

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA BASAL E SOMAS TÉRMICAS EM PEPINO PARA CONSERVA, CULTIVAR GINGA¹

ANA RITA RODRIGUES VIEIRA², HUGO J. BRAGA³,
RONALDO COUTINHO PRADO⁴ e FABIO L. RIBEIRO⁵

RESUMO - Experimentos foram conduzidos com a cultivar de pepino para conserva Ginga AG-77, em oito épocas de plantio, durante 1986, 1987 e 1988, utilizando-se duas densidades de plantio, 13.333 plantas/ha e 40.000 plantas/ha. O objetivo deste estudo foi determinar a temperatura basal e as somas térmicas para o pepino na região da grande Florianópolis. Os resultados mostraram que: 1. a temperatura basal para todo o ciclo é de 8°C, não sendo possível determinar seus valores para cada estágio fenológico; 2. os graus-dia médios foram 710, com um intervalo de variação de 48,64 graus-dia; 3. o aumento da temperatura do ar parece não ser significativo para o desenvolvimento do ciclo do vegetal após a quinta época de plantio.

Termos para indexação: densidade de plantio, fenologia, intervalo de variação.

DETERMINATION OF BASAL TEMPERATURE AND HEAT UNITS OF CUCUMBER SATIVUS, CULTIVAR GINGA.

ABSTRACT - Experiments were carried out with cultivar of cucumber Ginga AG-77, with eight times of planting during 1986, 1987 and 1988, using two densities of planting, 13,333 plants/ha and 40,000 plants/ha. The objective of this study was to determine the basal temperature and heat units to cucumber in the region of great Florianópolis. The results showed that: 1. basal temperature by whole cycle is 8°C, and it wasn't possible to determine its values to each phenological stage; 2. the heat units average were 710, with a variation interval of 48,64 heat units; 3. the increase of air temperature seem not be meaningful to the development of the cycle of vegetable after the fifth time of planting.

Index terms: densities of planting, phenology, variation interval.

INTRODUÇÃO

Com o surgimento das agroindústrias e a abertura de novos mercados para comercialização do produto, a cultura do pepino para conserva expandiu-se muito nos últimos anos em Santa Catarina.

Porém, a produção não tem atendido a demanda das indústrias, visto que a produtividade da cultura tem sido baixa (Silva et al. 1983).

A produção é um parâmetro diretamente correlacionado com os elementos ou fatores solo e clima, sendo esses últimos de difícil caracterização, em função da sua variabilidade espacial e temporal e do alto custo dos instrumentos meteorológicos.

Particularmente para um estado como Santa Catarina, onde o seu relevo acentuado gera a presença de diversificados microclimas, a obtenção de informações climatológicas é bastante complexa.

Considerando a necessidade desse tipo de informação para que se possam estabelecer parâmetros que mostrem a interação clima-planta é que se desenvolveu este estudo, cujo objetivo foi: determinar a temperatura basal e as somas térmicas em pepino para conserva, na região da grande Florianópolis.

A energia e a água são fatores determinantes para o crescimento e o desenvolvimento do vegetal.

¹ Aceito para publicação em 15 de novembro de 1991.

² Enga.-Agra., Profa.-Assist. IV, M.Sc. UFSC/Centro de Ciências Agrárias. Caixa Postal 476, Itacorubi. CEP 88030. Florianópolis, SC.

³ Eng.-Agr., M.Sc. Empresa de Pesquisa Agropecuária Catarinense (EMPASC) Caixa Postal 1460. Itacorubi. CEP 88000, Florianópolis, SC.

⁴ Eng.-Agr., Empresa de Pesquisa Agropecuária Catarinense (EMPASC), CEP 89580, Fraiburgo, SC.

⁵ Eng.-Agr., UFSC/Centro de Ciências Agrárias.

Como tentativas iniciais de estabelecer as relações entre energias, expressas basicamente pelo parâmetro temperatura do ar e pelo crescimento vegetal, surgiram as somas térmicas ou ondas de calor, primordialmente expressas como graus-dia (Brunini 1971).

Os pressupostos básicos do modelo matemático graus-dia são a relação de linearidade existente entre temperatura média do ar e crescimento do vegetal, a igualdade de efeitos da temperatura diurna e noturna sobre o vegetal, a existência de uma única temperatura basal mínima como fator limitante para o cultivo da espécie em determinado local; a constância dos valores de graus-dia obtidos entre diferentes localidades, desde que as condições nutricionais e hídricas sejam mantidas em nível ideal.

Segundo Wang (1960), esses pontos em que se baseou o modelo geraram imperfeições na sua aplicação, pois pesquisas mais recentes mostraram que esses não se mantêm em todas as situações estudadas, ou seja, sofrem variações em função da cultura e da região em estudo.

Por todas essas razões, surgiram novos modelos, como: graus-hora, unidades fototérmicas, índices biometeorológicos, etc., cada qual procurando adequar o modelo a uma situação geográfica peculiar e a um nível fisiológico de exigência da espécie, para que esses possam ser mais completos.

A prioridade das investigações que se sucederam tem sido detectar a influência predominante da temperatura do ar sobre os demais fatores, e a sua variação linear com o crescimento dos vegetais.

Gregory (1928), estudando a cultura do pepino em casa de vegetação, mostrou que para diversos valores de temperatura empregados não existiu proporcionalidade com a taxa de crescimento relativo (TCR), mas sim entre intensidade luminosa e TCR, uma vez que tanto para valores altos como para baixos de temperatura a TCR sofreu um decréscimo.

Perry et al. (1986), numa tentativa de aprimorar os diversos modelos matemáticos existentes para determinação de somas térmicas para pepino para conserva, testaram quatorze mé-

todos, classificando como melhor aquele onde o coeficiente de variação foi o menor (aproximadamente 3%). Todos esses métodos apresentaram como base temperaturas médias, temperaturas extremas (máximas e mínimas) e temperatura basal para o ciclo todo, apenas fixando limites máximos para a temperatura basal máxima, o que diferenciou este método daquele desenvolvido por Ometto (1981).

Vila (1973) ressaltou que também a umidade relativa é um parâmetro importante para a cultura do pepino para conserva, sendo que valores muito altos (acima de 90%) podem provocar uma diminuição na floração.

Mendonza (1982), estudando a floração em pepino, averiguou que a umidade do solo é um fator promotor de florescimento feminino, sendo que a baixa umidade acelera o aparecimento de flores estaminadas, enquanto a alta umidade favorece o aparecimento de flores pistiladas. Além disso, há evidências, na literatura, de que um incremento na adubação nitrogenada induz o aparecimento de um maior número de flores femininas.

Tan et al. (1983), ao estudar a influência do estresse de umidade do solo para a cultura do pepino para conserva sob condições de campo, verificaram que o crescimento do fruto, especialmente em altas densidades de plantio, é diretamente dependente da irrigação existente.

Diante de todos esses dados, nota-se que, embora o trabalho determinação de temperatura basal e somas térmicas seja um estudo aparentemente simples, existe muito a pesquisar.

Essa necessidade torna-se mais premente quando se trata de adequar os modelos matemáticos aos micro e mesoclimas locais, onde a precariedade de dados climáticos é bastante grande, o que gera maiores riscos de perda e conseqüentes aumentos nos custos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Treinamento da ACARESC (CETRE), em Florianópolis, SC, cujas coordenadas geográficas são: latitude 27°15'S, longitude 48°34'W e a altitude de 1,84 m, em solo caracterizado como aluvial distrófico, textura média.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo quatro as repetições.

A cultivar de pepino para conserva utilizada foi a Ginga AG-77.

As densidades de plantio utilizadas foram: 1,5 m entre fileiras e 1,0 m entre covas, o que totalizou 13.333 plantas/ha, como é mais utilizado pelos agricultores e 1,0 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas, com uma densidade de plantio de 40.000 plantas/ha, apresentada como densidade ideal por Silva et al. (1983).

Os canteiros tiveram 3,0 m de comprimento por 2,0 m de largura, sendo as linhas orientadas no sentido norte-sul.

A adubação de base foi de 50, 100 e 170 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, incorporados ao solo por acasão da sementeira. A baixa densidade, o adubo foi incorporado em covas, enquanto que em altas densidades foi incorporado no sulco.

No segundo ano de plantio, como a análise de solo mostrou que o pH, matéria orgânica e os teores de Al, Ca + Mg, P e K, estavam em condições ótimas, não foi feita adubação.

A adubação de cobertura foi sempre feita logo após o desbaste, na dosagem de 20 kg N/ha.

O experimento foi realizado em três anos: 1986, 1987 e 1988, sendo oito épocas de plantio.

As sementeiras ocorreram em períodos bem próximos ou exatamente nas datas a seguir, conforme as condições do tempo assim o permitiram: 2 de setembro de 1986 e 1987, 1º de outubro de 1986 e 1987, 24 de outubro de 1986 e 1987, 14 de novembro de 1986 e 1987, 08 de dezembro de 1986 e 1987, 27 de dezembro de 1986 e 1987, 05 de fevereiro de 1987 e 1988 e 1º de março de 1987 e 1988. No mês de janeiro, não houve época de plantio, porque no período, o índice de pluviosidade era bastante alto, e houve incidência de doenças, conforme Silva et al. (1983).

Após todas as plantas terem completado a terceira folha verdadeira, era feito o desbaste, permanecendo duas plantas/cova na menor densidade, e uma planta/cova na maior densidade.

A água no solo foi controlada pela leitura do tensiômetro, instalado à profundidade de 15 cm da superfície do solo, mantendo-se este sempre próximo à capacidade de campo, ou seja, entre -0,010 a -0,015 MPa.

As medidas de temperatura e umidade do ar foram tomadas por termômetros de máxima e mínima e um higrógrafo marca Fuess instalados dentro de um abrigo meteorológico que foi mantido ao lado da cultura durante todo o experimento.

Para a determinação da precipitação pluvial, insta-

lou-se um pluviômetro marca HHL - Paulista Galvanizado, ao lado do abrigo meteorológico.

Foram utilizados, também, dois termômetros de solo a 10 cm de profundidade, instalados nos próprios canteiros escolhidos ao acaso para a determinação dos valores de temperatura do solo.

Todos esses dados foram sempre coletados às 9 h da manhã.

Observações fenológicas foram feitas durante todo o ciclo da cultura, utilizando os seguintes estágios fenológicos: plantio-emergência; emergência da terceira folha verdadeira; terceira folha verdadeira - quinta folha verdadeira; quinta folha verdadeira - florescimento; florescimento - frutificação; frutificação - maturação.

Em cada estágio fenológico definido, determinou-se o início 50% e 100% da sua ocorrência.

Foi caracterizado como emergência o aparecimento dos dois cotilédones abertos; terceira folha, o aparecimento das três folhas verdadeiras, estando a mais nova também aberta; quinta folha, o aparecimento das cinco folhas verdadeiras, estando a mais nova também aberta; florescimento e aparecimento de pelo menos uma flor aberta por parcela; frutificação, quando pelo menos uma planta apresentou um fruto sozinho ou um fruto com uma flor em fase de abscisão, e maturação, quando uma planta apresentou um fruto de 3 cm de diâmetro ou em torno de 10 cm de comprimento.

Cinquenta e cem por cento do estágio fenológico completo foi caracterizado, respectivamente, quando 50% das plantas apresentaram a diferenciação dos órgãos referenciados acima e, 100%, quando todas as plantas da parcela concluíram essa diferenciação.

Quando ocorria uma defasagem acentuada entre as plantas da mesma parcela do encerramento de um estágio fenológico e outro, adotou-se, como critério, no presente trabalho, considerar o encerramento no quinto dia após a maioria das outras plantas da parcela ter atingido aquele desenvolvimento fisiológico referido.

Com relação à produção, não foram feitas maiores análises, porque o encerramento do ciclo e da própria fase de maturação foi adotado a partir da existência de um fruto maduro em todas as plantas da parcela - e sabe-se que o pepino continua produzindo frutos maduros até aproximadamente dois meses após as primeiras maturações, o que é considerado à sua produção potencial.

A marcação das plantas com flores e, posteriormente, com frutos maduros, era feita com um plástico, amarrado à planta.

A temperatura basal foi determinada pelo método da interceptação do X proposto por Arnold (1959), citado por Herter (1984), e pelo método da menor variabilidade, citado por Brunini (1971).

O primeiro método baseia-se numa equação de regressão linear, na qual a temperatura é a variável dependente. O desenvolvimento relativo (DR) é calculado da seguinte maneira:

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

sendo:

NUM - a duração média da fase.

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

O método da menor variabilidade preconiza a adoção de valores hipotéticos de temperatura-base e a determinação dos graus-dia em função desses valores, e, também, o desvio-padrão para cada um desses valores assumidos. Aquele que originar o menor desvio-padrão dos graus-dia, expresso em dias, dentro da série de plantio, é considerado o valor de temperatura basal, o que pode ser expresso por:

$$Sd = \frac{Sdd}{(T - T_b) n}$$

onde:

Sdd - desvio padrão dos graus-dia para cada temperatura base pré-escolhida (hipotética).

T - temperatura média para a fase fenológica, considerando globalmente todos os plantios.

Para o cálculo dos graus-dia utilizou-se a expressão de Reamur (1935) empregada por Brunini (1971):

$$ST = \sum_i^n (\bar{T} - T_b) n$$

onde:

ST = soma térmica no período considerado

\bar{T} = temperatura média diária (°C)

T_b = temperatura base (°C)

n = número de dias do período considerado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação dos valores de temperatura basal e graus-dia fez-se necessário, primeiramente, a definição dos estágios fenológicos de cultura.

Seguindo-se o critério adotado e discutido na metodologia, verificou-se que a melhor definição dos estágios fenológicos ocorria quando 50% desse se completava.

A determinação do início e de 100% do estágio fenológico completo tornou-se muito complexa, em virtude do crescimento rápido da cultura, o que acarretava um significativo atraso na duração da fase quando algumas plantas não tinham atingido o seu estágio final, acarretando uma grande percentagem de erros.

Com relação à temperatura basal, encontrou-se o valor de 7,0°C pelo método de interceptação do X, proposto por Arnold (1959) citado por Herter (1984) e 8,0°C pelo método da menor variabilidade (Brunini 1971), ambos determinados para o ciclo todo da cultura.

A correlação aplicada mostrou um valor de 0,99 entre os valores de graus-dia calculados com valores das duas temperaturas (Tabela 1), sendo adotado o valor de 8°C em virtude da semelhança deste com os dados de temperatura mínima descritos em literatura.

A análise de variância e o teste F aplicado também mostraram que não houve diferença significativa entre os graus-dia determinados com os valores de temperatura basal determinados.

Com relação à determinação das somas térmicas, observou-se que o valor médio de graus-dia obtido foi de 710,13 com um intervalo de variação de 48,64 entre épocas, considerando os valores de temperatura basal encontrados nos dois métodos utilizados (Tabela 2).

Na Fig. 1 mostra-se que 611 GD foi o menor valor obtido, sendo este valor correspondente a um ciclo de 36 dias, enquanto que, para um ciclo de 47 dias encontrou-se um valor de 812 GD (5ª e 6ª época de plantio, respectivamente).

Na Fig. 2 nota-se que o aumento dos valores de temperatura média ao ar no decorrer das

épocas não implicaram duração de ciclo necessariamente menor.

Verificou-se, ainda, que os efeitos do acréscimo de temperatura média do ar se fizeram sentir até a quinta época de plantio (5/12), onde, a partir de então, os ciclos de vegetal tornaram-se menores, mesmo com os acréscimos dos valores de temperatura média, e a exigência em graus-dia, em média, aumentou.

Parecem ter contribuído para isso as precipitações intensas ocorridas no primeiro ano, nos meses de dezembro e janeiro, o que se refletiu num excesso hídrico de 70,80 mm na segunda quinzena de janeiro, bem como no mês de fevereiro, onde o excedente hídrico chegou a 213,21 mm na segunda quinzena do mês.

Além disso, as irregularidades ocorridas no processo de polinização em função dessas precipitações intensas e mal distribuídas podem

também ter influenciado os resultados, segundo abordou Silva et al. (1983).

O fato de a temperatura máxima ter alcançado 38°C, num período em que os valores de temperatura máxima oscilavam em torno de 30°C, também sugere que a cultura pode possuir uma temperatura basal máxima, daí o aumento do ciclo mesmo em épocas onde a temperatura do ar foi maior (acima da quinta época de plantio).

As referidas épocas de plantio também apresentaram um excessivo número de horas de insolação mensal (em torno de 200,00 horas) no mês subsequente à data de plantio, o que parece ressaltar a importância da intensidade de radiação solar no processo produtivo, além do elemento temperatura do ar, conforme afirmou Gregory (1928).

Com relação à determinação dos valores de

TABELA 1. Correlação entre os graus-dia obtidos com os valores de temperatura basal obtidos pelo método da interceptação do X proposto por Arnold e pelo método da menor variabilidade.

Graus-dia (tb = 7°C)	Graus-dia (tb = 8°C)
742,81	683,81
684,96	636,96
672,84	630,84
650,83	613,83
645,75	610,75
744,00	704,00
798,60	754,60
738,31	695,31
826,88	758,88
652,72	611,72
699,20	659,20
790,02	748,02
859,16	812,16
703,38	665,38
777,40	731,40
10.986,86	10.316,86
$r^2 = 0,99$	$r = 0,99$

TABELA 2. Teste de comparação de médias, DMS (Diferença Mínima Significativa) entre os valores de graus-dia calculados com os dados de temperatura basal obtidos pelo método da interceptação do X proposto por Arnold e o método da menor variabilidade.

GD (tb = 7°C)	Épocas	GD (tb = 8°C)
742,81	1ª (02/09)	683,81
684,96	2ª (02/10)	636,96
672,84	3ª (20/10)	630,84
650,83	4ª (03/11)	613,83
645,75	5ª (05/12)	610,75
744,00	6ª (27/12)	704,00
798,60	7ª (05/02)	754,60
738,31	8ª (03/03)	695,31
826,88	9ª (02/09)	758,88
652,72	10ª (05/10)	611,72
699,20	11ª (20/10)	659,20
790,02	12ª (03/11)	748,02
859,16	13ª (05/12)	812,16
703,38	14ª (05/01)	665,38
777,40	15ª (07/03)	731,40

DMS = 48,64 Sd = 23,748

$P [t.s \leq x \leq t.s] = 95\%$

661,49 < ---- 710,13 ---- > 758,77

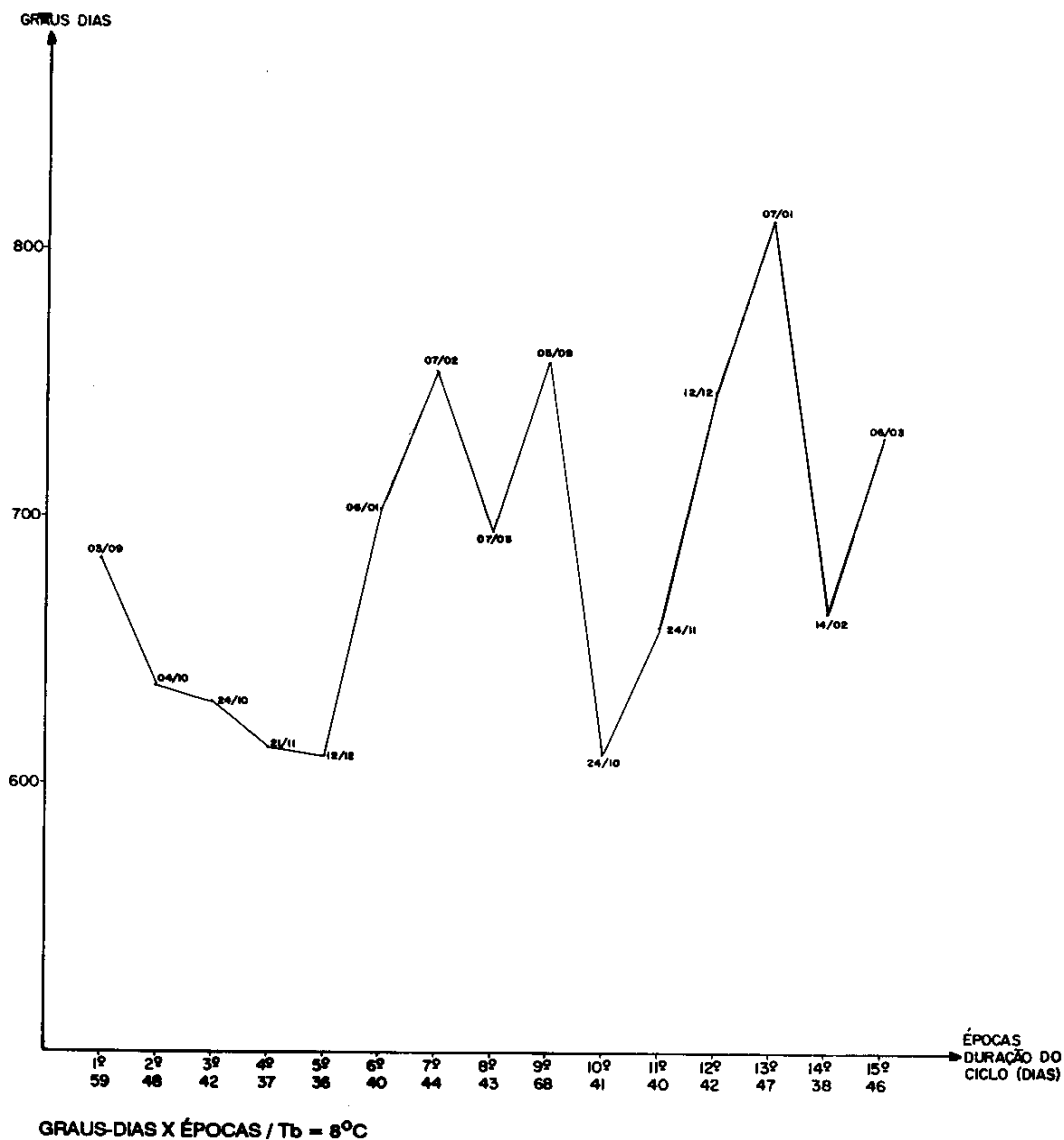


FIG. 1. Somas térmicas e duração do ciclo da cultura em cada época de plantio adotada considerando a temperatura basal de 8°C .

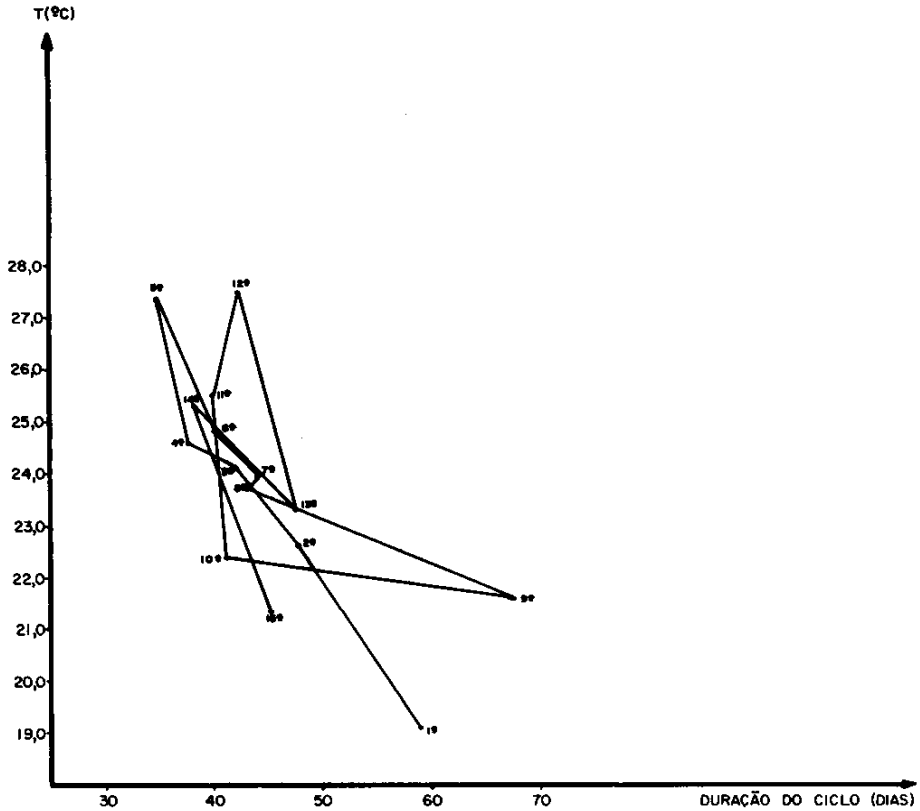


FIG. 2. Variação da temperatura média do ar e da duração do ciclo da cultura em cada época de plantio adotada.

temperatura basal para cada estágio fenológico estudado, a sensibilidade da cultura nos períodos reprodutivos (florescimento-frutificação) foi o principal fator para inviabilizar o processo, auxiliado pela inexistência de dados em literatura sobre o assunto.

A possível contribuição do fotoperíodo e termoperíodo nesses processos reprodutivos também foi investigada, porém isso não ocorreu.

CONCLUSÕES

1. Os métodos empregados para a determinação da temperatura basal da cultura, além de práticos, mostraram-se eficientes, o que ficou constatado pelo alto coeficiente de correlação (99%) existente entre graus-dia determinados com eles.

2. A temperatura do ar parece não ser o único parâmetro determinante da duração do ciclo

dessa cultura, uma vez que a partir da quinta época de plantio (5/12), apesar do acréscimo desses valores, ocorreu um aumento na duração do seu ciclo.

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio a Pesquisa (FUNPES-QUISA/UFSC) pelo financiamento desta pesquisa.

À EMPASC, pela cessão de instrumentais meteorológicos e pelo auxílio no serviço de processamento de dados.

REFERÊNCIAS

- BRUNINI, O. Determinação de índices biometeorológicos e sua aplicação para o estado de São Paulo. Jaboticabal: Fac. Med. Vet. e Agron., 1971.
- GREGORY, F.G. Studies on the energy relations of plants. II - The effect of temperature on increase in area of leaf surface and in dry weight of *Cucumis sativus*. *Annals of Botany*, v.42, p.469-507, 1928.
- HERTER, F.G. Temperatura mínima basal do tomateiro CV. Petomech. *Horticultura Brasileira*, v.2, n.2, p.39-40, 1984.
- MENDONZA, J.F.B. A expressão do sexo em pepino (*Cucumis sativus* L. In: MULLER, J.J.V.; CASALI, V.W.D. Seminário em Olericultura. Viçosa: [s.n.], 1982. v.5, p.53-73.
- OMETTO, J.C. *Bioclimatologia Vegetal*. São Paulo: Ceres, 1981. 440p.
- PERRY, K.B.; WEHNER, T.C., JOHNSON, G.L. Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. *Horticulture*, v.21, n.3, p.419-423, 1986.
- SILVA, A.C.F. da; SATORU, Y.; MULLER, J.J.V.; GUIMARÃES, D.R. Épocas de semeadura e densidades populacionais de pepino para conserva. Florianópolis: EMPASC, 1983. (Pesquisa em Andamento, 10).
- TAN, C.S.; FULTON, J.M.; NUTTALL, V.W. The influence of soil moisture stress and plant populations on the yield of pickling cucumbers. *Scientia Horticulturae*, v.21, n.3, p.217-224, 1983.
- VILA, F.C. Cultivo Del Pepinillo. *Hojas Divulgadoras*, Madrid, p.7-79, 1973.
- WANG, J.Y. A Critique of the heat unit approach to plant response studies. *Ecology*, v.41, n.4, p.785-790, 1960.