

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**APLICAÇÃO DE LUZ NA FAIXA DO VERMELHO-EXTREMO EM  
MUDAS E DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO DO  
TOMATEIRO CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**Orientado:** Eng. Agr. Rerison Catarino da Hora

**Orientador:** Prof. Dr. Max José de Araújo Faria Junior

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Sistemas de Produção.

Ilha Solteira/SP

Fevereiro/2003

## **APLICAÇÃO DE LUZ NA FAIXA DO VERMELHO-EXTREMO EM MUDAS E DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**Orientado:** Eng. Agr. Rerison Catarino da Hora

**Orientador:** Prof. Dr. Max José de Araújo Faria Junior

### **RESUMO**

O ensaio foi conduzido de maio a setembro de 2002, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia/UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, SP, tendo por objetivo avaliar a eficiência da aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo, em mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), na redução da emissão de brotação lateral das plantas, bem como estudar o adensamento e poda apical drástica, na concentração da produção de tomate, em ambiente protegido.

Foram estudadas três condições de tratamento de mudas ( $I_T$  - fotoperíodo natural, como testemunha;  $I_{VE}$  – fotoperíodo natural, mais irradiação, ao final do fotoperíodo, com luz na faixa do vermelho-extremo;  $I_{V+VE}$  – fotoperíodo natural, mais irradiação, com luz na faixa do vermelho, substituído pelo vermelho-extremo, ao final do fotoperíodo, uma semana antes do transplante) e dois sistemas de condução da cultura, tendo como base 100.000 inflorescências/ha (SC1 - poda apical após a 5ª inflorescência e 20.000 plantas/ha, no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas; e SC2 - poda apical após a 2ª inflorescência e 50.000 plantas/ha, no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas).

Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso no esquema experimental de parcelas subdivididas, estudando-se o comportamento do híbrido Duradoro da EMBRAPA, cultivado sob ambiente protegido de dimensões 5,4 x 30,0 m, coberto com filme plástico de polietileno de 75  $\mu$ m. Foram obtidas, nas avaliações das mudas, o peso seco, altura e diâmetro do caule e área foliar. Após o transplante, realizaram-se avaliações microclimáticas, fitotécnicas, eficiência de conversão da radiação solar global incidente em matéria fresca de frutos (EC), e análise

econômica de acordo com os tratamentos.

Verificou-se que, o ambiente protegido, comparado ao campo aberto, reduziu a densidade de fluxo de radiação solar global e apresentou os maiores valores de temperatura máxima, contudo, sem promover grandes alterações nas médias da temperatura mínima e umidade relativa do ar;

A matéria seca e o número de brotos laterais não sofreram influência do tratamento de luz; o sistema de condução não alterou o número de brotos laterais, porém interferiu significativamente na redução de matéria seca de brotos, em favor do sistema de condução SC2.

O sistema de condução (SC2) aliado à prática da poda apical, promoveu a concentração da produção de tomate, não influenciando, a produção e o número de frutos total e comerciável. Verificou-se resultados significativos em favor do sistema de condução (SC1), para os frutos graúdos e não comerciáveis, tendo este último, ocorrido, devido a maior permanência no campo e produção de frutos pequenos;

A simulação da viabilidade econômica mostrou que a produção de tomate realizada no sistema de condução (SC2) foi o mais rentável, apresentando a maior taxa de retorno, o que se deveu ao maior número de ciclos de cultivo por ano estabelecido para a cultura do tomateiro neste sistema.

**Palavras chave:** *Lycopersicon esculentum*; espaçamento de plantas; poda apical.

## FAR-RED LIGHT APPLICATION IN SEEDLINGS AND OF CULTIVATION SYSTEMS OF TOMATO GROWN UNDER PROTECTED ENVIRONMENT.

**Orientado:** Eng. Agr. Rerison Catarino da Hora

**Orientador:** Prof. Dr. Max José de Araújo Faria Junior

### ABSTRACT

The experiment was conducted between May and September 2002, at the Teaching and Research Farm (Ilha Solteira, São Paulo State, Brazil) of the College of Engineering of Ilha Solteira, UNESP. The main objective was to evaluate the efficiency of the application of far-red light on the reduction of emission of side shoots in tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedlings, as well as to investigate the effects of plant density and drastic pruning on tomato yield under protected environment.

Seedlings were exposed to three conditions: (1) natural photoperiod (control); (2) natural photoperiod plus 20 min of far-red radiation at the end of the day and (3) natural photoperiod plus 20 min of radiation at the end of the day, with light at the red wave length, which was replaced by far-red radiation a week before transplanting. We also analyzed two cultivation systems, both based on 100,000 inflorescences/ha, (a) growing tip pruning after the fifth inflorescence and (SC1) (b) growing tip pruning after the second inflorescence (SC2).

The experimental design was a split plot design, where we studied the performance of EMBRAPA's Duradouro hybrid, cultivated under protected environment of 5.4 x 30.0 m, with 75- $\mu$ m polyethylene sheets. We evaluated plant dry weight, height, stem diameter and leaf area. After seedlings were transplanted to the field, we assayed daily the solar flux density, air temperature and air moisture. In the field we also measured growth (height and diameter of plants, number of internodes, dry weight and number of side shoots) and botanical and technological traits such as yield, total and commercial number of fruits per area, cropping period and efficiency of conversion of global incident solar radiation on fresh weight of fruits. An economical analysis was also carry out for each treatment.

We verified that the solar flux density was reduced and air temperature increased under the protected environment when compared to an open field, while minimum mean temperature and air humidity was not significantly affected.

The radiation had no influence on dry matter and number of side shoots; the cultivation system caused no shift in the number of side shoots, but it did influence significantly on the production of shoot dry matter, with a significant reduction when SC2 system was used.

The cultivation system SC2, when combined with growing tip pruning, promoted a concentration in tomato yield, while not influencing yield and total number of fruits and commercial fruits. When large fruits and no-commercial fruits were taken into consideration, system SC2 presented significantly higher yield, due to a longer time in the field, favoring attack of pests and resulting in small fruit yield.

A simulation of the economical feasibility showed that a tomato production done on the system SC2 was the most profitable, presenting a higher profit return, which is due to the greater number possible crops per year.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum*; plants spacing; apical pruning.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Exigências climáticas do tomateiro.....	3
2.2 Uso de comprimentos de onda específico.....	4
2.3 Uso de ambiente protegido e sistemas de condução do tomateiro.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Caracterização da área experimental.....	10
3.2 Caracterização do ensaio.....	11
3.3 Instalação e condução do ensaio.....	12
3.4 Avaliações realizadas.....	16
3.4.1 Avaliações fitotécnicas.....	16
3.4.2 Avaliações de microclima.....	17
3.4.3 Análise econômica.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1 Avaliações microclimatológicas.....	20
4.1.1 Radiação solar.....	20
4.1.2 Temperatura do ar.....	23
4.2.3 Umidade relativa do ar.....	27
4.2 Características agronômicas.....	30
4.2.1 Matéria seca, área foliar, comprimento e diâmetro médio das mudas.....	30

4.2.2 Produção, número total e comerciável e classificação dos frutos.....	31
4.2.3 Comprimento médio de plantas, diâmetro médio da haste principal, número de internódios, taxas de crescimento absolutas, matéria seca e número médio de brotos laterais.....	39
4.3 Resultados da análise econômica.....	43
5 CONCLUSÕES.....	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Resultado da análise de fertilidade do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,20 m. Ilha Solteira (SP), 2002.....	11
2 Esquema de análise de variância proposto para o ensaio.....	12
3 Medias mensais dos totais diários da radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ), obtidos para o campo e ambiente protegido e número de dias com valores inferiores ao limite trófico para o tomateiro. Ilha Solteira (SP).....	21
4 Valores médios e máximos absolutos mensais da temperatura máxima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), obtidos no ambiente protegido e em campo aberto, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).....	24
5 Valores médios e mínimos absolutos mensais da temperatura mínima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), obtidos no ambiente protegido e em campo aberto, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).....	27
6 Valores médios mensais da umidade relativa máxima e mínima do ar (%), observados no campo aberto e em ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).....	28
7 Valores médios de quatro características de crescimento, obtidas para mudas do híbrido de tomate Duradoro. Ilha Solteira (SP), 2002...	31
8 Valores médios de produção ( $\text{kg/m}^2$ ), obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.....	33



9	Valores médios de número de frutos/m <sup>2</sup> , obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.....	34
10	Valores da interação significativa para produção não comercial (kg/m <sup>2</sup> ) e número de frutos não comerciáveis/m <sup>2</sup> , obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002. ....	35
11	Eficiência de conversão da radiação solar global incidente do transplântio até a última colheita de cada tratamento, em massa de matéria fresca de frutos (g.MJ <sup>-1</sup> ) de tomateiro cultivado em ambiente protegido. Ilha Solteira (SP), 2002.....	38
12	Valores médios de três características de crescimento, obtidas para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.....	40
13	Taxas médias de crescimento absoluto, obtida aos 45 dias após o transplântio, para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.....	41
14	Valores médios de matéria seca e número médio de brotos laterais, obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.....	43
15	Custo de produção da cultura do tomateiro, híbrido Duradoro, conduzido sob sistema de cultivo convencional (SC1), em ambiente protegido (162 m <sup>2</sup> ), na região de Ilha Solteira (SP), 2002.....	44

- 16 Custo de produção da cultura do tomateiro, híbrido Duradoro, conduzido sob sistema de cultivo adensado de plantas (SC2), em ambiente protegido, na região de Ilha Solteira (SP), 2002..... 46
- 17 Indicadores de produção, para frutos comerciáveis de tomateiro, híbrido Duradoro, cultivado sob dois diferentes sistemas de condução, em uma área de 162 m<sup>2</sup>, na Região de Ilha Solteira (SP)..... 48

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Distribuição espectral obtida pelo tratamento de luz na faixa do vermelho.....	14
2 Distribuição espectral obtida pelo tratamento de luz na faixa do vermelho-extremo.....	14
3 Variação da radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ) obtidos em campo aberto e ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).....	22
4 Estimativas dos totais diários de radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ) obtidos no ambiente protegido, em função dos totais diários de radiação global em campo aberto, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).....	23
5 Variação das temperaturas médias (A), máximas (B) e mínimas (C), obtidas para campo aberto e ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09/2002, em Ilha Solteira (SP).....	26
6 Variação das umidades relativas médias (A), máximas (B) e mínimas (C), obtidas para campo aberto e ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09/2002, em Ilha Solteira (SP).....	29
7 Produção de frutos ( $\text{kg/m}^2$ ), classificados pelo diâmetro transversal, frutos graúdos ( $\varnothing >70 \text{ mm}$ ); frutos médios ( $\varnothing >50 < 70 \text{ mm}$ ) e frutos pequenos ( $\varnothing < 50 \text{ mm}$ ), obtida nos sistemas de condução convencional (SC1) e adensado (SC2), para o híbrido de tomate Duradoro, em Ilha Solteira (SP), 2002.....	36
8 Evolução semanal da produção comercial acumulada, obtida para o sistema de condução convencional (SC1) e adensado (SC2), para o híbrido de tomate Duradoro, em Ilha Solteira (SP), 2002.....	37

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO, no ano de 2001, a China aparecia como o principal produtor de tomate, com o Brasil ocupando o oitavo lugar no ranking mundial, e uma produção de 3.042,700 milhões de toneladas.

De acordo com SCHMIDT et al. (2000), o cultivo do tomateiro, no Brasil, ganha lugar de destaque, sendo considerado a hortaliça mais importante, sustentando o primeiro lugar em valor econômico e volume de produção.

Olerácea de maior consumo *in natura*, o tomateiro apresentou no ano de 1999, no Estado de São Paulo, uma área plantada de cerca de 8700 ha, excluída aquela para produção industrial, constituindo-se, o referido Estado, no principal produtor brasileiro, em quantidade e diversidade de cultivares utilizados, conforme CAMARGO FILHO & MAZZEI (2000). Estes autores mencionam, ainda, que, embora com crescimento estagnado nos últimos cinco anos, a utilização de abrigos para cultivo protegido pode representar uma excelente alternativa para o plantio de outono-inverno no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, uma vez que, para culturas como o tomate, o mercado se mantém favorável.

Devido a indiferença e a dificuldade em se estabelecer uma vantagem em nível de mercado para os produtos produzidos em ambiente protegido, em relação aos colhidos a campo, conforme DELLA VECCHIA & KOCH (1999), é que se faz necessário obter qualidade e altas produtividades nesses ambientes, com

menores custos por unidade produzida, agregando valor ao produto obtido e tornando-o competitivo no mercado nacional e internacional (MARTINS, 1996).

Todavia, o emprego de estruturas de proteção às plantas envolvem custos consideráveis, e deste modo, o que se espera é que as áreas cobertas sejam intensivamente utilizadas e a relação custo/benefício seja otimizada pelo uso de técnicas adequadas.

No cultivo do tomateiro, uma operação dispendiosa e que ocupa grande mão-de-obra é a desbrota lateral e, embora se trate de prática com resultados controversos, como discutido por NAVARRETE & JEANNEQUIN (2000) e MARQUES et al. (2000), é amplamente utilizada pelos produtores, principalmente, no cultivo protegido.

Alternativas que possam substituir a desbrota manual, reduzindo o número de operações culturais e as injúrias nas plantas, fonte potencial de doenças, podem ser de interesse. Neste aspecto, trabalhos têm mostrado que a utilização de comprimentos de onda específicos, atuando no sistema do fitocromo, com efeito, sobre as respostas fotomorfogênicas das plantas, principalmente durante a formação de mudas, podem ser úteis no controle da brotação lateral.

Outra prática bastante estudada por diversos pesquisadores é o uso do adensamento de plantas nas áreas de cultivo, aliado a poda apical com definição no número de inflorescências por planta, prática que pode proporcionar precocidade e ganhos significativos na produção total de frutos por unidade de área, (CAMPOS, et al.; 1987; STRECK et al.; 1996; PADOPOULOS & PARARAJASNGHAM; 1997; STRECK et al.; 1998; CAMARGOS et al.; 2000), elevando ainda a qualidade final do produto.

Deste modo, o presente trabalho teve como principal objetivo, estudar o efeito da irradiação de mudas de tomateiro, com comprimento de ondas específicas, sobre a emissão de brotação lateral, assim como comparar diferentes sistemas de condução combinando densidades de plantas e altura de poda apical, no que se refere ao desenvolvimento e produtividade da cultura, para a região de Ilha solteira (SP).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Exigências climáticas do tomateiro

Hortaliça que pertence à família das Solanáceas, o tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill., tem como prováveis centros de origem a região montanhosa dos Andes, o Norte do Chile, Bolívia, Equador, Peru e Colômbia (RICK, 1978; TIGCHELAAR, 1986; TRANI et al. 1994). Os mesmos autores, ainda, descrevem que a domesticação do tomateiro foi realizada pelas civilizações indígenas (Astecas), no México, sendo introduzida no Brasil, segundo TRANI et al. (1994), há mais de um século, por meio da imigração italiana e portuguesa.

Planta de clima tropical, o tomateiro se adapta a quase todos os tipos de clima, não tolerando as temperaturas extremas, sendo que condições climáticas secas e amenas, com boa luminosidade, são ideais para o bom desenvolvimento da cultura, podendo, no caso de temperaturas extremas, interferir na atuação dos hormônios da planta e, conseqüentemente, na formação da flor e do grão de pólen, alterando sua germinação, bem como o crescimento do tubo polínico, observando-se, ainda, efeitos diretos sobre a fixação do fruto, coloração e amadurecimento (LOPES & STRIPARI, 1998).

De acordo com SILVA et al. (1994), o tomateiro, por se tratar de uma planta que se adapta bem a climas do tipo tropical de altitude, subtropical e

temperado, permite que seu cultivo seja realizado em diversas regiões do mundo, em que a temperatura média no período de cultivo deve ser de 21 °C, no entanto, tolera uma amplitude de 10 a 34 °C, sendo que temperaturas superiores a 28 °C prejudicam a síntese de licopeno e aumentam a concentração de caroteno e temperaturas noturnas próximas a 32 °C causam abortamento de flores, mau desenvolvimento de frutos e formação de frutos ocos. Já a exposição prolongada das plantas a temperaturas inferiores a 12 °C podem ser prejudiciais ao bom desenvolvimento da cultura. Assim sendo, os mesmos autores colocam como temperatura ótima para o crescimento vegetativo da cultura entre 21 e 24 °C e para o pegamento de frutos de 12 a 17 °C durante o período noturno e 19 a 24 °C durante o dia.

Para FILGUEIRA (2000), esta é uma planta que requer temperaturas diurnas amenas e noturnas menores, com diferença de 6 a 8 °C entre elas, sendo indicadas como ótimas, as temperaturas de 21 a 28 °C, (dia), e 15 a 20 °C, (noite), variando em razão da idade da planta e cultivar, como, também, discutido por LOPES & STRIPARI (1998), em que os autores indicam uma temperatura ótima para cada fase de desenvolvimento da cultura.

## **2.2 Uso de comprimento de onda específico**

Foi no final do século XVIII, que o fenômeno da conversão da luz pelas plantas, em assimilados, começou a ganhar conceitos científicos (FERRI, 1979). Descoberta a importância da luz na vida das plantas verdes, verificou-se que esta exercia influência direta no estudo da fotobiologia, compreendendo, assim, os fenômenos da fotomorfogênese, fotoperiodismo e fotossíntese (HALL & RAO, 1980; WHATLEY & WHATLEY, 1982; HOPKINS, 1999; KÄMPF, 2000).

A fotossíntese converte a energia radiante em energia bioquímica necessária para a síntese de compostos orgânicos, a partir dos quais as plantas são formadas (HALL & RAO, 1980), enquanto a fotomorfogênese, exerce efeito direto sobre a formação das plantas, estando este fenômeno diretamente relacionado à ação de alguns comprimentos de onda específicos influenciando o balanço de pigmentos fotorreversíveis chamados de fitocromo, ao passo que o fotoperiodismo estava ligado ao fenômeno pelo qual as plantas alteravam sua fotobiologia diante da

duração do período de exposição à luz, controlando as respostas ligadas às fases vegetativas e reprodutivas das plantas (KENDRICK & FRANCKLAND, 1981; WHATLEY & WHATLEY, 1982).

Inúmeros trabalhos tem buscado promover a filtragem dos diferentes comprimentos de ondas, oferecendo às plantas comprimentos específicos que atuam no seu balanço morfofisiológico e nos diferentes pigmentos nelas existentes.

Neste aspecto, trabalhos têm mostrado que a utilização de comprimentos de onda específicos, atuando no sistema do fitocromo, com efeito sobre as respostas fotomorfogênicas das plantas, principalmente, durante a formação de mudas, podem ser úteis no controle da brotação lateral de algumas culturas quando instaladas no campo (TUCKER, 1975; TUCKER, 1976 e TUCKER, 1977).

KASPERBAUER (1971) verificou, com plantas de tabaco, que aplicações de radiação, no final do fotoperíodo, na banda do vermelho (660 nm) ou do vermelho-extremo (730 nm), foram capazes de promover alterações distintas nas plantas, sendo que plantas irradiadas com o vermelho-extremo desenvolveram internódios mais longos, apresentaram um tom de verde mais claro e tiveram folhas mais delgadas que aquelas que foram submetidas à luz vermelha. Observou, ainda, que, em ambos os tratamentos, as plantas apresentaram o mesmo número de folhas no eixo principal, sendo, porém, que as plantas irradiadas com vermelho ramificaram a partir das axilas das folhas inferiores, enquanto as plantas que receberam luz vermelho- distante não ramificaram.

Trabalhos como os de TUCKER (1975), TUCKER (1976) e TUCKER (1977), mostraram que a manipulação do balanço espectral na região do vermelho/vermelho-extremo, sem alterar a quantidade de radiação fotossintética para a planta, pode ser uma importante ferramenta no manejo da cultura do tomateiro. Nestes trabalhos, constatou-se que o uso de radiação vermelho-extremo, ao final do fotoperíodo, suprimiu a emissão de brotação lateral, sendo que este efeito permaneceu por mais de 4 semanas depois de cessado o tratamento. Sugeriu-se que a luz vermelho-extremo causa um incremento na síntese de auxinas no ápice e em folhas jovens, as quais, por sua vez, induzem a formação de ácido abscísico, próximo, ou nas gemas axilares, sendo este hormônio o inibidor da brotação lateral. Mesmo em plantas com poda apical, houve supressão da brotação lateral, quando as mesmas foram submetidas ao tratamento com radiação vermelho-extremo, ao



final do dia, enquanto, aquelas não tratadas tiveram a emissão de ramificação lateral bastante estimulada.

DECOTEAU & FRIEND (1991) estudando o efeito do tratamento de mudas de tomateiro com luz, na faixa do vermelho e do vermelho-extremo, ao final do fotoperíodo, sobre seu crescimento e produção subsequente, observaram que o tratamento com luz vermelha propiciou mudas mais curtas e com menor comprimento total de folhas, em relação às tratadas com vermelho-extremo. As plantas irradiadas com vermelho, também, tiveram seu número de flores aumentado, antes da primeira colheita, mas o tratamento não apresentou nenhum efeito na produção de frutos subsequente, quando comparado com as plantas submetidas a luz vermelho-extremo ou às plantas-controle, que não foram irradiadas. Os autores sugerem que os tratamentos com comprimentos de onda específicos, que alteram o crescimento de mudas, não tem efeito na produção subsequente das mesmas.

Segundo FORTNUM & KASPERBAUER (1992), a proporção entre as radiações vermelho e vermelho-extremo, recebida por plantas de tomateiro em crescimento altera o fotoequilíbrio do fitocromo e regula a distribuição de fotossintatos entre caule, folhas e raízes. Em estudos realizados por estes autores, com a finalidade de investigar o efeito da aplicação de 5 minutos de luz na faixa do vermelho ou do vermelho-extremo, ao final de um fotoperíodo de 12 h, foi constatado que as plantas que receberam luz vermelho-extremo apresentaram internódios mais longos, maior comprimento e peso, maior área foliar, coloração verde mais clara, maior massa foliar e maior razão biomassa de parte aérea/biomassa de raízes.

### **2.3 Uso de ambiente protegido e sistemas de condução do tomateiro**

O cultivo em ambiente protegido é uma importante alternativa para superar limitações climáticas, especialmente considerando sua eficiência quanto à captação da energia radiante e aproveitamento, pelas culturas, da temperatura, água e nutrientes disponíveis.

Segundo MARTINS et al. (1999), as condições ambientais durante o período reprodutivo das plantas determinam a velocidade de diferenciação floral e duração do período vegetativo, afetando, principalmente, o desenvolvimento da

inflorescência, fator dependente do índice de área foliar e da duração do sistema fotossintetizador, valores estes fundamentais para o cultivo em estufa, em função das suas condições ambientais.

Ainda, de acordo com os mesmos autores, o incremento de calor no interior dos ambientes protegidos (efeito estufa), depende basicamente do balanço de energia, determinado pelos processos de reflexão, absorção e transmitância em ambas as faces da cobertura plástica utilizada, sendo os fluxos de energia resultantes destes processos, dependentes das características óticas, térmicas e mecânicas do plástico; do ângulo de incidência da radiação solar; da superfície exposta, do volume e das condições internas e externas do ambiente bem como, tipo e cobertura de solo, tipo de cultura, características climáticas, época do ano e hora solar.

O sistema de condução das plantas, também, pode interferir nos resultados obtidos. A densidade de plantas, assim como a altura de poda apical, nas cultivares de crescimento indeterminado, afetam sensivelmente a produtividade e qualidade dos frutos, na cultura do tomateiro.

Segundo ANDRIOLO (1999), altas densidades de plantas, iguais ou superiores a cinco plantas/m<sup>2</sup>, associadas com a prática da poda, a fim de restringir artificialmente a força de fonte, podem ser uma importante alternativa de manejo para concentrar a produção do tomateiro em curtos períodos do ano, em que as partes mais jovens da planta são eliminadas através da poda apical para ceder lugar a um número maior de plantas na mesma superfície, sem alterar o índice de área foliar total da cultura.

Já, para SILVA JUNIOR et al. (1992), o adensamento de plantas incorre em alguns comportamentos com conseqüências indesejáveis, pois além de estabelecer um microclima favorável às doenças, o aumento da população de plantas de tomateiro, promove um crescimento exagerado da planta, em estatura, pelo aumento do comprimento dos internódios, dificultando a técnica de tutoramento o que faz com que essas plantas, normalmente apresentem-se mais suscetíveis às doenças devido à maior suculência e à reduzida formação de tecido lignificado.

CAMPOS et al. (1987), trabalhando com três densidades de plantas (20.000; 30.000 e 40.000 plantas/ha) e quatro alturas de poda apical (após o 3º; 5º e 7º cachos, e sem poda), verificaram que o número de frutos de tomate por planta foi menor na poda para três cachos e diminuiu com o aumento de densidade; o

aumento de densidade das plantas reduziu o peso médio de frutos; as menores produções comerciáveis foram obtidas com a poda para três cachos e para a densidade de 20.000 plantas/ha.

Avaliando o efeito do número de hastes (uma ou duas) e da altura de poda apical (3<sup>a</sup>; 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> inflorescências), em plantas de tomate conduzidas em ambiente protegido, POERSCHKE et al. (1995), observaram que os maiores rendimentos foram alcançados pelas plantas conduzidas com duas hastes e, independente do número de hastes, pelas plantas com maior número de inflorescências, enquanto os frutos com maior peso foram obtidos nas plantas conduzidas com uma haste e podadas após a 3<sup>a</sup> inflorescência.

STRECK et al. (1996), estudando o efeito de densidades de planta (20.000; 30.000; 40.000 e 50.000 plantas/ha), obtiveram que a máxima produtividade precoce, acumulada até a 5<sup>a</sup> inflorescência, e o total de frutos comercializáveis de tomateiro, estimados por equações de regressão, foram obtidos com densidades próximas de 40.000 plantas/ha.

Com intuito de tentar concentrar a produção, STRECK et al. (1998) estudaram a aplicação de poda apical após a 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> inflorescências, em diferentes densidades de plantas (20.000, 40.000, 80.000 e 100.000 plantas/ha), comparadas aos sistemas convencionais de cultivo de tomate em estufas (30.000 e 40.000 plantas/ha, conduzidas até a 7<sup>a</sup> inflorescência). A produtividade de frutos comercializáveis nas densidades de 80.000 e 100.000 plantas/ha, conduzidas com três inflorescências, foi similar aos tratamentos com sete inflorescências, utilizados como testemunhas, sendo que 80% da produção foi colhida em cinco semanas, enquanto nos tratamentos testemunhas, em sete semanas.

CAMARGOS et al. (2000) estudaram dois espaçamentos entre plantas de tomate (0,3 x 1,0 m e 0,6 x 1,0 m) e poda apical após a 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> inflorescências, no cultivo protegido, e observaram que a redução no espaçamento e o aumento no número de inflorescências aumentaram a produção total e comercial de frutos.

O efeito de diferentes densidades sobre a produtividade da cultura do tomateiro em estufa, em última análise, está relacionado à interceptação da radiação solar, como detalhadamente discutido por PADOPOULOS & PARARAJASNGHAM (1997). Maiores produtividades podem ser obtidas pelo uso de maiores densidades de plantas, o que resulta em um maior índice de área foliar e aumenta a interceptação de radiação, conduzindo a uma maior biomassa gerada pela

fotossíntese do dossel. A maior interceptação da radiação, também, aumenta o total de assimilados disponíveis para distribuição aos frutos.

Os resultados apresentados pelos diferentes autores sugerem que, talvez, possa ser interessante fixar o número de inflorescências por unidade de área, encontrando a melhor combinação entre densidade e altura de poda apical, associados a maior ou menor emissão de brotações laterais, que possa resultar em adequada interceptação de luz, principalmente, sob condições de cultivo protegido, em que ocorrem interferências na disponibilidade de radiação, causadas pelo material de cobertura e pela estrutura do abrigo.

Ainda, há de se considerar que, para um mesmo número de inflorescências por unidade de área, pode ser interessante a concentração da produção, por questões de estratégia comercial ou fitossanitária (a cultura permanece exposta por menor tempo, reduzindo riscos de doenças), o que pode ser conseguido pela utilização de podas apicais mais drásticas e adensamento da cultura.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área experimental**

O ensaio foi conduzido em duas etapas, sendo a primeira realizada no Laboratório de Construções e Instalações Rurais da Faculdade de Engenharia-UNESP, Câmpus de Ilha Solteira (FE/UNESP). A segunda realizou-se na Fazenda de Ensino e Pesquisa da (FE/UNESP), com latitude de 20°22' S, longitude 51°22' W GR e altitude de 330 m, no Município de Ilha Solteira-SP.

O clima caracteriza-se como subúmido, com pouca deficiência hídrica, megatérmico e com calor bem distribuído durante o ano, com estiagem no inverno, média anual de temperatura em torno de 24,1 °C e precipitação média anual de 1400 mm e o solo do local foi classificado como podzólico vermelho escuro, tb, Eutrófico, Abrúptico, A Chernozêmico, textura média/argilosa conforme o relatório do IPT (s/d) citado por CARVALHO et al. (1989). O resultado da análise de fertilidade do solo, para a camada de 0 a 0,20 m encontra-se no Quadro 1.

QUADRO 1. Resultado da análise de fertilidade do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,20 m. Ilha Solteira (SP), 2002.

Fósforo P Resina	Matéria Orgânica M.O.	Índice de Acidez pH <sub>CaCl<sub>2</sub></sub>	K	Ca	Mg	Acidez Potencial H+Al	Al	Soma de Bases SB	CTC	Saturação Bases
mg/ dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>		mmol/dm <sup>3</sup>						%	
63	21	5,3	4,8	46	9	25	0,0	60,6	85,6	71

Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

### 3.2 Caracterização do Ensaio

Estudou-se o efeito e viabilidade da irradiação de mudas de tomateiro longa-vida, híbrido Duradoro (EMBRAPA), com comprimentos de onda na faixa do vermelho-extremo e vermelho, bem como de sistemas de condução da cultura, em ambiente protegido.

Assim, as mudas foram submetidas a três tratamentos de luz: a) fotoperíodo natural, como testemunha (I<sub>T</sub>); b) fotoperíodo natural, mais 20 minutos de irradiação, ao final do fotoperíodo, com luz na faixa do vermelho-extremo, denominado de (I<sub>VE</sub>); c) fotoperíodo natural, mais 20 minutos de irradiação, ao final do fotoperíodo, com luz na faixa do vermelho, o qual foi substituído pela irradiação com luz na faixa do vermelho-extremo, uma semana antes do transplântio, denominado de (I<sub>V+VE</sub>). Ambos os tratamentos com luz, tiveram início após a emergência de, pelo menos, 50% das plântulas.

Ainda, foram avaliados dois sistemas de condução da cultura adotando-se 100.000 inflorescências/ha, no estabelecimento da densidade de plantas e altura de poda apical, definidos como: **Sistema de Condução 1 (SC1)**: poda apical após a 5<sup>a</sup> inflorescência e 20.000 plantas/ha, no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas ; **Sistema de Condução 2 (SC2)**: poda apical após a 2<sup>a</sup> inflorescência e 50.000 plantas/ha, no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas.

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso num esquema experimental em parcelas subdivididas, com cinco blocos, 30 plantas úteis por parcela e 10 plantas úteis por subparcela, como apresentado no Quadro 2.

QUADRO 2. Esquema de análise de variância proposto para o ensaio.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.
Blocos	4
Sistema de Condução (SC)	1
Resíduo (a)	4
Parcelas	9
Irradiação de mudas (I)	2
Interação (SC) x (I)	2
Resíduo (b)	16
TOTAL	29

De acordo com EMBRAPA, (2002), o híbrido de tomateiro Duradoro é caracterizado como sendo do tipo longa vida, hábito de crescimento indeterminado, resistente ao vira-cabeça (*Tospovirus*), à mancha-de-estenfilio (*Stemphylium solani*), à murca-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1) e à murcha-de-verticílio (*Verticillium dahliae* raça 1).

### 3.3 Instalação e condução do ensaio

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, com uso de substrato organo-mineral comercial e uma semente por célula. A semeadura foi realizada em 06/04/02 e o transplântio se deu em 07/05/02. O tratamento das mudas teve início em 15/04 estendendo-se até 06/05/02.

Na aplicação de luz no comprimento de onda correspondente ao tratamento, foram utilizadas câmaras desenvolvidas na Faculdade de Ciências Agrônômicas-UNESP, Câmpus de Botucatu, pelo Engenheiro Agrônomo Sérgio F. R. Rocha e pelo Prof. Dr. Lin Chau Ming, em parceria com o Prof. Dr. Massanori

Takaki (UNESP, Câmpus de Rio Claro), cujas características estão resumidas a seguir:

- a luz na faixa do vermelho foi obtida pela filtragem da radiação de 4 lâmpadas fluorescentes SYLVANIA Daylight® (40W) juntamente com 4 lâmpadas fluorescentes SYLVANIA Gro-Lux® (20W), aplicadas sobre filtro vermelho (duas películas de acetato vermelhas ROSCOLUX® nº 27) e filtro azul (duas películas de acetato azuis ROSCOLUX® nº 83), proporcionando picos na faixa do azul e do vermelho. O fotoequilíbrio obtido é de 0,824 o que significa que 82,4% de todo o fitocromo presente na planta, sob esta condição, estará em sua forma ativa, ou fitocromo vermelho-extremo (**Fve**). A Figura 1 ilustra a distribuição espectral obtida neste tratamento.
- A luz na faixa do vermelho-extremo foi obtida pela filtragem da radiação de 4 lâmpadas fluorescentes SYLVANIA Daylight® (40W) juntamente com 2 refletores dicróicos com lâmpadas de halogênio (50W), as quais incidindo sobre os respectivos filtros azul (duas películas de acetato azuis ROSCOLUX® nº 83) e vermelho-extremo (uma película de acetato ROSCOLUX® nº 27 associada a uma película de acetato ROSCOLUX® nº 83), que conferem pico na região do azul e vermelho-extremo. O fotoequilíbrio obtido é de 0,005, ou seja, apenas 0,5% do fitocromo presente na planta estará na forma ativa (**Fve**), enquanto que os demais 99,5% se encontrarão sob a forma inativa, ou fitocromo vermelho (**Fv**). A Figura 2 ilustra a distribuição espectral obtida neste tratamento.

As mudas permaneciam no viveiro e, ao final do fotoperíodo (após o pôr do sol), as bandejas eram conduzidas ao Laboratório de Construções Rurais e Instalações Rurais, para aplicação dos tratamentos. Naquelas mudas em que o tratamento de luz correspondia ao comprimento na região do vermelho, ao final de um período de 14 dias, houve mudança no comprimento de luz aplicado, com utilização de radiação na faixa do vermelho-extremo.

A cultura foi conduzida em ambiente protegido com orientação leste-oeste, com dimensões de 5,4 x 30,0 m, pé direito de eucalipto tratado, com 2,3 m de altura, e cobertura em arco, construída com canos de aço galvanizado de 27 mm de diâmetro, coberta com filme de polietileno transparente de 75 µm de espessura. As laterais foram cercadas com tela de sombreamento de 50%, até 1,5 m de altura.



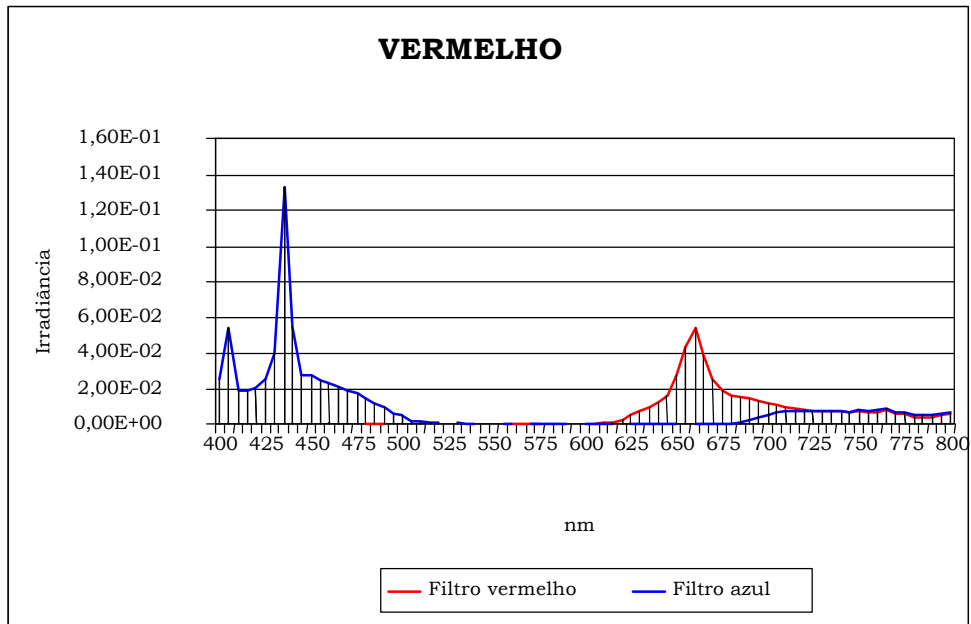


FIGURA 1. Distribuição espectral obtida pelo tratamento de luz na faixa do vermelho.

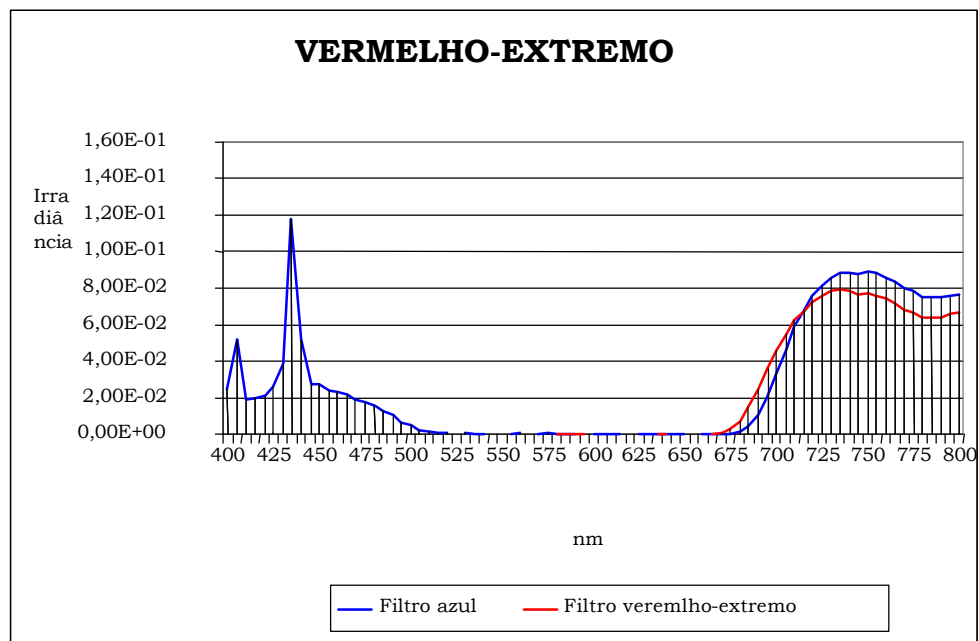


FIGURA 2. Distribuição espectral obtida pelo tratamento de luz na faixa do vermelho-extremo.

O solo, preparado com auxílio de uma enxada rotativa acionada por microtrator, recebeu tratamento com Dazomet em 23/04/02, tendo sido aplicado 50g/m<sup>2</sup> do produto comercial e posteriormente coberto com lona plástica, a qual permaneceu sobre a área tratada até o dia 29/04/2002. Os canteiros foram confeccionados com a ajuda de enxada de cultivo mecânico, tipo “bico de pato”, sendo que cada canteiro possuía dimensões de 28,0 m de comprimento por 0,5 m de largura e, aproximadamente, 0,15 m de altura. Utilizou-se irrigação localizada, com duas linhas de tubogotejadores para cada canteiro, cuja vazão era de 4 L/h cada, sendo aplicados, no total, 4L/m.dia<sup>-1</sup>, divididos em quatro turnos de rega por dia.

Elevou-se a saturação por bases a 80%, com aplicação de 16,2 kg de calcário calcinado e procedeu-se a adubação de base, com aplicação de 25 kg da fórmula 04-14 -8 e 8 kg de superfosfato simples, em toda área experimental, de acordo com recomendação do boletim 100. No tutoramento das plantas, foram utilizadas varas de bambu fixadas a fios de arame, na forma de espaldeira simples.

Realizou-se, ainda, em 18/06/02 uma adubação de cobertura, aplicando-se 5,5g/m de KNO<sub>3</sub> e 4g/m de uréia. Foram realizadas semanalmente entre 17/06 e 29/07/02, adubações foliares com 0,022% de K<sub>2</sub>O, 0,018% de nitrogênio e 0,02% de cálcio.

Para o bom desenvolvimento da cultura, foram realizadas capinas manuais quando necessário, bem como o tratamento fitossanitário adequado, visando principalmente, o controle de broca grande e broca pequena do fruto, como também o controle de mosca-branca e outras pragas e doenças.

A colheita teve início em 16/07/02 (70 dias após o transplante), estendendo-se até 14/09/02, período em que foram colhidos todos os frutos que se encontravam de vez, os quais eram pesados em balança digital. Em seguida os frutos (comerciáveis) eram classificados segundo seu diâmetro transversal (frutos graúdos - frutos (Ø) maior que 70 mm; frutos médios diâmetro (Ø) entre 50 e 70 mm e frutos pequenos – diâmetro (Ø) menor 50 mm) e novamente pesados para obtenção da produção por classificação.

### 3.4 Avaliações realizadas

#### 3.4.1 Avaliações fitotécnicas

Foram realizadas medidas de crescimento (matéria seca das plântulas, área foliar média e comprimento médio das plântulas e, diâmetro médio do caule) em mudas, aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, obtendo-se a média de 7 plântulas/tratamento.

Para determinação da área foliar, foi utilizado um scanner de mesa, da Genius, modelo ColorPage Vivid-Pro II e o software IMAGE TOOL, e para as demais medidas um paquímetro digital, marca Mitutoyo, além de réguas comuns.

Em campo, foram realizadas medidas de crescimento de plantas, (altura média de plantas; diâmetro médio do caule e número de internódios), utilizando-se 5 plantas/subparcela, em intervalos de 15 dias, até a realização da poda apical, de acordo com o delineamento estatístico proposto. Foram levantados, ainda, o matéria seca e número de brotos laterais aos 30 (06/06/02) e aos 45 dias (21/06/02) após o transplântio, amostrando-se 9 plantas úteis por subparcela. Os brotos foram contados e acondicionados em sacos de papel e posteriormente levados a uma estufa de circulação forçada de ar e secos a 65 °C por 72 horas, sendo em seguida pesados em balança analítica.

Obteve-se, ainda, a taxa média de crescimento absoluto, conforme apresentado por BENINCASA (1988); produção média por unidade de área; distribuição dos frutos por tamanho; período de colheita e eficiência de conversão da radiação solar global (EC), incidente em matéria fresca de frutos (COCKSHULL, et al., 1992), dada pela fórmula:

$EC = MF/Rg_i$  em que:

MF = é a massa da matéria fresca de frutos ( $g.m^{-2}$ )

$Rg_i$  = é a densidade de fluxo de radiação solar global diária incidente no interior do ambiente protegido durante todo o ciclo da cultura ( $MJ.m^{-2}$ ).

### 3.4.2 Avaliação microclimatológica

Realizaram-se avaliações de microclima, obtendo-se a densidade de fluxo da radiação global, temperatura e umidade relativa de ar.

Para obtenção dos dados de radiação, foram utilizados piranômetros com célula de silício, modelo SP Lite, da Sci-Tec Instruments, com respostas a comprimentos de onda entre 400 e 1100 nm, com valor máximo de resposta em 900 nm, instalados no centro do ambiente protegido, a dois metros de altura, com registros efetuados por um sistema de aquisição de dados multicanais CR10X, da Campbell Scientific.

Na determinação da temperatura e umidade relativa do ar dentro do ambiente protegido, foram utilizados sensores, com resolução de 0,1°C, limites de leitura entre -40° e 60 °C, e acurácia de  $\pm 0,5$  °C, para a temperatura, e resolução de 1%, com faixa de leitura entre 0 e 100% e acurácia de  $\pm 3\%$  RH, para a umidade relativa do ar, e sistema de aquisição da Davis Instruments, através de estação climatológica modelo Vantage Pro Wireless.

Os dados climáticos relativos ao campo aberto, foram levantados por estação climatológica da Área de Irrigação e Hidráulica, do Departamento de Fitossanidade, Ciência do Solo e Engenharia Rural, situada a cerca de 300 m do local do ensaio, com piranômetro Licor LI-200X, de características semelhantes ao acima citado; sensor de temperatura e umidade relativa, modelo HMP45C, da Vaisala, com faixa de leitura entre -40 e 60 °C, com acurácia variando de  $\pm 0,2$  a  $\pm 0,5$  °C, entre 20 °C e os extremos de leitura; e entre 0 e 100%, com acurácia de  $\pm 2\%$ , entre 0 e 90%, e de  $\pm 3\%$ , de 90 a 100% de umidade relativa, instalado em abrigo apropriado para proteção contra incidência direta da radiação solar, e sistema de aquisição de dados multicanais CR23X, da Campbell Scientific.

### 3.4.3 Análise econômica

Foram realizados os cálculos dos custos de produção, utilizando-se a metodologia do Custo Operacional de Produção, proposta por MATSUNAGA et al. (1976), na qual, somente, são considerados os gastos efetivamente ocorridos durante o processo produtivo, sendo considerados os dispêndios em dinheiro, mais a depreciação dos capitais fixos diretamente empregados no processo produtivo, os impostos e taxas associados à produção, os encargos trabalhistas e despesas gerais. A remuneração dos outros fatores de produção, empregados no processo produtivo, tais como a terra, capital e empresário, foi obtida através do resíduo, que ocorre entre a diferença da Receita Bruta e o Custo Operacional Total.

A depreciação dos bens será calculada pelo método linear, dado pela fórmula:

$$d = (V_i - V_f) / n \text{ em que:}$$

$d$  = depreciação do bem;

$V_i$  = valor inicial do bem;

$V_f$  = valor final do bem;

$n$  = período de vida útil do bem.

Para o cálculo da depreciação dos diferentes componentes foram adotados os seguintes critérios: para o ambiente protegido, foi estimado um horizonte de vida útil de oito anos e o filme plástico de polietileno teve sua vida útil estimada em dois anos. Já o arame, as bandejas e o sistema de irrigação, a depreciação foi calculada para um período de três anos, sendo que para a irrigação, adotou-se um valor final com 10% do seu valor inicial, e para os demais produtos o valor final foi igual a zero. Para todos os componentes depreciados, considerou-se dois ciclos produtivos por ano para a cultura no SC1 e três ciclos por ano para o SC2.

Para a análise dos retornos econômicos dos diferentes sistemas de produção, foram considerados os seguintes conceitos: *Receita Bruta*, é a receita esperada; *Lucro Operacional*, constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total; e o *Índice de Lucratividade*, que mostra a proporção da receita

bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura dos custos operacionais totais.

No cálculo do custo operacional total, foram adotados os valores dos coeficientes técnicos efetivamente empregados em cada sistema e produção e levantados os preços da época da realização do ensaio, de cada componente utilizado. Já os valores apresentados por caixa de tomate (CX K - 22 kg) e utilizados no cálculo da receita bruta foram levantados junto ao CEAGESP, empregando o valor médio pago no varejo para os meses de colheita (julho, agosto e setembro).

Os investimentos foram calculados tomando por base os resultados de produção e simulados os custos para uma área protegida de 162 m<sup>2</sup> (5,40 x 30 m), para cada tratamento, ou seja, sistema de cultivo convencional (SC1) e sistema de cultivo adensado (SC2).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Avaliações microclimatológicas**

#### **4.1.1 Radiação solar**

A densidade de fluxo de radiação solar global foi menor no interior do ambiente protegido (Quadro 3 e Figura 3), do mesmo modo que observado por FARIAS et al. (1993); BURIOL et al. (1995); FARIA JUNIOR (1997); PEZZOPANE et al. (1997); LIMA (2000); ANDRADE (2001); FARIA JUNIOR (2001) e CUNHA et al. (2001), o que se deveu ao material utilizado na cobertura do abrigo, que retém e reflete parte da radiação incidente (FARIAS et al., 1993; ANDRIOLO, 1999; MARTINS et al., 1999), o que pode ser evidenciado através de sua transmitância, que variou entre 54,7% e 85,9%, com média de 75,6%, no período avaliado.

QUADRO 3 – Médias mensais dos totais diários da radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ), obtidos para o campo e ambiente protegido e número de dias com valores inferiores ao limite trófico para o tomateiro. Ilha Solteira (SP).

Mês	Médias		Nº de dias com valores inferiores ou iguais ao limite trófico	
	Campo ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ )	Ambiente protegido ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ )	Campo	Ambiente protegido
Maio	19,9	12,1	1	3
Junho	14,7	11,8	0	0
Julho	14,1	10,5	2	7
Agosto	18,0	13,4	5	5
Setembro	19,4	14,6	1	1
Geral	16,1	12,2	9	16

No entanto, é preciso ressaltar que, de acordo com MARTINS et al. (1999), a radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies tanto a campo, como em ambientes protegidos, descrevendo que para culturas como tomate e pepino, a redução de 1% de iluminação supõe redução de 1% na produção, citando como limite trófico para as culturas e, assim, para a produção de assimilados para sua manutenção, uma energia radiante próxima de  $8,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , valor que deixou de ser observado, no ambiente protegido, durante 16 dias em todo o ciclo, sendo que nove destes ocorreram durante o período de colheita (Quadro 3 e Figura 3), fato, que pode ter resultado em uma menor produção de fotoassimilados e conseqüentemente, menor ganho de massa por parte dos frutos.



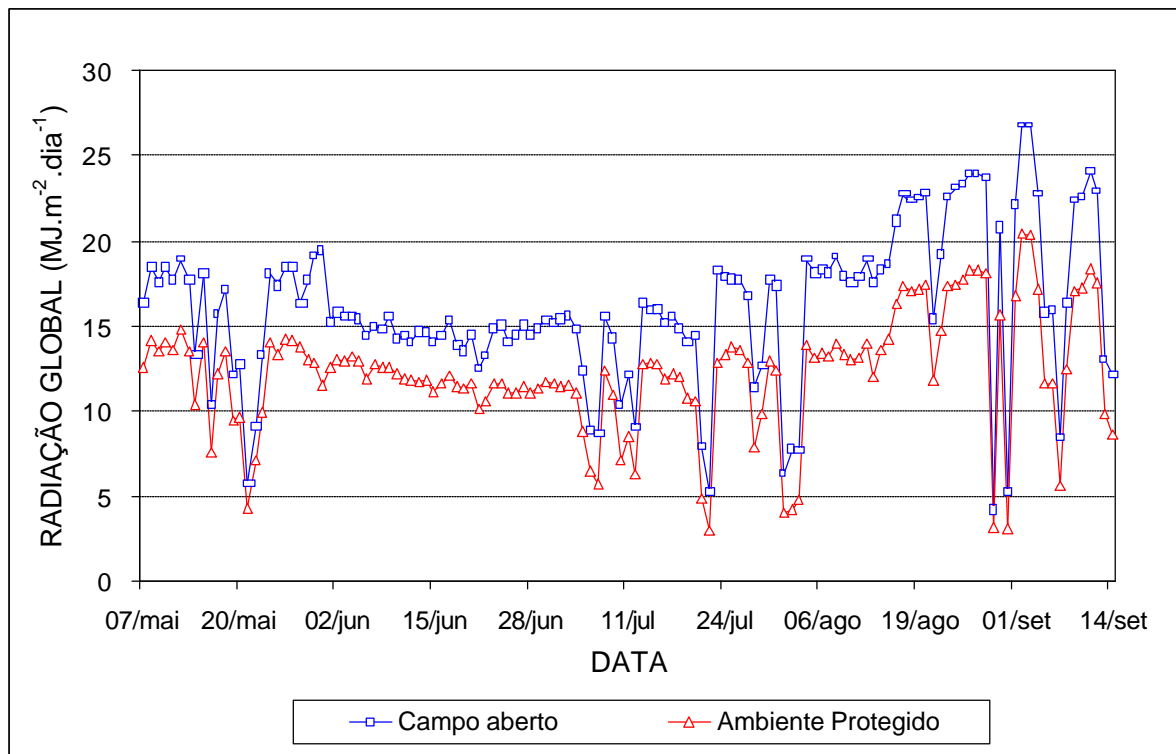


FIGURA 3 – Variação da radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ) obtidos em campo aberto e ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).

A curva de regressão linear que descreve a disponibilidade de radiação no interior do ambiente protegido, obtida em função dos níveis de radiação observados a campo, bem como o polinômio que estima as referidas relações, está apresentada na Figura 4.

O elevado valor do coeficiente de determinação, obtido no ajuste do modelo linear (96,4%), permite afirmar que é possível obter estimativas precisas dos níveis de radiação disponível no interior desses abrigos para cultivo protegido, a partir dos dados obtidos em campo. Esta observação, também, foi verificada por LIMA (2000); ANDRADE (2001) e FARIA JUNIOR (2001), trabalhando com diferentes materiais de cobertura e níveis de sombreamento.

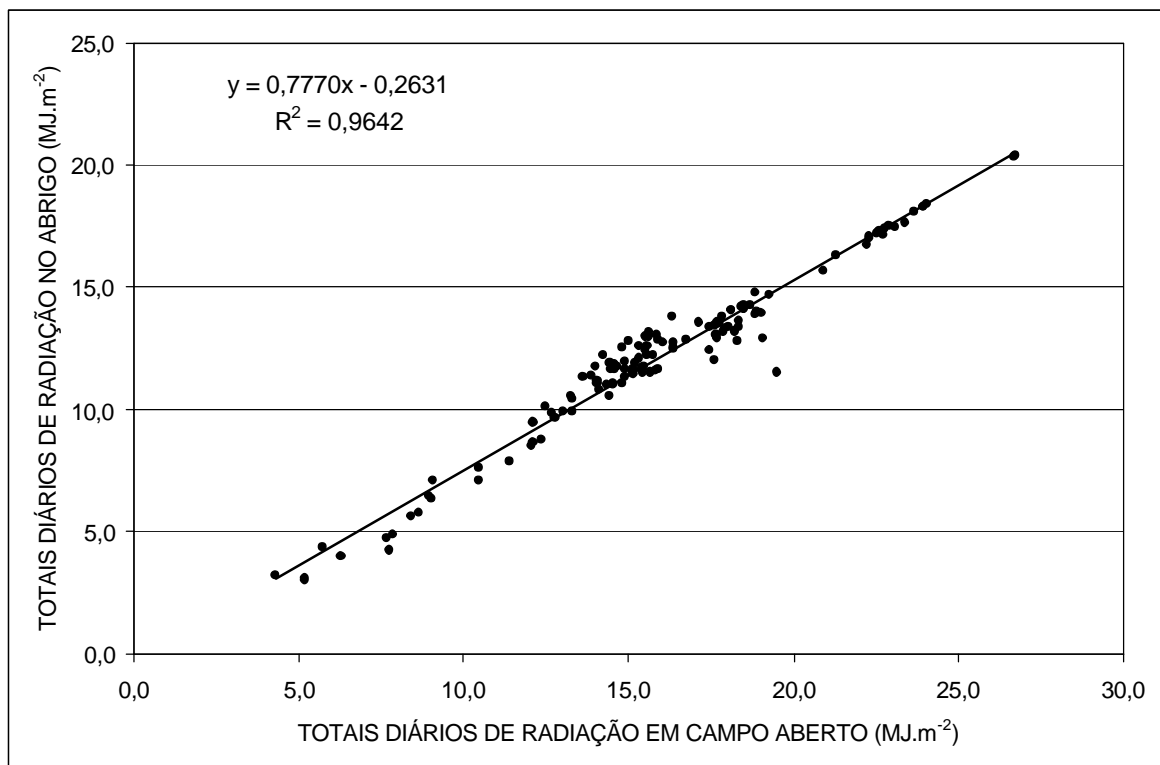


FIGURA 4 – Estimativas dos totais diários de radiação global (MJ.m<sup>-2</sup>) obtidos no ambiente protegido, em função dos totais diários de radiação global em campo aberto, no período de 07/05 a 14/09/2002, em Ilha Solteira (SP).

#### 4.1.2. Temperatura do ar

As variações de temperatura média do ar, obtida no ambiente protegido e em campo aberto, durante o período avaliado, apresentaram-se com valores bem próximos, com médias, para o período de 07/05 a 14/09/2002, de 23,2 e 23,4 °C, respectivamente, como representado na Figura 5A, resultados semelhantes aos observados por REIS & HORINO (1988); LIMA (2000); ANDRADE (2001) e FARIA JUNIOR (2001).

Os maiores valores de temperatura máxima foram verificados para o ambiente protegido, que apresentou durante todo o ciclo da cultura, média das máximas cerca de 1,7 °C, mais elevada que em campo aberto. Porém, verificou-se

que para alguns meses, como julho, agosto e setembro, as diferenças médias entre o ambiente protegido e o campo aberto, foram de apenas 1,2; 1,2 e 1,3 °C respectivamente (Quadro 4 e Figura 5B).

Este comportamento térmico de abrigos para cultivo protegido, no que se refere às temperaturas máximas, tem estreita relação com a menor movimentação das massas de ar no interior destes, o que possibilitam o maior aquecimento do ar em seu interior (KITTA et al., 1987, FARIAS et al., 1993 e CAMACHO et al., 1995), podendo determinar graduações de temperaturas às vezes consideradas inadequadas para a maioria dos cultivos (SERRANO CERMEÑO, s.d.).

QUADRO 4 – Valores médios e máximos absolutos mensais da temperatura máxima do ar (°C), obtidos no ambiente protegido e em campo aberto, no período de 07/05 a 14/09/2002, em Ilha Solteira (SP).

Mês	Média das temperaturas máximas (°C)		Valores máximos absolutos observados (°C)	
	Campo	Ambiente protegido	Campo	Ambiente protegido
Maio	29,4	32,0	34,5	35,7
Junho	31,0	32,9	32,9	35,9
Julho	28,0	29,2	34,3	35,9
Agosto	31,8	33,0	36,0	37,3
Setembro	29,7	31,0	35,7	36,7
Média	30,0	31,7	-	-

Entretanto, quando se avaliou a temperatura mínima obtida nos diferentes ambientes de estudo, verificou-se que o seu comportamento foi muito semelhante em ambos os casos (Quadro 5 e Figura 5C), apresentando uma diferença média das mínimas entre o campo aberto e o ambiente protegido, de apenas 0,7 °C, resultados que corroboram àqueles verificados por FARIA JUNIOR (1997); HORA (2000); LIMA (2000); ANDRADE (2001) e FARIA JUNIOR (2001).

Esta resposta pode ser explicada segundo MILLS et al. (1990), FARIA JUNIOR. et al. (1993), FARIA JUNIOR. (1994) e CAMACHO (1995), pela baixa capacidade de retenção de energia dos abrigos, durante a noite, uma vez que as coberturas de polietileno são bastante transparentes às radiações de ondas longas (DUBOIS, 1980; NIJSKENS et al., 1985; SEMEDO, 1988 e ALPI & TOGNONI, 1991), e pelas perdas de energia por condução (pela cobertura plástica), por advecção (por meio das telas plásticas, no ambiente protegido, que não impediram as trocas de ar), e pelo fluxo de calor no solo.

No entanto, no que se refere à temperatura ótima, necessária para o bom desenvolvimento da cultura do tomateiro, verificou-se que a temperatura média obtida para todo o período de 07/05 a 14/09/2002, de 23,2 °C, encontra-se dentro da faixa favorável ao cultivo do tomateiro, para suas diferentes fases fenológicas. Porém, quando se observaram as temperaturas máximas registradas durante o período avaliado (Figura 5B), verificaram-se vários registros superiores aos valores indicados por SILVA et al. (1994) e FILGUEIRA (2000), como adequados à cultura.

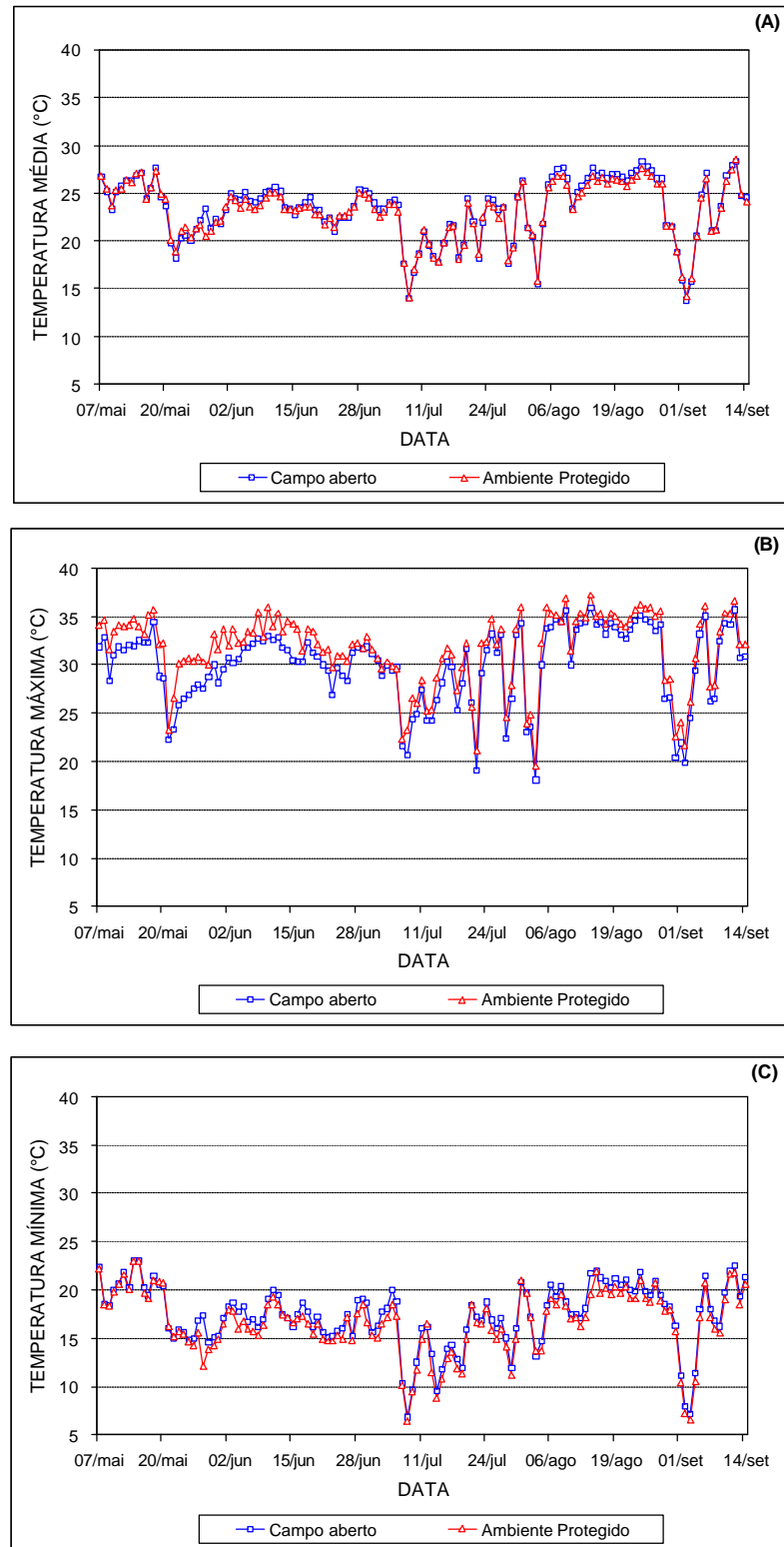


FIGURA 5 – Variação das temperaturas médias (A), máximas (B) e mínimas (C), obtidas para campo aberto e ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09/2002, em Ilha Solteira (SP).

QUADRO 5 – Valores médios e mínimos absolutos mensais da temperatura mínima do ar (°C), obtidos no ambiente protegido e em campo aberto, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).

Mês	Média das temperaturas mínimas (°C)		Valores mínimos absolutos observados (°C)	
	Campo	Ambiente protegido	Campo	Ambiente protegido
Maio	18,5	18,0	14,6	12,1
Junho	17,4	16,6	15,2	14,7
Julho	15,1	14,3	6,9	6,4
Agosto	19,3	18,6	13,1	13,8
Setembro	16,7	16,0	7,2	6,6
Média	17,4	16,7	-	-

#### 4.1.3 Umidade relativa do ar

Não foram observadas grandes diferenças nas variações médias de umidade relativa obtidas para o campo aberto e o ambiente de cultivo protegido, durante o período de 07/05 a 14/09/2002, conforme ilustrado na Figura 6A, resultados semelhantes aos observados por REIS & HORINO (1988); MARTINS (1992); FARIA JUNIOR (1997); LIMA (2000); FARIA JUNIOR (2000); ANDRADE (2001) e FARIA JUNIOR (2001), sendo que os valores médios mensais variaram entre 50,9% e 65,4% com média geral de 57,3% registrada para o campo aberto e entre 54,4% e 65,7% com média de 59,4% para o ambiente protegido.

As variações das médias mensais de umidade relativa máxima do ar, também, não apresentaram grandes diferenças, as quais variaram de 77,7% a 87,8%, com valor médio de 84,3% para o campo aberto e de 80,9% a 88,2%, com média de 85,7% para o ambiente protegido, embora se tenha observado valores médios mensais ligeiramente superiores, registrado no ambiente protegido (Figura

6B e Quadro 6), comportamento, também, verificado por REIS et al. (1991) e FARIA JUNIOR (1994). Os valores mínimos de umidade relativa, também, se apresentaram com pequenas variações entre os ambientes em estudo, com médias, para o período de avaliação, de 32,8% e 31,3%, respectivamente para o campo aberto e o ambiente de cultivo protegido (Quadro 6 e Figura 6C).

Os menores valores discretamente observados para a umidade relativa mínima do ar no ambiente protegido (Quadro 6 e Figura 6C), são reflexos da relação inversa com a temperatura e, assim, podemos atribuir este resultado às temperaturas máximas que foram alcançadas neste ambiente, as quais se apresentaram sensivelmente superiores àquelas medidas em campo aberto (Quadro 4 e Figura 5B).

QUADRO 6 – Valores médios mensais da umidade relativa máxima e mínima do ar (%), observados no campo aberto e em ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09 2002, em Ilha Solteira (SP).

Mês	Médias mensais da umidade relativa máxima (%)		Médias mensais da umidade relativa mínima (%)	
	Campo	Ambiente protegido	Campo	Ambiente protegido
Maio	86,4	86,6	41,4	37,1
Junho	86,6	88,2	28,7	26,9
Julho	87,8	87,8	33,3	32,7
Agosto	77,7	80,9	30,1	30,0
Setembro	82,2	84,2	31,2	30,7
Média	84,3	85,7	32,8	31,3

No entanto, é importante destacar, que umidades excessivamente altas, em ambientes protegidos, podem promover efeitos indesejáveis de condensação na face interna do filme plástico de cobertura, implicando na redução da transmitância da radiação solar, afetando negativamente a disponibilidade de energia para as plantas, bem como favorecendo o surgimento e desenvolvimento de doenças e desordens fisiológicas (MARTINS et al., 1999).

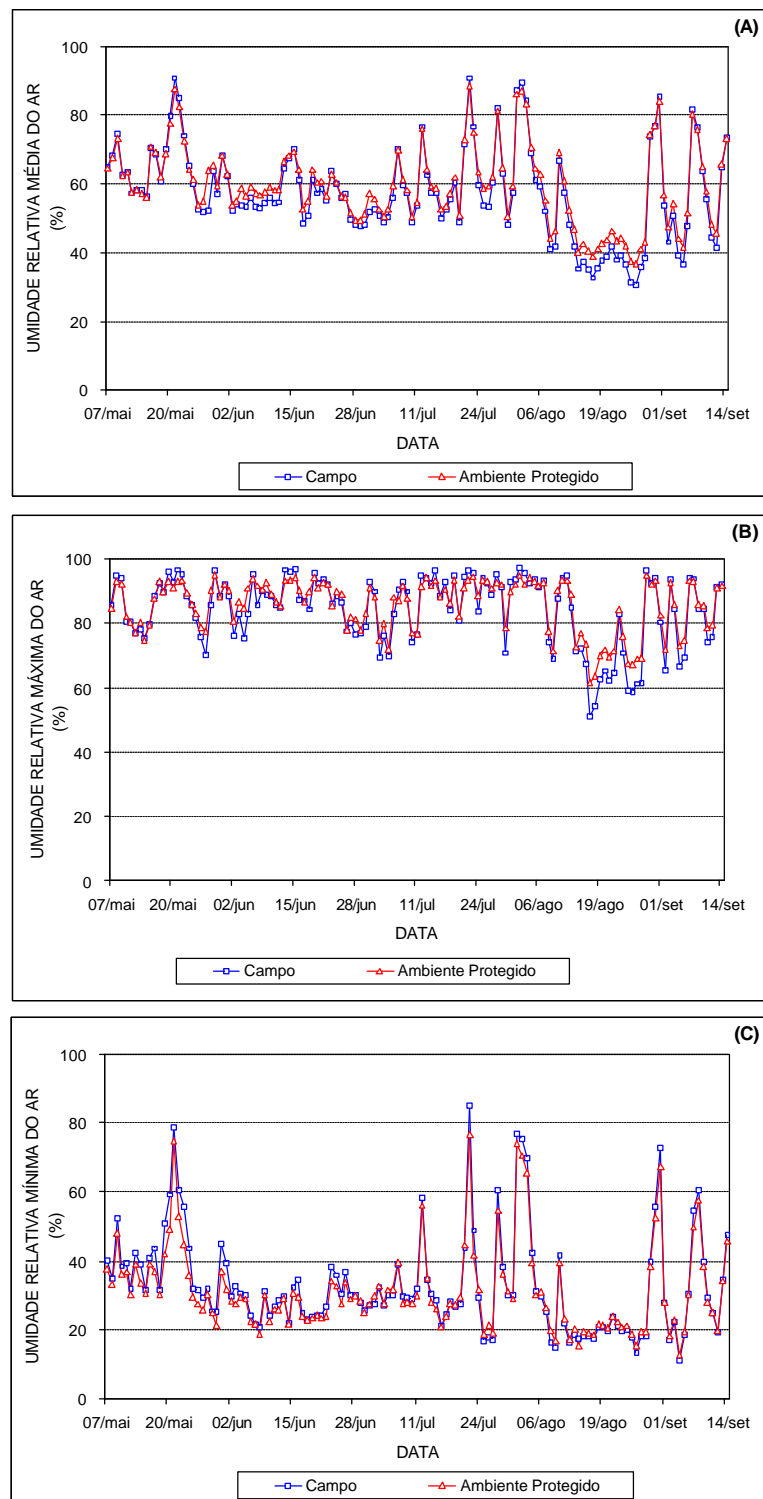


FIGURA 6 – Variação das umidades relativas médias (A), máximas (B) e mínimas (C), obtidas para campo aberto e ambiente protegido, no período de 07/05 a 14/09/2002, em Ilha Solteira (SP).



## 4.2 Características agronômicas

### 4.2.1 Matéria seca, área foliar, comprimento e diâmetro médio das mudas.

Com relação às avaliações realizadas nas mudas de tomateiro, verificou-se que 7 dias (primeira semana) de tratamento de luz, não foram suficientes para que houvesse uma resposta significativa da aplicação de radiação com comprimentos específicos de onda, em relação ao seu desenvolvimento em altura e diâmetro (Quadro 7), resultados semelhantes aos encontrados por HORA et al. (2002).

Porém, aos 14 dias após o início do tratamento (Quadro 7), foi observado que aquelas mudas tratadas com o comprimento de luz na faixa do vermelho-extremo ( $I_{VE}$ ), apresentaram um crescimento em altura, diâmetro e área foliar, superior às demais, sendo que para a matéria seca, esta diferença não foi significativa para aquelas mudas que receberam luz vermelha ( $I_{V+VE}$ ). Estes resultados se assemelham àqueles encontrados por DECOTEAU & FRIEND (1991), que ao tratarem mudas de tomateiro com luz vermelha observaram que estas se apresentavam mais curtas e com menor comprimento total de folhas, em relação às tratadas com vermelho-extremo.

No entanto, essa característica desapareceu aos 21 dias para diâmetro de caule e área foliar (Quadro 7), fato que pode ser atribuído à mudança no tratamento de luz que as mudas estavam recebendo luz na faixa do vermelho, que, a partir da terceira semana, passaram a receber o tratamento com o vermelho-extremo, retomando seu desenvolvimento estimulado pela alteração no balanço entre os fitocromos vermelho e vermelho-extremo.

QUADRO 7. Valores médios de quatro características de crescimento, obtidas para mudas do híbrido de tomate Duradoro. Ilha Solteira (SP), 2002.

Tratamento das mudas	Matéria Seca (g/planta)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)
7 dias após a semeadura				
I <sub>T</sub>	0,038 a	5,552 a	6,65 a	1,616 a
I <sub>VE</sub>	0,030 b	4,582 a	6,89 a	1,614 a
I <sub>V+VE</sub>	0,027 c	3,443 b	6,29 a	1,561 a
C. V.	-	21,3%	8,3%	6,6%
14 dias após a semeadura				
I <sub>T</sub>	0,082 b	9,537 c	8,343 c	2,074 c
I <sub>VE</sub>	0,112 a	15,793 a	11,457 a	2,873 a
I <sub>V+VE</sub>	0,105 a	12,769 b	9,829 b	2,463 b
C. V.	13,9%	12,0%	7,6%	5,7%
21 dias após a semeadura				
I <sub>T</sub>	0,128 ab	10,076 b	9,829 b	2,480 a
I <sub>VE</sub>	0,149 a	13,204 a	10,986 a	2,623 a
I <sub>V+VE</sub>	0,123 b	11,799 ab	9,443 b	2,537 a
C. V.	13,4%	15,5%	5,6%	6,0%

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

I<sub>VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo; I<sub>T</sub> - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural); I<sub>V+VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

#### 4.2.2 Produção, número total e comerciável e classificação dos frutos

Não foram detectados efeitos significativos do sistema de condução para a produção e número total e comerciável de frutos (Quadros 8 e 9), resultados estes, que diferiram daqueles encontrados por CAMPOS et al. (1987); POERSCHKE et al. (1995); STRECK et al. (1996); PADOPOULOS & PARARAJASNGHAM (1997);

STRECK et al. (1998); CAMARGOS et al. (2000); os quais relataram, que o uso de maiores densidades podem proporcionar ganhos significativos de produtividade para cultura.

Entretanto, deve ser ressaltado, que em conjunto com o adensamento das plantas, foi realizada poda apical drástica e que, para ambos os sistemas de condução estudados, foram fixadas 100.000 inflorescências por hectare, o que justificou os resultados bastante próximos de produtividade obtidos no ensaio. Por outro lado, o sistema de condução SC2 (com poda apical drástica após a 2ª inflorescência) determinou a concentração da produção, trazendo como benefício a precocidade (Figura 8), fator de suma importância no que tange a redução no custo de produção, como mão de obra, nutrientes e defensivos.

É importante destacar que, como discutido por STRECK et al. (1998), o total de assimilados de uma planta é diretamente proporcional à fotossíntese, a qual é uma função da densidade do fluxo de radiação solar incidente, da concentração de CO<sub>2</sub> e da área foliar, sendo que com o aumento da população de plantas ocorre um aumento do sombreamento, podendo resultar em uma redução na massa fresca média de frutos, o que mostra a importância em se adotar a poda apical, quando se incrementa o número de plantas por unidade de área, a fim de reduzir este problema.

De fato, quando comparados os frutos, com relação ao seu diâmetro transversal, classificados em graúdos e médios, verificou-se que o sistema de condução mais adensado (SC2), obteve produção de frutos graúdos significativamente inferior ao sistema com espaçamento convencional, com plantas com 5 inflorescências (SC1), como indicado no Quadro 8, e conseqüentemente, com aumento na produção de frutos médios, mostrando que o sistema SC2, alterou a distribuição de biomassa no dossel, com frutos menores e mais leves, uma vez que o número de frutos graúdos não diferiu entre os sistemas estudados (Quadro 9). Não pode ser descartado o fato de que outros fatores de produção, como a adubação e irrigação não variaram com a população de plantas, o que pode ter exercido influência nos resultados, mais especificamente, na distribuição de frutos por tamanho.

QUADRO 8. Valores médios de produção (kg/m<sup>2</sup>), obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.

FATOR	Produção total	Produção comerciável	Produção de frutos graúdos Ø >70 mm	Produção de frutos médios 50 >Ø<70 mm
SISTEMA DE CONDUÇÃO				
SC1	9,518 a	9,134 a	6,935 a	2,199 b
SC2	9,194 a	9,111 a	6,142 b	2,969 a
C. V.	8,3%	9,0%	11,7%	7,5%
IRRADIAÇÃO				
I <sub>T</sub>	9,513 a	9,279 a	6,801 a	2,478 a
I <sub>VE</sub>	9,264 a	9,058 a	6,657 a	2,401 a
I <sub>V + VE</sub>	9,291 a	9,031 a	6,158 a	2,873 a
C. V.	7,7%	7,9%	14,5%	17,7%

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

SC1 – Sistema de condução 1 e SC2 - sistema de condução 2

I<sub>T</sub> - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural); I<sub>VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo; I<sub>V + VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

Estes resultados, todavia corroboram aqueles observados por CAMPOS et al. (1987), em que os autores constataram que o aumento da população de plantas reduziu a produção de frutos graúdos e o peso médio de frutos.

Há de considerar, ainda, a relação entre o cultivar e o ambiente formado, principalmente, no que diz respeito à adaptação das plantas a cultivos adensados, assim como, a interação densidade de plantas x produtividade, que pode gerar, segundo STRECK et al. (1996), citando diferentes autores, uma curva parabólica típica, a qual apresentaria decréscimo de produtividade em ambas as extremidades, a partir de um ponto de máximo ganho.

Pode ter pesado ainda, contra melhores níveis de produtividade a grande amplitude térmica diária observada no abrigo, no período do ensaio, com valores superiores a 14 °C, na maioria dos dias, acima daqueles indicados como ideais por

LOPES & STRIPARI (1998) e FILGUEIRA (2000). Não deve deixar de ser mencionado, também, que as temperaturas alcançadas no interior do abrigo, durante o dia (Figura 5 e Quadro 4), foram desfavoráveis à fixação dos frutos, visto que temperaturas superiores a 27 °C podem promover o retardamento da germinação e o desenvolvimento do tubo polínico, bem como a inviabilidade do grão de pólen, provocando o abortamento de flores e, conseqüentemente, diminuindo o índice de pegamento de frutos com reflexos na produtividade, como apontado por REGHIN (1996), citado por LOPES & STRIPARI (1998).

QUADRO 9. Valores médios de número de frutos/m<sup>2</sup>, obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.

FATOR	Número total de frutos/m <sup>2</sup>	Número de frutos comerciáveis/m <sup>2</sup>	Número de frutos graúdos/m <sup>2</sup> Ø >70 mm	Número de frutos médios/m <sup>2</sup> 50 >Ø<70mm
<b>SISTEMA DE CONDUÇÃO</b>				
SC1	56,29 a	51,69 a	35,55 a	16,14 b
SC2	54,95 a	54,39 a	31,70 a	22,69 a
C. V.	10,7%	10,5%	12,8%	11,7%
<b>IRRADIAÇÃO</b>				
I <sub>T</sub>	56,49 a	53,65 a	35,00 a	18,66 a
I <sub>VE</sub>	54,18 a	51,98 a	33,48 a	18,50 a
I <sub>V + VE</sub>	56,19 a	53,48 a	32,40 a	21,08 a
C. V.	6,6%	6,4%	14,5%	19,9%

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

SC1 - Sistema de condução 1 e SC2 - Sistema de condução 2

I<sub>T</sub> - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural); I<sub>VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo; I<sub>V + VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

Já, para os tratamentos com irradiação, com comprimentos específicos de onda, em todas as características avaliadas de produção e número médio de frutos, não foram detectados efeitos significativos (Quadros 8 e 9), resultados que vão ao encontro daqueles observados por DECOTEAU & FRIEND (1991), os quais

verificaram que tratamentos em mudas com comprimentos de onda específicos não apresentaram efeitos na produção.

No que se refere à produção de frutos não comerciáveis, verificou-se interação significativa entre os tratamentos, em que, tanto a produtividade bem como o número de frutos considerados não comerciáveis, independente do tratamento com luz, sempre foram menores naquele sistema cujo espaçamento era adensado e com duas inflorescências por planta (Quadro 10), demonstrando que a antecipação da colheita e o menor tempo de exposição da planta e dos frutos no campo podem ser fortes aliados para a redução de prejuízos na produção de tomate, uma vez que a colheita no SC1 se estendeu por mais três semanas após o término da colheita dos frutos do SC2, (Figura 8), inclusive com a produção de frutos pequenos com diâmetro transversal inferior a 50mm (Figura 7), impróprios para comercialização.

QUADRO 10 - Valores médios da produção não comerciável ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) e do número de frutos não comerciáveis/ $\text{m}^2$ , obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.

Fator	Irradiação	Sistema de condução	
		SC1	SC2
Produção de frutos não comerciais ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	$I_T$	0,456 a A	0,013 a B
	$I_{VE}$	0,253 b A	0,160 a A
	$I_{V+VE}$	0,443 a A	0,076 a B
Número de frutos não comerciais/ $\text{m}^2$	$I_T$	5,48 a A	0,20 a B
	$I_{VE}$	3,42 b A	1,02 a B
	$I_{V+VE}$	4,92 ab A	0,50 a B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, para cada fator, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

SC1 e SC2 – Sistema de condução 1 e Sistema de condução 2

$I_T$  - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural);  $I_{VE}$  - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo;  $I_{V+VE}$  - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

Quando comparado o sistema de condução dentro de cada tratamento com luz, verificou-se, para aquelas plantas que se encontravam no espaçamento convencional (SC1), que a produção e o número de frutos, tiveram as menores médias quando as mesmas sofreram irradiação com vermelho extremo ( $I_{VE}$ ). Já no sistema adensado (SC2), tanto para a produção como para número de frutos, os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si (Quadro 10).

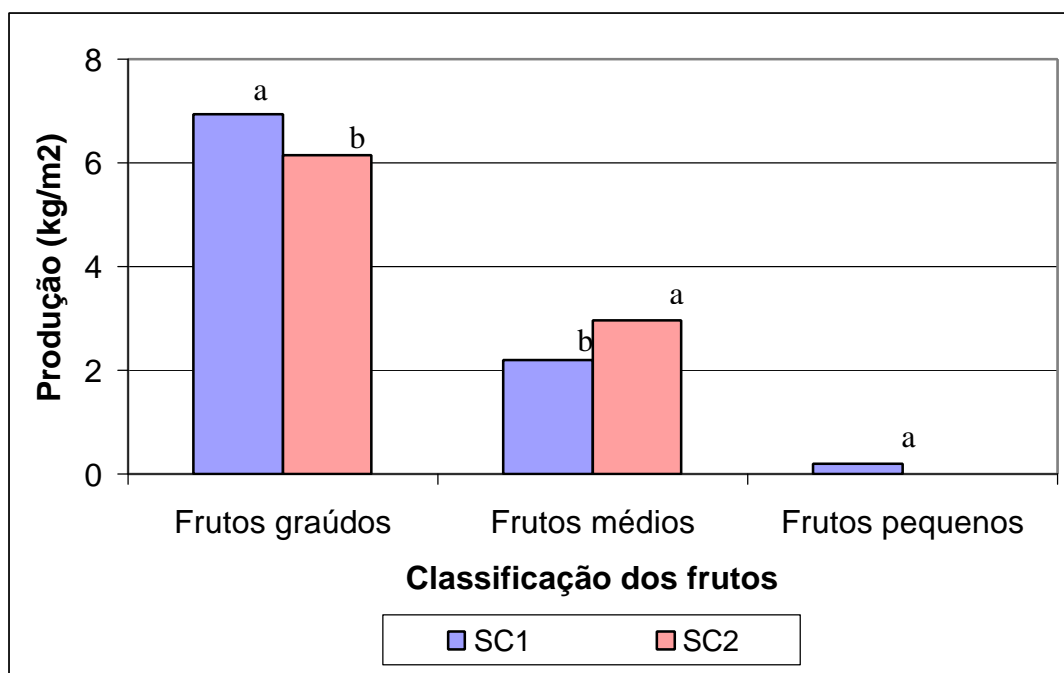


FIGURA 7. Produção de frutos ( $\text{kg/m}^2$ ), classificados pelo diâmetro transversal em frutos graúdos ( $\varnothing > 70$  mm); frutos médios ( $50 > \varnothing < 70$  mm) e frutos pequenos ( $\varnothing < 50$  mm), obtida nos sistemas de condução SC1 (poda apical drástica após a 5ª inflorescência) e SC2 (poda apical drástica após a 2ª inflorescência), para o híbrido de tomate Duradoro, em Ilha Solteira (SP), 2002.

Verificou-se que houve concentração da produção, com 82% do total de frutos comerciáveis colhidos até a quinta semana, nas parcelas com poda apical após a 2ª inflorescência, contra 49% para o sistema convencional (Figura 8). Resultados bastante semelhantes aos encontrados por STRECK et al. (1998), que observaram, na distribuição temporal da produção de frutos, no período de colheita,

que plantas conduzidas com duas inflorescências apresentaram uma tendência de concentrar a produção entre a segunda e a quarta semana após o seu início.

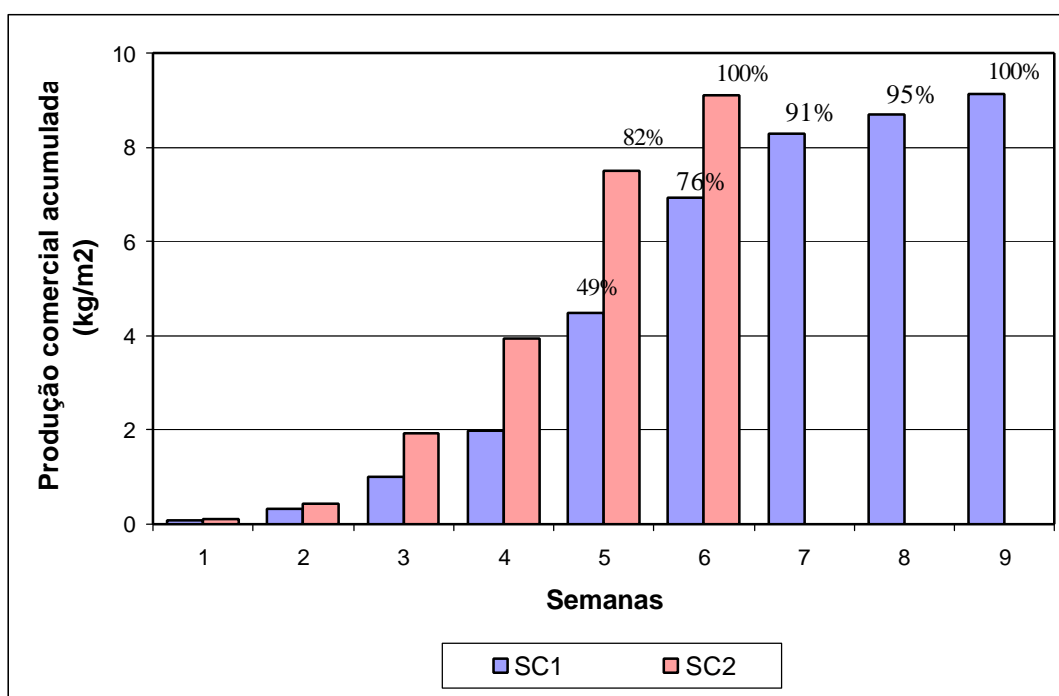


FIGURA 8 - Evolução semanal da produção comercial acumulada, obtida para o sistema de condução SC1 (poda apical drástica após a 5ª inflorescência) e SC2 (poda apical drástica após a 2ª inflorescência), para o híbrido de tomate Duradoro, em Ilha Solteira (SP), 2002.

Em relação à eficiência de conversão da radiação solar global em matéria fresca de frutos (EC), pode-se verificar que as plantas conduzidas no SC2, apresentaram uma eficiência de conversão significativamente maior, em relação àquelas cujo espaçamento entre plantas era de 0,50 m (Quadro 11). Estes resultados corroboram o que foi verificado por STRECK et al. (1998) os quais encontraram maior eficiência de conversão em plantas conduzidas com três inflorescências nas densidades de 80.000 e 100.000 plantas/ha, e naquelas conduzidas com sete inflorescências e 40.000 plantas/ha. Apesar do SC2 ter apresentado a melhor eficiência de conversão ( $6,87\text{g.MJ}^{-1}$ ), esta não foi suficiente para proporcionar um ganho expressivo de produtividade em seu favor, porém, com reflexos na maior precocidade de produção (Figura 8), uma vez que a disponibilidade de radiação foi a mesma, aos dois sistemas estudados.



QUADRO 11 - Eficiência de conversão da radiação solar global incidente, do transplântio até a última colheita de cada tratamento, em massa de matéria fresca de frutos ( $\text{g.MJ}^{-1}$ ) de tomateiro cultivado em ambiente protegido. Ilha Solteira (SP), 2002.

FATOR	Eficiência de conversão ( $\text{g.MJ}^{-1}$ )
SISTEMA DE CONDUÇÃO	
SC1	5,95 b
SC2	6,87 a
C. V.	8,0%
IRRADIAÇÃO	
$I_T$	6,50 a
$I_{VE}$	6,36 a
$I_{V+VE}$	6,36 a
C. V.	7,7%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, para cada fator, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

SC1 - Sistema de condução 1 e SC2 - Sistema de condução 2

$I_T$  - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural);  $I_{VE}$  - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo;  $I_{V+VE}$  - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

#### **4.2.3 Comprimento médio de plantas, diâmetro médio da haste principal, número de internódios, taxas de crescimento absolutas, matéria seca e número médio de brotos laterais**

Para o comprimento e diâmetro médios das plantas no campo, não houve efeito significativos dos tratamentos de luz, aos 15 e aos 45 dias após o transplântio, o mesmo ocorrendo para número de internódios aos 45 dias (Quadro 12) e para as taxas de crescimento absoluto (Quadro 13).

O efeito dos tratamentos sobre o comprimento médio de plantas foi observado somente para o sistema de condução, a partir dos 45 dias de transplântio, como relatado no Quadro 12, com as maiores médias de comprimento para o sistema de cultivo mais adensado (SC2), com a conseqüente redução significativa do seu diâmetro médio da haste principal. Observou-se, ainda, que o número médio de internódios não diferiu significativamente entre os tratamentos, indicando que as plantas submetidas ao sistema adensado (SC2) apresentaram maior estiolamento. Estes resultados estão de acordo com as considerações feitas por SILVA JUNIOR et al. (1992), em que altas densidades de plantas de tomateiro promoveram um estiolamento das mesmas, em conseqüência do aumento do comprimento dos internódios, devido a maior competição por luz.

QUADRO 12 - Valores médios de três características de crescimento, obtidas para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.

FATOR	Comprimento médio de plantas (cm)		Diâmetro médio da haste principal (mm)		Número de internódios
	15 dias	45 dias	15 dias	45 dias	
	<b>SISTEMA DE CONDUÇÃO</b>				
SC1	13,79 a	89,35 b	3,74 b	9,07 a	18 a
SC2	14,17 a	99,03 a	4,02 a	7,76 b	17 a
C. V.	3,1%	7,3%	4,4%	7,0%	7,9%
<b>IRRADIAÇÃO</b>					
I <sub>T</sub>	14,65 a	95,37 a	3,96 a	8,18 a	17 a
I <sub>VE</sub>	13,66 a	94,23 a	3,84 a	8,17 a	18 a
I <sub>V+VE</sub>	13,63 a	92,96 a	3,84 a	8,90 a	18 a
C. V.	7,8%	7,2%	14,5%	12,3	6,7%

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

SC1 – Sistema de condução 1; SC2 – Sistema de condução 2;

I<sub>VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo; I<sub>T</sub> - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural); I<sub>V+VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo.

Em relação às médias obtidas para o diâmetro médio da haste principal, aos 15 dias após o transplante, aquelas plantas que se encontravam mais adensadas (SC2), apresentaram médias significativamente superiores às do sistema de condução SC1 (Quadro 12), o que pode estar associado ao fato de que plantas, quando submetidas a densidades muito elevadas, atingem seu índice ótimo de área foliar mais precocemente (ANDRIOLO, 1999), provocando um maior acúmulo de assimilados, no início de desenvolvimento das plantas. No segundo período de avaliação aos 45 dias após o transplante, as plantas das parcelas referentes ao sistema de condução SC2 se encontravam com diâmetros menores em decorrência do maior estiolamento, como já discutido anteriormente.

QUADRO 13. Taxas médias de crescimento absoluto, obtida aos 45 dias após o transplante, para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.

FATOR	Taxas de crescimento absoluto	
	Comprimento médio (cm/dia)	Diâmetro médio da haste principal (mm/dia)
<b>SISTEMA DE CONDUÇÃO</b>		
SC1	2,53 b	0,18 a
SC2	2,84 a	0,13 b
C. V.	7,4%	10,6%
<b>IRRADIAÇÃO</b>		
I <sub>T</sub>	2,69 a	0,14 a
I <sub>VE</sub>	2,70 a	0,14 a
I <sub>V+VE</sub>	2,66 a	0,17 a
C. V.	7,0%	19,9%

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

SC1 – Sistema de condução 1; SC2 – Sistema de condução 2;

I<sub>VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo; I<sub>T</sub> - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural); I<sub>V + VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

Analisando as taxas de crescimento absoluto obtidas aos 45 dias para o comprimento e diâmetro médio da haste principal (Quadro 13), verificou-se mais uma vez o efeito do estiolamento das plantas cultivadas no sistema adensado SC2, para o qual se observou, uma média significativamente superior de crescimento ao dia, em comprimento, e conseqüentemente um menor crescimento ao dia, em diâmetro, para plantas conduzidas neste sistema.

Nas avaliações realizadas para quantificar a emissão de brotação lateral (Quadro 14), notou-se que a aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo em mudas não reduziu a matéria seca e número de brotos, obtidos aos 30 dias após o transplante, resultados que diferem daqueles obtidos por TUCKER (1975); TUCKER (1976) e TUCKER (1977), caracterizando que para as condições em que foi

conduzido este ensaio, a aplicação de luz não interferiu na emissão de brotos laterais.

Por outro lado, os resultados obtidos para os tratamentos com irradiação (Quadro 14), se assemelharam àqueles verificados por HORA et al. (2002), que trabalhando com irradiação de mudas de tomateiro por uma semana com o comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo, não detectaram diferenças significativas nos valores de massa de matéria seca de brotos laterais, para o mesmo híbrido.

Entretanto, o sistema de condução alterou a emissão de brotos laterais, medida após 45 dias do transplântio, com menores valores de massa de matéria seca verificada para o sistema de cultivo adensado (Quadro 14), característica que, também, se verificou quando somados os brotos removidos em ambas as datas avaliadas, o que provavelmente se deveu ao baixo acúmulo de assimilados nos seus ramos axilares, provavelmente por ter prevalecido à dominância apical, uma vez que as plantas se encontravam em maior competição por luz.

QUADRO 14. Valores médios de matéria seca e número médio de brotos laterais (dados transformados em  $(x+1,0)^{1/2}$ ), obtidos para o híbrido de tomate Duradoro, produzido em ambiente protegido, sob diferentes sistemas de condução e tratamento de mudas. Ilha Solteira (SP), 2002.

FATOR	Matéria seca de brotos laterais			Número médio de brotos laterais		
	30 dias	45 dias	Total	30 dias	45 dias	Total
<b>SISTEMA DE CONDUÇÃO</b>						
SC1	1,574 a	2,898 a	3,155 a	2,60 a	2,56 a	3,51 a
SC2	1,434 a	2,333 b	2,552 b	2,57 a	2,29 a	3,30 a
C. V.	17,6%	12,5%	13,4%	7,1%	11,5%	9,7%
<b>IRRADIAÇÃO</b>						
I <sub>T</sub>	1,578 a	2,692 a	2,964 a	2,67 a	2,45 a	3,48 a
I <sub>VE</sub>	1,480 a	2,645 a	2,868 a	2,58 a	2,43 a	3,41 a
I <sub>V+VE</sub>	1,455 a	2,508 a	2,728 a	2,51 a	2,40 a	3,33 a
C. V.	19,7%	12,7%	15,0%	9,9%	6,3%	6,6%

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

SC1 – Sistema de condução 1; SC2 – Sistema de condução 2;

I<sub>VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho-extremo; I<sub>T</sub> - Irradiação testemunha (fotoperíodo natural); I<sub>V+VE</sub> - Irradiação com comprimento de onda na faixa do vermelho + vermelho-extremo;

### 4.3 Resultados da análise econômica

Considerando-se uma área protegida de 162 m<sup>2</sup>, para cada sistema de cultivo, verificou-se que no período de realização do ensaio, seriam necessários R\$ 1317,12 para a construção estrutural e cobertura do ambiente protegido, sendo o valor destinado para o sistema de irrigação igual a R\$ 195,29. Esses valores se referem ao investimento inicial, independente do sistema de cultivo empregado, logo, as diferenças nos seus respectivos custos operacionais totais, foram detectados dentro dos coeficientes técnicos empregados para cada sistema e na quantidade de ciclos

considerados na depreciação dos produtos, como representado nos Quadros 15 e 16.

Observou-se, que na simulação do custo de produção para o cultivo de tomateiro, tendo por base dois sistemas de cultivo diferentes, (SC1) – poda apical drástica após a 5ª inflorescências e (SC2) – poda apical drástica após a 2ª inflorescências, que o sistema de condução SC2 apresentou o menor custo operacional total de, R\$ 494,35 (Quadro 16), enquanto o sistema convencional, exigiu um custo de R\$ 566,59 (Quadro 15). Esta diferença de R\$ 72,24 entre os tratamentos, ocorreu devido às diferenças apresentadas para os coeficientes técnicos e número de ciclos produtivo por ano.

Em ambas as estimativas do custo de produção, o item que representou os maiores gastos foram os materiais, para os quais aparecem os custos com sementes, fertilizantes e defensivos, que devido ao seu alto valor, tornam-se, muitas vezes, o fator limitante para alcançar maiores lucratividades, pois estes foram os responsáveis por 62,4% do custo total no SC2, e 55,7% para o SC1, seguido pelo item depreciações, com gastos da ordem de 21,3% para o SC2 e 27,6% no SC1.

QUADRO 15 - Custo de produção da cultura do tomateiro, híbrido Duradoro, conduzido sob sistema de cultivo convencional (SC1), em ambiente protegido (162 m<sup>2</sup>), na região de Ilha Solteira (SP), 2002.

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	COEFICIENTE TÉCNICO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
<b>A- OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>				
<b>a.1- Preparo do Solo</b>				
Revolvimento do solo (4x) (incorporação de tratamento do solo e adubos)	HM Tp 14 cv + enxada rotativa	1	7,00	7,00
<b>Subtotal A</b>			<b>(1,2)%</b>	<b>7,00</b>
<b>B- OPERAÇÕES MANUAIS</b>				
<b>b.1- Implantação</b>				
Adubação de plantio à lanço e preparo dos canteiros	HH	6	1,20	7,20
Semeadura e plantio	HH	1	1,20	1,20

<b>b.2- Tratos Culturais</b>				
Tutoramento	HH	16	1,20	19,20
Desbrota	HH	8	1,20	9,60
Poda apical	HH	8	1,20	9,60
Pulverizações	HH	4	1,20	4,80
<b>b.3- Colheita</b>				
Colheita	HH	10	1,20	12,00
Classificação	HH	20	1,20	24,00
<b>Subtotal B</b>			<b>(15,5%)</b>	<b>87,60</b>
<b>C- MATERIAL</b>				
<b>c.1- Insumos</b>				
Sementes do híbrido Duradoro	unidade	324	0,05	16,20
Substrato (25 kg)	Kg	4,0	0,32	1,28
Calcário – mineral (50 kg)	kg	16,2	0,12	1,94
Fórmula 4-14-8 (50 kg)	kg	25,0	0,51	12,75
Super fosfato simples (50 kg)	kg	8,0	0,43	3,44
Uréia	kg	0,150	1,00	0,58
Nitrato de potássio (25 kg)	kg	0,220	1,15	0,94
<b>c.2- Defensivos</b>				
Basamid	kg	7,0	19,10	133,70
Thiobel 500	kg	0,980	50,00	49,00
Karate zeon 50 cs	litro	0,164	48,00	7,87
Actara 250 WG (100 g)	g	44,0	200,00	88,00
<b>Subtotal C</b>			<b>(55,7%)</b>	<b>315,71</b>
<b>D- DEPRECIAÇÕES</b>				
Ambiente protegido				75,43
Filme de polietileno (75µm)	metro	58		27,55
Bandejas de poliestireno expandido para semeadura	unidade	3		2,00
Mourões de eucalipto para tutoramento	unidade	20		18,75
Arame galvanizado nº 14	kg	3,25		3,25
Irrigação				29,30
<b>Subtotal D</b>			<b>(27,6%)</b>	<b>156,28</b>
<b>Custo total</b>			<b>(100%)</b>	<b>566,59</b>

HM – hora-máquina; HH – hora-homem



Tanto o item depreciação como as operações manuais, apresentaram grande contribuição na redução do custo operacional total do SC2, comparativamente ao SC1, principalmente por ter sido adotado três ciclos produtivos para o SC2, tornando *n* (período de vida útil do bem), para fins do cálculo da depreciação, maior, o que fez a amortização do bem se decompor em valores menores. Além deste aspecto, a precocidade de produção no SC2, promoveu a redução no número de horas-homem, para o item operações manuais, na colheita, classificação e pulverização.

Outro aspecto de grande relevância corresponde ao reduzido número de desbrotas realizadas, em ambos os sistemas de cultivo estudados, alternativa que pode ser um forte aliado do produtor na busca da redução do custo de produção, uma vez que de acordo com MARQUES et al. (2000), algumas cultivares são indiferentes à prática da desbrota, não alterando o número e proporção de frutos médios e grandes por planta.

QUADRO 16 - Custo de produção da cultura do tomateiro, híbrido Duradoro, conduzido sob sistema de cultivo adensado de plantas (SC2), em ambiente protegido, na região de Ilha Solteira (SP), 2002.

DESCRIÇÃO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	COEFICIENTE TÉCNICO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
<b>A- OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>				
<b>a.1- Preparo do Solo</b>				
Revolvimento do solo (4x) (incorporação de tratamento do solo e adubos)	HM Tp 14 cv + enxada rotativa	1	7,00	7,00
<b>Subtotal A</b>			<b>1,4%</b>	<b>7,00</b>
<b>B- OPERAÇÕES MANUAIS</b>				
<b>b.1- Implantação</b>				
Adubação de plantio à lanço e preparo dos canteiros	HH	6	1,20	7,20
Semeadura e plantio	HH	2	1,20	2,40
<b>b.2- Tratos Culturais</b>				
Tutoramento	HH	10	1,20	12,00
Desbrota	HH	8	1,20	9,60
Poda apical	HH	8	1,20	9,60
Pulverizações	HH	3	1,20	3,60

<b>b.3- Colheita</b>				
Colheita	HH	8	1,20	9,60
Classificação	HH	16	1,20	19,20
<b>Subtotal B</b>			<b>14,8%</b>	<b>73,20</b>
<b>C- MATERIAL</b>				
<b>c.1- Insumos</b>				
Sementes do híbrido Duradoro	unidade	810	0,05	40,50
Substrato (25 kg)	Kg	8	0,32	2,56
Calcário – mineral (50 kg)	kg	16,2	0,12	1,94
Fórmula 4-14-8 (50 kg)	kg	25	0,51	12,75
Super fosfato simples (50 kg)	kg	8	0,43	3,44
Uréia	kg	0,58	1,00	0,58
Nitrato de potássio (25 kg)	kg	0,82	1,15	0,94
<b>c.2- Defensivos</b>				
Basamid	kg	7	19,10	133,70
Thiobel 500	kg	0,83	50,00	41,50
Karate zeon 50 cs	litro	0,14	48,00	6,72
Actara 250 WG (100 g)	g	32,0	2,00	64,00
<b>Subtotal C</b>			<b>62,4%</b>	<b>308,64</b>
<b>D- DEPRECIAÇÕES</b>				
Ambiente protegido				50,29
Bandejas de poliestireno expandido para semeadura	unidade	6		2,67
Mourões de eucalipto para tutoramento	unidade	20		12,50
Arame galvanizado nº 14	kg	3,25		2,17
Filme de polietileno (75µm)	metro	58		18,37
Irrigação				19,53
<b>Subtotal D</b>			<b>21,3%</b>	<b>105,52</b>
<b>Custo total</b>			<b>100%</b>	<b>494,35</b>

HM – hora-máquina; HH – hora-homem

Na análise dos indicadores de produção (Quadro 17), estão representados os preços, custos e a rentabilidade da cultura do tomateiro para uma área de 162 m<sup>2</sup>. Observou-se que, a maior receita bruta foi obtida para o sistema de cultivo SC1, devido a presença de colheita no mês de setembro, o qual apresentou a maior média de preço

pago ao produtor (R\$17,82). No entanto, o maior índice de lucratividade

(84,2%), foi verificado no sistema de cultivo SC2, em decorrência do menor custo operacional total que foi de R\$ 494,35, o que se deveu à precocidade de produção proporcionada por este tipo de manejo, favorecendo o agricultor, com três ciclos produtivo por ano.

QUADRO 17 - Indicadores de produção, para frutos comerciáveis de tomateiro, híbrido Duradoro, cultivado sob dois diferentes sistemas de condução, em uma área de 162 m<sup>2</sup>, na Região de Ilha Solteira (SP).

Sistemas de condução	Época de produção	Produção (Cx K - 22 kg)	Preço por caixa (R\$)	Receita Bruta (R\$)	Custo Operacional Total (R\$)	Lucro Operacional (R\$)	Índice de Lucratividade (%)
SC1	Julho	2,3	16,74	982,52	566,59	415,93	73,4
	Agosto	48,7	13,42				
	Setembro	16,3	17,82				
SC2	Julho	3,1	16,74	910,77	494,35	416,42	84,2
	Agosto	64,0	13,42				
	Setembro	0,0	17,82				

SC1– Sistema de condução 1 e SC2 – Sistema de condução 2

(1) Preço médio mensal, por caixa, de frutos comerciáveis de tomate. Fonte CEAGESP, 2002 (Comunicação Pessoal)

Entretanto, esses valores obtidos para o lucro operacional bem como o índice de lucratividade (Quadro 17), poderão sofrer variações em função da sazonalidade do volume comercializado durante o ano. Assim, a possibilidade de se produzir tomate fora das épocas de maior oferta, com base na curva de sazonalidade de preços, torna-se hoje, um dos maiores benefícios do cultivo protegido. Essa estratégia de acordo com AGRIANUAL (2002), tem permitido obter preços até 30% superiores à média.

## 5 CONCLUSÕES

Para as condições em que se realizou o presente trabalho, e após a análise dos resultados obtidos, concluiu-se que:

a) o sistema de condução SC2 (poda apical drástica após a 2<sup>a</sup> inflorescência) promoveu a concentração da produção de tomate, em comparação com o sistema de condução SC1 (poda apical drástica após a 5<sup>a</sup> inflorescência), sem, contudo, que fossem detectadas diferenças significativas na produtividade e no número de frutos total e comerciável obtida nos dois sistemas. Ainda, o sistema SC1 produziu número de frutos graúdos significativamente maior que o sistema SC2, porém, também determinou um maior número de frutos não comerciáveis, em comparação a este último;

b) o tratamento das mudas com comprimentos específicos de luz não reduziu a brotação lateral, todavia, o adensamento das plantas diminuiu a produção de matéria seca dos brotos, em relação ao cultivo no espaçamento convencional;

c) a simulação da viabilidade econômica mostrou que a produção de tomate realizada no sistema de condução (SC2), apresentou maior rentabilidade e a maior taxa de retorno, o que se deveu, ao maior número de ciclos de cultivo por ano estabelecido para a cultura do tomateiro neste sistema.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPI, A., TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. 3<sup>a</sup>. ed. Madri:Ediciones Mundi-Prensa, 1991. 347p.

ANDRADE, J.W.S. Cultivo de híbridos de melão, com e sem cobertura do solo, em estufas cobertas com filmes de polietileno de diferentes características ópticas. Ilha Solteira, 2001. 77p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

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

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, AGRIANUAL 2002. São Paulo: FNP Editora Arcos, 2001, p. 506-516.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (nocões básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

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

CAMACHO, M.J. et al. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.3, p.19-24, 1995.

CAMARGO FILHO, W.P., MAZZEI, A.R. Abastecimento de legumes: tendência de preços. **Informações Econômicas**, v.30, n.10, p.35-49, 2000.

CAMARGOS, M.I., FONTES, P.C.R., CARDOSO, A.A., CARNICELLI, J.H.A. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de cachos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.18, suplemento, p.563-4, 2000.

CAMPOS, J.P., BELFORD, C.C., GALVÃO, J.D., FONTES, P.C.R. Efeito da poda da haste e da população de plantas sobre a produção do tomateiro. **Revista Ceres**, v.34, n.192, p.198-208, 1987.

CARVALHO, M.P. et al. **Classificação de capacidade de uso da terra do antigo Pomar da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS-UNESP**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia, 1989. 46p. (mimeografado)

COCKSHULL, K.E., GRAVES, C.J., CAVE, C.R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, v.67, n.1, p.11-24, 1992.

CUNHA, A.R.; ESCOBEDO, J.F.; KLOSOWSKI, É.S. Balanço de energia em pimenteiro sob cultivo protegido e a campo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p.159-167, 2001.

DECOTEAU, D.R.; FRIEND, H.H. Growth and subsequent yield of tomatoes following end-of-day light treatment of transplants. **HortScience**, v.26, n.12, p.1528-30, 1991.

DELLA VECCHIA, P. T. & KOCH, P. S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p.5-10, 1999.

DUBOIS, P. **Los plásticos en la agricultura**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1980. 209p.

EMBRAPA <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/duradoro.htm>, Capturado em 13/09/2002.

FARIA JUNIOR, M.J.A. Contribuição ao estudo de abrigos para cultivo protegido: influência de cobertura sobre variáveis microclimáticas. Ilha Solteira, 2001. 104p. **Tese** (Livre-Docente, na disciplina de construções ) – Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

FARIA JR., M.J.A., ARAUJO, J.A.C., SENO, S. Monitoramento de alguns parâmetros microclimáticos em estufas modelo capela e arco, cobertas com filme de polietileno. **Cultura Agrônômica**, v.6, n.1, p.13-28, 1997.

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

FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979, 392p.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II – Tomate: a hortaliça cosmopolita. In:\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.189-234. 2000.

FORTNUM, B.A., KASPERBAUER, M.J. Biomass partitioning and root-knot nematode development in tomato plants under end-of-day red or far-red light. **Crop Science**, v.32, n.2, p.408-11, 1992.

HALL, D.O.; RAO, K.K. **Fotossíntese**. São Paulo: EPU:EDUSP, v.10, 1980. 89p. (Tema de biologia)

HOPKINS, W.G. Light and pigments: an introduction to photobiology. In\_\_\_\_: **Introduction to Plant Physiology**. 2.ed. New York: J. Wiley, 1999. 512p.

HORA, R.C. Comportamento da cultura do pimentão em diferentes condições de cultivo protegido e em campo aberto, com uso de cobertura do solo com filmes plásticos de diferentes cores. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2000. 41p. **Trabalho de Graduação em Agronomia**. – Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

HORA, R.C.; BOJIANI, J.C.; SHIZUO, S.; FARIA JUNIOR, M.J.A.F. Efeito da aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo em mudas e do sistema de condução sobre a produtividade do tomateiro cultivado em ambiente protegido: estudos preliminares. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, Suplemento 2 – CD-ROM. 2002

KASPERBAUER, M.J. Spectral distribution of light in tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development. **Plant Physiology**, v.47, p.775-8, 1971.

KENDRICK, R.E.; FRANKLAND, B. **Fitocromo e o crescimento vegetal**. São Paulo: EPU:EDUSP, v.25, 1981. 76p. (Tema de biologia)

KÄMPF, A.N. Luz. In.: **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba:Agropecuária. 2000. p.89-114.

KITTAS, C. et al. Paramètres significatifs du déterminisme de la température de l'air de la serre. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.52, n.3, p.265-77, 1987.

LIMA, A.M. Avaliações de cultivares de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus* L.), em campo aberto e em ambiente protegido, com uso de filmes de polietileno, de diferentes cores, em cobertura do solo. Ilha Solteira, 2000. 117p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomatero. In.: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo:Fundação Editorial da UNESP, p.257-319, 1998.



MARQUES, F.C., TIBOLA, A.J., PRIEBE, A.J. Cultivo protegido de cultivares de tomateiros submetidas ou não à desbrota. **Horticultura Brasileira**, v.18, suplemento, p.190-1, 2000.

MARTINS, G. Uso de casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão. Jaboticabal, 1992. 65p. **Tese** (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p.15-23, 1999.

MARTINS, S.R. Desafios da plasticultura brasileira: limites sócio-econômicos e tecnológicos frente as novas e crescentes demandas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.133-138, 1996.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.23-40, 1976.

MILLS, P.J.W.; SMITH, I.E.; MARAIS, G. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected environments. **Acta Horticulturae**, n.281, p.84-94, 1990.

NAVARRETE, M., JEANNEQUIN, B. Effect of frequency of auxiliary bud pruning on vegetative growth and fruit yield in greenhouse tomato crops. **Scientia Horticulturae**, v.86, p.197-210, 2000.

NIJSKENS, J. et al. Radiation transfer through covering materials, solar and thermal screens of greenhouses. **Agricultural and Forest Meteorology**, v,35, p.229-42, 1985.

PAPADOPOULOS, A.P., PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. **Scientia Horticulturae**, v.69, p.1-29, 1997.

PEZZOPANE, J.E.M.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A.; MEYER, N. Radiação líquida e temperatura de folha no interior de estufa com cobertura plástica, durante o período noturno. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.3, n.1, p.1-4, 1995.

POERSCHKE, P.R.C., BURIOL, G.A., STRECK, N.A., ESTEFANEL, V. Efeito de sistemas de poda sobre o rendimento do tomateiro cultivado em estufa de polietileno. **Ciência Rural**, v.25, n.3, p.379-84, 1995.

REIS, N.V.B.; HORINO, Y.; OLIVEIRA, C.A.S.; BOITEUX, L.S. Influência dos parâmetros agrometeorológicos sobre a produção de nove genótipos de tomate plantados a céu aberto e sob proteção de estufas plásticas. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.1, p.55, 1991.

REIS, N.V.B.; HORINO, Y. Uso de estufas plásticas para produção de tomate e pepino. **Horticultura Brasileira**, v.6, n.1, p.75, 1988.

RICK, C.M. El tomate. **Investigacion y ciencia**. Edición en español de Scientific american, n.25, p.44-55. 1978

SEMEDO, C.M.B. **A intensificação da produção hortícola**. 3ª ed. Mem, Martins: Europar, 1988. 192p.

SERRANO CERMEÑO, Z. **Cultivo de plantas hortícolas em estufa**. Lisboa:Litexa, s.d. 367p.

SILVA JÚNIOR, A.A.; MÜLLER, J.J.V.; HONÓRIO, F.P. Poda e alta densidade de plantio na cultura do tomate. **Agropecuária catarinense**. v.5, n.1, p.57-61. 1992.

SILVA, J.B.C. et al. Cultivo d tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização. In.:\_\_\_**Instruções técnicas do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças**. Brasília – DF, 1994. p.36.

SCHMIDT, D.; SANTOS, O.S.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; PILAU, F.G. Potencial produtivo de tomate cultivado com alta densidade, em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v.18, suplemento, p.273-4, 2000.

STRECK, N.A., BURIOL, G.A., ANDRIOLO, J.L., SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.7, p.1105-12, 1998.

STRECK, N.A., BURIOL, G.A., SCHNEIDER, F.M. Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade do tomateiro cultivado em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.2, p.105-12, 1996.

TIGCHELAAR, E.C. Tomato breeding. In.: BASSETT, M.J. **Breeding vegetable crops**. p.135-171, 1986.

TRANI, P.E.; NUCCI, T.A.; MINAMI, K.; HAAG, H.P. **Nutrição mineral e adubação do tomateiro**. Boletim técnico nº 151, 1994. 67p.

TUCKER, D.J. Effects of far-red light on the hormonal control of side shoot growth in the tomato. **Annals of Botany**, v.40, n.169, p.1033-42, 1976.

TUCKER, D.J. Far-red light as a suppressor of side shoot growth in the tomato. **Plant Science Letters**, v.5, n.2, p.127-30, 1975.

TUCKER, D.J. The effects of far-red light on lateral bud outgrowth in decapitated tomato plants and the associated changes in the levels of auxin and abscisic acid. **Plant Science Letters**, v.8, n.4, p.339-44, 1977.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU:EDUSP, v.30, 1982. 101p. (Tema de biologia)