

# CONDIÇÕES TÉRMICAS PARA O CULTIVO DO PEPINEIRO NA REGIÃO DO BAIXO VALE DO TAQUARI, RS. 1 – TEMPERATURAS BAIXAS LIMITANTES<sup>1</sup>

GALILEO ADELI BURIOL<sup>2</sup>, ARNO BERNARDO HELDWEIN<sup>3</sup>, VALDUINO ESTEFANEL<sup>4</sup>, RONALDO MATZENAUER<sup>5</sup>, ILOIR ÂNGELO MARCON<sup>6</sup>

**RESUMO** – Determinou-se a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar para o cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Taquari, RS. Foram utilizados os dados diários de temperatura mínima do ar, período de 20/01/1963 a 31/01/1999, registrados na estação meteorológica de Taquari (latitude: 29°48'S, longitude: 51°49'W e altitude: 75m). A partir destes determinou-se a probabilidade de ocorrência de temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C, 3°C, 4°C, 5°C, 12°C e 15°C. Considerou-se a temperatura mínima igual ou inferior a 0°C como um referencial climático de ocorrência de geadas; igual ou inferior a 3°C, 4°C e 5°C como limites equivalentes à temperatura letal a 5cm acima do nível do solo em noites de fraca, média ou forte inversão térmica, respectivamente; igual ou inferior a 12°C como a temperatura base de crescimento da planta; e igual ou inferior a 15°C como a temperatura base de crescimento da planta, utilizada no zoneamento agroclimático das cucurbitáceas. O número mínimo de dias com temperatura baixa em cada decêndio mostrou bom ajustamento à distribuição binomial negativa sendo este o modelo utilizado para calcular as probabilidades de ocorrência. Quando não foi possível obter as probabilidades por esse modelo, foi utilizada a distribuição de Poisson. Os resultados mostraram que existe probabilidade de 1% a 78 % de ocorrerem temperaturas mínimas letais ao pepineiro no período compreendido entre o 2º decêndio de abril e o 1º decêndio de outubro, e probabilidade menor do que 20% de ocorrerem temperaturas letais no período entre o 2º decêndio de setembro e o 2º decêndio de maio. Temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 12°C e 15°C ocorrem ao longo de todo o ano, mas sua frequência é menor do início de dezembro ao final de março.

**Palavras-chave:** temperatura base, temperatura letal, geada, *Cucumis sativus*

## THERMAL CONDITIONS FOR CUCUMBER IN THE TAQUARI VALLEY, RS. 1 – LOW LIMITING TEMPERATURE

**ABSTRACT** – The goal of this study was to determine the probabilities of low air temperature for cucumber in the Taquari valley. Daily data of minimum air temperature from 20 Jan 1963 to 31 Jan 1999 measured in Taquari State of Rio Grande do Sul, Brazil (latitude:29°48'S, longitude:51°49'W and altitude:75m) were used to calculate the probability of temperatures lower or equal than 0°C, 3°C, 4°C, 5°C, 12°C and 15°C. Such values were chosen because 0°C is a reference for frost, and 3°C, 4°C, 5°C are the lethal values for the crop during night time conditions of weak, moderate and strong inversion temperature profile, respectively, and 12°C and 15°C are values used as base temperature for the crop. The minimum number of days with the temperature supra cited was well described by a negative binomial distribution for the majority of the periods (decades = 10 days) used in the computation. Therefore we used this probability distribution to calculate the probabilities. For the periods that were not well described by that distribution, the probabilities were calculated using the Poisson distribution. The probability of lethal temperatures is higher from decade 2 in April to decade 1 in October which varied from 1 to 78% and from decade 2 in September to decade 2 in May in which this probability is lower than 20%. Minimum

<sup>1</sup> Trabalho realizado com recursos da FAPERGS

<sup>2</sup> Eng.º Agrº Professor do Departamento de Fitotecnia – UFSM, Bolsista do CNPq, Deptº de Fitotecnia, CCR, UFSM, 970105-900 – Santa Maria, RS. Email: valduino@.ccr.ufsm.br

<sup>3</sup> Eng.º Agrº Professor do Departamento de Fitotecnia – UFSM.

<sup>4</sup> Eng.º Agrº Professor Aposentado do Departamento de Fitotecnia – UFSM.

<sup>5</sup> Eng.º Agrº Pesquisador da FEPAGRO/SCT, Bolsista do CNPq.

<sup>6</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia – UFSM, Bolsista da FAPERGS.

Recebido para publicação em 21-03-2000.

temperatures lower than 12°C and 15°C may occur all year long, but the frequency is lower from the beginning of December to the end of March.

**Key words:** base temperature, lethal temperature, fort, *Cucumis sativus*.

## INTRODUÇÃO

O pepineiro é uma olerícola que vem despertando crescente interesse nas agroindústrias do Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, uma das maiores dificuldades encontradas pelas mesmas é a irregularidade no fluxo de fornecimento de frutos, ao longo do ano por parte dos produtores. Isto se deve principalmente às condições climáticas do Estado. Dentre os elementos meteorológicos limitantes à produção do pepino, salienta-se a temperatura mínima do ar. Nos meses de inverno, em praticamente todo o Estado, existe probabilidade de ocorrer temperatura igual ou inferior a 0°C (ESTEFANEL et al., 1978), a qual é letal para as plantas do pepineiro. Além disso, nos meses de início da primavera e do final do outono, ocorrem muitos dias com temperaturas inferiores a 12°C, considerada a temperatura base de crescimento do pepineiro (CERMEÑO, 1979; HELDWEIN e ANDRIOLO, 1988). Desta forma, dependendo da região climática do Estado considerada, o período recomendado para o seu cultivo em condições naturais é bastante curto.

Considerando-se as exigências térmicas do pepineiro (CERMEÑO, 1979), a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas (ESTEFANEL et al, 1978) e os valores médios da soma térmica, expressa em soma de graus-dias nas diferentes regiões climáticas do Estado do Rio Grande do Sul (DAMARIO et al., 1976.), deduz-se que o Litoral, Vale do Uruguai e a Depressão Central são as que apresentam maior disponibilidade térmica e o menor risco para o seu cultivo. Entretanto, mesmo nessas regiões, num ou

noutro mês do período invernal, existe a probabilidade de em todos os anos ocorrerem temperaturas mínimas letais às plantas do pepineiro.

Uma das alternativas para a produção de pepino, nos meses mais frios do ano é o seu cultivo em ambientes protegidos, como estufas e túneis plásticos. Esta técnica, além de permitir o seu cultivo fora da época recomendada, possibilita alta produtividade (CERMEÑO, 1979; MARTINS et al., 1995)

Mesmo que o cultivo do pepineiro esteja aumentando em ambiente protegido, é muito importante se conhecer as suas disponibilidades térmicas em condições naturais nas diferentes regiões do Estado, principalmente com relação às datas de ocorrência da primeira e última temperatura mínima prejudicial ao seu cultivo. Com essas informações é possível planejar com segurança as épocas de seu cultivo tanto a campo como em ambiente protegido.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas limitantes ao cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Taquari, RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados diários das temperaturas mínimas do ar, no período de 20/01/1963 a 31/03/1999, registrados na estação meteorológica de Taquari, RS (latitude: 29°48'S, longitude: 51°49'W e altitude: 75m), pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul, FEPAGRO.

Inicialmente fez-se uma análise da homogeneidade dos dados. Para isto utilizou-se a técnica das duplas massas (OMETO, 1981). A seguir determinou-se a probabilidade de ocorrência de temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C, 3°C, 4°C, 5°C, 12°C e 15°C para todos os dias do ano. Considerou-se a temperatura mínima igual ou inferior a 0°C

como um referencial climático de ocorrência de geadas e a 3°C, 4°C e 5°C, como possíveis temperaturas letais para as plantas, tendo em vista que nas noites de inversão térmica, a temperatura do ar, ao nível da superfície, é bem menor do que aquela no abrigo meteorológico a 1,5 m acima do solo. Em média, essa diferença é de 3°C e nas noites de forte inversão térmica, as diferenças geralmente são mais elevadas, podendo ocorrer 0°C a 5 cm sobre o solo desnudo e sobre o solo com cobertura morta quando no interior do abrigo meteorológico, a mínima atinge 4°C e 5°C, respectivamente (HELDWEIN et al., 1988). A temperatura mínima igual ou inferior a 12°C foi tomada como a temperatura base de crescimento das plantas (CERMEÑO, 1979) e a igual ou inferior a 15°C por ser um valor geralmente utilizado no zoneamento agroclimático das cucurbitáceas (MOTA et al, 1974).

Os dados diários de temperatura foram analisados por decêndios. Inicialmente, foram contabilizados para cada decêndio do mês e de cada ano o número de dias em que a temperatura foi igual ou inferior a 0°C (NDT ≤ 0°C), 3°C (NDT ≤ 3°C), 4°C (NDT ≤ 4°C), 5°C (NDT ≤ 5°C), 12°C (NDT ≤ 12°C) e 15°C (NDT ≤ 15°C). Em seguida, o NDT ≤ 0°C, 3°C, 4°C, 5°C, 12°C e 15°C de cada decêndio foi ajustado às distribuições binomial negativa e Poisson, utilizando-se para verificar a aderência entre os dados observados e estimados, o teste de Kolmogoroff-Smirnoff (CAMPOS, 1983). Quando não houve ajustamento da binomial negativa, optou-se pela Poisson e quando ambas não se ajustavam, as probabilidades foram calculadas a partir das frequências relativas. O parâmetro K da distribuição binomial negativa foi estimado pelo método da máxima verossimilhança e pelo método dos momentos, sendo que após os testes, optou-se pelo primeiro para a análise definitiva (BLISS & FISHER, 1953).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste Kolmogoroff-Smirnoff mostrou que o NDT ≤ 0°C, 3°C, 4°C, 5°C, 12°C e 15°C apresenta maior aderência à distribuição binomial negativa do que a Poisson. Em 281 situações em que foi feito o ajuste, a distribuição binomial negativa apresentou melhor ajustamento que a Poisson em 61 casos, sendo equivalentes nas demais situações. Em vista disso, as probabilidades de ocorrência foram obtidas sempre que possível pela distribuição binomial negativa, dando preferência à estimativa de K feita pelo método da máxima verossimilhança, por se obter por este método, uma estimativa de menor variância.

A Tabela 1 apresenta a probabilidade de ocorrência de n ou mais dias com temperatura mínima do ar igual ou inferior a 0°C, 3°C, 4°C e 5°C. Considerando-se as datas de ocorrência de temperaturas mínimas do ar igual ou menor do que 0°C, ao nível do abrigo meteorológico, o período com valores letais do pepineiro vai do 1º decêndio de julho ao 2º decêndio de agosto. Já, ao se considerar a temperatura mínima de 5°C, o período de ocorrência de possíveis temperaturas letais ao nível do solo (5 cm) vai do 2º decêndio de abril ao 1º decêndio de outubro. Isto mostra que se pode incorrer num erro ao utilizar somente a temperatura de 0°C, medida ao nível do abrigo meteorológico para definir a estação de cultivo do pepineiro, pois nesse caso, a 5 cm acima do solo pode ocorrer temperatura de 0°C em dias em que a temperatura do abrigo é mais elevada. Desta forma, recomenda-se que no período entre o 2º decêndio de abril e o 1º decêndio de outubro, o cultivo do pepineiro deva ser realizado em ambientes protegidos como em estufas e/ou túneis plásticos.

**TABELA 1- Probabilidade de ocorrerem n ou mais dias com temperatura mínima diária igual ou inferior a 0°C, 3°C, 4°C e 5°C, no 1°, 2° e 3° decêndio nos doze meses do ano, em Taquari, RS.**

| n                               | Abril |      |      | Maio |      |      | Junho |      |      | Julho |      |      | Agosto |      |      | Setembro |      |      | Out  |
|---------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|--------|------|------|----------|------|------|------|
|                                 | 1°    | 2°   | 3°   | 1°   | 2°   | 3°   | 1°    | 2°   | 3°   | 1°    | 2°   | 3°   | 1°     | 2°   | 3°   | 1°       | 2°   | 3°   | 1°   |
| <b>Temperatura mínima ≤ 0°C</b> |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |        |      |      |          |      |      |      |
| 1                               |       |      |      |      |      |      | 0,10  | 0,06 |      | 0,03  | 0,22 | 0,05 | 0,09   | 0,03 |      |          |      |      |      |
| 2                               |       |      |      |      |      |      |       | 0,02 |      |       | 0,03 |      | 0,04   |      |      |          |      |      |      |
| 3                               |       |      |      |      |      |      |       | 0,01 |      |       |      |      | 0,02   |      |      |          |      |      |      |
| <b>Temperatura mínima ≤ 3°C</b> |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |        |      |      |          |      |      |      |
| 1                               |       |      |      | 0,11 | 0,26 |      | 0,29  | 0,40 | 0,49 | 0,39  | 0,53 | 0,37 | 0,40   | 0,17 | 0,14 | 0,20     | 0,03 | 0,03 |      |
| 2                               |       |      |      | 0,02 | 0,07 |      | 0,10  | 0,19 | 0,20 | 0,12  | 0,23 | 0,17 | 0,16   | 0,06 | 0,05 | 0,07     |      |      |      |
| 3                               |       |      |      | 0,01 | 0,01 |      | 0,03  | 0,09 | 0,07 | 0,03  | 0,09 | 0,09 | 0,06   | 0,03 | 0,02 | 0,02     |      |      |      |
| 4                               |       |      |      |      |      |      | 0,01  | 0,05 | 0,03 | 0,01  | 0,03 | 0,04 | 0,03   | 0,01 |      | 0,01     |      |      |      |
| 5                               |       |      |      |      |      |      |       | 0,02 | 0,01 |       | 0,01 | 0,02 |        | 0,01 |      |          |      |      |      |
| 6                               |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      | 0,01 |        |      |      |          |      |      |      |
| 7                               |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      | 0,01 |        |      |      |          |      |      |      |
| <b>Temperatura mínima ≤ 4°C</b> |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |        |      |      |          |      |      |      |
| 1                               |       |      | 0,03 | 0,03 | 0,23 | 0,38 | 0,36  | 0,56 | 0,53 | 0,49  | 0,64 | 0,41 | 0,56   | 0,27 | 0,23 | 0,40     | 0,20 | 0,08 |      |
| 2                               |       |      |      |      | 0,04 | 0,14 | 0,20  | 0,32 | 0,28 | 0,23  | 0,32 | 0,20 | 0,26   | 0,13 | 0,08 | 0,18     | 0,05 |      |      |
| 3                               |       |      |      |      | 0,01 | 0,05 | 0,12  | 0,19 | 0,16 | 0,11  | 0,13 | 0,10 | 0,11   | 0,07 | 0,03 | 0,08     | 0,02 |      |      |
| 4                               |       |      |      |      |      | 0,02 | 0,08  | 0,11 | 0,09 | 0,05  | 0,05 | 0,06 | 0,04   | 0,04 | 0,01 | 0,04     |      |      |      |
| 5                               |       |      |      |      |      |      | 0,05  | 0,06 | 0,05 | 0,02  | 0,02 | 0,03 |        | 0,02 |      | 0,02     |      |      |      |
| 6                               |       |      |      |      |      |      | 0,04  | 0,04 | 0,03 |       | 0,01 | 0,02 |        | 0,01 |      | 0,01     |      |      |      |
| 7                               |       |      |      |      |      |      | 0,03  | 0,02 | 0,02 |       |      | 0,01 |        | 0,01 |      |          |      |      |      |
| 8                               |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |        | 0,01 |      |          |      |      |      |
| <b>Temperatura mínima ≤ 5°C</b> |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      |        |      |      |          |      |      |      |
| 1                               |       | 0,03 | 0,10 | 0,10 | 0,28 | 0,45 | 0,52  | 0,66 | 0,64 | 0,62  | 0,78 | 0,49 | 0,57   | 0,44 | 0,36 | 0,54     | 0,23 | 0,17 | 0,03 |
| 2                               |       |      |      |      | 0,12 | 0,26 | 0,30  | 0,41 | 0,39 | 0,34  | 0,50 | 0,28 | 0,32   | 0,22 | 0,14 | 0,28     | 0,08 | 0,02 |      |
| 3                               |       |      |      |      | 0,06 | 0,16 | 0,18  | 0,25 | 0,24 | 0,18  | 0,28 | 0,17 | 0,17   | 0,12 | 0,06 | 0,14     | 0,03 | 0,01 |      |
| 4                               |       |      |      |      | 0,03 | 0,11 | 0,11  | 0,16 | 0,14 | 0,09  | 0,14 | 0,10 | 0,10   | 0,06 | 0,02 | 0,07     | 0,01 |      |      |
| 5                               |       |      |      |      | 0,01 | 0,07 | 0,07  | 0,09 | 0,08 | 0,05  | 0,07 | 0,06 | 0,05   | 0,03 | 0,01 | 0,04     |      |      |      |
| 6                               |       |      |      |      |      | 0,05 | 0,04  | 0,06 | 0,05 |       | 0,03 | 0,04 | 0,03   | 0,02 |      | 0,02     |      |      |      |
| 7                               |       |      |      |      |      | 0,03 | 0,03  | 0,03 | 0,03 |       |      | 0,03 |        | 0,01 |      | 0,01     |      |      |      |
| 8                               |       |      |      |      |      |      | 0,02  | 0,02 | 0,02 |       |      |      | 0,02   |      | 0,01 |          |      |      |      |
| 9                               |       |      |      |      |      | 0,02 |       | 0,01 |      |       |      |      | 0,01   |      |      |          |      |      |      |
| 10                              |       |      |      |      |      |      |       |      |      |       |      |      | 0,01   |      |      |          |      |      |      |

A Figura 1 mostra a probabilidade de ocorrência de um ou mais dias com temperatura mínima decendial igual ou menor do que 0°C, 3°C, 4°C e 5°C. Observa-se que os valores mais elevados de probabilidade ocorrem nos meses de junho, julho e início de agosto e que até o 3° decêndio do mês de abril e no 1° decêndio do mês de maio ocorre somente temperatura mínima igual ou menor do que 4°C e 5°C e

com valores baixos de probabilidade. Assim, considerando-se que nestes meses as temperaturas mínimas não atingem o nível crítico com muita frequência, pode-se planejar que o final do ciclo da cultura se estenda até a 1ª quinzena de maio, pois a probabilidade de dano é pequena e caso ocorra o prejuízo, este será apenas parcial, tendo em vista que a maior parte da produção já terá sido colhida.

CONDIÇÕES TÉRMICAS PARA O CULTIVO DE PEPINEIRO NA REGIÃO DO BAIXO VALE DO TAQUARI, RS.  
1 - TEMPERATURAS BAIXAS LIMITANTES

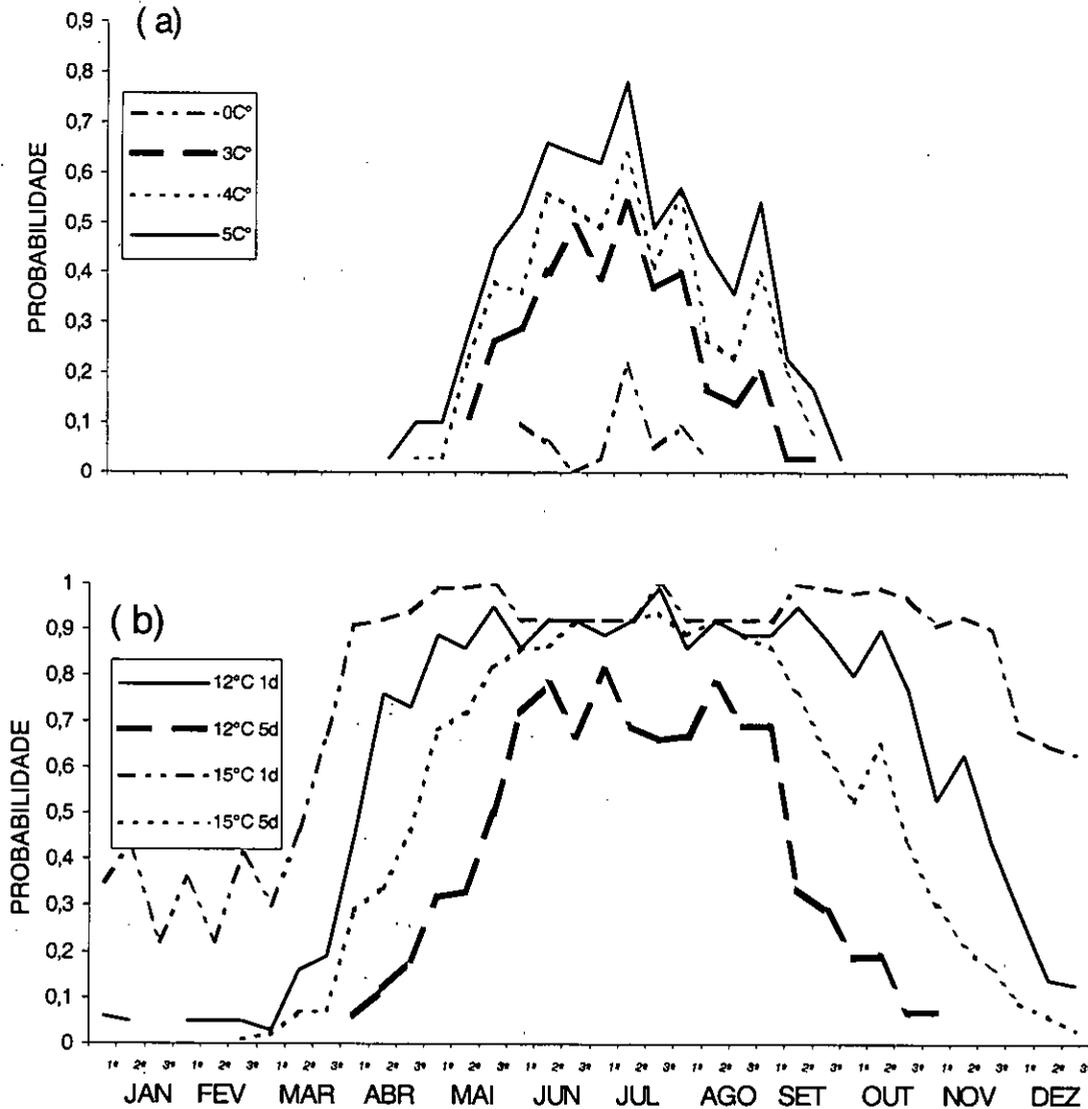


FIGURA 1- Probabilidade de ocorrência de um ou mais dias com valores de temperatura mínima decendial igual ou menor que 0°C, 3°C, 4°C, e 5°C (a) e de um ou mais dias e de cinco ou mais dias com temperatura mínima igual ou menor que 12°C e 15°C (b) em Taquari, RS.

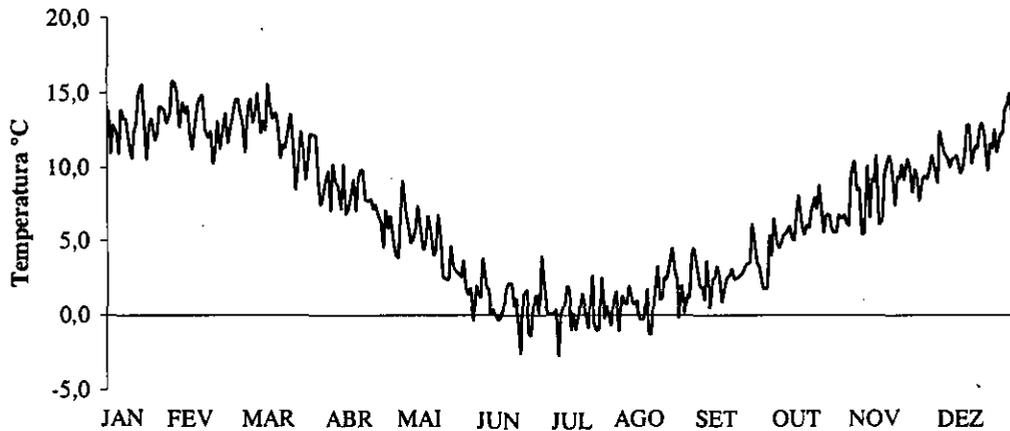
Dados obtidos em trabalhos realizados em Santa Maria, mostram que a temperatura mínima diária do ar no interior da estufa, considerando uma estufa bem vedada, é, em média em torno de 1°C superior àquela do exterior (BURIOL et al. 1993). Nas noites mais frias, essas diferenças são ainda maiores. Nesse caso, as noites são sempre de céu límpido, sem vento, favorecendo, portando, a emissão de ondas longas pela superfície, resultando em balanço de radiação bastante negativo na área externa. No ambiente protegido pelo

plástico ocorre intensa condensação do vapor d'água, na face interna do filme plástico, reduzindo assim a transmissividade da radiação infravermelha e fazendo com que as diferenças entre os dois ambientes alcancem valores de até 4°C (BURIOL et al. 1993). Tendo em vista estes resultados e observando que, em Taquari, no período de 20/01/1963 a 31/03/1999 a temperatura mínima absoluta foi de -2,8°C (Figura 2), pode-se inferir que na região não há risco de morte das plantas do pepineiro por

geadas, quando cultivadas em ambiente protegido, desde que corretamente manejado, mesmo nos períodos mais frios do ano.

Na Tabela 2 observa-se que, embora sendo baixíssimos os valores de probabilidade, mesmo no período mais quente do ano, entre final de dezembro e início de março, existe a probabilidade de

ocorrerem valores de temperatura mínima abaixo da temperatura base de crescimento do pepineiro, 12°C e 15°C. Estes valores, certamente não prejudicam o seu crescimento, pois nesta época do ano o fotoperíodo é longo e as noites curtas, permanecendo a temperatura mínima assim, pouco tempo abaixo desses limites.



**FIGURA 2 - Temperaturas mínimas absolutas diárias registradas em Taquari, RS, no período de 20/01/1963 a 31/03/1999.**



Do 2º decêndio do mês de abril ao 3º decêndio do mês de setembro, período em que podem ocorrer temperaturas mínimas letais às plantas, a probabilidade de ocorrer  $n$  ou mais dias com temperatura mínima diária igual ou menor a 12°C e 15°C, é bastante elevada. A Figura 1b ilustra bem este fato. Desta forma e, considerando também a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas iguais ou inferiores a 3°C, 4°C e 5°C, a semeadura direta a campo antes do 1º decêndio de setembro tem alta probabilidade de insucesso. A alternativa para antecipar o plantio seria a produção de mudas em estufa, a partir da 2ª quinzena de agosto, para realizar o transplantio a partir da 2ª quinzena de setembro. Observa-se que, mesmo para a probabilidade de ocorrência de 5 ou mais dias com temperatura mínima menor ou igual a 12°C, a mesma é elevada, acima de 70% em junho, julho e agosto e acima de 40% no 2º e 3º decêndios de maio e no 1º e 2º decêndios de setembro.

Seria muito importante obter o registro contínuo e concomitante de temperatura do ar no interior e exterior de estufas, localizadas nesta região para quantificar o tempo em que a temperatura permanece acima de 12°C, bem como a amplitude térmica. Isso permitiria quantificar com boa aproximação a taxa de crescimento e o desenvolvimento do pepineiro, nesses dois ambientes na região.

## CONCLUSÕES

No período compreendido entre o 3º decêndio de abril e o 1º decêndio de outubro, existe a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas letais para as plantas do pepineiro na região do Baixo Vale do Taquari, RS.

Com a utilização de estufas e túneis altos de plásticos, nos meses mais frios do ano é possível evitar a ocorrência de temperaturas mínimas letais às plantas de pepineiro na região

do Baixo Vale do Taquari.

A semeadura direta do pepineiro a campo antes da segunda quinzena de setembro tem alto risco de insucesso no estabelecimento da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLISS, C. I.; FISHER, R. A. Fitting the negative binomial distribution to biological data. *Biometric*, Raleigh, n. 9, 176-200, 1953.
- BURIOL, G. A.; SCHENEIDER, F. M.; ESTEFANEL et al. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, n.1, p 43-49, 1993.
- CAMPOS, H. de; *Estatística não paramétrica*. 4. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1983 p. 349.
- CERMEÑO, C. S. *Cultivo de hortaliças em invernaderos*. Barcelona: Editorial AEDOS, 1979. 360p.
- DAMARIO, E. A.; PASCALE, A. J.; BURIOL, G. A. Disponibilidade de calor para os cultivos do Estado do Rio Grande do sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v.6, n.2, p. 129-163, 1976.
- ESTEFANEL, V.; BURIOL, G. A.; SACCOL, A. V. et al. Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v.8, n.4, p363-384, 1978.
- HELDWEIN, A. B.; ANDRIOLO, J. L. Temperatura base e soma térmica do subperíodo de floração-maturação do pepino. In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS DA REGIÃO SUL, 5., 1988, Santa Maria, RS. *Resumos...* Santa

- Maria: Departamento de Fitotecnia/ CCR UFSM/ SOB, 1988. p. 68.
- HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, V.; MANFRON, P. A. et al. Análise das temperaturas mínimas ocorridas em Santa Maria, RS. I - Estimativa das temperaturas mínimas do ar a 5 cm da superfície do solo desnudo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.18, n.1, p.3-14, 1988.
- MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; POSTINGHER, D. et al. Avaliação da cultura do pepino (*Cucumis sativus*, c.), cultivado em estufa plástica, sob diferentes tipos de poda e arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Agro-Ciência**, v.1, n.1, p 30-33, 1995.
- MOTA, F. S. dos; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. C. et al. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: EMBRAPA/EPEAS, 1974, 122p.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: CERES, 1981, 440p.