



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR E DA  
TEMPERATURA DO AR NA PRODUÇÃO  
DE PEPINO EM ESTUFA PLÁSTICA**

---

**Vivairo Zago**

**PPGA**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

**INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR E  
DA TEMPERATURA DO AR NA PRODUÇÃO  
DE PEPINO EM ESTUFA PLÁSTICA**

---

por

**Vivairo Zago**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em  
Agronomia, área de Produção Vegetal da Universidade  
Federal de Santa Maria (RS), como requisito para a obtenção  
do grau de  
**Mestre em Agronomia.**

**PPGA**

Santa Maria, RS, Brasil

**2004**

**Universidade Federal de Santa de Santa Maria**  
**Centro de Ciências Rurais**  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
Aprova a Dissertação de Mestrado

**INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR E DA  
TEMPERATURA DO AR NA PRODUÇÃO DE PEPINO  
EM ESTUFA PLÁSTICA**

Elaborada por  
**Vivairo Zago**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Dr. Galileo Adeli Buriol**  
(Presidente/Orientador)

---

**Dr. Arno Bernardo Heldwein**

---

**Dra. Bernardete Radin**

Santa Maria, 15 de julho de 2004

---

2004

Todos os direitos autorais reservados a Vivairo Zago. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua João José Briesch, s/n, Centro- Canudos do Vale, RS, 95933-000  
Fone (51) 616 1147; Fax (51) 616 1147; End. Eletr: [vivairo@yahoo.com.br](mailto:vivairo@yahoo.com.br)

---

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela coragem em enfrentar os desafios da vida.

Ao Professor Galileo, pela orientação, amizade, dedicação e compreensão.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia Arno, Flávio, Nereu e Valduíno.

Ao professor Sidnei pelas idéias na análise estatística.

Aos colegas, Astor, Luciano, Ivonete e demais colegas do Curso.

Aos bolsistas do Setor de climatologia, Gustavo, Isabel, Tiago, Ricardo e demais bolsistas e voluntários do Setor de Climatologia.

Aos colegas Jaques, Nirlei, Josemar e outros bolsistas e mestrandos antigos do Setor de Climatologia.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia.

A CAPES pela ajuda financeira e a Moradia Estudantil da UFSM.

Enfim, a todos que me ajudaram e incentivaram na elaboração deste trabalho e do qual considero que fazem parte.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	05
2.1. A cultura do pepineiro.....	05
2.2. Condições de cultivo.....	06
2.3. Condições micrometeorológicas em estufas e túneis. plásticos.....	08
2.4. Radiação solar.....	13
2.5. Temperatura do ar.....	16
2.6. Relação entre produção e elementos meteorológicos.....	18
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
4.1. Rendimento de pepino.....	25
4.2. Duração do período reprodutivo.....	30
4.3. Radiação solar e temperatura do ar x curva de produção do pepineiro .....	46
4.4. Variação da produção com a radiação solar e a temperatura do ar.....	48
4.5. Relação entre produção, radiação solar e soma térmica.....	52
4.6. Soma térmica do período reprodutivo.....	56
<b>5.0. CONCLUSÃO</b> .....	61
<b>6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	62

## **RESUMO**

### **INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR E DA TEMPERATURA DO AR NA PRODUÇÃO DE PEPINO EM ESTUFA PLÁSTICA**

Autor: Viveiro Zago

Orientador: Galileo Adeli Buriol

Estudou-se a influência das variáveis radiação solar global e temperatura do ar sobre a produção de pepino. Utilizou-se dados de produção de cada colheita ao longo do período reprodutivo do pepineiro, de dez experimentos conduzidos em estufa plástica instaladas no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia-UFSM, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, RS, período 1992-2003. Os experimentos (E) foram realizados da seguinte maneira: o E<sub>1</sub> em 1992, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub> em 1996, E<sub>4</sub> em 1997, E<sub>5</sub> em 1998, E<sub>6</sub> e E<sub>7</sub> em 1999, E<sub>8</sub> em 2000, E<sub>9</sub> em 2002 e E<sub>10</sub> 2003. Em seis dos experimentos o número de genótipos constituíram-se de dois, até cinco e nos demais de um genótipo. Avaliou-se a produtividade de cada cultivar nos diferentes experimentos e épocas do ano, calculou-se a soma térmica acima de 12°C para o período reprodutivo e/ou colheita e fez-se uma análise estatística através de uma regressão entre produtividade e as variáveis radiação solar global diária e a soma térmica acima de 12°C. Os resultados indicaram que a produção do pepineiro cultivado no interior de estufas geralmente é superior ao conduzido a campo e que ocorre variações de rendimento entre épocas e anos de cultivo e entre genótipos. A influência da temperatura e da radiação solar com relação a produção de frutos foi variável entre as épocas, e dependente da intensidade dos elementos meteorológicos. Para alguns genótipos a soma térmica durante os cultivos de outono/inverno foi inferior, no entanto o ciclo reprodutivo foi superior. A análise de regressão mostrou que a relação entre a

produção de frutos e a soma acumulada da temperatura acima de 12°C e da radiação solar global entre as colheitas se ajustou melhor para as épocas de primavera/verão.

Palavras chave: pepineiro, produtividade, radiação solar, temperatura do ar.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - PPGA

Autor: Vivairo Zago

Orientador: Galileo Adeli Buriol

Título: Influência da radiação solar e da temperatura do ar na produção de pepino em estufa plástica.

Dissertação de Mestrado em Agronomia.

Santa Maria, Julho de 2004.



## **ABSTRACT**

### **INFLUENCE OF THE SOLAR RADIATION AND OF TEMPERATURE ON CUCUMBER YIELD IN GREENHOUSE**

It was studied the influence of the variables global solar radiation and air temperature about the production of cucumber. It was used data of yield was studied was used data of production of each harvest along the reproductive period of the cucumber plant of ten experiments conducted in greenhouse installed in the Experimental, Field of the Department of Fitotecnia UFSM in Santa Maria, State of Rio Grande do Sul, RS, during the period of 1992-2003. The experiments (E) were realized of the following manner: the E<sub>1</sub> was in 1992, E<sub>2</sub> and E<sub>3</sub> were in 1996, E<sub>4</sub> was in 1997, E<sub>5</sub> was in 1998, E<sub>6</sub> and E<sub>7</sub> were in 1999, E<sub>8</sub> was in 2000, E<sub>9</sub> was in 2002 and E<sub>10</sub> was 2003. In six of the experiments, the number of genotypes constituted themselves of two until five and in the other of one genotype. It was evaluated the productivity of each growing in the different experiments and epochs of year, it was calculated the thermal sum above 12°C to the reproductive period and or harvest and was made a statistical analyses through a regression among productivity and the variables global solar diary radiation and the thermal sum above 12°C. The results indicated that the production of that cucumber plant cultivated inside that greenhouses generally is upper to the conducted to field and that occurs yield variations among epochs and years of cultivation and among genotypes. The influence of the temperature and of the solar radiation with relation to production of fruit was variable among the epochs and dependent of the intensity of the meteorological elements. Some for genotypes the thermal sum during the cultivations of autumn/winter was lower however the reproductive cycle was upper. The analysis of regression demonstrated that the relationship

between the production of fruits and the accumulated sum of the temperature above 12°C and of the global solar radiation among the crops was adjusted better for the spring times / summer.

Words key: cucumber, productivity, solar radiation, temperature.

FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA MARIA - UFSM  
PÓS GRADUATE PROGRAM IN AGRONOMY - PPGA

Author: Vivairo Zago

Orientador: Galileo Adeli Buriol

Title: Influence of the solar radiation and temperature on cucumber yield in greenhouse.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Eureka, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1992. Santa Maria, RS, 2004.....33
- FIGURA 02** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Premier, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1992. Santa Maria, RS, 2004.....33
- FIGURA 03** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo H-19, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1992. Santa Maria, RS, 2004.....34
- FIGURA 04** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo SMR, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1992. Santa Maria, RS, 2004.....34

- FIGURA 05** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Spring, cultivado em estufa no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1997. Santa Maria, RS, 2004.....35
- FIGURA 06** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Premier, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1997. Santa Maria, RS, 2004.....35
- FIGURA 07** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Ginga, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1997. Santa Maria, RS, 2004.....36
- FIGURA 08** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Donja, tipo conserva, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1997. Santa Maria, RS, 2004.....36
- FIGURA 09** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo SMR-58, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1997. Santa Maria, RS, 2004.....37

<b>FIGURA 10</b>	Radiação solar global (Rg) temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Seiriki, cultivado em estufa no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1998. Santa Maria, RS, 2004.....	37
<b>FIGURA 11</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Marinda, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1999. Santa Maria, RS, 2004.....	38
<b>FIGURA 12</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Marinda, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 2000. Santa Maria, RS, 2004.....	38
<b>FIGURA 13</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) nas colheitas de pepino conserva, genótipo Donja RS, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 2002. Santa Maria, RS, 2004.....	39
<b>FIGURA 14</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média diária (T) e produção (Prod.) nas colheitas de pepino conserva, genótipo Lafaitte, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 2002 . Santa Maria, RS, 2004.....	39

- FIGURA 15** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Royal, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro de semestre de 2002. Santa Maria, RS, 2004.....40
- FIGURA 16** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Donja RS, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 2003. Santa Maria, RS, 2004.....40
- FIGURA 17** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva genótipo Lafaitte, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 2003. Santa Maria, RS, 2004.....41
- FIGURA 18** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino, genótipo Royal, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 2003. Santa Maria, RS, 2004.....41
- FIGURA 19** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo japonêsinho, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1996. Santa Maria, RS, 2004.....42

<b>FIGURA 20</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo L-945 cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1996. Santa Maria, RS, 2004.....	42
<b>FIGURA 21</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo L-945 cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1996. Santa Maria, RS, 2004.....	43
<b>FIGURA 22</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo Seiriki, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1998. Santa Maria, RS, 2004.....	43
<b>FIGURA 23</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo Seiriki, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1999. Santa Maria, RS, 2004.....	44
<b>FIGURA 24</b>	Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada genótipo Niquey, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no primeiro semestre de 1999. Santa Maria, RS, 2004.....	44

**FIGURA 25** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo Hokuho, cultivado em estufa plástica no Departamento de Fitotecnia, UFSM, no segundo semestre de 1999. Santa Maria, RS, 2004.....45



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 01</b>	Data de semeadura e de transplante dos genótipos de pepino tipo conserva e salada nos diferentes experimentos conduzidos em estufa plástica. UFSM. Santa Maria , RS, 2004.....	23
<b>TABELA 02</b>	Ano, período de cultivo, genótipos utilizados, período de colheita e rendimento nos diferentes experimentos com pepineiro tipo conserva conduzidos em estufa plástica. UFSM. Santa Maria , RS, 2004.....	29
<b>TABELA 03</b>	Ano de cultivo, cultivar utilizada, período de colheita e rendimento dos diferentes experimentos com pepino tipo salada conduzidos em estufa plástica. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.....	30
<b>TABELA 04</b>	Experimentos, cultivares, épocas de cultivo, equações de regressão e $R^2$ entre as variáveis soma térmica, radiação solar e produção para o período produtivo das cultivares de pepino tipo salada. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.....	53
<b>TABELA 05</b>	Experimentos, genótipos, épocas de cultivo, equações de regressão e $R^2$ entre as variáveis soma térmica, radiação solar e produção para o período produtivo das cultivares de pepino tipo conserva. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.....	55

<b>TABELA 06</b>	Soma térmica em graus acumulados (GD) e soma da radiação solar incidente acumulada ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ) do período reprodutivo para os genótipos de pepino tipo salada, cultivados em estufa plástica. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.....	57
<b>TABELA 07</b>	Soma térmica em graus acumulados (GD) e soma da radiação solar incidente acumulada ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ) e número de dias do período reprodutivo para os genótipos de pepino tipo conserva, cultivados em estufa plástica. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.....	59

# **1- INTRODUÇÃO**

Dentre as hortaliças fruto, o tomate, o melão e o pepino destacam-se como os mais consumidos e mais cultivados no Brasil. O pepino é consumido tanto na forma de salada quanto pickles ou conserva. Quando o produto é destinado à industrialização, esta é normalmente realizada em pequenas agroindústrias que são viabilizadas pela produção e mão de obra locais.

No Estado do Rio Grande Sul o cultivo do pepineiro é realizado a campo e em ambientes parcialmente modificados, como estufas e túneis plásticos. O cultivo a campo restringe-se somente ao período dos meses mais quentes do ano e normalmente tem produtividade e qualidade inferiores, além de uma maior utilização de defensivos agrícolas. O cultivo em estufas e túneis plásticos ocorre, principalmente nos meses em que a temperatura apresenta algumas restrições quanto aos limites mínimos, para determinadas culturas, dentre as quais o pepineiro.

As altas temperaturas mais favoráveis obtidas pelo efeito estufa e principalmente pela “estanqueidade” do ar no interior das estufas e túneis plásticos possibilitam o cultivo nos meses mais frios do ano de espécies que normalmente em determinadas regiões do estado só poderiam ser cultivadas na primavera e verão. Nestes ambientes obtém-se uma maior regularidade na produção, que permite uma menor ociosidade das agroindústrias de conserva, bem como uma menor dependência da produção de outros Estados. Além disso os produtores recebem melhores preços pelo produto no período de entressafra. O cultivo em estufas e túneis plásticos no Estado iniciou em meados de 1980. Inicialmente estes ambientes eram utilizados principalmente para a produção no período de inverno de culturas de verão e/ou para obter precocidade de colheita destas culturas na primavera.

A vantagem dos ambientes protegidos deve-se às alterações na disponibilidade dos diferentes elementos meteorológicos, como o aumento da temperatura do ar e da fração difusa da radiação, favorecendo o crescimento e

desenvolvimento da cultura, a diminuição da velocidade do vento e a eliminação do impacto das gotas da chuva, possibilitando aumento da qualidade do produto.

As pesquisas tem indicado que, com manejo adequado da ventilação das estufas e túneis é possível utilizar estes ambientes com cultivos em quase todos os meses do ano na maioria das regiões do Estado do Rio Grande do Sul. Somente existe um pequeno período durante o ano em que se torna difícil o cultivo em estufas e túneis, como nos meses de dezembro e janeiro, em função da elevada disponibilidade de radiação solar e, conseqüentemente, dos altos valores prejudiciais da temperatura do ar.

Nas regiões climáticas do Estado com temperaturas mínimas mais elevadas como: Depressão Central, Vale do Taquari, Litoral, e ainda nas outras regiões climáticas onde há ocorrência de microclimas, condicionados principalmente pela orografia local, é possível cultivar o pepineiro no interior de estufas e túneis plásticos, durante os meses mais frios do ano, sem o aporte de energia para evitar a ocorrência de temperaturas mínimas letais às plantas. O incremento da temperatura do ar proporcionado pela estufa, quando o manejo das suas aberturas é realizado de forma correta é suficiente, para que no seu interior, nas condições climáticas dessas regiões, as temperaturas mínimas não sejam letais às culturas. Nas regiões climáticas mais frias também é possível o cultivo do pepineiro nos meses inverniais, mas são necessários mecanismos de elevação da temperatura noturna nos dias em que as temperaturas mínimas possam atingir valores iguais ou inferiores a 1°C, limite este considerado letal às plantas do pepineiro (CERMEÑO, 1990).

Entretanto o elemento meteorológico que é difícil de ser alterado e que exerce uma importância fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas do pepineiro é a radiação solar. A baixa disponibilidade de radiação solar reduz a taxa fotossintética a níveis que o crescimento das plantas torna-se paralisado. Isto é observado principalmente quando ocorre vários dias consecutivos com alto índice de nebulosidade, que podem ocorrer, mesmo em épocas do ano em que a média da densidade de fluxo de radiação é alta. No entanto em determinadas épocas do ano, principalmente nos meses de junho e

julho a deficiência de radiação solar é mais freqüente e com maior intensidade, podendo comprometer a produção, principalmente em regiões do estado onde há maior ocorrência de nevoeiro e nebulosidade.

A deficiência hídrica do solo ou do substrato que poderia ser limitante aos cultivos nestes ambientes não ocorre, pois aí a água é fornecida por irrigação, mantendo-se a umidade próximo a capacidade de campo.

Assim, o crescimento e o desenvolvimento do pepineiro está relacionado principalmente a inter relação existente entre radiação solar temperatura. Isto fica evidenciado quando se observa a oscilação da produtividade ao longo do ciclo produtivo do pepineiro de acordo com a variação dos elementos meteorológicos, principalmente radiação solar e temperatura (STORCH *et al.* (1998). Estes elementos meteorológicos precisam atuar simultaneamente sobre o desenvolvimento da cultura, sendo que a restrição de um, compromete parcialmente o crescimento e o desenvolvimento da cultura e principalmente a produção de frutos.

É importante que se estude para cada local e/ou região a influência desses elementos meteorológicos ao longo do ciclo produtivo do pepineiro com vistas a definir uma recomendação mais precisa ao produtor quanto ao limite (época) de cultivo.

No Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, têm-se realizado durante vários anos experimentos com a cultura do pepino em estufas plásticas utilizando tanto cultivares destinadas à indústria como para salada. Com esses dados é possível relacionar a produção e a evolução do ciclo do pepineiro e a sua produção com a variação da radiação solar e a temperatura do ar.

O objetivo deste trabalho foi:

Avaliar a influência da radiação solar e da temperatura do ar na produção do pepineiro em estufa plástica.

Avaliar o rendimento de genótipos de pepineiro conduzidos em estufa plástica.

Avaliar a duração do ciclo produtivo de genótipos de pepineiro cultivados em estufa plástica.

## **2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1- A CULTURA DO PEPINEIRO**

O pepineiro (*Cucumis sativus L*) é uma cucurbitácea originária do Continente Asiático, e vem sendo cultivado há mais de 3.000 anos. Nesse continente se encontra aproximadamente 50% da área cultivada com esta espécie, seguido pela Europa com 23% (SATURNINO *et al.*,1982). A América Latina tem uma participação de apenas 0,45% de um total de quase 10 milhões de hectares cultivados no mundo. No Brasil as cucurbitáceas representam 23% do volume de hortaliças comercializado incluindo várias espécies que se destacam economicamente dentre as quais está o pepino (LOPES *et al.*,1998).

O Estado de São Paulo é o maior produtor de pepino no Brasil tanto para o tipo salada como para conserva, com uma área cultivada de aproximadamente 1.320 ha (TRANI *et al.*,1997). Os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina ocupam uma área média de 1.300 e 770 ha, respectivamente, e estão entre os principais produtores desta hortaliça no país. A área cultivada no estado do Rio Grande do Sul em 1999 envolvia mais de 2900 agricultores, nas regiões do Vale do Caí (SCHVAMBACH, 2001), além da região do Vale do Taquari que tem produção destinada para a industrialização (POERSCKE, 2000). Isto se deve em parte á estrutura fundiária de algumas regiões destes Estados, a qual é composta de pequenas propriedades familiares. Outro fator está relacionado ao aspecto cultural e alimentar das populações destas regiões que tem suas origem na imigração européia. Segundo dados da CEASA, 1992 o consumo médio de pepino anual no Rio Grande do Sul é de 2,0 Kg por habitante. A cultura do pepino tem

uma alta rentabilidade por área cultivada e representa uma renda extra à pequena propriedade que normalmente tem atividades diversificadas.

No Estado de São Paulo, por exemplo a espécie está entre as quinze mais cultivadas, as espécies tipo salada despertam maior interesse em função de um maior retorno econômico por área, devido principalmente ao menor custo com mão de obra, além da alta produtividade (TRANI *et al.*,1997).

O pepineiro pode alcançar produtividade de até 167.400 Kg/ha<sup>-1</sup>, obtidos na Holanda (LOPES *et al.*, 1998). Resultados semelhantes foram encontrados em Santa Maria com a cultivar Premier tipo salada cultivado em estufa, com produtividade de 165.593 Kg/ha<sup>-1</sup> (STORCH *et al.*,1997). No Estado do Rio Grande do Sul, em Passo Fundo CALVETE *et al.* (1989) obteve valores de produção de até 140.000 Kg/ha<sup>-1</sup> e MARTINS *et al.* (1995) em Pelotas, valores de até 186.000 Kg/ha<sup>-1</sup> de pepino tipo salada, em estufa plástica. Em cultivos a campo os rendimentos são inferiores situando-se entre entre 25.000 a 80.000 Kg/ha<sup>-1</sup> (EPAGRI, 1993). Os rendimentos de pepino tipo conserva cultivado em estufa em Santa Maria também são promissores SCHVAMBACH (2001) obteve rendimentos de 65.000 Kg/ha<sup>-1</sup>, para pepino conserva, valor bem mais elevado daqueles obtidos a campo por SILVA *et al.* (1992), 10.000 Kg/ha<sup>-1</sup>, e por CERNE *et al.* (2000), 31.400 kg/ha<sup>-1</sup> e por RESENDE & FLORI (2003), 33.540 kg/ha<sup>-1</sup>.

## **2.2- CONDIÇÕES DE CULTIVO**

O pepino é uma hortaliça fruto que pode ser cultivado a campo e em ambientes protegidos como estufas e túneis plásticos. O cultivo em ambientes protegidos aumenta consideravelmente a produtividade e a qualidade em relação ao cultivo tradicional a campo, no entanto o cultivo a campo tem uma redução dos custos de produção porém a produção se restringe apenas aos meses de primavera/verão, época que normalmente apresenta grande oferta do produto. Nos últimos anos o trabalho de melhoramento genético da espécie tem selecionado materiais mais adaptados para o cultivo em estufas e túneis plásticos



(LOWER & EDWARDS, 1986), permitindo ampliar o número de cultivos por estação do ano. No Estado do RS, nos meses de primavera e verão o pepineiro é cultivado principalmente em condições de campo. Nos meses mais frios do ano, isto não ocorre em função da ocorrência de temperaturas mínimas prejudiciais. Entretanto, nestes meses é possível realizar o seu cultivo no interior de túneis e estufas plásticas em todo o Estado do Rio Grande do Sul. Nas regiões climáticas mais quentes, como Alto Vale do Uruguai, Depressão Central e Litoral e em microclimas localizados é possível cultivar o pepineiro em estufas e túneis plásticos sem dispositivos de proteção à baixas temperaturas, as quais podem ser letais à cultura.

Atualmente o período de produção em estufas e túneis se estendeu para quase todos os meses do ano, o qual torna-se possível, através do manejo adequado desses ambientes, que consiste na abertura e fechamento das suas cortinas de acordo com as condições meteorológicas externas e com o emprego de sistema de calefação para evitar a ocorrência de temperaturas mínimas letais nas noites mais frias do ano. O prolongamento do período de cultivo do pepineiro permite atender o mercado “consumidor tipo salada”, bem como a indústria de conservas, que demanda um fluxo contínuo de produção ao longo do ano (BURIOL *et al.*, 2000). Este potencial da cultura é observado também no Estado de São Paulo, onde esta espécie está entre as hortaliças mais cultivadas em estufa plástica (TRANI *et al.*, 1997).

No estado do Rio Grande do Sul durante a estação de verão, o cultivo em estufas é tecnicamente viável, no entanto além do manejo adequado das cortinas e portas, na maioria dos casos é necessário a utilização de dispositivos para reduzir as altas temperaturas, principalmente acima de 35°C, com ventilação e/ou ventilação e microaspersão. As estruturas devem ser construídos com pé direito em torno de 3 m para permitir uma boa ventilação, visando diminuir a temperatura interna.

As condições ambientais das estufas além de permitir um maior período de cultivo durante o ano, propiciam um acréscimo na produtividade e principalmente

na qualidade das hortaliças, além de apresentar uma redução significativa do uso de defensivos agrícolas, em função do controle parcial do ambiente.

Os programas de melhoramento genético da espécie têm buscado a produtividade através da utilização de híbridos ginóicos e partenocárpicos adaptados à produção em ambientes protegidos, principalmente com materiais para o tipo salada (LOPES *et al.*, 1998). Atualmente são disponíveis híbridos para conserva com alto potencial produtivo como por exemplo o Marinda, no entanto esses materiais são mais exigentes quanto ao manejo, sendo mais adaptados para ser cultivados em estufas ou túneis plásticos.

As estruturas com cobertura plástica alteram vários elementos meteorológicos; aumentam a fração difusa da radiação solar em relação ao exterior, assim como a temperatura do solo e do ar e a umidade do ar (FARIAS *et al.* 1993a, 1993b; BURIOL *et al.*, 1993; SCHNEIDER *et al.*, 1993), diminuem a velocidade do vento e impedem a incidência sobre as culturas das gotas de água da chuva (BURIOL *et al.*, 1993). Estas condições propiciam o crescimento e desenvolvimento das culturas e contribuem para o incremento de seu rendimento em comparação àquelas cultivadas a campo, além de permitir a produção em épocas desfavoráveis quanto às condições climáticas.

## **2.3 - CONDIÇÕES MICROMETEOROLÓGICAS EM ESTUFAS E TÚNEIS PLÁSTICOS**

As estufas e túneis plásticos são microambientes modificados em função da alteração dos elementos meteorológicos, como: radiação solar, temperatura do solo e do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. As modificações meteorológicas ocasionadas por esses ambientes permitem a realização de cultivos de espécies de verão durante a maior parte do ano, nas regiões de clima temperado e subtropical, como nas condições geográficas do Rio Grande do Sul.

A radiação solar é o elemento meteorológico mais importante na determinação da variação dos outros elementos, como temperatura do solo e do ar e umidade relativa do ar no interior das estufas e túneis plásticos. No seu interior, ocorre uma redução da radiação solar incidente, que varia principalmente em função da transmissividade do material de cobertura, da época do ano, da hora do dia e da orientação e arquitetura da construção (ROBLEDO & MARTIN, 1981; VILLELE, 1993; MONTERO *et al.*, 1985).

No Estado do Rio Grande do Sul o material de cobertura mais utilizado é o polietileno de baixa densidade (PEBD). Ele é menos eficiente quanto ao efeito estufa do que por exemplo o EVA, PVC e o vidro. No entanto, em função do seu menor custo é o material mais utilizado (FARIAS *et al.*, 1993b). O PEBD apresenta uma elevada transmissividade à radiação solar, com valores médios que variam de 70 a 80% (ALPI & TOGNONI, 1999), entretanto, também apresenta uma alta transmissividade à radiação infravermelha, permitindo a passagem de até 80% da energia radiante deste espectro eletromagnético (TAPIA, 1981), propriedade esta que prejudica o efeito estufa. FARIAS *et al.*, (1993b), em trabalho desenvolvido em Pelotas, RS, utilizando filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 100 micras de espessura constatou uma transmissividade média de radiação global de 83%. O mesmos autores observaram um incremento da radiação difusa no interior da estufa, que variou de 31 a 65% da radiação total, enquanto que fora da estufa a variação foi de 5 a 27%. BURIOL *et al.* (1995) em Santa Maria determinou também a transmissividade em filme de PEBD, com 100 micras de espessura e encontrou, em condições de dias límpidos um valor médio de 73,1%. Para estas mesmas condições atmosféricas, a radiação difusa no interior da estufa foi superior em mais de 100% em relação ao exterior.

Nas condições climáticas da região de Santa Maria, e em condições de dia límpido, ocorre condensação na face interna da cobertura plástica, sendo este um fator que contribui para o aumento do efeito estufa, em função da retenção da onda infravermelha emitida (VILLELE, 1993. BURIOL *et al.*, 1995). Embora que, do ponto de vista do aproveitamento da radiação solar, as culturas conduzidas em estufas recebem aproximadamente 20% menos de radiação solar em relação ao

exterior, o aumento da radiação difusa compensa em parte esta perda. Esta compensação ocorre em função da maior eficiência da radiação difusa, bem como da combinação com o incremento da temperatura deste ambiente, que normalmente propicia condições micrometeorológicas mais próximas à exigida pelas culturas.

A temperatura do solo e do ar no interior das estufas e túneis plásticos são dependentes das condições ambientais externas, principalmente da radiação solar. Mesmo em estruturas mais sofisticadas, em Portugal, as condições térmicas internas da estufa com cobertura de PEBD, permaneceram dependentes das condições ambientais externas (ABREU *et al.*, 1994).

Registros ocorridos em Santa Maria, RS, indicaram que a temperatura do solo, independente da profundidade, em média, é sempre superior no interior da estufa em relação àquela do exterior. A diferença pode atingir valores de até 6,3°C (ANDRIOLLO *et al.*, 1989; SCHNEIDER *et al.*, 1993). Resultados semelhantes foram encontrados por PEZZOPANE *et al.* (1995) em Campinas, SP.

Em Santa Maria, RS, mesmo nos dias mais frios do ano, a temperatura mínima do solo não atingiu valores inferiores a 10°C (SCHNEIDER *et al.*, 1993), temperatura limite tolerada por hortaliças como o tomateiro (CORNILON, 1980). Isto indica que a temperatura mínima do solo na região de Santa Maria, não é limitante ao cultivo de hortaliças como pepino, tomate e melão.

Com relação às temperaturas noturnas e mínimas do ar no interior da estufa, exceto em noites de vento forte, são sempre mais elevadas do que àquelas do exterior (BURIOL *et al.*, 1993), sendo 1 a 3°C superiores. Este incremento da temperatura em relação ao ambiente externo é justificado em virtude da ocorrência da condensação do vapor d'água na face inferior da cobertura, impedindo assim a passagem de parte das ondas radiativas emitidas pelo solo, materiais e plantas do seu interior que contribui para o efeito estufa (VILLELE, 1993). Em determinadas regiões e/ou condições ambientais externas é possível ocorrer o fenômeno da "inversão térmica" em estufas e túneis plásticos (VILLELE, 1993). Isto, nas condições climáticas do Rio Grande do Sul não é comum, pois as noites de inverno não são muito longas, e a umidade relativa

elevada proporciona condições para formação de condensação, que impede que parte da radiação refletida seja perdida para o ambiente externo. Além disso o armazenamento de energia no interior da estufa depende do manejo correto, fechamento das portas e cortinas, vedação e dimensões da estufa.

Nos países da Europa, como a Espanha, são utilizados sistemas de calefação que permitem elevar a temperatura interna. No entanto, esses sistemas demandam custo aos agricultores, que dependendo da espécie cultivada, torna-se inviável economicamente. As técnicas que permitem o controle parcial das temperaturas são utilizadas tanto para temperatura baixas como para elevadas.

Atualmente são utilizadas técnicas que permitem o controle parcial das temperaturas elevadas consideradas nocivas às culturas, no entanto ainda são poucos os estudos relacionado ao nível de eficiência, bem como a aplicabilidade dessas técnicas. Sabe-se porém que estas técnicas não apresentam boa eficiência e tornam-se muitas vezes inviáveis economicamente para determinadas culturas. O sombreamento com tela plástica pode promover a redução da temperatura do ar durante o período diário, quando há disponibilidade de radiação solar (FRANDESCANGELI *et al.*, 1994). Dependendo dos níveis de radiação solar, e para determinadas regiões o sombreamento não modifica significativamente as condições micrometeorológicas (SCHNEIDER *et al.*, 1998; RAISSER JÚNIOR, 2002). O branqueamento do filme plástico também não apresenta redução significativa das temperaturas máximas prejudiciais aos cultivos em estufas (SCHNEIDER *et al.*, 1998). Com sombreamento de até 80% da radiação solar global, não foi observado modificações significativas da temperatura e umidade relativa do ar (FERNANDEZ *et al.*, 1994) Esta técnica pode reduzir a produção da cultura (CASTILLA PRADOS, 1998), em determinadas condições ambientais.

Um método não oneroso e eficaz para diminuir as temperaturas elevadas no interior das estufas é a ventilação, que funciona eficientemente até determinados níveis de temperatura externas às estufas (CASTILLA PRADOS, 1998). O uso eficiente da ventilação é suficiente para evitar temperaturas acima de 30°C em determinadas condições ambientais. Esta redução de temperatura ocorre devido à refrigeração causada pela evapotranspiração.

A nebulização tem sido a técnica com maior eficiência para baixar a temperatura no interior de estufas. Esta técnica é proporcionalmente eficiente ao aumento do déficit de saturação (ANDRIOLLO, 1999) sendo portanto mais eficiente em regiões climáticas mais secas. Em regiões climáticas mais úmidas, onde a concentração de vapor d'água no ambiente é maior, a nebulização não é tão eficiente (MONTERO & ANTÓN, 1994; SCHNEIDER *et al.*, 1998). A combinação do manejo de cortinas e a nebulização são citados por FURLAN *et al.* (2001) como sendo uma técnica de alta eficiência para baixar temperaturas do interior de estufas.

A variação da umidade do ar no interior das estufas plásticas depende principalmente da temperatura do ar e da ventilação, e a quantidade de vapor d'água no interior das estufas está diretamente relacionada com a umidade do solo e a temperatura do ar (ALPI & TOGNONI, 1999; PEZZAPONE *et al.*, 1995; BURIOL *et al.*, 2000). No período diário em torno das 8 às 16 horas, a umidade relativa do ar diminui no interior das estufas, podendo atingir valores inferiores aos verificados no ambiente externo. Entretanto, no período noturno, a umidade é sempre superior ao ambiente externo, podendo frequentemente atingir valores próximos a 100% (FARIAS *et al.*, 1993b; BURIOL *et al.*, 2000). Mesmo que a umidade relativa seja inferior no interior da estufa durante determinados períodos diários, geralmente das 10 às 15 horas, na média e em condições ambientais normais em dias límpidos e sem vento, esta sempre se mantém em níveis superior aos verificados no ambiente externo (BURIOL *et al.*, 2000). Embora que a umidade relativa seja inferior durante determinados períodos diários, na média e em determinados períodos do dia, e sob condições ambientais normais, a pressão de vapor sempre se mantém em níveis superior em relação ao exterior, em função da grande quantidade de vapor contido no microambiente da estufa (FARIAS *et al.*, 1993a; SHIEDECK *et al.*, 1997).

A interferência da umidade relativa na produção vegetal em estufas e túneis plásticos tem sido pouco estudado. VILA (1973) salienta que a umidade relativa do ar acima de 90% provoca diminuição da floração. Quando a alta umidade relativa está associada à redução da radiação solar incidente e

temperatura do ar, como por exemplo em dias nublados, ocorre também uma redução da emissão de folhas, a qual tem relação direta com a emissão de flores. STRECK (2001) verificou na cultura do meloeiro que a emissão de nós tem relação direta com o nível térmico, havendo uma proporcionalidade quando ao número de nós emitidos e a temperatura.

Culturas como o pepineiro e o meloeiro requerem umidade relativa na faixa de 70 a 90% (CASTILLO & SENTIS,1996). A umidade do ar no interior da estufa é um elemento importante para a eficiência produtiva da mesma. Quando a umidade relativa é elevada o risco de ocorrer problemas fitossanitários aumenta e também a taxa de crescimento diminui em função da menor transpiração das plantas.

Nas condições do Estado do Rio Grande do Sul, o controle da umidade relativa é feito geralmente via ventilação natural, que consiste na abertura das cortinas laterais. Em determinadas condições ambientais externas, como dias nublados, com neblina e/ou chuva não é possível controlar a umidade relativa da estufa através do manejo das cortinas. Nesses dias a umidade relativa do ar na estufa alcança até 100% RIGHI *et al.* (2002) constataram que nas condições climáticas de Santa Maria o déficit de saturação do vapor d'água, na estação de outono interfere de forma significativa na transpiração do tomateiro, enquanto que na primavera este efeito não é significativo.

## **2.4 - RADIAÇÃO SOLAR**

A radiação solar influi diretamente na produção de assimilados nos vegetais através do processo fotossintético. Portanto, a produtividade das culturas sob cultivo protegido é determinada basicamente pela disponibilidade de radiação solar (COCKSKULL *et al.*, 1992; GARY *et al.*, 1996).

Algumas espécies vegetais, como o tomateiro não se desenvolvem adequadamente com níveis baixos de luz solar, apresentando crescimento desordenado dos seus órgãos (CERMEÑO, 1990). Para a produção de pepino em

estufa plástica, a radiação solar constitui-se em um elemento meteorológico muito importante, principalmente no período invernal (STORCH *et al.*,1998; BURIOL *et al.*, 2001a). Com valores de radiação solar abaixo do limite trófico, a taxa de emissão e/ou fixação de frutos é reduzida intensamente, em função da diminuição da produção e alocação de assimilados para os frutos. Em Santa Maria, STORCH *et al.*, (1998) constataram que uma diminuição na disponibilidade de radiação solar global aumentou o número de frutos abortados e induziu uma taxa de crescimento mais baixa dos frutos de pepino, resultando no aumento do tempo transcorrido entre a antese e a colheita.

No Estado do RS, quando o pepineiro é cultivado em estufa, principalmente no período de final de outono e durante o inverno, durante alguns períodos nublados e chuvosos, apresenta problemas de inibição do crescimento das plantas e abortamento dos frutos em decorrência do baixo fluxo de radiação solar, (BURIOL *et al.*, 2000). STORCH *et al.* (1998) constataram que valores de radiação solar abaixo de  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  num período de 2 a 3 dias consecutivos acarretaram abortamento de até 55% dos frutos em cultivos de pepino tipo salada realizados em Santa Maria em estufa plástica.

Para o tomateiro, o limite trófico de radiação solar para o seu crescimento e desenvolvimento é considerado em  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  (FAO,1990; GARY *et al.*,1996). No caso do pepineiro, por ser uma cultura de verão e com exigências térmicas semelhantes às daquelas do tomateiro supõe-se que este mesmo limite de densidade de fluxo de radiação possa ser adotado (BURIOL *et al.*( 2001a).

Quando o fluxo de radiação solar é reduzido a níveis inferiores a  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  não ocorre desenvolvimento da cultura, podendo inclusive haver a degradação das estruturas vegetativas da planta. SCHVAMBACH (2001) observou que a disponibilidade de radiação solar abaixo de  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  acelerou a senescência das folhas basais em pepineiro cultivado em estufa durante o outono, em Santa Maria. RS, Este autor constatou ainda que houve abortamento de flores e frutos em períodos nublados e chuvosos, com reduzida disponibilidade de radiação solar. STORCH *et al.* (1998) também constataram, em Santa Maria, que uma diminuição da radiação solar global aumentou o abortamento de frutos e



induziu uma taxa mais baixa de crescimento de frutos de pepino. Em intervalos curtos de tempo, um dia por exemplo, a relação entre a definição de massa entre os órgãos e a radiação solar incidente é limitada, entretanto em períodos longos, superiores a uma semana, um aumento na força das fontes pode aumentar a distribuição da massa seca de pepino, esse efeito ocorre de forma indireta, através de uma menor emissão e fixação de frutos ( MARCELIS, 1995). Portanto a restrição da densidade de radiação solar afeta a produção de massa seca, em função da diminuição da produção e/ou alocação de assimilados das fontes (folhas) para os drenos(frutos).

RADIN (2002) observou em experimento com tomateiro cultivado no interior de estufas que a radiação solar difusa é mais eficiente para a fotossíntese. O incremento da eficiência da radiação solar difusa é justificado pelo comportamento multidirecional da mesma (CASTILLA PRADOS, 1998) dessa forma há uma maior interceptação da luz solar pelas folhas das plantas.

No estado do Rio Grande do Sul, encontram-se regiões que podem apresentar períodos com valores de radiação solar inferiores ao limite trófico para culturas como pepino, tomate e melão, como é o caso da Região do Baixo Vale do Taquari, que apresenta probabilidade de ocorrência de valores inferiores a  $8,4 \text{ MJ.m}^2.\text{dia}^{-1}$  a partir do 3º decêndio do mês de maio até o 3º decêndio do mês de julho ( BURIOL *et al.*, 2000).

Durante o período de outono, quando o nível de radiação solar é decrescente após o transplante (ESTEFANEL *et al.*,1998), pode ocorrer deficiência de radiação afetando de forma a alterar o ciclo produtivo do pepineiro. Esta alteração se dá em função de que o pepineiro é uma planta que tem o ciclo condicionado pela soma térmica, conseqüentemente, com o decréscimo da incidência de radiação solar, ocorre também uma redução da soma térmica, resultando num prolongamento do ciclo reprodutivo da cultura.

Isto fica mais evidenciado quando ocorre vários dias consecutivos com alto índice de nebulosidade, quando se observa uma reduzida taxa de emissão de folhas e/ou nós, constatado também na cultura do meloeiro por STRECK (2001). Na primavera, a radiação solar aumenta à medida que avança o ciclo produtivo, e

este elemento meteorológico não apresenta limitações (SCHVAMBACH, 2001). Em função que nesse período as condições meteorológicas são mais estáveis e normalmente não ocorre períodos prolongados com nebulosidade e chuva.

## 2.5- TEMPERATURA DO AR

A temperatura é um elemento meteorológico importante para a atividade metabólica, crescimento e desenvolvimento dos vegetais (LORENZO, 2000). Pode-se considerá-la um fator limitante e também estimulante dos processos fisiológicos da planta (ROBLEDO *et al.*, 1981). A temperatura afeta a distribuição da massa seca da planta, pois atua sobre o desenvolvimento, a fotossíntese e a respiração das plantas (ANDRIOLLO, 1999). A fotossíntese das folhas do pepineiro sob níveis de radiação solar saturante, próximo a  $600\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , aumenta até aproximadamente  $40^{\circ}\text{C}$ , decrescendo a seguir. Com o nível de radiação abaixo de  $86\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  a temperatura tem um efeito mínimo sobre a fotossíntese (SHAFFER *et al.*, 1996).

A velocidade de emissão de órgãos pela planta é condicionada pela soma térmica (SCHVAMBACH, 2001). MARCELIS (1993) observou que a alocação de massa seca para os frutos foi maior a  $25^{\circ}\text{C}$  do que a  $18^{\circ}\text{C}$ , em pepineiro conduzido em sistema de poda.

As espécies vegetais em função de sua origem e natureza possuem limites térmicos definidos. Espécies olerícolas da estação de primavera/verão como o pepineiro, meloeiro e tomateiro requerem temperaturas superiores a  $10$  a  $12^{\circ}\text{C}$  para o crescimento, sendo que abaixo desse limite térmico cessa o crescimento (LOPEZ *et al.*, 2000). O pepineiro tem uma exigência climática chamada mínima biológica de  $10$  a  $12^{\circ}\text{C}$ , abaixo da qual paralisa o crescimento, no entanto a temperatura letal para a cultura situa-se entre  $0^{\circ}\text{C}$  e  $2^{\circ}\text{C}$ . A temperatura ótima biológica varia de  $13$  a  $26^{\circ}\text{C}$  (ROBLEDO *et al.*, 1981). Temperaturas inferiores ao nível ótimo originam estresse térmico a planta e interferem sobre os processos metabólicos, produção de matéria seca e, conseqüentemente na produção. Para o

subperíodo floração e maturação dos frutos, a temperatura base determinada para a cultivar Fortuna, em Santa Maria foi de 12°C (HELDWEIN & ANDRIOLO, 1988). Temperaturas superiores a 30°C, segundo CERMEÑO, (1990) e elevadas, principalmente acima de 35°C, de acordo com ROBLEDO *et al.* (1981) são depressivas ao crescimento e principalmente prejudiciais à fecundação das flores. A polinização também é afetada quando ocorrem temperaturas elevadas, reduzindo o número de frutos fixados. Conforme CERMEÑO, (1990), além das exigências térmicas biológicas é ideal que a diferença de temperatura entre o dia e a noite não ultrapasse 8 a 10°C para uma maior eficiência no desenvolvimento vegetativo.

Para o cultivo de pepineiro em ambiente protegido no Estado do Rio Grande do Sul pode ocorrer algumas limitações, quanto às temperaturas extremamente baixas e também muito elevadas que ocorrem normalmente no inverno e no verão respectivamente.

Na região do Baixo Vale do Taquari, as temperaturas mínimas letais à cultura do pepineiro podem ocorrer a partir do 3º descêndio de abril até o 3º descêndio do mês de setembro, sendo recomendado o cultivo em estufa para esse período (BURIOL *et al.*,2001b). Para a mesma região o risco de ocorrer temperaturas elevadas prejudiciais ao pepineiro, pode ocorrer durante todo o ano, mas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, ocorrem com mais frequência e com maior intensidade (BURIOL *et al.*,2001b).

Nas condições climáticas do Estado do Rio Grande do Sul e mais especificamente na região de Santa Maria, normalmente são curtos os períodos ao longo do ano que ocorrem valores térmicos prejudiciais à cultura. Nessa região temperatura elevada prejudicial à cultura são comuns durante alguns períodos nos meses de dezembro a fevereiro. Temperatura mínima letal no interior de estufas quando bem manejadas, normalmente não tem ocorrido, quando os cultivos são realizados durante o outono e parte do inverno,

Durante a maior parte do ciclo, o ganho térmico proporcionado pela estufa favorece o crescimento e desenvolvimento da cultura. No entanto quando acontece vários dias consecutivos com nebulosidade ocorre uma redução da

produção independente de época do ano. O período que torna-se mais crítico a radiação solar e temperatura do ar é durante os meses de inverno, principalmente junho e julho. Nesses meses há uma redução do fluxo de radiação solar, em função da declinação solar e ainda ocorre nebulosidade com maior frequência e conseqüentemente a temperatura média do ar também reduz, coincidindo com um maior número de horas durante o dia com limites térmicos inferiores aos exigidos pela cultura do pepineiro.

## **2.6- RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO E ELEMENTOS METEOROLÓGICOS**

Em condições naturais, a radiação solar e a temperatura são elementos meteorológicos que interferem na produção. No cultivo em estufas e túneis plásticos, a maior limitação está relacionada à radiação solar, a qual torna-se insuficiente em determinados períodos e/ou épocas do ano.

Em cultivos de pepineiro, conduzidos em estufa em Santa Maria, observou-se que quando ocorre 5 a 6 dias consecutivos com valores de radiação solar global abaixo de  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  ou durante 5 a 6 dias alternados com valores de radiação global inferiores a  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  o número de frutos abortados aumenta consideravelmente, mesmo havendo temperatura favorável ao crescimento (STORCH *et al.*,1998).

As exigências bioclimáticas do pepineiro são definidas normalmente em relação à temperatura do ar, pois para este elemento já se dispõe de informações sobre o valor mínimo letal, base e ótimo de crescimento e ainda os valores de temperaturas máximas depressivas às plantas (CERMEÑO,1990). No entanto, sobre a relação com a radiação solar, ainda são poucas as informações. Isto, possivelmente, se deve ao fato de que até poucos anos atrás, o cultivo do pepineiro era realizado somente a campo. Isto ocorria nos meses mais quentes do ano, quando a intensidade de fluxo de radiação solar é elevada, bem acima do limite trófico da cultura.

Com o uso de estufas e túneis plásticos, houve a possibilidade do cultivo do pepineiro nos meses mais frios do ano, quando ocorrem com maior frequência dias com densidade de fluxo de radiação solar abaixo do limite trófico para a cultura. Dessa forma, tornou-se muito importante o estudo dessa relação, principalmente nas regiões e/ou locais do Estado do RS que apresentam baixos valores de fluxo de radiação solar, principalmente durante a estação de inverno, como na região de Santa Maria (ESTEFANEL *et al.*,1998; LAGO *et al.*,2003).

Assim, para que ocorra desenvolvimento e crescimento de “forma satisfatória” dos vegetais é necessário que ocorra simultaneamente densidade de fluxo de radiação solar acima do limite trófico da cultura e temperatura do ar superior ao limite básico de seu crescimento e desenvolvimento. Em cultivos no interior de estufas e túneis plásticos é difícil discernir se a temperatura tem maior controle sobre a taxa de crescimento do que a radiação solar (WIEN,1997).

Uma das técnicas para aumentar a interceptação de radiação solar pelas planta é a realização de poda, a qual foi testada por ANDRIOLLO *et al.* (2000) em tomateiro cultivado em estufa. Em cultivos de pepineiro a realização de poda também é recomendada, visando o mesmo objetivo, além de favorecer a aeração do ambiente. A poda do pepineiro normalmente é mais utilizada quando este é cultivado em estufas e túneis plásticos e as plantas são conduzidas verticalmente, com objetivo de aproveitar melhor a área e facilitar a operação de colheita, além de proporcionar uma melhor qualidade aos frutos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, RS (latitude: 29° 41'S, longitude: 53° 48' W e altitude: 95 m). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, sem estação definida, segundo a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (EMBRAPA, 1999). Para a realização do trabalho foram utilizados dados de 10 experimentos com pepineiro, conduzidos em estufa plástica, durante vários anos e épocas distintas.

Os 10 experimentos (E<sub>1</sub> a E<sub>10</sub>) foram realizados no período 1992-2003, sendo: em 1992 (E<sub>1</sub>), 1996 (E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>), 1997 (E<sub>4</sub>) e 1998 (E<sub>5</sub>), 1999 (E<sub>6</sub> e E<sub>7</sub>), 2000 (E<sub>8</sub>) 2002 (E<sub>9</sub>) e 2003 (E<sub>10</sub>), conforme Tabela 01

O experimento E<sub>1</sub> foi realizado em estufa do tipo capela com 25 m de comprimento, 10 m de largura, 2,0 m de altura nas laterais e 3,5 m na cumeeira, com cobertura, laterais e frontais de polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente, 0,1 mm de espessura e aditivado anti-UV. Os experimentos E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub>, E<sub>6</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>8</sub>, E<sub>9</sub> e E<sub>10</sub> foram realizados em estufa com as mesmas dimensões da utilizada no E<sub>1</sub> diferenciando-se pela cobertura em forma de arco. O filme de polietileno também foi do mesmo tipo e espessura. O experimento E<sub>2</sub>, foi conduzido em estufa de 400 m<sup>2</sup>, 40 m de comprimento por 10 m de largura, com 3,0 m de pé direito e 4,5 m na cumeeira, coberta com PVC de 0,3 mm de espessura, possuindo além da cortina lateral uma tela anti-insetos.

A adubação foi realizada considerando a análise do solo, ROLAS (1995), utilizando-se somente a adubação de base. No experimento E<sub>10</sub>, que foi conduzido

em substrato, as fertirrigações foram feitas observando-se os valores de condutividade elétrica (EC) mantendo-se o valor de EC da solução drenada em torno de  $2 \text{ Ds.m}^{-1}$  (ANDRIOLLO, 1999)

As plantas foram dispostas em fileiras no sentido do comprimento da estufa, leste-oeste no  $E_1$  e norte-sul nos demais. O espaçamento utilizado foi de 1 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas, nos experimentos  $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_9$  e  $E_{10}$  e nos experimentos  $E_7$  e  $E_8$ , utilizou-se o espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,20 m entre linhas.

As plântulas foram produzidas em bandejas de isopor com substrato e, quando apresentavam 2 a 3 folhas foram transplantadas em camalhões cobertos com plástico opaco de cor preta, com exceção do  $E_{10}$  que foi transplantado em sacolas com volume de 10 litros de substrato, para cada planta. A condução das plantas foi em haste única com poda das ramificações laterais, e as plantas sustentadas verticalmente por um fio de ráfia.

A condução das plantas quanto à poda foi de forma diferenciada nos diferentes experimentos: no experimento  $E_1$  foi feita somente a poda apical a 1,8 m de altura; em  $E_2$  a poda constituiu-se na eliminação dos ramos laterais até 40,0 cm de altura das plantas, dos 40,0 cm até 1,0 m as ramificações foram eliminadas após a 2ª folha, de 1,0 m a 2,0 m as ramificações eliminadas após a 3ª folha e após 2,0 m conduzidas livremente; no  $E_3$  foram realizados dois tipos de poda, num retirando-se as brotações laterais até 40,0 cm e noutro não e a partir de 40,0 cm até 2,0 m, em ambos retirando-se as brotações laterais após a 3ª folha e após os 2,0 m conduzidos livremente; no  $E_4$  foram eliminados os ramos laterais após a 3ª folha desde o nível do solo até a altura de 2,0 m e após 2,0 m a planta foi conduzida livremente; e em  $E_5$  eliminou-se as ramificações laterais até 40,0 cm de altura das plantas, de 40,0 cm a 2,0 m, podando-se as ramificações após a 3ª folha e aos 2,0 m realizando-se a poda apical das plantas. Nos  $E_6, E_9$  e  $E_{10}$  os critérios de condução são os mesmos do experimento  $E_5$ , e nos  $E_7$  e  $E_8$  as plantas foram conduzidas de forma que todas as ramificações laterais eram retiradas, sendo feita a poda apical quando as plantas atingiram a altura de aproximadamente 2,0 m.

Diariamente foram feitas 1 a 3 irrigações, dependendo da demanda hídrica da cultura. Nos demais experimentos a irrigação foi realizada mantendo-se o teor de umidade do solo sempre próximo à capacidade de campo (300 MP). O sistema de irrigação em ambos os experimentos, constituiu-se de tubos gotejadores individuais para cada planta.

Nos dias chuvosos e encobertos, a estufa permaneceu fechada e nos dias ensolarados a ventilação foi realizada através da abertura das cortinas laterais. As cortinas eram abertas de baixo para cima a partir de 1 m acima do solo, até a altura do pé-direito, no período de tempo correspondido entre 8 às 12 horas nos dias frios (temperatura do ar no interior da estufa às 12 horas inferior a 20°C) e entre 8 e 16 horas nos dias quentes (temperatura do ar superior a 20°C).

Na Tabela 01 são apresentadas as datas de semeadura e transplante e as diferentes cultivares utilizadas em cada um dos experimentos.

No interior da estufa, em todos os experimentos, foi registrada a temperatura do ar utilizando-se um termohigrógrafo colocado no interior de um abrigo meteorológico padrão, a 1,5 m acima do nível do solo, estando o mesmo instalado na parte central da estufa. Para cada dia, coletou-se dos gráficos as temperaturas do ar de duas em duas horas, através das quais calculou-se as médias diárias. Para o cálculo da soma térmica acumulada (GD) utilizou-se a temperatura média diária ( $T_m$ ) subtraída de 12°C ( $T_b$ ), considerada a mínima biológica para a cultura do pepineiro, utilizando-se a expressão:

$$GD_i = \sum_i (T_m - T_b)$$

Os dados de radiação solar foram estimados a partir dos dados de insolação da Estação Climatológica do Departamento de Fitotecnia localizada a aproximadamente 100 m do experimento. Utilizou-se os dados diários de insolação a partir dos quais calculou-se a radiação solar segundo o modelo proposto por Angström-PreScott, com coeficientes ajustados para Santa Maria por ESTEFANEL *et al.*, (1990). Considerou-se como densidade de fluxo de radiação solar a radiação solar externa à estufa.



**Tabela 01-** Data de semeadura e de transplante dos genótipos de pepino tipo conserva e salada nos diferentes experimentos conduzidos em estufa plástica. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

<b>Experimento</b>	<b>Data de semeadura</b>	<b>Data de transplante</b>	<b>Genótipos</b>	<b>Tipo</b>
E <sub>1</sub>	20/08/92	03/09/92	SMR-58, H-19, Premier Eureka	Conserva
E <sub>2</sub>	23/02/96	04/03/96	Japonesinho e L-945	Salada
E <sub>3</sub>	03/09/96	09/09/96	L-945	Salada
E <sub>4</sub>	11/03/97*		Premier, Spring, Donja RS, Ginga e SMR-58	Conserva
E <sub>5</sub>	11/02/98	27/02/98	Seiriki Seiriki	Salada **Conserva
E <sub>6</sub>	02/02/1999	18/02/99	Seiriki; Nikey, Hokuho	Salada
E <sub>7</sub>	17/08/99	09/09/99	Marinda	Conserva
E <sub>8</sub>	07/02/00	28/02/00	Marinda	Conserva
E <sub>9</sub>	01/05/2002	24/05/02	Lafaietti; Royal e Donja RS	Conserva
E <sub>10</sub>	22/09/2003	01/10/03	Lafaietti; Royal e Donja RS	Conserva

\*Semeadura diretamente na cova definitiva.

\*\* Colhido com tamanho para conserva

As colheitas foram realizadas de acordo com critérios visuais, observando-se o tamanho do fruto e ponto ideal de colheita. Para pepino tipo conserva a

colheita foi realizada, observando-se os padrões de tamanho definidos pela indústria, que normalmente requer frutos com tamanho entre 07 e 11 cm de comprimento. Em função dos critérios adotados para realização das colheitas essas não foram realizadas em dias definidos, havendo variações de período entre uma colheita e outra. Dessa forma este fator teve uma maior aproximação com a situação real de um sistema de produção de pepino. Os frutos das cultivares tipo salada foram colhidos, observando-se padrões de mercado (LOPES *et al.*,1998). Para a cultivar Seiriki, no primeiro semestre de 1998 foi utilizado as duas modalidades de colheita (salada e conserva).

Realizou-se uma análise de regressão entre a produção de frutos e a soma acumulada da temperatura e radiação solar global. Considerou-se os resultados de produtividade de cada colheita do ciclo produtivo e a soma térmica acumulada, do período entre as colheitas e ainda a soma acumulada da radiação solar entre as colheitas. Para a análise de regressão foi utilizado o programa estatístico Table Curve 3D, Jandel Scientific, o qual relaciona as três variáveis em questão e fornece as equações de regressão e coeficiente de determinação  $R^2$ . No trabalho foram apresentadas apenas as equações de regressão simples para todas as cultivares em estudo, através de uma seleção da equação que apresentou maior valor do coeficiente de determinação.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1- RENDIMENTO DE PEPINO**

O rendimento de pepino obtidos nos diferentes experimentos, Tabelas 02 e 03 respectivamente, em geral foram satisfatórios tanto para o pepino tipo conserva quanto para o tipo salada, exceto para o experimento de 2002, tipo conserva. A produtividade de 65.000 Kg/ha<sup>-1</sup> pode ser considerada alta para o tipo conserva, representando uma produtividade média por planta de mais de 2 kg. Para o pepino destinado a salada os rendimentos de forma geral, foram satisfatórios de forma que a maior produtividade para o genótipo Japonesinha de 118.000 Kg/ha<sup>-1</sup>, representa uma produção de 3,8 kg por planta.

Os rendimentos apresentados nas Tabelas 02 e 03, desconsiderando os valores de 2002 para o pepino tipo conserva, estão bem acima daqueles obtidos a campo, tanto para conserva quanto para o tipo salada.

A produtividade para pepino tipo conserva varia de 25.000 a 80.000 Kg/ha<sup>-1</sup> (EPAGRI,1993). Em nível nacional a produtividade média do pepino tipo conserva, cultivada a campo é de 10.000 Kg/ha<sup>-1</sup> RESENDE & FLORI (2003). Recentemente, RESENDE & FLORI (2003) no Vale do São Francisco, obtiveram rendimentos com pepino tipo conserva cultivado a campo que variaram de 21.430 a 34.540 Kg/ha<sup>-1</sup>, com os genótipos Pioneiro e Eureka, respectivamente.

Para o tipo salada os rendimentos são promissores e comparáveis aos de países europeus, Tabela 03. O rendimento variou de 80.180 a 118.090 Kg/ha<sup>-1</sup>, as diferenças ocorreram em função da potencialidade produtiva dos genótipos e da

época de cultivo, considerando que as condições de adubação e manejo foram iguais.

Observa-se que no E<sub>2</sub> a cultivar Japonesinha produziu 24.200 Kg/ha<sup>-1</sup> a mais que L-945 e em E<sub>6</sub> a cultivar mais produtiva foi Hokuho, com 103.656 Kg/ha<sup>-1</sup>, com uma diferença de 23.476 Kg/ha<sup>-1</sup> da cultivar Niquey, a menos produtiva. Nesse caso torna-se mais evidente a diferença entre genótipo, pois o cultivo foi realizado na mesma época e sob as mesmas condições de manejo. Embora a cultivar Hokuho foi a mais produtiva esta apresentou-se altamente suscetível à doenças fúngicas, como o oídio, (*Oidium sp*), provocando a antecipação da senescência da cultura. As diferenças entre épocas, para uma mesmo genótipo, observa-se com o genótipo L-945 em E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub> e com o genótipo Seiriki em E<sub>5</sub> e E<sub>6</sub>. No caso do genótipo L-945, a diferença de rendimento foi de apenas 4%. , sendo observado uma maior produtividade no E<sub>2</sub>, embora a época de cultivo foi durante o outono. Nesse caso a menor produtividade registrada na primavera, não foi em função da restrição de elementos meteorológicos, mas em função de problemas fitossanitários com a cultura, que afetou o “pico de produção”, como pode ser observado na Figura 21.

A diferença de mais de 18.000 Kg/ha<sup>-1</sup> na produtividade do genótipo Seiriki do E<sub>5</sub> para E<sub>6</sub> deve-se em função de que no período reprodutivo no E<sub>5</sub> houve baixa incidência de radiação solar, principalmente durante o mês de abril, afetando portanto o “pico” de produção, o qual foi deslocado para a segunda metade do período reprodutivo, como pode ser observado na Figura 22. No E<sub>6</sub>, embora houve restrição de radiação solar, na média esta se manteve mais elevada e com períodos menores de déficit conforme a Figura 23. A temperatura no E<sub>6</sub> em média permaneceu mais elevada, se aproximando mais da faixa ótima para a cultura do pepineiro.

O pepino tipo salada teve rendimentos comparáveis àqueles obtidos em estufas nos países europeus (CERMEÑO,1990). Na Estação Experimental da Almeria, Espanha, em cultivo realizados em estufa plástica utilizando sistema de calefação, o rendimento no período de primavera foi de 99.000 Kg/ha<sup>-1</sup> e no período de outono inverno de 124.000 Kg/ha<sup>-1</sup> (LOPEZ *et al.*, 2000). Nas

condições climáticas do Estado do Rio Grande do Sul, em Santa Maria, STORCH *et al.*, (1997) e em Pelotas, MARTINS *et al.*, (1995), obtiveram rendimentos de 165.000 Kg/ha<sup>-1</sup> e 140.000 Kg/ha<sup>-1</sup> respectivamente. Estes resultados indicam que as condições climáticas do Centro e do Sul do Estado do Rio Grande do Sul possibilitam que a cultura do pepineiro apresente alto potencial de produtividade em estufa, exceto no inverno, mais precisamente nos meses de junho e julho.

Dessa forma o pepineiro é uma cultura promissora para o cultivo em estufa em períodos e /ou épocas do ano que não é possível o cultivo a campo, principalmente procurando-se precocidade de colheita e produção no período de entressafra.

Para o tipo conserva, com exceção do experimento 09, os rendimentos foram semelhantes aos obtidos em países europeus para essa modalidade de cultivo. CERNE *et al.* (2000) obteve rendimento máximo de 45.400 Kg/ha<sup>-1</sup> em experimento de avaliação de materiais genéticos. O rendimento de pepino apresentou variações consideráveis entre os genótipos e entre as épocas do ano. Essas diferenças devem-se principalmente devido a diferenças de potencial produtivo dos genótipos, manejo cultural, e principalmente às condições ambientais da época de cultivo. No caso do genótipo Marinda, Tabela 02, este apresentou variação em função da época do ano, o cultivo de primavera teve em média um rendimento em torno de 44,4% superior ao cultivo de outono. Este rendimento superior para o cultivo de primavera/verão é justificado em função das condições meteorológicas dessa época, que foram mais adequadas às exigências da cultura. Como pode-se observar nas Figuras 11 e 12 a radiação solar e a temperatura foram superiores durante o período reprodutivo no cultivo de primavera/verão.

As variações de rendimento entre anos foi consequência principalmente da época de cultivo, condições meteorológicas, genótipos utilizados e incidência de pragas e doenças. Nos períodos de outono inverno, normalmente a umidade relativa do ar é superior e atinge com frequência valores acima de 90%, por períodos prolongados, principalmente quando ocorrem vários dias consecutivos nublados ou com chuva. Este fator é uma das principais causas da ocorrência de

doenças na cultura do pepineiro, destacando-se o míldio e o oídio. Segundo ABREU *et al.* (1994), quanto maior o número de horas com alta umidade relativa no interior das estufas, maior é o risco de aparecimento de moléstias.

Os baixos valores de rendimentos obtidos no ano de 2002 nas três cultivares utilizadas é justificado principalmente em função da época de cultivo, a qual coincidiu com os meses do inverno, período normalmente deficiente em radiação solar (ESTEFANEL *et al.*, 1990) e com baixas temperaturas. Além disso nos meses de junho e julho deste ano os valores de radiação solar foram bem abaixo do normal. Houve também incidência de doenças fúngicas, ficando evidente que em épocas onde há deficiência de radiação solar e temperatura estas condições ambientais não adequadas à espécie vegetal, torna-a mais suscetível ao ataque de pragas e principalmente de doenças.

A variação do rendimento ocorre entre genótipos numa mesma época e para a mesmo genótipo entre épocas. Para o pepino tipo conserva, no ensaio E<sub>1</sub> observa-se uma diferença de 17.440 Kg/ha<sup>-1</sup> entre os genótipos que apresentaram maior e menor produtividade, uma redução de 45,8 %. Nesse caso possivelmente esta diferença na produtividade deve-se ao material genético, pois as condições ambientais, adubação, manejo e condução das plantas foram as mesmas. O mesmo se observa no experimento E<sub>4</sub>, quando o genótipo Spring foi a mais produtivo com 37.250 kg/ha<sup>-1</sup> e SMR-58 a menos produtiva com 13.450 kg/ha<sup>-1</sup>, uma diferença de 23.800 Kg/ha<sup>-1</sup>. Nos experimentos E<sub>9</sub> e E<sub>10</sub> também ocorreram diferenças elevadas, no entanto não é possível fazer uma comparação entre experimentos, pois a época de cultivo foi diferentes, no E<sub>10</sub> o genótipo destaque foi o Donja RS que apresentou um rendimento de mais 39.000 Kg/ha<sup>-1</sup>.

No caso de épocas diferentes e mesmo genótipo, também as diferenças de produção variam consideravelmente, em função principalmente das condições meteorológicas que podem ter sido bastante diferentes entre uma época e outra.

Por exemplo observa-se na Tabela 02 que a produção final da cultivar Premier foi mais elevada no E<sub>1</sub> do que em E<sub>4</sub>, sob as mesmas condições de cultivo, porém em épocas diferentes.

**Tabela 02:** Ano, período de cultivo, genótipos utilizados, período de colheita e rendimento nos diferentes experimentos com pepineiro tipo conserva conduzidos em estufa plástica. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

Exp.	Ano	Genótipo	Período de colheita *IC - FC	Período de colheita dias	Rendimento (Kg/ha <sup>-1</sup> )
E <sub>1</sub>	1992	Eureka	15/10 - 04/12	50	38.060
		Premier	15/10 - 04/12	50	36.300
		H-19	15/10 - 04/12	50	29.060
		SMR-58	15/10 - 04/12	50	20.620
E <sub>4</sub>	1997	Sprint	18/04 - 26/06	69	37.250
		Premier	24/04 - 23/06	59	30.925
		Ginga	24/04 - 26/06	63	26.550
		Donja RS	26/04 - 26/06	62	22.350
		SMR-58	18/04 - 26/06	69	13.450
E <sub>5</sub>	1998	Seiriki	06/04-28/05	54	13.170
E <sub>7</sub>	1999	Marinda	26/10-01/12	35	65.000
E <sub>8</sub>	2000	Marinda	18/03-24/04	37	45.000
E <sub>9</sub>	2002	Donja RS	19/07-09/09	51	3.270
		Lafaetti;	19/07-09/09	51	4.058
		Royal	19/07-09/09	51	5.781
E <sub>10</sub>	2003	Donja RS	01/11-16/01	76	39.011
		Lafaetti;	01/11-16/01	76	29.609
		Royal	01/11-16/01	76	22.966

**\*IC – FC: início colheita (IC) e final da colheita (FC)**

Analisando as Figuras 02 e 06, observa-se que em média os valores de radiação solar e temperatura são bem inferiores em E<sub>4</sub>, onde se verifica vários dias com valores de radiação solar abaixo do limite trófico para a cultura do pepineiro. O genótipo Donja RS apresentou produtividade superior em E<sub>10</sub> do que em E<sub>4</sub> e

E<sub>9</sub>, comparando-se o E<sub>4</sub> com E<sub>10</sub>, verifica-se uma diferença de 16.661 Kg/ha<sup>-1</sup>, este rendimento superior no cultivo de primavera pode ser justificado em parte pela deficiência de radiação solar e temperatura que normalmente acontece durante a época de cultivo do experimento 04. O rendimento do genótipo Marinda foi maior em E<sub>7</sub> do que em E<sub>8</sub>, observando-se no caso do E<sub>9</sub>, reduzidos valores de radiação solar incidente, o que justifica a redução da produtividade registrada nessa época, mesmo assim o rendimento do genótipo Marinda mostrou-se promissor para as duas épocas de cultivo.

**Tabela 03:** Ano de cultivo, cultivar utilizada, período de colheita e rendimento dos diferentes experimentos com pepino tipo salada conduzidos em estufa plástica. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

Exp.	Ano	Genótipo	Período de colheita *IC – FC	Período de colheita dias	Rendimento Kg/ha <sup>-1</sup>
E <sub>2</sub>	1996	Japonesinha	08/04 - 27/05	49	118.090
		L-945	12/04- 27/05	45	93.890
E <sub>3</sub>	1996	L-945	01/11 - 16/12	46	90.600
E <sub>5</sub>	1998	Seiriki	06/04 - 25/05	51	78.360
E <sub>6</sub>	1999	Seiriki;	18/03-10/05	53	97.240
		Nikey,	18/03-10/05	53	80.180
		Hokuho	18/03-26/04	39	103.656

\*IC – FC: início colheita (IC) e final da colheita (FC)

## 4.2 - DURAÇÃO DO PERÍODO REPRODUTIVO

A duração do período reprodutivo que corresponde ao início até o final da colheita, também foi consequência, principalmente das condições meteorológicas da época de cultivo, como consequência da disponibilidade de radiação solar e



temperatura, das características dos genótipos e da incidência de pragas e doenças. Observa-se que para os genótipos tipo salada o período reprodutivo foi mais curto, em média 48 dias, do que para o tipo conserva, que foi em média 58 dias. No entanto o genótipo Marinda tipo conserva, teve o período reprodutivo mais curto que todos os genótipos (salada e conserva), possivelmente uma característica genética do mesmo e também pelo período em que se realizou o cultivo, o qual não teve grandes limitações de radiação solar e principalmente de temperatura.

O genótipo que apresentou menor período reprodutivo do tipo salada foi a Hokuho, com 39 dias de duração do início ao final da colheita. Nesse caso o curto período de duração da fase reprodutiva deve-se em parte à ocorrência de problemas fitossanitários, principalmente ataque de oídio (*Oidium sp*) o qual acelerou a senescência das plantas.

Para o tipo conserva o período reprodutivo teve uma amplitude de variação maior, de 35 a 76 dias.

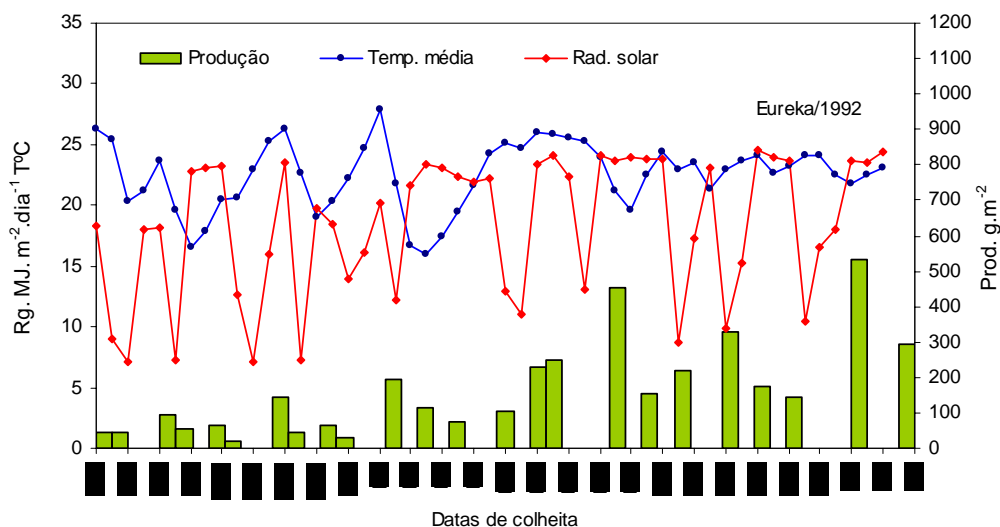
O período reprodutivo do pepineiro é relativamente curto, assim como a fase vegetativa, que varia em função das condições climáticas da região, época do ano em que é realizado o cultivo e material genético. Esses fatores determinam diretamente a variação da duração do período reprodutivo da espécie, bem como do ciclo total.

As diferenças relativas ao ambiente de cultivo tornam-se evidentes no caso dos genótipos Premier e SMR-58, comparados entre experimentos (E<sub>1</sub> e E<sub>4</sub>) Tabela 02.

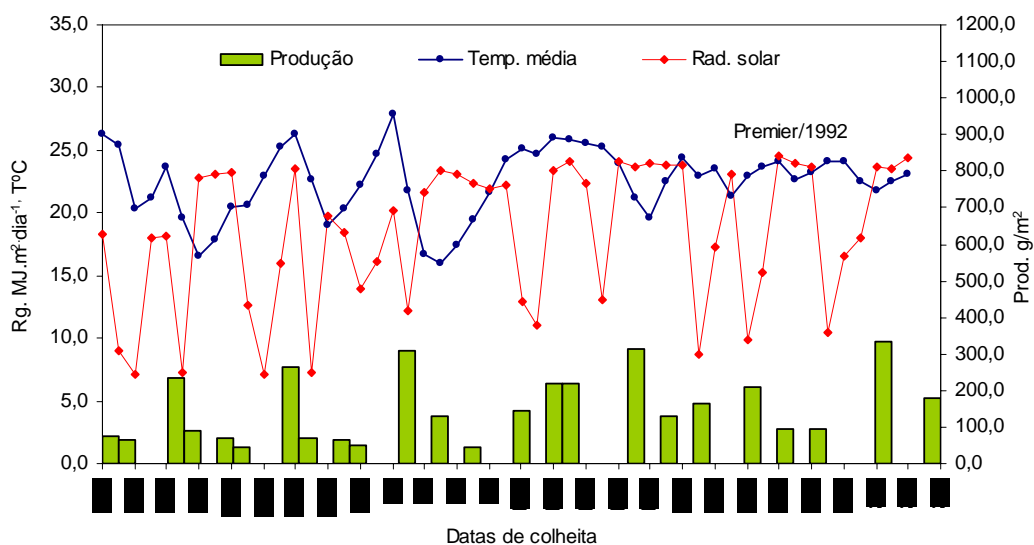
Normalmente os cultivos de outono tem sido mais longos, para os mesmos genótipos em função da diminuição da temperatura média do ar, considerado um dos principais parâmetros que determina a duração do ciclo do pepineiro, isto fica mais evidenciado para os genótipos tipo conserva, exceto para E<sub>10</sub>. Como exemplo comparativo o genótipo Premier apresentou um acréscimo do ciclo reprodutivo de 09 dias quando cultivado no outono/inverno (E<sub>4</sub>) a exemplo de SMR-58, que também apresentou uma diferença de 19 dias de uma época para outra, Tabela 02.

No caso da cultivar Marinda a diferença de uma época para outra foi de apenas 02 dias, em função de que o plantio de outono foi realizado cedo (final de fevereiro), o qual coincidiu com um período com boa disponibilidade de radiação solar e principalmente temperatura do ar, para essa época do ano, Figura 12, determinando um período de duração do ciclo reprodutivo praticamente igual ao da primavera/verão.

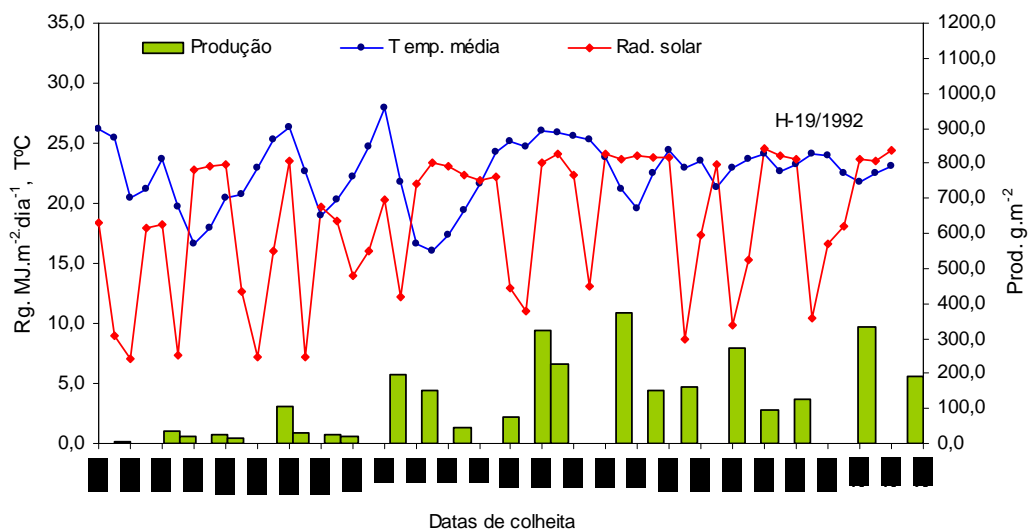
No caso dos cultivos no ano de 2003 ocorreu um longo período reprodutivo de 76 dias, isto pode ser justificado em parte, em função deste ser realizado em substrato. No entanto, este prolongamento da fase reprodutiva não é bem definido. A hipótese mais provável é que o aporte contínuo de água e nutrientes, as condições fitossanitárias e meteorológicas favoráveis promoveram um alongamento do ciclo reprodutivo da cultura.



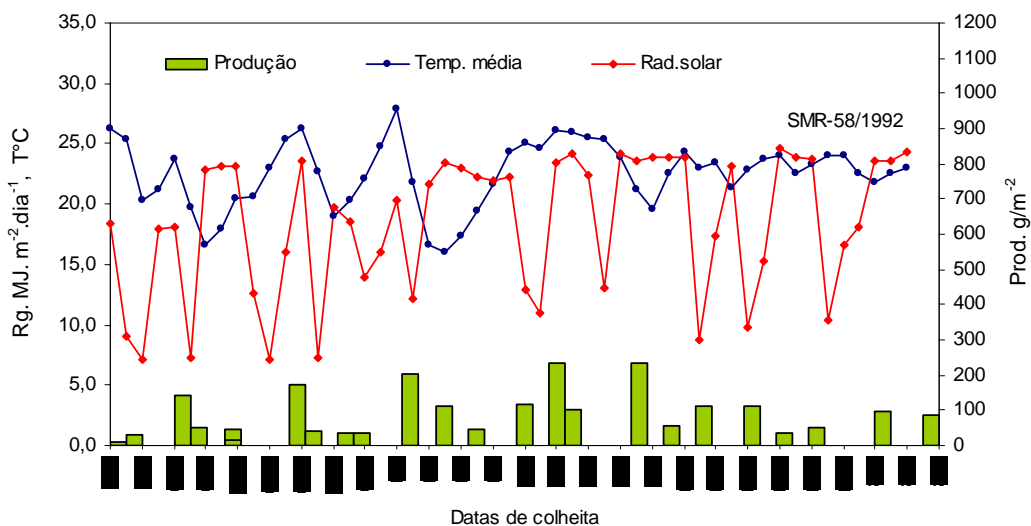
**Figura 01:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Eureka, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1992. UFSM. Santa Maria, 2004.



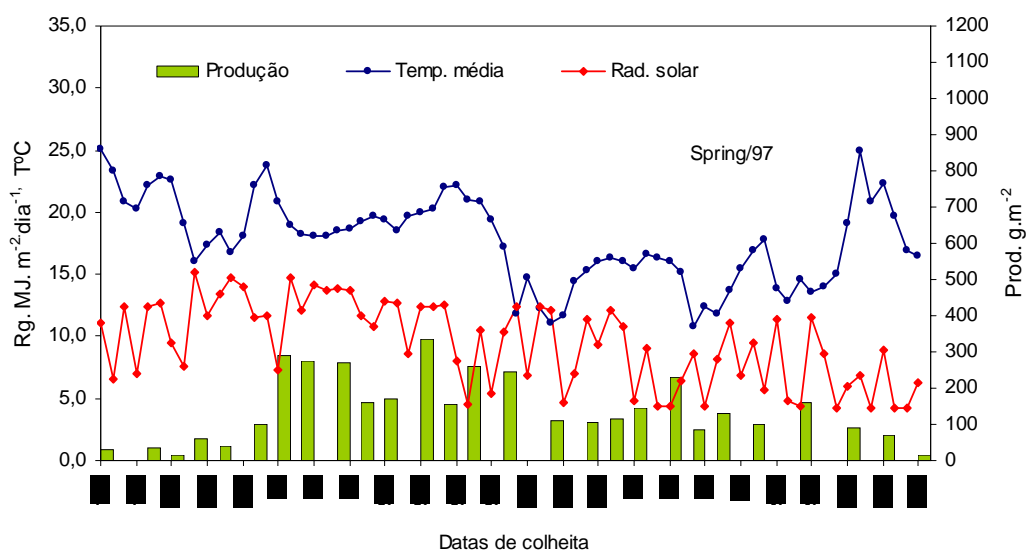
**Figura 02:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Premier, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1992. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



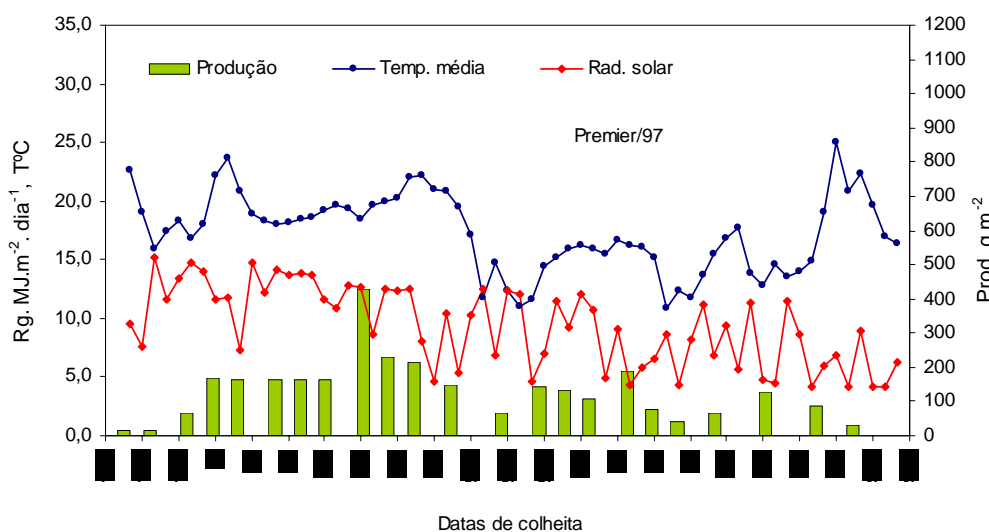
**Figura 03:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo H-19, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1992. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



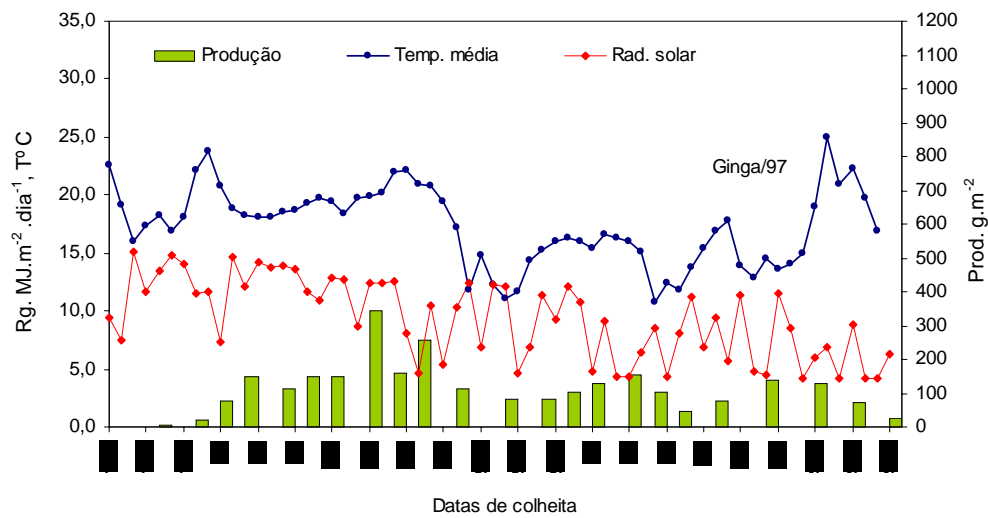
**Figura 04:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo SMR, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1992. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



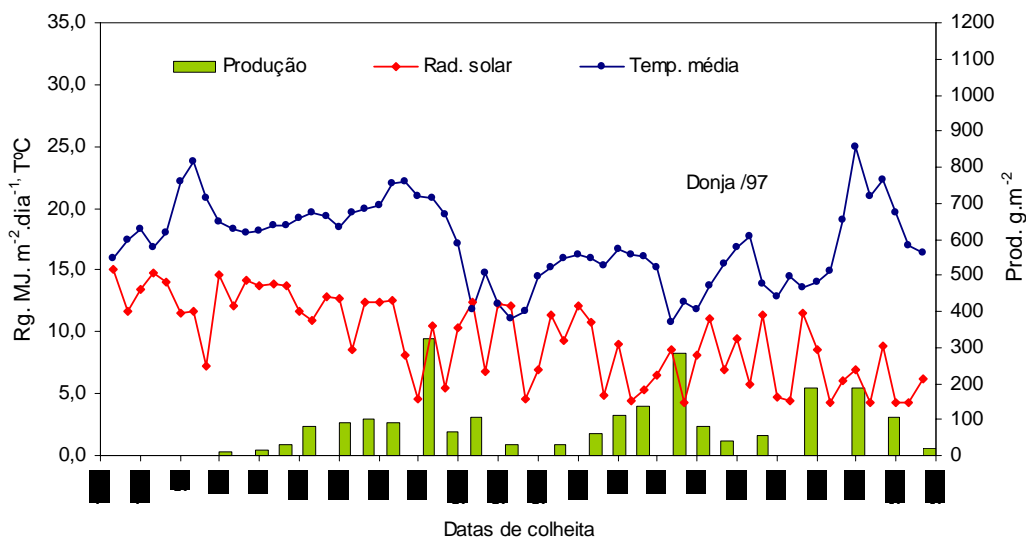
**Figura 05:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Spring, cultivado em estufa no primeiro semestre de 1997. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



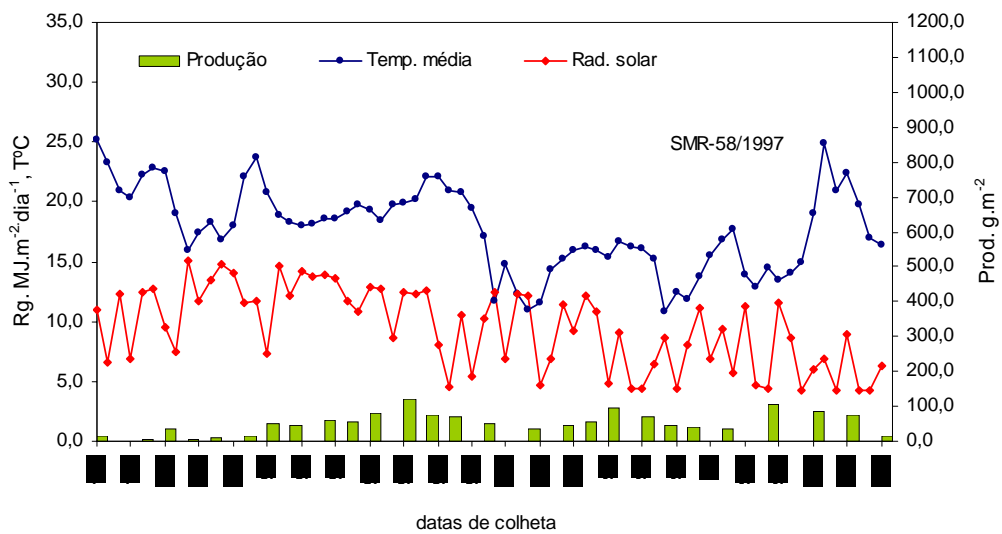
**Figura 06:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Premier, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1997. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



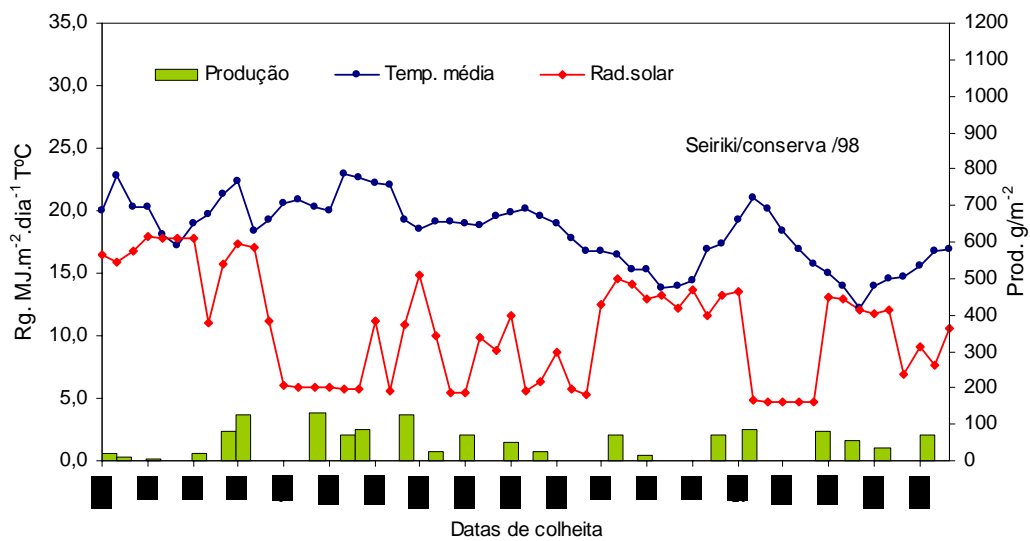
**Figura 07:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Ginga, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1997. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



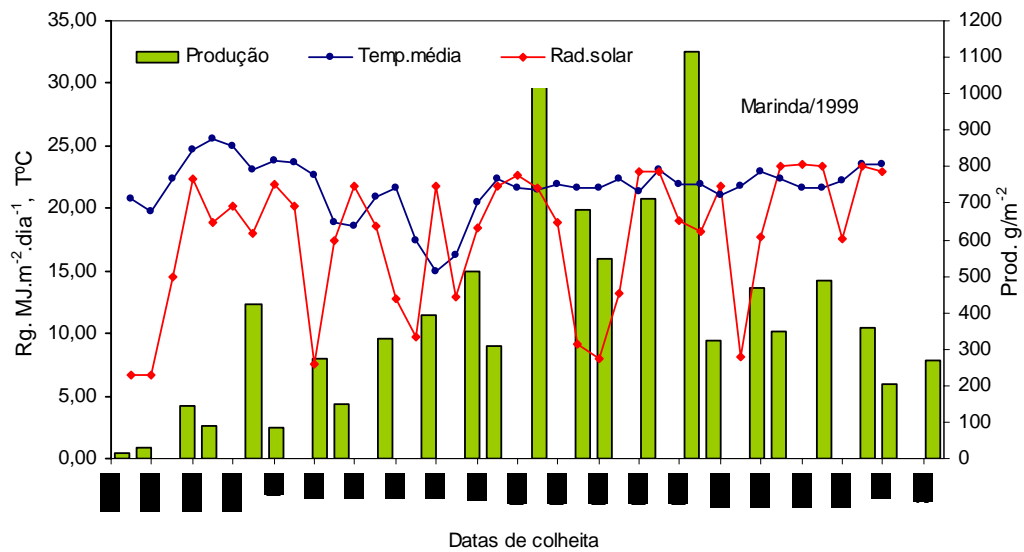
**Figura 08 :** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Donja, tipo conserva, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1997. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



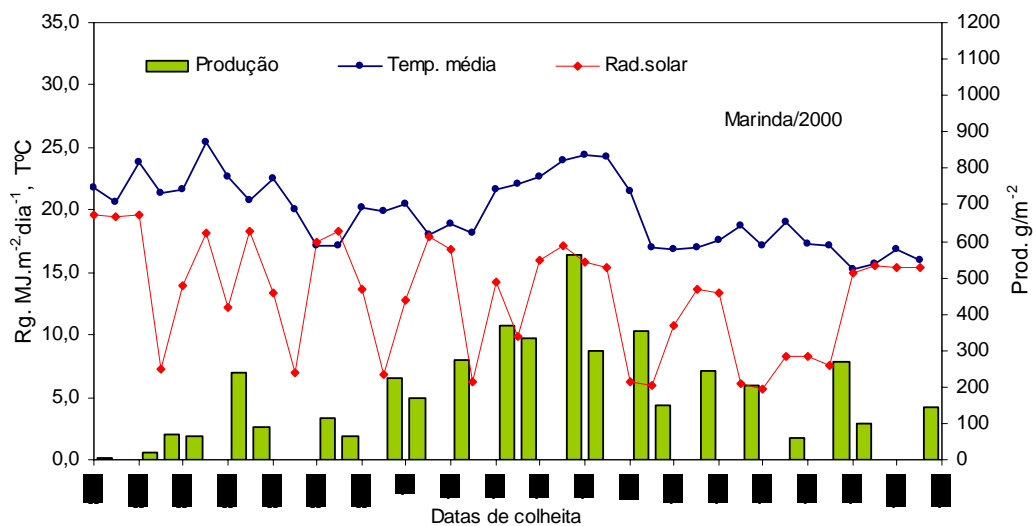
**Figura 09** : Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo SMR-58, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1997. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



**Figura 10**: Radiação solar global (Rg) temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Seiriki, cultivado em estufa no primeiro semestre de 1998. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

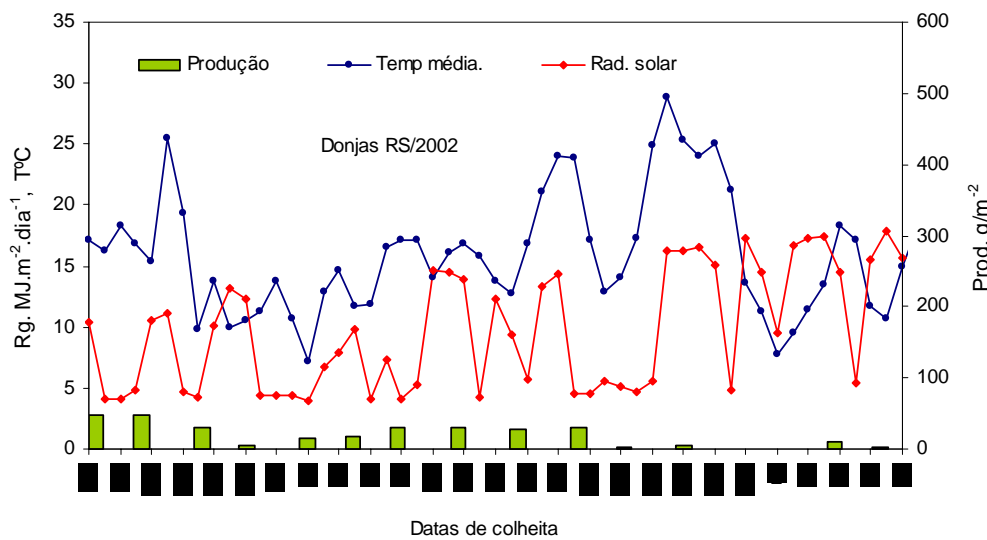


**Figura 11:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Marinda, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1999. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

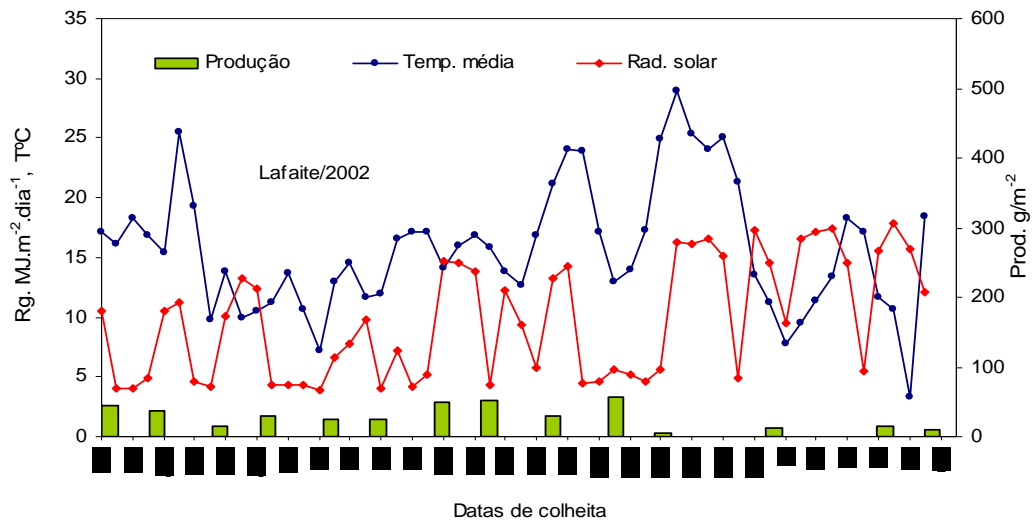


**Figura 12:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Marinda, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 2000. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

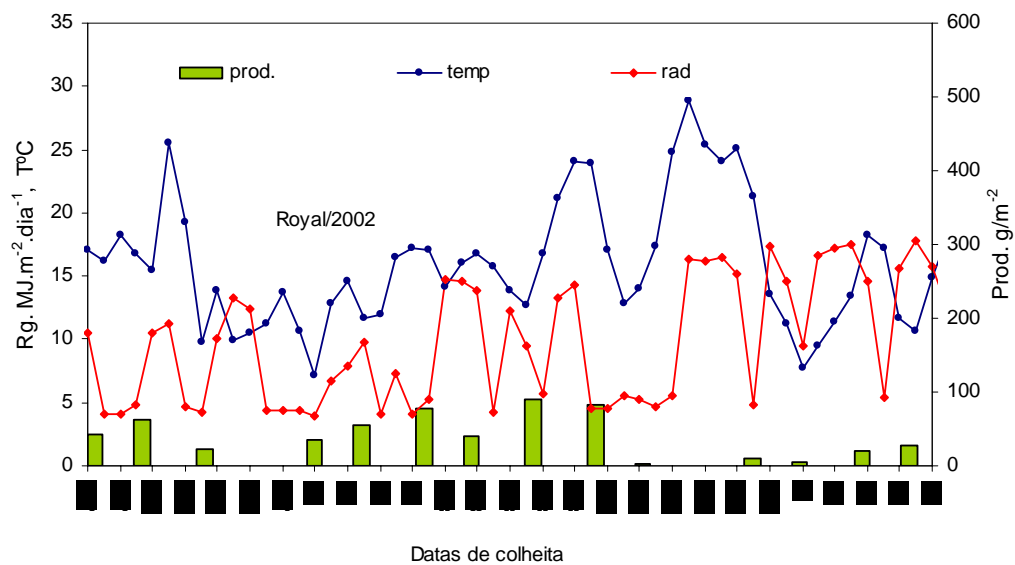




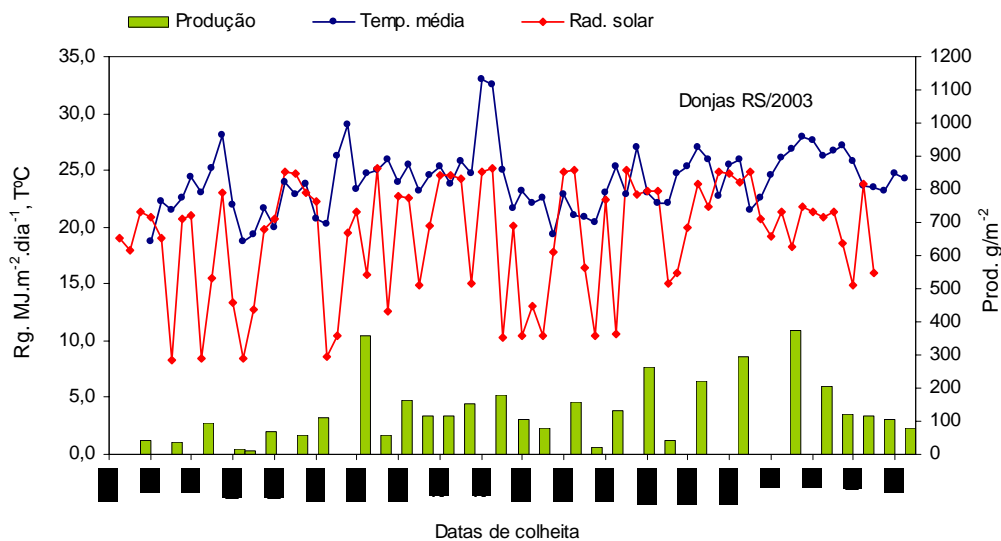
**Figura 13** : Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) nas colheitas de pepino conserva, genótipo Donja RS, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 2002. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



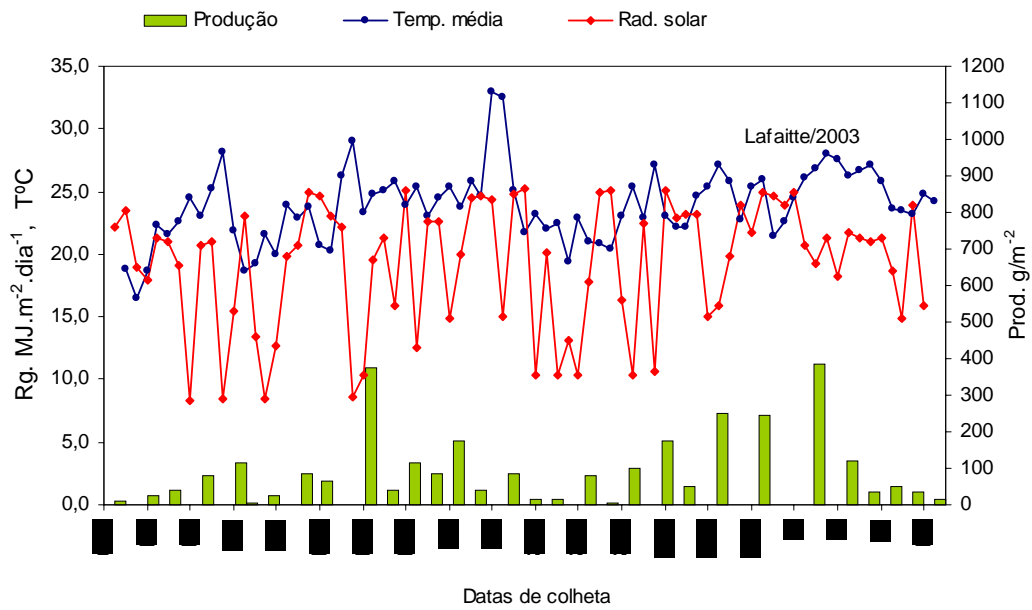
**Figura 14** : Radiação solar global (Rg), temperatura média diária (T) e produção (Prod.) nas colheitas de pepino conserva, genótipo Lafaitte, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 2002. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



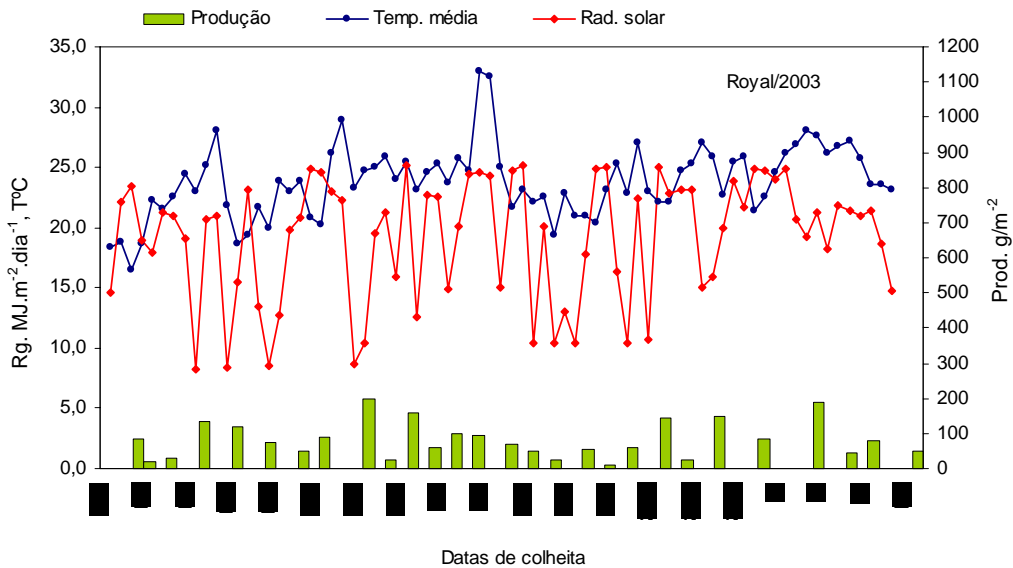
**Figura 15** : Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Royal, cultivado em estufa plástica no primeiro de semestre de 2002. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



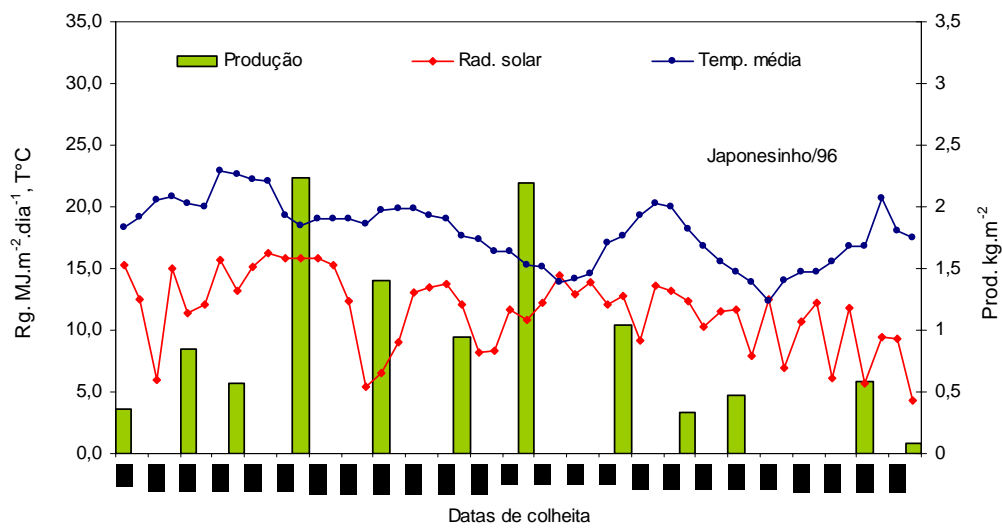
**Figura 16** : Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva, genótipo Donja RS, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 2003. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



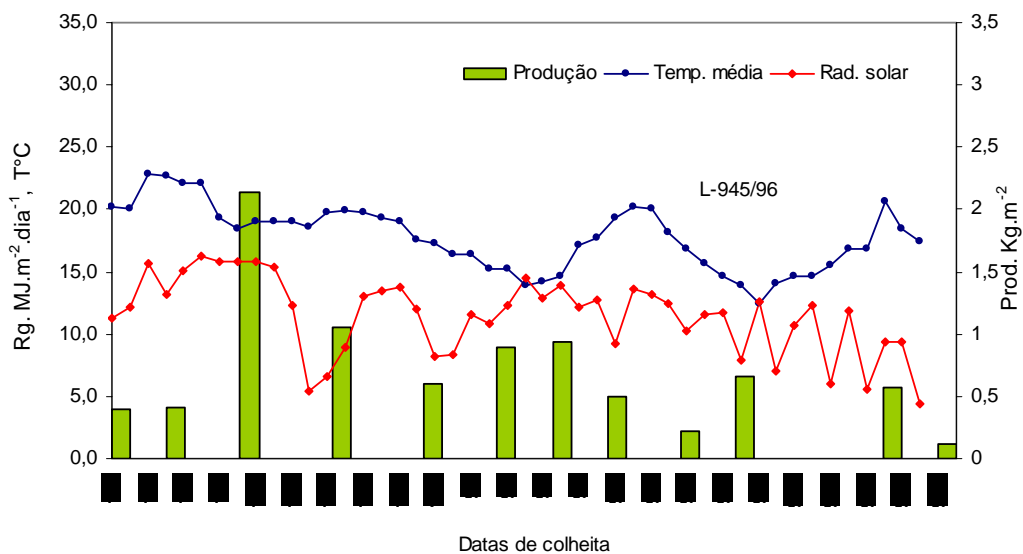
**Figura 17:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino conserva genótipo Lafaitte, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 2003. UFSM. Santa Maria, RS, 2004. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



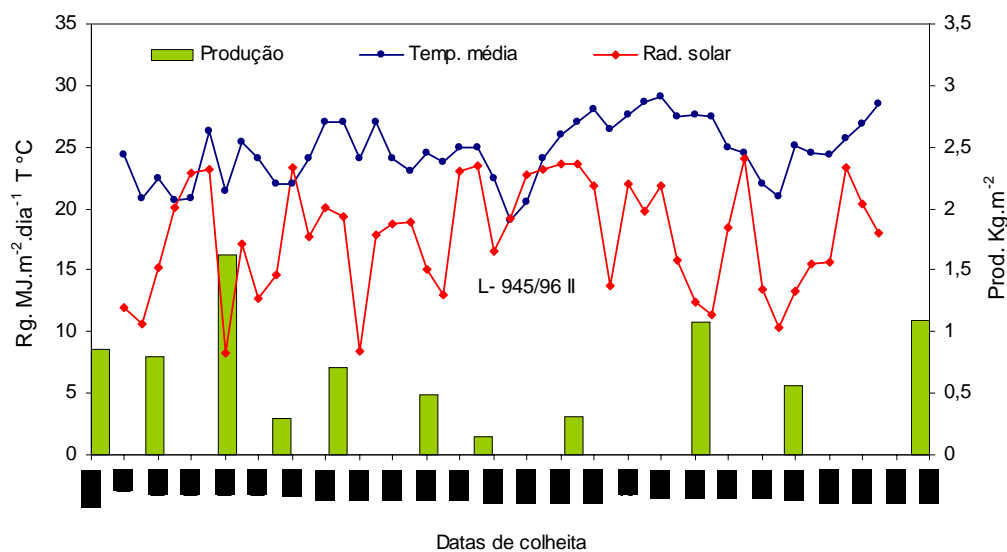
**Figura 18:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino, genótipo Royal, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 2003. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



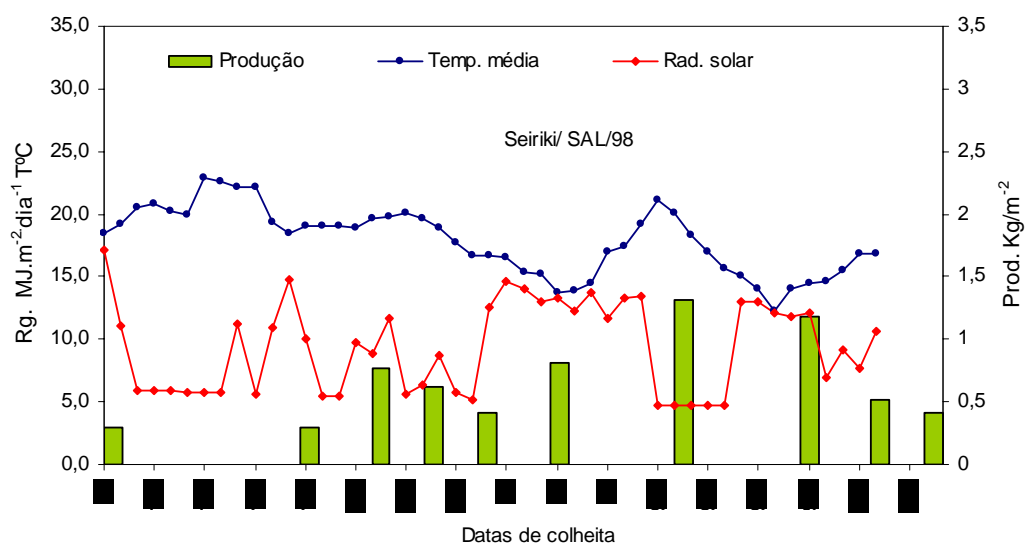
**Figura 19:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo japonêsinho, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1996. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



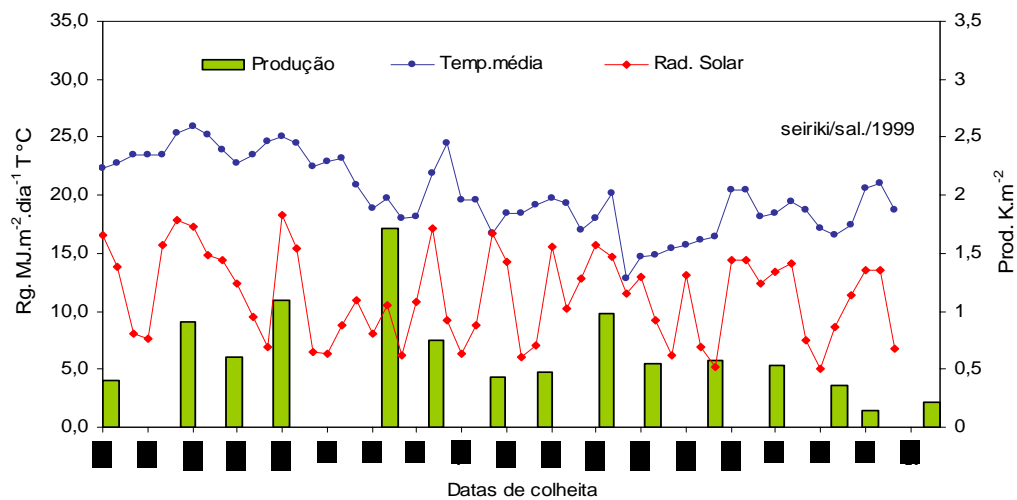
**Figura 20:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo L-945 cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1996. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



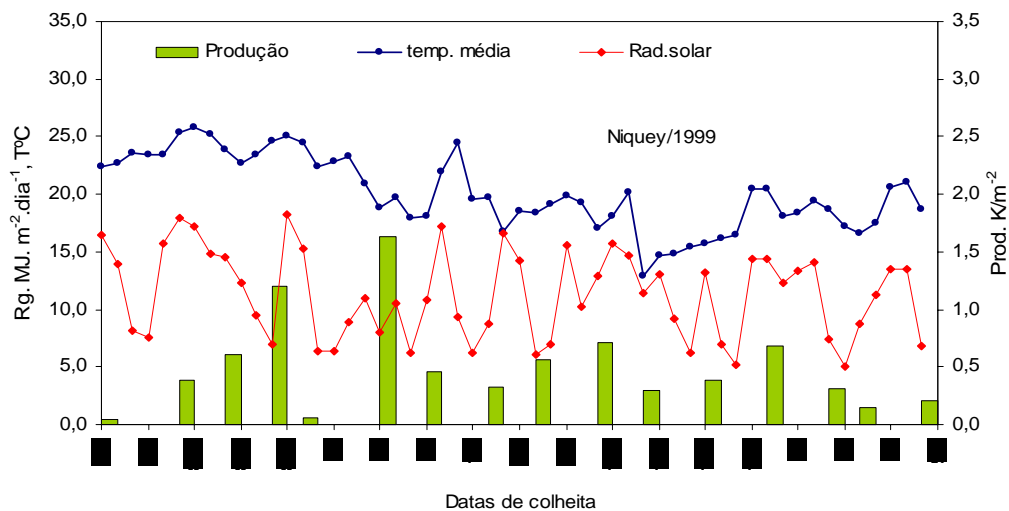
**Figura 21:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo L-945 cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1996. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



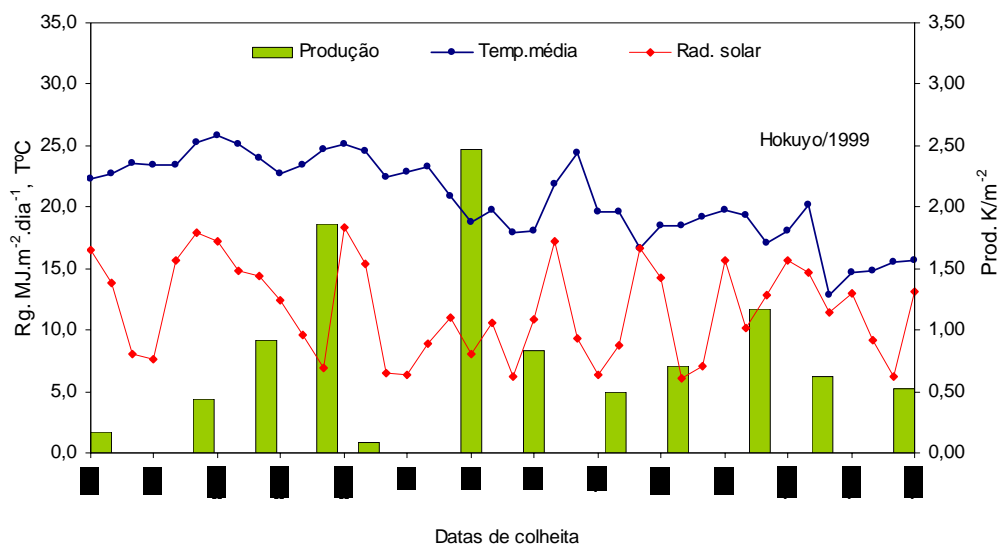
**Figura 22:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo Seiriki, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1998. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



**Figura 23:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo Seiriki, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1999. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



**Figura 24:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada genótipo Niquey, cultivado em estufa plástica no primeiro semestre de 1999. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.



**Figura 25:** Radiação solar global (Rg), temperatura média do ar diária (T) e produção (Prod.) das colheitas de pepino salada, genótipo Hokuho, cultivado em estufa plástica no segundo semestre de 1999. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

### **4.3 - RADIAÇÃO SOLAR E TEMPERATURA DO AR X CURVA DE PRODUÇÃO DO PEPINEIRO**

A produção de pepino segue várias tendências que podem ser visualizadas nas Figuras 01 a 25. Pode-se destacar várias características da curva de produção, principalmente em função da intensidade dos elementos meteorológicos, além de outros fatores que interferiram de modo a alterar a produção de pepino.

A produção segue aproximadamente uma curva normal, que se caracteriza por uma produção ascendente até atingir um “pico” e posteriormente a produção decresce até a senescência da planta. Esta tendência acontece quando na maior parte do período reprodutivo os valores de radiação solar global são elevados, superiores ao limite trófico de  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , e a temperatura média superior a  $12-15^{\circ}\text{C}$ , isto pode ser constatado por exemplo nas Figura 11 e 12, onde se observa que os valores de radiação solar global, salvo em alguns dias, foram em geral sempre acima do valor considerado crítico.

Nos dois casos a temperatura média do ar também permaneceu sempre acima do limite básico de crescimento, durante todo o ciclo. Embora a curva de produção seguiu uma tendência normal, observa-se oscilações, principalmente de acordo com os valores de radiação solar, que teve períodos com incidência abaixo dos exigidos pela cultura do pepineiro.

A produção pode não apresentar muita diferença ao longo do período reprodutivo, ocorrendo “pequenos picos” sucessivos de produção elevados e baixos, Figuras 02, 04, 07, 09 e 18; nesses casos a produção seguiu uma tendência “homogênea” onde a produção foi regular do início ao final do ciclo, sem o “pico” característico de uma curva de produção normal, nesse caso a produção foi em parte comprometida por fatores que causaram redução da produtividade das colheitas no período de “pico”, alterando a curva de produção.

Estas variações estão ligadas principalmente à disponibilidade de radiação solar e temperatura do ar diárias durante o período reprodutivo. Na maioria dos casos quando ocorre maior concentração da produção na primeira metade do período reprodutivo, Figuras 05, 06, 07, 13, 14, 15, 19 e 20, 23 e 24, se verificou



que esta tendência ocorreu em função de uma menor restrição dos elementos meteorológicos durante este período, como pode ser observado principalmente nas Figuras 05, 06, 07. Em condições normais, teoricamente isto deveria acontecer em cultivos realizados no outono, pois há um decréscimo natural de radiação solar e temperatura do ar como pode ser verificado nas Figuras 05, 06, 07, 08, 09, 12, 19, 20, 23 e 24, no entanto pode ocorrer independente do período de cultivo.

Nas Figuras 01, 03, 08, 16, 17 e 22 a maior produção se concentra na segunda metade do período reprodutivo. Isto se observa principalmente, quando os valores de radiação solar e temperatura do ar são limitantes na primeira metade do período produtivo e não limitantes na segunda metade do período.

As variações na curva de produção são também em função de outros fatores que normalmente tem relação também com os elementos meteorológicos, como por exemplo, elevação da umidade relativa do ar, a qual influencia direta ou indiretamente nos fatores de produção da cultura, através do aumento da incidência de problemas fitossanitários, principalmente fitopatógenos causados por fungos. Além disso, a cultura do pepineiro tem um limite ótimo de umidade relativa do ar, que situa-se entre 80 a 90% conforme CERMEÑO (1990).

A alta umidade relativa do ar é comum no interior das estufas em determinados períodos, como à noite, quando esta permanece fechada, no entanto os problemas ocorrem com maior frequência quando ocorre vários dias com nebulosidade ou chuva. Nesse contexto o conjunto de fatores que forma o microclima do interior da estufa plástica interfere no desenvolvimento e crescimento da cultura e conseqüentemente na produção de frutos.

## **4.4- VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO COM A RADIAÇÃO SOLAR E A TEMPERATURA DO AR**

As Figuras 01 a 25 mostram a variação da radiação solar global diária, da temperatura média diária do ar e da produção de pepino para cada colheita e genótipo nos diferentes anos de cultivo. Observa-se que a produção apresenta uma grande variação ao longo do período de colheita, tanto para o pepino tipo salada, (Figuras 1 a 17), quanto para o tipo conserva, (Figuras 18 a 25). A produção segue tendência de curva de produção normal, com concentração da produção na primeira metade do ciclo reprodutivo, na segunda metade e curvas sem “pico de produção, no entanto em meio à amplitude das curvas de produção de cada época e genótipo é possível observar detalhes que nos explicam a relação da radiação solar e a temperatura com a produção do pepineiro.

A produção pode ser afetada por pequenos períodos com restrição de radiação solar ou temperatura, dependendo da finalidade do fruto (salada ou conserva).

O crescimento do fruto pode ser comprometido logo após a fixação, refletindo na produção da colheita seguinte, principalmente para pepino tipo salada. Dessa forma se houver restrição de radiação solar ou temperatura do ar, comprometerá o desenvolvimento do fruto, refletindo no rendimento final. Isto pode ser observado na Figura 25, no período de 30/03 a 02/04, onde realizou-se uma colheita com baixa produção, possivelmente em decorrência de dois dias com baixa radiação solar anteriores à colheita. Na mesma Figura se observa o inverso, elevação da radiação solar durante dois dias elevou a produtividade da colheita realizada entre as datas de 02/04 a 08/04. Normalmente o incremento na produção, para o tipo salada acontece alguns dias após a ocorrência de um período com níveis de disponibilidade de radiação solar e temperatura acima do limite básico, em função de que para essa modalidade de produção o tempo transcorrido entre a antese e a colheita é bem maior, quando comparado com conserva.

Na Figura 19 fica evidente a redução da produção nas colheitas do dia 29/04 devido à deficiência de radiação solar nos dias anteriores a colheita, a qual ocorreu no período de 20 a 28/04.

Para pepino tipo salada foi observado que a deficiência de radiação solar e temperatura do ar em um período de até 5 a 6 dias antecedendo a colheita reflete negativamente no rendimento, em função de que o fruto é colhido com peso superior, e conseqüentemente o período de desenvolvimento é mais longo, no entanto o tempo de desenvolvimento do fruto varia também de acordo com o material genético. Alguns genótipos como o Seiriki e Japonês alcançam o tamanho padrão exigido pelo mercado rapidamente, quando as condições meteorológicas.

Para o tipo conserva o período transcorrido entre a antese e a colheita é inferior, quando comparado com o tipo salada. Normalmente um período variável entre 2 a 3 dias com déficit de radiação ou temperatura do ar reflete negativamente na produção da colheita subsequente. Para alguns genótipos como o Marinda o período da antese até a colheita do fruto pode ser inferior a isto, principalmente quando este for colhido para a modalidade conserva pickles. Nesse caso períodos prolongados com deficiência de radiação solar ou temperatura do ar podem se refletir em mais de uma colheita ou aumentar o número de dias entre colheitas. Na Figura 11, pode-se observar que a redução da radiação solar na fase de máxima produção se refletiu numa redução da produtividade, basicamente no mesmo período que houve restrição do elemento meteorológico.

Independente do genótipo utilizado ou modalidade de cultivo (salada ou conserva), quando ocorreram vários dias consecutivos de baixa disponibilidade desses elementos meteorológicos, a produção na colheita ou colheitas subsequentes tornam-se reduzidas. Isto também foi observado por (BURIOL *et al.*, 2000) em experimento que avaliou o percentual de abortamento de frutos de pepino em função dos diferentes níveis de radiação solar interceptada pela cultura.

De maneira geral os valores elevados de produção coincidiram com dias após ou durante a incidência de radiação solar, acima de  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , ou superiores, além da ocorrência de valores de temperatura do ar superiores a

12-15 °C. No caso da temperatura do ar a faixa ótima situa-se entre 20 e 25°C (CERMEÑO,1990), nessa faixa a resposta em relação à produção é mais acentuada.

Quando ocorreram colheitas com baixa produção, essas normalmente coincidem com dias após ou durante a incidência de valores baixos de radiação solar ou de ocorrência de temperatura média limitantes ao crescimento, inferiores a 12-15 °C, ou de ambos os valores baixos (temperatura e radiação solar), como pode ser observado nas Figuras de 01 a 25. Na maioria dos casos a deficiência de radiação solar ocorre durante o mesmo período.

Nas condições climáticas da maioria das regiões do Estado do Rio Grande do Sul, embora a temperatura média diária durante o período de outono e início de inverno fica na faixa dos 15°C ou superior, na maior parte do dia, quando há incidência de radiação solar acima de 8,4 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> a temperatura permanece em valores próximos á faixa ótima para a cultura do pepineiro, principalmente durante dia, quando a estufa é manejada adequadamente. Durante a noite a temperatura pode atingir valores abaixo de 12°C, dependendo da região e manejo da estufa, bem como condições atmosféricas.

Embora a temperatura é de suma importância para os vegetais, na Figura 11, no período de colheita de 14/11 até aproximadamente 20/11, observa-se que a queda da produção acompanhou a redução da radiação solar. Se observarmos todas as Figuras há a mesma tendência, as quedas bruscas na produção quase que em todos os casos são em decorrência da restrição de radiação solar conjuntamente com a temperatura do ar no período que antecede a colheita.

A relação entre a radiação solar e a temperatura foi estudada por PUERTO *et al.* (1999), que trabalhou com sistema de calefação na cultura do pepineiro e constatou que mesmo com a elevação da temperatura, se os níveis de radiação solar são baixos, a cultura não responde aos fatores de produção.

Esta dependência do crescimento e desenvolvimento do pepineiro em relação aos baixos valores de radiação solar confirmam os resultados já obtidos por STORCH *et al.* (1998); BURIOL *et al.* (2001a) e SCHVAMBACK (2001) e também as afirmações de COCKSKULL *et al.*(1992); GARY *et al.* (1996);

PUERTO *et al.* (1999) que a produtividade dos cultivos protegidos é determinada basicamente pela disponibilidade de radiação solar. Os baixos valores de disponibilidade de radiação solar afetam diretamente a relação entre fonte (folhas) e dreno (frutos), impossibilitando o fornecimento de energia necessária para desencadear as reações de fotossíntese e conseqüentemente limita a distribuição de assimilados entre os órgãos da planta (MARCELIS, 1993). Na Figura 08, observa-se claramente que a redução da produção ocorrida no período de 20/05 a 04/06 foi devido a vários dias com níveis baixos de radiação solar e temperatura média diária em torno de 15°C, nesse caso a temperatura também contribuiu para a redução da produção, por ter permanecido próximo ao limite de crescimento da cultura. Na mesma Figura uma leve elevação nos valores de radiação solar se refletiu em um aumento da produção da colheita realizado entre os dias 04/06 a 09/06.

Mesmo com radiação solar elevada uma diminuição da temperatura do ar causa uma redução da produção. Isto pode ser constatado nitidamente nas Figuras 01 a 04, no período de 04/11 a 09/11. O mesmo ocorre com temperaturas elevadas e baixos valores de radiação solar, como se observa nas Figuras 19 e 20, nos dias 21 a 25 /04. Estes exemplos são indicativos que a radiação solar e a temperatura são elementos meteorológicos que devem atuar de forma conjunta para o crescimento e desenvolvimento de determinadas espécies vegetais, principalmente culturas como pepino tomate e melão que são exigentes quanto aos níveis de radiação solar e temperatura do ar. Os dados das Figuras 01 a 04 confirmam também a dependência do crescimento e desenvolvimento dos frutos em função da temperatura média do ar, observado também por HELDWEIN & ANDRIOLLO, (1989); CERMEÑO, (1990); PUERTO, (1999). Com a definição dos níveis de exigência de radiação solar e temperatura de determinados vegetais dentre os quais o pepineiro, a relação entre esses elementos meteorológicos e a variação da produção se tornou mais clara de forma possível a justificar em parte a produção em função dos valores de radiação solar e temperatura. As variações da produção são também em função de outros fatores que muitas vezes tem relação com a radiação solar e a temperatura do ar, como a elevação da umidade

relativa do ar que pode propiciar condições para a ocorrência de problemas fitossanitários.

## **4.5 - RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO, RADIAÇÃO SOLAR E SOMA TÉRMICA**

As Tabelas 04 e 05 mostram a relação entre a produção de cada colheita e os elementos meteorológicos soma térmica acima de 12°C e a soma da radiação solar global. A análise de regressão entre as variáveis indica que os resultados variam entre anos, épocas e cultivares.

Na Tabela 04 observa-se que os coeficientes de determinação para as cultivares de pepino tipo salada oscilaram de 0,47 a 0,88. Isto indica que a produção é dependente da radiação solar e temperatura do ar. O menor valor de  $R^2$  de 0,47 refere-se a cultivar Seiriki, na época outono/inverno de 1998. Este deve-se possivelmente aos baixos valores de radiação solar na primeira metade do período reprodutivo e da coincidência de valores elevados de radiação e baixos de temperatura e vice-versa na segunda metade do período reprodutivo, Figura 22. Constata-se também que, para esta mesma cultivar, época de outono/inverno de 1999, Figura 23, quando em praticamente todo o período reprodutivo houve soma térmica com temperatura acima de 12°C e não houve períodos com vários dias consecutivos com radiação solar global diária inferior a 8,4 MJ. m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> o valor de  $R^2$  foi mais elevado (0,79), este melhor ajuste dos elementos meteorológicos com a produção é mais evidente quando a radiação solar e a temperatura apresentam uma melhor regularidade, onde a elevação da temperatura média coincide com dias que há maior incidência de radiação solar.

Os valores elevados de  $R^2$ , igual a 0,88, para a cultivar L-945, na época primavera/verão, são coincidentes com valores diários elevados tanto de radiação solar como de temperatura do ar, Figura 21. Isto confirma a dependência da produção com estas duas variáveis, como já foi mencionado por

STORCH *et al.*( 1998); BURIOL *et al.* (2001a) e SCHVAMBACK( 2001) e também as afirmações de COCKSKULL *et al.*(1992), GARY *et al.* (1996), PUERTO *et al.* (1999).

**Tabela 04:** Experimentos, cultivares, épocas de cultivo, equações de regressão e  $R^2$  entre as variáveis soma térmica, radiação solar e produção para o período produtivo das cultivares de pepino tipo salada. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

Exp.	Genótipo	Época	Equação de regressão	$R^2$
E <sub>2</sub>	Japonesinho	Out./ inv.	$z= 55,59-5,99(\text{Int})^2+0,07176 \ln Rg$	0.62
	L-945		$z= 51,555-6,585(\text{Int})^2+0,07453 \ln Rg$	0.63
E <sub>3</sub>	L-945	Prim. /ver.	$z=5,34+3,6.t+1,25.Rg$	0,88
E <sub>5</sub>	Seiriki	Out./ inv	$z= 18,018-30,76t+0,5725.Rg^{0,5}$	0,47
E <sub>6</sub>	Seiriki;	Out./ inv.	$z= -0,24-21,08.t.\text{Int}+4,67Rg/\ln Rg$	0.79
	Nikey,		$z= 0,576+0,719.Rg+61,32/\ln Rg$	0.75
	Hokuho		$z= 22,68-1,405/t+0,6494Rg$	0.68

Comparando-se os coeficientes de determinação dos genótipos L-945, nas duas situações de cultivo (anos diferentes/E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>) observa-se que no E<sub>2</sub> conduzido durante o período de primavera/verão o coeficiente de determinação foi superior, a exemplo do que ocorre normalmente também para os genótipos tipo conserva. Comparando-se o genótipo Seiriki conduzido em dois experimentos (E<sub>5</sub> e E<sub>6</sub>), durante o período de outono/inverno, em E<sub>5</sub> o coeficiente de determinação foi bem inferior, em função que a radiação solar e a temperatura do ar no experimento E<sub>5</sub> não seguiram a mesma tendência, como pode se observar na Figuras 22, onde a radiação solar permaneceu abaixo do limite trófico durante a maior parte da primeira metade do período reprodutivo.

Analisando os valores dos coeficientes  $R^2$  para pepino tipo salada e conserva, observa-se uma variação mais acentuada para o tipo conserva entre épocas e anos Tabela 05. Isto pode ser justificado em parte em função que as colheitas mais espaçadas para o tipo salada integra uma efeito acumulativo dos

elementos meteorológicos ao resultado da produção. No caso do tipo conserva as colheitas são em intervalos menores, e um período menor de deficiência de radiação solar ou temperatura tem um efeito mais acentuado no resultado da produção.

Ocorreram valores elevados acima de 0,6 - 0,7, como no E<sub>1</sub>, E<sub>7</sub>, E<sub>10</sub>, entretanto foram obtidos baixos valores de R<sup>2</sup> (0,25 - 0,45), nos experimentos E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub> e E<sub>9</sub>.

Isto deve-se possivelmente em função da não linearidade entre as variáveis analisadas, a qual é mais acentuada no período de outono/inverno. Nesse período a radiação solar e a temperatura decrescem, a produção tem tendência de crescer até aproximadamente a metade do ciclo reprodutivo, contrário as variáveis meteorológicas. Portanto o não ajuste entre as variáveis meteorológicas e produtivas nesse período do ano acaba interferindo nos resultados estatísticos.

Há a hipótese que outros fatores fisiológicos da planta alteram os aspectos produtivos, e que a radiação solar e a temperatura são desencadeantes dessas processos.. Fisiologicamente a planta responde a radiação solar e temperatura do ar através da distribuição e alocação de assimilados para os frutos SCHVAMBACK (2001). No entanto outros aspectos fisiológicos como a absorção de nutrientes, resultado do estresse provocado pela restrição de radiação solar ou temperatura, ainda não foram estudados. Estes aspectos possivelmente interferem no resultado da análise estatística e são mais evidentes no período de outono/inverno como pode ser observado na Tabela 07, através do resultado dos coeficientes de determinação. Outra hipótese em relação ao desajuste entre as variáveis meteorológicas e produtivas se refere a não definição prévia do intervalo entre colheitas, sendo realizadas as colheitas assim que havia frutos com tamanho ideal para salada e conserva, de acordo com a finalidade pré definida (salada ou conserva) ou material genético específico.

No caso das colheitas serem mais espaçadas como para o pepino tipo salada, a oscilação dos elementos meteorológicos foi em maior parte compensadas dentro do período de tempo transcorrido entre as colheita e os valores de R<sup>2</sup> foram mais elevados, quando comparamos a mesma época de cultivo e a mesma cultivar,



como no caso do genótipo Seiriki, que embora apresentou valores de  $R^2$  baixos, para o tipo salada foi superior Tabelas 04 e 05.

**Tabela 05:** Experimentos, genótipos, épocas de cultivo, equações de regressão e  $R^2$  entre as variáveis soma térmica, radiação solar e produção para o período produtivo das cultivares de pepino tipo conserva. UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

Exp.	Genótipo	Época	Equação de regressão	$R^2$
E <sub>1</sub>	SMR-58	Prim./ver.	$z = 13,32 - 88,5506/t + 0,0185.Rg$	0.67
	H-19		$z = 34,023 - 47,29/t + 0,5 + 0,185.(Rg)^2$	0.71
	Premier		$z = 1,060 + 24957,91/t^2 + 1,52.Rg$	0.68
	Eureka		$z = 10,011 + 0,0288.t + 1,072.Rg$	0.67
E <sub>4</sub>	Premier	Out./ inv.	$z = 24,99 - 119,99/t + 0,1325.Rg$	0.31
	Sprint		$z = 41,059 - 3,5t + 0,053 \ln Rg$	0.27
	Donja		$z = 24,412 + 42,82/t + 0,07176 \ln Rg$	0.29
	Ginga		$z = 42,32 - 3,97.t + 0,058 \ln Rg$	0.27
	SMR-58		$z = 45,059 - 4,893t + 0,059 \ln Rg$	0,26
E <sub>5</sub>	Seiriki	Out./ inv.	$z = 17,151 + (-0,0584)t + 0,837(Rg)^{0,5}$	0,25
E <sub>7</sub>	Marinda	Prim. /ver	$z = -12,973 + 4,283 \ln t + 1,031(Rg)$	0.60
E <sub>8</sub>	Marinda	Out./ inv..	$z = 3,979 + 0,0069t + 1,428Rg$	0,52
E <sub>9</sub>	Lafaietti	Out./ inv.	$z = 13,42 - 1,36/t + 1,059.Rg$	0.44
	Royal		$z = 12,45 + 1,2339/t + 1,06.Rg$	0.44
	DonjasRS		$z = 10,608 - 1,040/t + 1,08.Rg$	0.45
E <sub>10</sub>	Lafaietti	Prim. /Ver.	$z = 10,02 + 0,066t + 1,08.Rg$	0.77
	Royal		$z = 12,58 + 0,0750.t + 0,093 Rg$	0.76
	Donjas RS		$z = 13,52 - 1,563/t + 1,11.Rg$	0,78

De maneira geral a análise de correlação mostra que em períodos em que há bastante oscilação dos elementos meteorológicos, bem como deficiência desses elementos os coeficientes de correlação são em geral muitos baixos. Para as cultivares tipo conserva os coeficientes para as épocas de cultivo outono inverno foram inferiores a 0,50, com exceção do experimento com a cultivar Marinda,

que apresentou um coeficiente de correlação de 0,52 e 0,60. Nesse caso pode se observar na Figura 12, que não houve períodos prolongados com deficiência de radiação solar e a temperatura manteve-se sempre bem acima do limite básico, situando praticamente em todo o período de colheita dentro do limite térmico ótimo. Em função que as variáveis meteorológicas não tiveram grandes oscilações e a curva de produção teve uma tendência normal o valor do coeficiente  $R^2$  ficou acima de 0,5, não apresentando pouca diferença para o cultivo de primavera (0,6). No caso do cultivo de primavera, possivelmente o valor do coeficiente de determinação seria superior se não houvesse uma redução da radiação solar durante.

A correlação entre as variáveis para as cultivares tipo salada apresentou apenas em um caso coeficiente inferior a 0,5, também no período outono-inverno, no entanto nos experimentos 02 e 06 ambos conduzidos durante o outono- inverno os coeficientes foram superiores a 0,5.

#### **4.6 - SOMA TÉRMICA DO PERÍODO REPRODUTIVO**

Nas Tabelas 06 e 07 tem-se, a soma térmica acumulada acima de 12°C e a soma de radiação solar incidente acumuladas para o período reprodutivo e o período de colheita em dias das diferentes cultivares de pepino tipo salada e conserva, respectivamente. Considerando-se que as condições meteorológicas no sub-reprodutivo foram distintas e ainda que as exigências biometeorológicas das diferentes cultivares também são distintas a amplitude da soma de graus-dia e de radiação solar não foi muito acentuada.

**Tabela 06:** Soma térmica em graus acumulados (GD) e soma da radiação solar incidente acumulada ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ) do período reprodutivo para os genótipos de pepino tipo salada, cultivados em estufa plástica UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

<b>Genótipo</b>	<b>Ano época*</b>	<b>Graus dia (GD) °C(acumulado)</b>	<b>Rg (<math>\text{MJ.m}^{-2}</math>) (acumulado)</b>	<b>Período reprodutivo</b>
Joponesinho	1996/1	397	687	49
L-945	1996/1	456	716	45
L-945	1996/2	590	860	46
Seiriki	1998/1	404	725	51
Hokuho	1999/1	446	635	53
Niquey	1999/1	535	788	53
Seiriki	1999/1	535	788	53
<b>Média</b>		<b>480</b>	<b>748</b>	<b>50</b>
<b>Desvio padrão</b>		<b>68</b>	<b>69</b>	<b>3</b>

\* 1 corresponde ao cultivo de outono/inverno e 2 de primavera verão

Para o tipo salada, considerando os diferentes genótipos, anos e épocas de cultivo a média dos graus-dia acumulados foi de 487 °C, com desvio padrão de 68°C e a radiação solar global média de 748  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , sendo o desvio padrão de 69  $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  e um período de colheita média de 50 dias. No caso do genótipo Hoyoho a soma térmica foi inferior em função que o ciclo reprodutivo foi reduzido, devido a problemas fitossanitários.

Analisando os resultados da soma térmica e do ciclo reprodutivo da cultivar L-945, nos cultivos de 1996/1 e 1996/2 e da cultivar Seiriki conduzida em 1998/1 e 1999/1, observa-se que os dois genótipos (L-945 e Seiriki) tiveram resultados idênticos quanto a estes aspectos. Os cultivos realizados em 1996/1 (L-945) e 1998/1(Seiriki) tiveram soma térmica inferior aos cultivos de 1996/2 (L-945) e 1999/1(Seiriki), no entanto o período reprodutivo praticamente não teve

diferença para o mesmo genótipo. Portanto para este caso não foi verificado o prolongamento do ciclo reprodutivo em função da soma térmica, ao contrário do verificado para pepino tipo conserva Tabela 07, cultivo de 1997/1. Embora os dados existentes não permitam uma análise mais profunda dos resultados envolvendo soma térmica e ciclo reprodutivo, observa-se a hipótese indicando que os genótipos tipo salada respondem menos a variação do ciclo reprodutivo, em função da soma térmica acumulada. A outra hipótese é que os níveis térmicos durante os cultivos com menor soma térmica não foram restritivos (abaixo de 12°C) a ponto de interferir no ciclo reprodutivo, como pode ser observado nas Figuras 20 e 22.

Para as cultivares tipo conserva a média de graus-dia acumulados foi de 412 °C, e desvio padrão de 107 °C, a radiação solar acumulada foi de 741 MJ. m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> e desvio padrão de 157 MJ.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, com uma média de 53 dias de período de colheita.

A soma térmica em graus dia acumulados e a soma da radiação solar incidente acumulada no período reprodutivo para as cultivares de pepino tipo conserva, mostrou uma amplitude maior do que para os genótipos tipo salada. Isto possivelmente ocorreu em função das condições meteorológicas ocorrentes na época de cultivo como pode ser observado no caso da cultivar Premier que apresentou diferença de 200 C° do cultivo de 1992 para 1997, Tabela 07, observa-se que o cultivo de primavera/verão em 1992 teve uma soma térmica acumulada bem superior, porém o período de colheita foi mais curto. Em função da resposta da cultura a soma térmica o período de colheita varia, nos casos analisados verifica-se que com a redução da temperatura média o período de colheita se estende, observado em todas as cultivares que foram cultivadas nas duas épocas (primavera/verão e outono/inverno).

**Tabela 07:** Soma térmica em graus acumulados (GD) e soma da radiação solar incidente acumulada ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ) e número de dias do período reprodutivo para os genótipos de pepino tipo conserva, cultivados em estufa plástica UFSM. Santa Maria, RS, 2004.

<b>Genótipo</b>	<b>Ano época*</b>	<b>Graus dia (GD) °C (acumulado)</b>	<b>Rg (<math>\text{MJ. m}^{-2}</math>) (acumulado)</b>	<b>Período reprodutivo</b>
Eureka	1992/2	564	984	50
Premier	1992/2	564	984	50
H-19	1992/2	564	984	50
SMR	1992/2	564	984	50
Ginga	1997/1	376	644	63
Spring	1997/1	434	697	69
Donja	1997/1	359	647	62
Premier	1997/1	364	626	59
SMR	1997/1	434	697	69
Seiriki	1998/1	350	592	54
Marinda	1999/2	384	691	35
Marinda	2000/2	346	549	37
Donja	2002/1	274	630	51
Lafaite	2002/1	274	630	51
Royal	2002/1	274	630	51
<b>Média</b>		<b>408</b>	<b>731</b>	<b>53</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>105</b>	<b>157</b>	<b>9,5</b>

*\* 1 corresponde ao cultivo de outono/inverno e 2 de primavera verão*

Em 1992 os valores da temperatura e da radiação solar diários durante o período de colheita foram elevados, chegando a alcançar valores acima do ótimo de crescimento, durante alguns períodos, Figura 02, contribuindo mais para a soma térmica.

No ano de 1997, Figura 06 tanto os valores de temperatura quanto de radiação foram abaixo do ótimo de crescimento, durante boa parte do período reprodutivo. Desta forma houve um menor acúmulo de soma térmica e radiação solar, no entanto o número de dias do início-final de colheita foi de 19 dias a mais, em relação a 1992, Tabela 07.

Este prolongamento do ciclo do pepineiro no período outono/inverno também foi observado por VIEIRA *et al.* (1992), em experimentos conduzidos com a cultivar Ginga AG-77, tipo conserva em oito épocas de cultivo.

Comparando-se as Tabelas 06 e 07, observa-se que na média as cultivares tipo salada são tem um ciclo produtivo menor. No entanto a cultivar Marinda tipo conserva, apresentou o menor período reprodutivo, para ambos os cultivos, podendo nesse caso considerar uma característica da cultivar. Fazendo a mesma observação para a cultivar Premier, Tabela 07 permite verificar que esta teve um período produtivo bem superior tanto para o cultivo de primavera, quanto para o de outono/inverno.

## **5 - CONCLUSÕES**

Vários dias consecutivos com baixos valores de radiação solar e temperatura provocam a redução da produção de pepino tanto para cultivares tipo conserva como para tipo salada.

A deficiência de um elemento meteorológico (temperatura ou radiação solar) é suficiente para promover a redução da produção do pepineiro.

Nas condições climáticas de Santa Maria o período de junho e julho é inviável tecnicamente e economicamente o cultivo de pepino em estufas sob condições naturais, em função principalmente dos baixos valores de temperatura e radiação solar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. E.; MONTEIRO, ; MENESES, JF. Response of non heated Plastic covered greenhose tomatoes during the cool season and under two different natural ventilation. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.366, p.195-200, 1994.

ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**, 3.<sup>a</sup>ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 347 p. 1999.

ANDRIOLO, J. L. *et al.* Determinação das variações de temperatura do ar e do solo e da umidade relativa do ar no ambiente interno e externo de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. *In: ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIÃO SUL III*, 1998. Curitiba, PR. **Resumos...**, Curitiba: EMATER, 1989, p. 6.

ANDRIOLLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999. 142 p.

ANDRIOLO, J. L. & FALCÃO, L. L. Efeito da poda de folhas sobre a acumulação de matéria seca e sua repartição para os frutos do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8 n. 1 p. 75-83, 2000.

BURIOL, G. A. et al. Disponibilidade de radiação solar nos meses mais frios do ano para o cultivo do tomateiro no estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. Porto Alegre, v. 6, n.º 1, p 18-22, 2002.



BURIOL, G. A. et al. Efeito de valores baixo de radiação solar sobre o abortamento de frutos do pepineiro. *In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E III REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA*. Fortaleza, 2001, **Anais...** Fortaleza, SBA/FUNCEME, 2001, p. 759-760.

BURIOL, G. A. 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.

BURIOL, G.A. et al. Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.

BURIOL, G. A., *et al.*, Efeito da composição do filme plástico de estufas sobre a temperatura mínima do ar. **Revista de la Facultad de Agronomía, Buenos Aires**, v. 17, n. 1, p. 133-136, 1997.

BURIOL, G.A. *et al.* Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.8, n.1, p. 11-18, 2000.

BURIOL, G. A. *et al.* Probabilidade de ocorrência de valores de radiação solar prejudiciais ao cultivo do pepineiro na região do Baixo Vale do Taquari, RS. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 7, n.º 1, p. 97-104, 2001a.

BURIOL, G. A. *et al.* Efeito de valores baixo de radiação solar sobre o abortamento de frutos do pepineiro. *In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E III REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA*. Fortaleza, 2001, **Anais...** Fortaleza, SBA/FUNCEME, 2001, p. 759-760.

CASTILLO, F. E. & SENTIS, F. C. **Clima en los invernaderos**. Agrometeorología . Ministerio da Agricultura, Pesca y Alimentación. Edición: Mundi- Prensa, Madrid. 1996, 516p.

CASTILLA PRADOS, Condiciones ambientales en invernaderos no climatizados. *In: PEREZ PARRA, J.; CUADRADO GOMEZ, I. M. (Ed) Tecnología de Invernaderos II*. Almeria. FIAPA, 1998, p. 163-177.

CALVETTE, E. O.; GUARIEBNTI, I.;SCHIMIT, C. A. Avaliação de genótipos de pepino para salada em estufa plástica na região de Passo Fundo, RS. *In: ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIÃO SUL, III*, Curitiba, 1989. **Trabalhos Publicados...**, Curitiba: EMATER, 1989. 43p.P. 9-10.

CEASA, consumo de hortaliçanheiros no Rio Grande do Sul. Histórico Estatístico. Porto Alegre, 1992, 3p.

CERMEÑO, Z. S. **Invernaderos Instalación y Manejo**, Lisboa , ed. Lixeta Lda, 1990, 353 p.

CERNE, M.; SKOF, M.; UGRINOVIĆ, K. Pickling Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars grown in two different ecological conditions. **Acta Horticulturae**, Bari, v. 533, p. 549-555, 2000.

COCKSHULL, K. E.; GRAVES, C. J.; CAVE, C. R. J. The influence of shading on yield of glasshouse tomato. **Journal of Horticultural Science**, v. 67, p. 11-24, 1992.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DOS ESTADOS DO RS E SC.

Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3 . ed. Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul/CNPT/EMBRAPA, 1995.224p.

CORNILLON, P. Étude bibliographique incident de la temperatura des racines e la croissance et le development des plantes. **Annales Agronomiques**, Paris, v. 31, n. 1, p. 63-84, 1980.

EPAGRI A cultura do pepino. In: Curso profissionalizante de olericultura, Florianópolis: CETRE. 1993, 11p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 1999. 421p.

ESTEFANEL, V. *et al.* Disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para o cultivo de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido na região de Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n.4, p. 553-559. 1998.

ESTEFANEL, V. *et al.* Insolação e radiação solar na região de Santa Maria RS: Estimativa da radiação solar global incidente a partir dos dados de insolação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 20 n. 3-4, p. 203-218. 1990.

FAO. **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1990. 313 p. (Plant Production and Protection Paper, n. 90).

FARIAS, J. R. B.; *et al.* Alterações na temperatura e Umidade Relativa do ar provocados pelo uso de estufa plástica: **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n. 1, p.51-62, 1993a.

FARIAS, J.R.B.; *et al.*, Efeito da Cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 31-36, 1993b.

FERNANDEZ, H.; CONTI, H.; DIBENEDETO, A. Heat stress and cut roses productivity in Argentina. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 357, p. 123-134, 1994.

FRANCESANGELI, N. *et al.* Sombreamento de invernaderos. Efectos sobre el microclima y la aparición de la podredumbre apical del fruto en tomate de producción primavera-estival. **Horticultura Argentina**, Buenos Aires, v. 13, n. 33, p. 65-70, 1994.

FURLAN, R. A.; FOLEGATTI, M. V.; SENTELHAS, P. C.; Efeito da nebulização e ventilação natural na redução da temperatura do ar ambiente protegido: **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n. 2, p.181-186, 2001.

GARY, C., BAILLE, A., NAVARRETE, M., et al. TOMPOUSSE, un modelé simplifié de précision du rendement et du calibre de la tomate. In: SÉMINAIRE DE L' AIP "SERRES", 1996. Alenya, 10 p.

HELDWEIN, A. B.; ANDRIOLO, J. C. Temperatura base e soma térmica do subperíodo floração-maturação do pepino. In: I ENCONTRO DE HORTALIÇAS DA REGIÃO SUL. Santa Maria, 1988. **Livro de Resumos...** Santa Maria, UFSM, 1988, p. 38.

HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M.; et al. Efeito da cobertura plástica sobre a temperatura mínima do ar. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Campina Grande, PB. **Anais...**, Campina Grande, p. 304-306, 1995.

LAGO, I., BURIOL, G.A., HELDWEIN, A. B. *et al.* disponibilidade de radiação solar para olerícolas cultivadas em estufas no período invernal no Estado do RS. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 2003, Santa Maria, **Anais**, Santa Maria, SBA ( Sociedade Brasileira de Agrometeorologia), 2003, v. 1, p. 665-666.

LOPEZ, J. C.; PUERTO, H.; ARCO, M. **Cultivo de pepino em ciclo otoño-invierno**. Edita: Caja Rural de Almeria / Estación Experimental de Almeria, p. 16-24, 2000.

LOPES, J. F.; CARVALHO, S. I. C.; PESSOA, H. B. S. **Recursos genéticos de melão e pepino na EMBRAPA de Hortaliças**. Brasília, CNPH, 1998 (folder).

LORENZO, P. Influência de la temperatura em el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Edita Rural de Almeria- Estação Experimental de Almeria, Espanha. p 7-10, 2000.

LOWER, R. L. & EDWARDS, M. D. Cucumber beeding. IN: Basset, m. j. Breeding vegetable crops. Westport, AVI, 1986, p. 173-207.

MARCELIS, L. F. M.; BANN HOFMAN-EIJER, L. R. Effect of temperature on the growth of individual cucumber fruit. **Physiology Plantorum**. Copenhagen, v. 87, p. 321-328, 1993

MARCELIS, L. F. M., & DE KONING, A. N . M. Biomass partitioning in plants. In: BAKER,J. C., BOT, G. P. A., CHALLA,H., et al. Greenhouse climate control. An integrated approach. Wageningen, p. 84-92. 1995.

MARTINS et al. Avaliação da cultura do pepino (*Cucumis sativus,L.*) cultivado em estufa plástica sob diferentes tipos de poda e arranjos de plantas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Pelotas, v. 1, p. 30-33, 1995.

MONTERO, J. I.; et al. Climate under plastic in the Almeria area. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 170, p.227-234, 1985.

MONTERO, J. I., ANTÓN, A. Greenhouse cooling during warm periods. **Acta Horticulturae**, The Hague. V. 357, p. 49-61, 1994.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1961. 46 p.

PEZZOPANE, J. E. M.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A. Modificações micrometeorológicas provocadas por estufa com cobertura plástica. **Bragantia**, Campinas: v. 54, n. 2, p. 419-425, 1995.

POERSCKE, P. R. EMATER/RS – Escritório Regional de Santa Maria – **Informação Pessoal**. 2000.

PUERTO ,H. M. *et al.* Influencia de la temperatura sobre la tasa de producción de frutas de un cultivo de pepino en invernadero en ciclo otoño-invierno.VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Actas de Horticultura, 24:307- 312, 1999.

RADIN, B. **Eficiência do uso da radiação fotosinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes**. Porto Alegre, 2002, 124 p. Tese (Doutorado em agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

RAISSER JÚNIOR, C. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**. Porto Alegre, 2002, 160 p. Tese (Doutorado em agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

REZENDE, G. M. de; FLORI, J. E. Produtividade de pepino para processamento no Vale do São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 251-255, 2003.

RIGHI, E. Z. et al. Transpiração do tomateiro cultivado em estufas plasticas e suas relações com a radiação solar e déficit de saturação do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 9-18, 2002.

ROBLEDO, F. P. & MARTIN, L. V. **Aplicación de los plasticos en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa. 1981. 552p.

SATURNINO, H. M., PAIVA, B. M. DE, GONTIJO, V. P. M., FERNANDES, D. P. L. & VIEIRA, G. S. Cucurbitáceas: aspectos estatísticos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.8, n.85,1982. p.3-20

SILVA, A. C. F. da *et al.* Efeito de densidades populacionais sobre a produtividade de pepino para conserva. *Horticultura Brasileira*, Brasília v. 10, n. 1, p. 28-29, maio 1992.

SCHIEDECK, G., MIELE, A. , BARRADAS, C.I.N. et al.. Fenologia da videira rosada cultivada em estufa e a céu aberto. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* .Santa Maria, v. 5, n. 2,p. 199-206,1997.

SCHNEIDER, F. M., et al. Modificações na temperatura do ar causadas por estufas de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p. 37-42, 1993.

SCHNEIDER, F.M.; *et al.* Tecnologia para diminuir temperaturas excessivamente elevadas no interior de estufas plásticas. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 4, p. 285-287, 1998.

SHAFFER, A. A.; PHARR, D. M.; MADORE, M. A. Cucurbits. In. ZAMSKI, E. & SHAFFER, A. A. Photoassimilate distribution in Plants and crops. Source-Sink relationships. New York: Marcel Dekker, Inc. 1996. p.729-757.



STORCH, N. J., DALMAGO, G. A., BURIOL, G. A. Produtividade de cultivares de pepino conduzidas em estufa plástica em Santa Maria, In: IX SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – VI FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Porto Alegre: **Livro de resumos**. UFRGS, p. 101, 1997.

STORH, N. L.; SCHVAMBACH, J. L.; BURIOL G. A. Influência da temperatura e da radiação solar na fixação e produção de frutos do pepino. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1998, Porto Alegre, **Livro de resumos...** Porto Alegre, UFRGS, 1998, p. 93.

STRECK, N. A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 105-111, 2002.

SCHVAMBACH, J. L. **Acumulação e distribuição da massa seca no pepino tipo conserva sob diferentes densidades de plantas em cultivo protegido**. Santa Maria, UFSM, 2001, 72 p. Dissertação (Mestrado em agronomia), Curso de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, 2001.

TÁPIA, G. J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los Plásticos Modernos**, v.295, p. 75-82, 1981.

TRANI, P. E. et al. Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n.º 1, p. 19-24, 1997.

VIEIRA, A. R. R., Determinação da temperatura basal e somas térmicas em pepino para conserva, cultivar Ginga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 1992, 27(6) p.857-864.

VILA, F.C. Cultivo Del Pepinillo. Hojas Divulgadoras, Madrid, p.7-79,1973.

VILLELE, O. de Le contexte climatique et culture de la sene. 1-La sene, agent de modification du climat. In: **L INRA et les cultures sous serre**. Paris: INRA, 1993, p.21-27.

WIEN H. C., 1997. Lettuce. En: The physiology of vegetable crops. CAB. International . Ed. H.C. Wien , Oxon, UK. P. 479-509.