

**RELAÇÕES ENTRE TEMPERATURA DO AR, DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO, FOTOPERÍODO E DURAÇÃO DE SUBPERÍODOS FENOLÓGICOS DO GIRASSOL.**

**RELATION OF PHENOLOGICAL PHASE DURATION WITH AIR TEMPERATURE, SOIL WATER AVAILABILITY AND PHOTOPERIOD OF SUNFLOWER.**

Angelo Mendes Massignam<sup>1</sup> e Luiz Roberto Angelocci<sup>2</sup>

**RESUMO**

As observações fenológicas de três genótipos do Ensaio Nacional de Cultivares de Girassol (*Helianthus annuus* L.), conduzidos nos municípios de Campos Novos e Chapecó (SC), Londrina (PR) e Campinas (SP), foram utilizadas para, através de análise de regressão múltipla, desenvolver equações de estimativas da duração dos subperíodos emergência-floração, floração-colheita e emergência-colheita. As equações foram calculadas em função da temperatura do ar, fotoperíodo e de variáveis do balanço hídrico: relação entre evapotranspiração real e potencial (ETR/ETP), armazenamento, excesso e deficiência hídrica. Os resultados mostraram que a temperatura do ar, na forma linear e quadrática, foi a variável estudada que mais explicou a duração do subperíodo emergência-floração nas três cultivares. A duração dos subperíodos floração-colheita e emergência-colheita apresentaram baixa correlação com as variáveis estudadas. A variação na duração do subperíodo emergência-colheita foi decorrente de diferenças encontradas na duração do subperíodo emergência-floração.

**Palavras-chave:** temperatura do ar, fotoperíodo, deficiência hídrica, excesso hídrico, girassol.

**SUMMARY**

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., CTA-MOC/EPAGRI- Caixa Postal 116- CEP 89620 Campos Novos-SC.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Dr., Bolsista do CNPq, Dept<sup>o</sup> de Física e Meteorologia-ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13.400 - Piracicaba - SP.

<sup>3</sup> UNGARO, M.R.G. ENSAIO NACIONAL DE CULTIVARES (variedades e híbridos) de girassol. Seção de Óleaginosas, Instituto Agrônomo, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., CTA-MOC/EPAGRI- Caixa Postal 116- CEP 89620 Campos Novos-SC.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Dr., Bolsista do CNPq, Dept<sup>o</sup> de Física e Meteorologia-ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13.400 - Piracicaba - SP.

<sup>3</sup> UNGARO, M.R.G. ENSAIO NACIONAL DE CULTIVARES (variedades e híbridos) de girassol. Seção de Óleaginosas, Instituto Campinas, SP (dados não publicados).

Based on phenological data of three genotypes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) material obtained from the National Test on Sunflower Varieties conducted in the Brazilian counties of Campos Novos and Chapecó (State of Santa Catarina), Londrina (State of Paraná) and Campinas (State of São Paulo), equations were established through multiple regression analysis, to estimate the duration of phases emergence-flowering, flowering-harvest and hence the period emergence-harvest, as a function of air temperature, photoperiod and soil water balance variables, that is, the ratio of actual evapotranspiration/potential evapotranspiration, water excess, water deficit and water storage for three sunflower varieties. Results showed that: (1) the air temperature was the variable that better explained the duration of the period emergence-flowering for the three varieties, (2) the duration of periods flowering-harvest and emergence-harvest presented a low correlation with the studied variables, and (3) the cycle duration differences derived from the differences found in the emergence-flowering phase duration.

**Key words:** temperature, photoperiod, water excess, water deficit, sunflower.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da fenologia das cultivares de girassol utilizadas no Brasil, possibilita definir áreas geográficas potenciais e época de semeadura mais adequada. Numa primeira etapa, é de interesse conhecer como as variáveis físicas do ambiente, relacionadas à disponibilidade hídrica e energética, afetam o desenvolvimento e mais especificamente, a duração dos diferentes subperíodos do girassol.

GOYNE & HAMMER (1982), em experimento em câmara de crescimento, verificaram que o fotoperíodo e a temperatura do ar influenciaram o número de dias exigidos para a ocorrência da primeira antese de duas cultivares de girassol, principalmente durante o subperíodo emergência-capítulo visível. Segundo DOYLE (1975), em experimentos à campo com fotoperíodo natural e fotoperíodo constante, a resposta fotoperiódica na duração do subperíodo emergência-primeira antese foi pequena, indicando que a variação da duração deste subperíodo foi mais influenciado pela temperatura do que pelo fotoperíodo.

ANDERSON et al (1978), elaboraram modelos de regressão linear múltipla para a previsão da época de ocorrência de estádios vegetativos, reprodutivos e maturação do girassol. As equações de regressão múltipla que incorporaram o efeito do fotoperíodo, temperatura média do ar e água disponível no solo foram mais precisas que o modelo graus-dia, apresentando altos coeficientes de determinação. GOYNE et al. (1977) apresentaram modelos de graus-dia com ajuste para o fotoperíodo. A inclusão do efeito do fotoperíodo melhorou a precisão na previsão da época de florescimento de duas cultivares de girassol.

O presente trabalho tem por objetivo quantificar as influências das variáveis ambientais que mais interferem isoladamente e/ou conjuntamente na duração dos subperíodos emergência-floração, floração-colheita e emergência-colheita, através de um modelo estatístico de regressão múltipla.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com base em observações fenológicas de genótipos pertencentes ao Ensaio Nacional de Cultivares de Girassol, realizado durante vários anos nas Estações Experimentais de Campos Novos e Chapecó da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EMPASC), no Centro Nacional de Pesquisa da Soja em Londrina (CNPSo/EMBRAPA), e no Instituto Agrônomo de São Paulo (IAC), no município de Campinas. A caracterização do solo e do clima de cada um destes locais está na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas, tipo de clima (segundo a classificação de Köppen) e de solo para os quatro locais estudados.

Local	Coordenadas geográficas			Clima	Solo
	Latitude	Longitude	Altitude		
Campos Novos	27°24'S	51°12'W	947m	Cfb	Latossol Húmico distrófico
Chapecó	27°07'S	52°37'W	679m	Cfa	Latossol Roxo distrófico
Londrina	23°22'S	51°10'W	585m	Cfa	Latossol Roxo distrófico
Campinas	22°54'S	47°05'W	669m	Cwa	Latossol Roxo distrófico

Os dados meteorológicos diários para Campos Novos e Chapecó foram obtidos nas estações meteorológicas pertencentes, respectivamente, ao 8º Distrito de Meteorologia do Departamento Nacional de Meteorologia e à EMPASC; para Londrina, no setor de Agrometeorologia do IAPAR e para Campinas junto à Seção de Climatologia do IAC. Foram utilizados dados diários de temperatura média, máxima e mínima do ar, chuva, umidade relativa média do ar, insolação, pressão atmosférica média; velocidade média do vento reduzida a 2 m de altura e radiação solar global incidente.

As observações fenológicas das cultivares utilizadas foram obtidas em experimentos conduzidos por DIAZ DÁVALOS et al (1982), DIAS DÁVALOS et al (1984), DIAS DÁVALOS & HEMP (1986), GARCIA (1982), GARCIA & SILVEIRA (1983), GARCIA (1984), PALUDZYSZYN FILHO (1982, 1983, 1984) e UNGARO\*. As cultivares utilizadas foram Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka e analisaram-se os subperíodos fenológicos emergência-floração (EF), floração-colheita (FC) e emergência-colheita (EC).

\* UNAGRO, M. R. G. ENSAIO NACIONAL DE CULTIVARES (variedades e híbridos) DE GIRASSOL. Seção de oleaginosas, Instituto Agrônomo, SP (dados não publicados).

Os critérios estabelecidos para a determinação das fases foram: a) emergência: quando emergiram 50% das plântulas em relação ao número de sementes utilizadas. Quando esta observação não foi realizada, considerou-se que o subperíodo semeadura-emergência teve uma duração de sete dias; b) floração: quando 50% das plantas encontravam-se com o capítulo aberto; c) colheita: quando no mínimo 95% da população de plantas encontravam-se com os capítulos secos. Este critério de colheita foi utilizado em Campos Novos, Chapecó e Campinas. Já o critério utilizado em Londrina foi capítulos com a coloração totalmente marrom. Os dados experimentais referentes ao subperíodo emergência-floração foram submetidos a uma análise prévia a fim de eliminar as épocas de semeadura que apresentassem alta incidência de doenças e/ou valores distorcidos.

Para o cálculo da disponibilidade hídrica no solo, utilizou-se o método do balanço hídrico, preconizado por Thornthwaite & Mather (1955), citado por OMETTO (1981), em base quinqüidial e capacidade de água disponível no solo de 100 mm. A evapotranspiração potencial foi calculada através do método de PENMAN (1948).

Procurou-se desenvolver um modelo de regressão múltipla que explicasse os efeitos lineares e quadráticos da temperatura do ar e do fotoperíodo e os efeitos lineares de parâmetros ligados a disponibilidade hídrica (razão entre evapotranspiração real e potencial, excesso, deficiência e armazenamento hídrico) na duração dos subperíodos fenológicos das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka. O modelo mais representativo foi selecionado com base na análise estatística, através dos parâmetros: coeficientes de determinação ( $R^2$ ), teste F e teste t.

Com a finalidade de subsidiar a discussão dos resultados, foi calculado o desenvolvimento relativo (DR), para cada cultivar, época de semeadura e subperíodo fenológico através da expressão:

$$DR = \frac{100}{NUM}$$

onde: NUM= duração do subperíodo em dias.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 2 apresenta um resumo da análise estatística do modelo mais representativo da duração do subperíodo emergência-floração (NUM) para as três cultivares utilizadas, conduzindo as seguintes equações de regressão múltipla:

$$\text{Cargill33 NUM} = 294,36 - 24,28\text{TMED} + 0,50\text{TMED}^2 + 0,28\text{EXC} + 77,05\text{ETR/ETP} + 0,38\text{DEF} - 1,54\text{FOTO}$$

$$\text{IAC Anhandy NUM} = 269,05 - 25,79\text{TMED} + 0,5\text{TMED}^2 + 102,50\text{ETR/ETP} + 0,38\text{DEF}$$

$$\text{Issanka NUM} = 387,11 - 36,50\text{TMED} + 0,82\text{TMED}^2 + 70,50\text{ETR/ETP} + 0,28\text{DEF}$$

**Tabela 2. Parâmetros do modelo mais representativo para cada cultivar da regressão múltipla entre a duração do subperíodo emergência-floração e as variáveis estudadas.**

Variável	CARGILL 33				IAC ANHANDY				ISSANKA			
	Estima-tiva	Erro Padrão	Teste t	R <sup>2</sup>	Estima-tiva	Erro Padrão	Teste t	R <sup>2</sup>	Estima-tiva	Erro Padrão	Teste t	R <sup>2</sup>
INTERCEPTO	294,37	67,83	4,34**	-	269,05	107,87	2,49*	-	387,11	72,52	5,34**	-
TMED	-24,28	5,89	-4,12**	0,770	-25,79	9,27	-2,78*	0,716	-36,50	5,94	-6,15**	0,610
TMED <sup>2</sup>	0,50	0,14	3,45**	0,081	0,53	0,22	2,38*	0,139	0,82	0,15	5,58**	0,255
EXC	0,28	0,01	6,12**	0,046	-	-	-	-	-	-	-	-
ETR/ETP	77,05	12,53	6,15**	0,033	102,50	17,72	5,79**	0,031	70,50	23,61	2,99**	0,009
DEF	0,38	0,05	8,24**	0,037	0,38	0,08	4,79**	0,063	0,28	0,10	2,65**	0,034
FOTO	-1,54	0,55	2,81*	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-

\* significativo ao nível de 5%  
 \*\* significativo ao nível de 1%  
 ETP = evapotranspiração potencial (mm)  
 FOTO = fotoperíodo (h).  
 EXC = excedente hídrico (mm),  
 ETR = evapotranspiração real (mm),  
 TMED = Temperatura média do ar (°C),  
 DEF = Deficiência hídrica.

A temperatura do ar apresentou efeitos lineares e quadráticos na duração do subperíodo emergência-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 que promoveriam o máximo desenvolvimento relativo foram obtidas estimando-se o valor mínimo de NUM a partir das equações de regressão, sendo de 24,5, 24,4 e 22,5°C para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente. A faixa de temperatura na qual os experimentos foram conduzidos foi abaixo do valor de temperatura onde o desenvolvimento relativo seria máximo para as cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy. Para a cultivar Issanka, a temperatura de máximo desenvolvimento relativo ficou dentro da faixa da temperatura na qual os experimentos foram conduzidos. Temperaturas do ar superiores aquela em que ocorre o máximo desenvolvimento relativo, observados no cultivo da cultivar Issanka, retardaram a duração do subperíodo emergência-floração. Este fato também foi observado por GILMORE & ROGERS (1958).

A duração do subperíodo emergência-floração, para a cultivar Cargill 33, mostrou-se linearmente relacionada a duração do fotoperíodo na faixa de valores nos quais os experimentos foram conduzidos, isto é, de 11,0 a 14,5 horas. Com o aumento do fotoperíodo houve uma diminuição na duração deste subperíodo. Este

padrão de resposta foi similar ao encontrado nos estudos de DOYLE (1975), onde o desenvolvimento relativo foi máximo para o fotoperíodo de 14 horas. Entretanto, o fotoperíodo não teve efeito significativo na duração do subperíodo emergência-floração para as cultivares IAC Anhandy e Issanka.

Das variáveis do balanço hídrico, o armazenamento não teve efeito na duração do subperíodo emergência-floração para as três cultivares estudadas. O excesso hídrico teve um efeito linear somente para a cultivar Cargill 33 (faixa de valores entre 0 a 330mm) sendo que, com a sua elevação houve um aumento da duração do subperíodo emergência-floração. A razão ETR/ETP, com valores de 1,0 a 0,71 para Cargill 33, de 1,0 a 0,75 para a IAC Anhandy e de 1,0 a 0,73 para a Issanka, e a deficiência hídrica, faixa de valores de 0 a 101 mm, 0 a 81 mm e 0 a 43 mm para as três cultivares, respectivamente, tiveram um efeito linear na duração do subperíodo emergência-floração para as três cultivares. Uma análise numérica das equações de regressão que estimam NUM, isto é, fixando-se a temperatura, o excesso hídrico e o fotoperíodo, e adotando-se valores variáveis de ETR/ETP e de DEF, permitiu verificar que uma deficiência hídrica pode aumentar ou diminuir a duração do subperíodo emergência-floração dependendo da evapotranspiração potencial.

Os modelos matemáticos de duração do subperíodo emergência-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 Anhandy e Issanka, respectivamente. A duração deste subperíodo mostrou-se altamente correlacionada com a temperatura do ar, apresentando os seguintes coeficientes de determinação para a equação do 2º grau: 0,851, 0,855 e 0,866 para as cultivares Cargill 33 IAC Anhandy e Issanka, respectivamente, indicando que a temperatura foi a variável que mais explicou a duração do subperíodo emergência-floração. Esses resultados estão de acordo com DOYLE (1975), o qual sugere que a duração do subperíodo emergência-primeira antése é atribuída ao efeito da temperatura do ar.

Tabela 3. Análise estatística do modelo mais representativo da duração, em dias, dos subperíodos floração-colheita (FC) e emergência-colheita (EC) das cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka.

Variável	CARGILL 33			IAC ANHANDY			ISSANKA		
	Estimativa	Teste t	R <sup>2</sup>	Estimativa	Teste t	R <sup>2</sup>	Estimativa	Teste t	R <sup>2</sup>
Subperíodo floração-colheita									
INTERCEPTO	76,47	9,43**		81,73	7,41**		337,81	3,41	
TMED	-1,59	-3,93**	0,436	-1,75	-3,01**	0,348	-28,16	-2,70*	0,329
TMED <sup>2</sup>							0,67	2,47*	0,177
Subperíodo emergência-colheita									
INTERCEPTO	221,79	13,85**		224,95	11,62**		631,72	3,50	
TMED	-5,51	-7,32**	0,662	-5,81	-5,91**	0,529	-48,43	-2,68*	0,492
TMED <sup>2</sup>		3,27**	0,111				1,08	2,39*	0,072
DEF	0,10				2,78*	0,136	0,16	3,67*	0,197

\* significativo ao nível de 5%

\*\* significativo ao nível de 1%

TMED = temperatura média do ar

DEF = deficiência hídrica

Na Tabela 3, é apresentado um resumo da análise estatística dos modelos mais representativos da duração dos subperíodos floração-colheita e emergência-colheita das três cultivares de girassol. As equações de regressão múltipla que melhor estimam a duração do subperíodo floração-colheita são as seguintes:

$$\text{CARGILL 33 NUM} = 76,4658 - 1,5896 \text{ TMED}$$

$$\text{IAC ANHANDY NUM} = 81,7281 - 1,7502 \text{ TMED}$$

$$\text{ISSANKA NUM} = 337,81 - 28,1624 \text{ TMED} + 0,6684 \text{ TMED}^2$$

A duração do subperíodo floração-colheita esteve relacionada linearmente à temperatura do ar, para as cultivares Cargill 33 e IAC Anhandy, enquanto para a cultivar Issanka houve um efeito linear e quadrático. As outras variáveis (FOTO, ETR/ETP, DEF, EXC e ARM) não foram significativas no modelo de regressão múltipla apresentando baixos coeficientes de determinação: 0,436, 0,348 e 0,506 para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente.

As equações de regressão múltipla que melhor estimam a duração do subperíodo emergência-colheita são as seguintes:

$$\text{CARGILL 33 NUM} = 221,7920 - 5,5107 \text{ TMED} + 0,1004 \text{ DEF}$$

$$\text{IAC ANHANDY NUM} = 224,9520 - 5,8092 \text{ TMED} + 0,1404 \text{ DEF}$$

$$\text{ISSANKA NUM} = 631,7190 - 48,4319 \text{ TMED} + 1,0774 \text{ TMED}^2 + 0,1606 \text{ DEF}$$

Considerando o subperíodo emergência-colheita, as variáveis temperatura do ar e deficiência hídrica apresentaram significância para as três cultivares. As outras variáveis (FOTO, ETR/ETP, EXC e ARM) não foram significativas no modelo de regressão múltipla. O modelo apresentou 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 melhor às variáveis estudadas no subperíodo emergência-floração do que no subperíodo floração-colheita. A duração média do subperíodo emergência-floração foi de 68,6; 65,1 e 54,6 dias e do subperíodo floração-colheita de 45,1; 49,0 e 48,7 dias para as cultivares Cargill 33, IAC Anhandy e Issanka, respectivamente. As diferenças na duração do ciclo das cultivares ocorreram no subperíodo emergência-floração, pois a duração do subperíodo floração-colheita foi similar para as três cultivares. ROBINSON (1971), verificou que as diferenças na maturação girassol ocorreram em função das diferenças observadas no subperíodo emergência-capítulo visível.

## CONCLUSÕES

1. A temperatura do ar, na forma linear e quadrática, é a variável que mais explica a duração do subperíodo emergência-floração do girassol.
2. O subperíodo floração-colheita do girassol apresentou baixa correlação com a temperatura do ar.
3. As diferenças da duração do subperíodo emergência-colheita decorre de diferenças encontradas na duração do subperíodo emergência-floração.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a pesquisadora do IAC, M.R.G. UNGARO pela cedência dos dados de fenologia e de produção do girassol não publicados e à Área de Agrometeorologia do IAPAR e Seção de Climatologia do IAC pela cedência dos dados meteorológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, v.1, n.2, p.141-52, 1978.
- DIAZ DÁVALOS, E., CERETA, C.A., MILANEZ, J.M. et al. **Girassol: resultados de pesquisa obtidos em Santa Catarina, ano agrícola de 1981/82**. Chapecó: EMPASC/CPPP, 1982. 9p.
- DIAZ DÁVALOS, E., CERETA, C.A., MILANEZ, J.M. et al. **Girassol: resultados de pesquisa obtidos em Santa Catarina, ano agrícola de 1983/84**. Chapecó: EMPASC/CPPP, 1984. 16p.
- DIAZ DÁVALOS, E. & HEMP, S. **AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE GIRASSOL.**, Chapecó: 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, v.15, n.2, p.88-92, 1975.
- GARCIA, A. Estudo sobre época de semeadura de girassol. In: **Resultados de Pesquisa do Girassol**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1982. p. 10-7.
- GARCIA, A. Estudo sobre época de semeadura de girassol. In: **Resultados de Pesquisa do Girassol**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1984. p. 10-7.
- GARCIA, A. , SILVEIRA, J. M. Estudo sobre época de semeadura de girassol. In: **Resultados de Pesquisa do Girassol**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1983. p.74-81.
- GILMORE, E. , ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, n.10, p.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, v.33, n.2, p.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, v.17, p.475-81, 1977.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.
- PALUDZYSZYN FILHO, E. Ensaio nacional de cultivares de girassol. In: **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: **Resultados de pesquisa de girassol**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1983. p.45-47.
- PALUDZYSZYN FILHO, E. Ensaio nacional de cultivares de girassol. In: **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**. Serie A. Mathematical and Physical Sciences, London. n.193, p.120-45, 1948.

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