32	16,34	10,98	4,75	7,14	12,27	0,83	72,25	122,4	67,54
	20.02.84	115	21,02	27,19	16,26	10,96	4,7	7,07	12,24	0,84	62,68	130,8	68,58
	22.03.84	113	19,72	26,2	14,52	11,68	4,8	7,04	11,84	0,74	75,91	130,8	67,82

Tabela 27: Durações da fase emergência à floração da cultivar Issanka. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de semeadura	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	60	19,59	24,85	16,13	8,7	4,7	7,1	14,46	0,91	29,9	45,89	72,56
	10.02.82	61	18,74	24,87	15,58	9,3	3,9	7	12,95	0,85	34,79	93,48	66,06
	30.01.84	53	21,13	27,75	17,35	10,4	4,1	6,7	13,38	0,81	43,16	0	58,82
	08.08.85	89	15,76	22,16	11	11,2	3,6	5,9	13,03	0,94	25,84	53,75	86,15
	27.01.86	58	19,71	25,74	15,11	10,6	3,7	6,7	13,38	0,96	10,02	38,27	86,36
Chapeço	21.10.81	57	21,18	26,53	16,86	9,7	5	6,3	14,41	0,96	11,93	170,19	88,18
	08.02.82	50	21,61	27,71	17,11	10,6	5,2	6,5	13,15	0,87	24,15	24,13	76,35
	08.11.82	52	21,57	26,96	16,91	10,02	5,16	5,85	14,62	0,91	28,53	89,54	78,61
	04.10.83	56	19,74	25,28	14,67	10,6	4,7	6,5	14,07	0,97	8,37	143,69	92,35
	13.01.84	53	23,22	29,15	19,32	9,8	5,2	6,8	13,83	0,82	43,26	0	62,43
	11.02.85	57	21,6	26,68	17,84	8,8	4,2	6,1	12,98	0,94	15,96	175,83	83,76
	23.01.86	56	22,08	27,76	17,98	9,8	5,2	6,9	13,5	0,95	8,83	125,82	85,48
Campinas	16.12.81	50	22,18	27,92	18,04	9,88	4,82	6,22	14,16	0,89	29,32	113,07	77,09
	28.11.83	61	23,64	29,68	19,28	10,4	5,05	6,33	14,27	0,95	21,78	140,42	86,86
	22.03.84	52	20,99	26,94	16,98	9,96	4,2	6,16	12,18	0,8	39,96	14,9	65,43
	26.02.85	50	22,76	28,79	18,37	10,42	4,6	7,28	12,65	0,93	13,72	101,85	82,85
Londrina	30.10.81	48	22,69	28,34	18,1	10,24	5,1	6,74	14,21	0,96	10,42	183,16	88,52
	26.02.82	47	21,87	27,66	17,34	10,32	5	7,12	12,7	0,83	20,53	34,07	68,74
	28.09.82	50	22,05	27,97	17,38	10,59	5,1	6,32	13,68	0,88	33,13	96,29	69,58
	08.11.82	53	22,27	27,66	18,4	9,26	4,15	5,58	14,33	1,0	0,1	344,48	98,67
	12.11.82	49	22,26	27,62	18,49	9,13	4,07	5,51	14,35	1,0	0,36	344,48	98,56
	28.02.83	46	22,2	27,93	17,45	10,48	4,8	7,1	12,66	0,89	18,66	67,18	74,65
	21.03.83	50	21,28	26,61	17,25	9,36	3,6	5,96	12,19	0,91	16,94	61,04	76,71
	17.02.84	52	22,49	28,72	18,29	10,43	5,6	6,71	12,84	0,8	52,84	100,87	52,07

Tabela 28: Durações da fase floração à colheita da cultivar Issanka. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de sementeira	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	52	20,61	26,76	16,65	10	5,49	7,08	14,35	0,73	78,02	50,01	60,94
	10.02.82	85	13,91	19,67	10,2	9,5	2,4	4,9	11,51	0,88	22,42	333,52	84,81
	30.01.84	62	16,26	22,21	12,67	9,5	2,8	5,3	11,93	0,95	7,58	75,74	84,57
	08.08.85	46	21,43	28,84	15,28	13,6	7,4	9,1	14,56	0,46	163,34	0	23,09
	27.01.86	41	17,24	22,72	13	9,7	2,9	5	12,08	0,95	4,12	111,59	87,89
Chapecó	21.10.81	50	22,33	28,37	17,6	10,75	6,49	7,41	14,46	0,82	44,17	59,79	66,44
	08.02.82	57	16,95	23,36	12,53	10,8	4,2	7,3	11,84	0,92	10,1	72,92	86,47
	08.11.82	47	23,48	29,24	19,12	10,1	5,8	6,5	14,24	0,73	66,04	48,49	46,7
	13.01.84	30	19,79	25,17	15,62	9,6	4,4	5,5	12,7	0,89	9,42	0	66,67
	11.02.85	49	16,19	21,87	12,28	9,6	3,4	6,5	11,72	1,0	0,34	177,9	96,58
	18.07.85	43	22,32	28,65	16,89	11,8	8,3	8,6	14,12	0,7	83,62	29,12	57,7
	23.01.86	48	18,95	24,14	15,37	8,8	3,3	5,6	12,14	0,98	2,44	323,44	96,42
Campinas	22.03.84	47	19,16	26,67	13,41	13,26	5,2	8,66	11,59	0,57	53,83	0	51,61
	26.02.85	53	17,32	24,17	12,36	11,81	3,9	7,89	11,77	0,88	15,23	0	78,18
Londrina	28.09.82	37	22,01	27,3	18,26	9,04	4	5,55	14,37	1,0	0,1	294,24	98,99
	12.11.82	37	23,91	29,13	19,92	9,21	4,4	6,08	14,08	0,95	11	87,04	85,59
	21.01.83	37	21,55	27,03	17,25	9,78	4	6,46	12,23	0,89	15,4	12	71,69
	28.02.83	35	19,91	24,84	16,41	8,43	2,6	5,38	11,89	0,99	1,27	135,4	95,23
	21.03.83	41	16,28	20,82	12,81	8,01	1,9	4,13	11,59	1,0	0,23	390,38	98,86
	17.02.84	58	20,03	26,16	14,78	11,38	4	7,57	11,83	0,9	12,34	90,45	83,94

Tabela 29: Durações da fase emergência à colheita da cultivar Issanka. Médias do período da temperatura do ar (TMED - °C); temperatura máxima (TMAX - °C); temperatura mínima (TMIN - °C); amplitude térmica (ATER - °C); déficit de saturação de vapor d'água no ar (DS - mm de Hg); insolação (n - horas e décimos); fotoperíodo (FOTO - horas e décimos); evapotranspiração real/evapotranspiração potencial (ETR/ETP - mm/mm) e armazenamento (ARM - mm). Totais acumulados de deficiência hídrica (DEF - mm) e excesso hídrico (EXC - mm).

Local	Data de semeadura	NUM	TMED	TMAX	TMIN	ATER	DS	n	FOTO	ETR/ETP	DEF	EXC	ARM
Campos Novos	23.10.81	112	20,06	25,74	16,37	9,3	5,08	7,09	14,41	0,83	107,92	95,9	67,16
	10.02.82	146	15,92	21,84	12,45	9,42	3,03	5,79	12,12	0,87	57,21	427	76,98
	30.01.84	115	18,5	24,76	14,83	9,91	3,4	5,95	12,89	0,88	50,74	75,74	71,78
	08.08.85	135	17,69	24,45	12,46	12,02	4,89	6,99	13,55	0,77	189,18	53,75	64,66
	27.01.86	99	18,69	24,49	14,24	10,23	3,37	6	12,84	0,96	14,14	149,86	87
Chapicô	21.10.81	107	21,72	27,39	17,21	10,18	5,7	6,82	14,44	0,9	56,1	229,98	78,02
	08.02.82	107	19,13	25,39	14,67	10,71	4,67	6,93	12,45	0,9	34,25	97,05	81,74
	08.11.82	99	22,48	28,04	17,96	10,06	5,46	6,16	14,44	0,82	94,57	138,03	63,46
	13.01.84	83	21,98	27,71	17,98	9,73	4,91	6,33	13,42	0,85	52,68	0	63,96
	11.02.85	106	19,1	24,46	15,27	9,17	3,83	6,28	12,4	0,97	16,3	353,73	89,68
Campinas	18.07.85	130	19,01	24,82	14,42	10,39	5,82	6,32	13,01	0,87	101,29	239,41	78,7
	23.01.86	104	20,44	26,12	16,8	9,34	4,34	6,3	12,87	0,96	11,27	449,26	90,1
	22.03.84	99	20,12	26,81	15,29	11,52	4,67	7,35	11,9	0,69	93,79	14,9	58,87
	26.02.85	103	19,96	26,41	15,28	11,13	4,24	7,56	12,2	0,9	28,95	101,85	80,45
	28.09.82	87	22,03	27,69	17,76	9,93	4,63	5,99	13,98	0,93	33,23	390,53	82,09
Londrina	12.11.82	86	22,97	28,27	19,1	9,17	4,21	5,76	14,23	0,98	11,36	431,52	92,98
	21.01.83	100	22,54	28,2	18,31	9,89	4,32	6,37	12,94	0,89	49,74	172,15	75,13
	28.02.83	81	21,21	26,59	17	9,59	3,85	6,36	12,33	0,93	19,93	202,58	83,54
	21.03.83	91	19,03	24	15,25	8,75	2,83	5,14	11,92	0,95	17,17	451,42	86,69
	23.01.84	106	22,9	28,95	18,27	10,68	5,4	7,2	12,86	0,86	77,63	17,22	67,35
	17.02.84	110	21,2	27,37	16,44	10,93	4,76	7,16	12,31	0,85	65,18	191,32	68,88
	20.02.84	100	21,4	27,45	16,72	10,73	4,7	7,01	12,35	0,87	51,67	130,8	70,13
	22.03.84	104	19,65	26,04	14,56	11,48	4,6	7,4	12,8	0,78	59,01	130,8	71,4