

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**USO DE DIFERENTES TELAS DE SOMBREAMENTO NO CULTIVO  
PROTEGIDO DO TOMATEIRO**

**RUY DE CARVALHO ROCHA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia – Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU – SP

Outubro – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**USO DE DIFERENTES TELAS DE SOMBREAMENTO NO CULTIVO  
PROTEGIDO DO TOMATEIRO**

**RUY DE CARVALHO ROCHA**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup>. RUMY GOTO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia – Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU – SP

Outubro – 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R672u Rocha, Ruy de Carvalho, 1950-  
Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro / Ruy de Carvalho Rocha. - Botucatu : [s.n.], 2007.  
x, 90 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007

Orientador: Romy Goto

Inclui bibliografia

1. Lycopersicon. 2. Radiação solar. 3. Crescimento (Plantas). 4. Tomate - Cultivo. I. Romy, Goto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

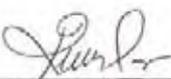
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "USO DE DIFERENTES TELAS DE SOMBREAMENTO NO CULTIVO  
PROTEGIDO DE TOMATEIRO"

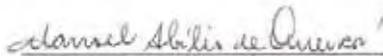
ALUNO: RUY DE CARVALHO ROCHA

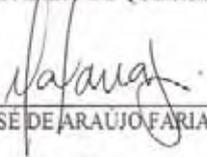
ORIENTADORA: PROF<sup>ª</sup>. DR<sup>ª</sup>. RUMY GOTO

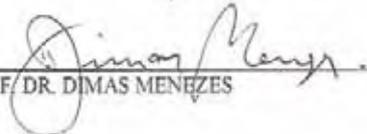
Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF<sup>ª</sup>. DR<sup>ª</sup>. RUMY GOTO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. MANOEL ABÍLIO DE QUEIRÓZ

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. MAX JOSÉ DE ARAÚJO FÁRIA JÚNIOR

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. DIMAS MENEZES

Data da Realização: 04 de outubro de 2007.

*À minha família*

*que sempre esteve presente*

*em minha vida.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por iluminar os meus caminhos nesta grande jornada;

À Profa. Dr<sup>a</sup>. Romy Goto, pela orientação, apoio, dedicação, compreensão e amizade;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pelo apoio financeiro, necessário para a realização desta pesquisa;

À Universidade do Estado da Bahia-UNEB/DTCS, pela efetivação do convênio com a UNESP/FCA, e apoio durante a realização do curso;

À Universidade Estadual Paulista-UNESP/FCA, pela efetivação do convênio, liberação dos professores e apoio durante a realização do curso ;

À POLYSACK, pelos materiais de cobertura;

À PETROÍSA-Irrigação, pela doação de parte do material do sistema de irrigação;

A BHN Seed, pela doação das sementes dos híbridos de tomate;

Aos estagiários do curso de Engenharia Agrônômica da UNEB/DTCS, Josman Pedro Silva Vieira e Linderson Batista da Silva e da Escola Agrotécnica de Juazeiro Maicon Cajuí, pelo apoio em todas as etapas do trabalho;

Ao Dr. José Moacir Pinheiro Lima Filho, pelo apoio na determinação da análise de crescimento;

À EMBRAPA - Semi-árido, pelo empréstimo do equipamento para determinação da área foliar;

À Professora Dr<sup>a</sup>. Grécia Cavalcante da Silva, pelo apoio na determinação da análise de crescimento das plantas;

Aos Professores Drs. João Domingos Rodrigues, Jairton Fraga Araújo, José Osmã Teles Moreira, Lin Chau Ming e José Humberto Félix de Souza, pela efetivação e manutenção do convênio UNEB/UNESP-FCA;

Ao Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiroz, pelo apoio decisivo na efetivação do convênio UNEB/UNESP-FCA e em todas as etapas do curso;

Ao doutorando em Fisiologia Vegetal pela UNESP/IBB, Jéferson Klain, pela medição das trocas gasosas no experimento;

À Profª. Drª. Gertrudes Macário de Oliveira e ao Prof. Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, pela assessoria ambiental;

Ao Prof. Dr. Paulo Augusto da Costa Pinto, pelo apoio na colheita dos frutos;

Ao Prof. Joaquim Pereira Neto, pela orientação na análise estatística do experimento;

Aos estudantes do curso de Engenharia Agrônômica, Érico Ferreira do Nascimento, Izaías da Silva Lima Neto, Patrício Ferreira Batista, Ronaldo Adriano de O. Oliveira, José Carlos Costa Júnior, Graziela do Nascimento Rodrigues, Wagner da Silva Oliveira, Othon José L. do Sacramento, que contribuíram de diferentes formas com a realização desta pesquisa;

Aos funcionários do departamento, especialmente, os operários rurais, pelo apoio em todas as tarefas de campo;

Às funcionárias da Secretaria de Pós-Graduação da UNESP/FCA, Marlene, Marilene e Kátia, pela atenção e apoio por telefone, no encaminhamento de documentos durante todo o curso;

Ao colega Prof. Dr. Emanuel Ernesto F. Santos, pelo apoio na confecção dos gráficos;

Aos colegas do curso, pela boa convivência e amizade durante a realização do curso,

Aos professores do curso pela boa convivência, dedicação, orientação e amizade durante a realização do curso;

Aos membros da banca examinadora, os quais analisaram com esmero o presente trabalho;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	4
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Cultura do tomateiro.....	7
2.2 Tomateiro sob cultivo protegido.....	9
2.3 Temperatura e radiação solar.....	14
2.4 Análise de crescimento .....	18
2.5 Trocas gasosas .....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Área experimental.....	23
3.2 Solos e adubação.....	24
3.3 Delineamento experimental .....	26
3.4 Características dos materiais de cobertura .....	27
3.5 Características dos híbridos de tomateiro.....	29
3.6 Semeadura.....	29
3.7 Transplante.....	29
3.8 Sistema de irrigação.....	30
3.9 Condução e tutoramento das plantas.....	31
3.10 Tratos culturais.....	32
3.11 Tratamentos fitossanitários.....	32
3.12 Caracterização climática.....	32
3.13 Trocas gasosas.....	36
3.14 Altura de plantas.....	37
3.15 Análise de crescimento de plantas de tomateiro.....	37
3.16 Colheita.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42

4.1 Análise das características climáticas.....	42
4.2 Trocas gasosas .....	49
4.3 Características de crescimento da cultura do tomateiro.....	57
4.3.1 Altura de plantas .....	57
4.3.2 Componentes da análise de crescimento.....	59
4.3.2.1 Massa seca total das folhas .....	59
4.3.2.2 Massa seca total da planta.....	60
4.3.3 Índice de área foliar (IAF) .....	63
4.3.4 Área foliar específica (AFE) .....	63
4.3.5 Razão de peso foliar (RPF) .....	65
4.3.6 Taxa de crescimento relativo (TCR).....	68
4.3.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA).....	68
4.3.8 Taxa de assimilação líquida (TAL).....	71
4.4 Dados de produção de frutos.....	73
4.4.1 Número de frutos por planta .....	73
4.4.2 Peso médio de frutos.....	74
4.4.3 Produção comercial de frutos.....	74
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
6 CONCLUSÕES.....	78
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

**LISTA DE TABELAS**

Tabelas	Página
1 Análise química do solo da área experimental. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	24
2 Análise física do solo da área experimental. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	25
3 Dados da análise do composto orgânico utilizado na cultura do tomateiro, em ambiente protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	26
4 Tratamentos estudados (ambiente e híbrido). UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	27
5 Esquema de análise de variância previsto para o ensaio.....	27
6 Características dos híbridos de tomateiro. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	29
7 Coeficiente de tanque (Kp) para tanque classe A (agosto-dezembro/06). UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	31
8 Controle das pragas realizado para dois híbridos de tomateiro, conduzidos em cinco ambientes. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006 .....	32
9 Instrumentos meteorológicos utilizados com respectivas sensibilidades. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.....	34
10 Médias de temperatura máxima, média e mínima do ar, no período de 04/08 a 03/10/2006 em ambiente protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.....	49

11	Quadrados médios do número de frutos por planta (NFP), peso médio dos frutos (PMF) e produção comercial (PC) de tomateiro em cultivo protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.....	73
12	Valores médios do número de frutos por plantas, peso dos frutos e produção comercial, em cultivo protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.....	75

**LISTA DE FIGURAS**

Figuras	Página
1 Estruturas dos ambientes protegidos e área a céu aberto.....	24
2 Aspecto do solo preparado e sulcado.....	25
3 Sistema de irrigação e mudas após o transplante.....	31
4 Sistema de condução do tomateiro (tutoramento).....	31
5 Sensores de temperatura do ar e radiação solar global.....	34
6 Piranômetros espectrais Eppley.....	35
7 Sistema automático de coleta de dados e sensor de temperatura e umidade relativa do ar.....	35
8 Estação Meteorológica Campus III - UNEB.....	36
9 Medidor de trocas gasosas IRGA, 6400 LI-COR.....	37
10 Medidor de área foliar, LI-COR MODEL LI-3100.....	39
11 Distribuição da radiação espectral sob a cobertura termo refletora: radiação infravermelho (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV).	43

12 Distribuição da radiação espectral sob a cobertura tela de sombreamento branca: radiação infravermelho (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV).....	44
13 Distribuição da radiação espectral sob a cobertura tela de sombreamento preta: radiação infravermelho (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV (PAR); e radiação ultravioleta (UV).....	44
14 Distribuição da radiação espectral sob a cobertura Cromatinete Difusor: radiação infravermelha (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV).....	45
15 Transmitância das coberturas por faixa de radiação: radiação solar global (Global); radiação ultravioleta (UV); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação infravermelho.....	45
16 Irradiância sob as coberturas tela termo refletora; tela de sombreamento branca; tela de sombreamento preta; cromatinete difusor; e a céu aberto durante o período experimental. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.....	46
17 Temperatura do ar máxima para os diferentes ambientes durante o período experimental.....	47
18 Temperatura do ar média para os diferentes ambientes durante o período experimental.....	48
19 Temperatura do ar mínima para os diferentes ambientes durante o período experimental..	48
20 Umidade relativa do ar média nos diferentes ambientes durante o período experimental.....	49

21	Valores médios de (PAR), Radiação Fotossinteticamente Ativa ( $\mu\text{moles de fótons por m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) nos diferentes ambientes de cultivo.....	50
22	Valores médios de taxa de assimilação líquida de $\text{CO}_2$ ( $\mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de dois híbridos de tomate dàs 8:00 as 12:00 horas, em função de diferentes ambientes de cultivo.....	51
23	Resposta da assimilação líquida de $\text{CO}_2$ ( $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ CO}_2$ ), em função das diferentes quantidades de PAR ( $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) para os híbridos D-4768 (A) e C-5240 (B)....	52
24	Média da Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR - $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), ao longo do dia. ....	53
25	Valores médios da condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de duas cultivares de tomates submetidas a diferentes ambientes de cultivo.....	54
26	Valores médios de transpiração ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de plantas de tomates cultivadas em diferentes ambientes de cultivo.....	55
27	Valores médios da temperatura das folhas ( $^{\circ}\text{C}$ ) de tomates cultivados em diferentes ambientes protegidos.....	56
28	Altura de plantas de tomateiro dos híbridos C-5240 e D-4768, nos diferentes ambientes de cultivo.....	58
29	Massa seca folha dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diferentes ambientes de cultivo.....	61
30	Massa seca total / planta dos híbridos C-5240 e D-4768, nos diversos ambientes.....	62

31	Índice de área foliar (IAF) dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes.....	64
32	Área foliar específica (AFE) dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes.....	66
33	Razão de peso foliar (RPF), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes.....	67
34	Taxa de crescimento reativo (TCR), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo.....	69
35	Taxa de crescimento absoluto (TCA), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo.....	70
36	Taxa assimilatória líquida (TAL), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo.....	72

## RESUMO

Conduziu-se o experimento em cinco ambientes protegidos, tela termo refletora, tela de sombreamento branca, tela de sombreamento preta, tela difusora e céu aberto, sendo cada ambiente de 10mx24m, com pé direito de 3,0 m, estrutura tipo “Sombreiro”, no município de Juazeiro, BA, em área experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da UNEB (Campus III), entre julho a dezembro de 2006. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em cinco ambientes com quatro repetições e dois tratamentos por bloco, representados por dois híbridos de tomateiro de crescimento determinado, fruto tipo Caqui e Santa Cruz, D-4768 e C-5240, respectivamente, e análise realizada em grupos de experimentos, com parcelas de 2,0m x 3,6m (7,2m<sup>2</sup>). A utilização das telas de sombreamento reduziu a intensidade da energia radiante, proporcionando melhor qualidade e distribuição da radiação solar dentro dos ambientes protegidos, resultando melhor performance da cultura, quando comparada com o cultivo a céu aberto. O melhor desempenho dos genótipos foi registrado nos ambientes: tela difusora e tela de sombreamento preta, respectivamente, que apresentaram a menor transmitância da radiação global, evitando-se o

excesso de radiação incidente na cultura, melhorando fisiologicamente todos os processos da distribuição de fotoassimilados nas plantas, com conseqüente aumento da produção.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, ambiente protegido, radiação solar, trocas gasosas, análise de crescimento.

USE OF DIFFERENT SHADING NETS IN PROTECTED TOMATO CROP. Botucatu, 2007. 90p. Thesis ( Doutorado em Agronomia / Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RUY DE CARVALHO ROCHA

Adviser: RUMY GOTO

## SUMMARY

The experiment was carried out under four shading houses covered with different shade nets (heat reflector net, white shade net, black shade net and net diffuser) and open field. Each environment measured 10mx24 m, 3.0 m tall, in shade net structure, in the county of Juazeiro-BA, in the Experimental Field of UNEB – DTCS (Departamento Tecnologia e Ciências Sociais), in the period between July and December of 2006. The experiment was carried out in a randomized block design, in five environments with four replications and two treatments (two tomato hybrids) in each block. The two hybrids of tomato presented plants with a determined growth (hybrids D-4768 and Santa Cruz C-5240). The plot size was 2.0m x 3.60 m (7.2m<sup>2</sup>). The use of screens reduced the intensity of the radiant energy, what brought about a better distribution of the solar radiation within the protected environments. This resulted in a better crop performance when compared with open sky crops. The best genotype performance was registered for the environments diffuser screen and black screen, respectively. They showed the smallest transmittance of the global radiation, avoiding excess of incident radiation on the crop, improving physiologically the distribution of assimilate in the plants, which consequently increased the production.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum*, protected environment, solar radiation, gas exchange, analysis of growth.

## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), originário da região andina é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, com produção de 100 milhões de toneladas/ano, perdendo lugar apenas para a batata, cuja produção mundial gira em torno de 300 milhões de toneladas/ano.

No Brasil a cultura ocupa uma área de 62,29 mil hectares, cuja produção atinge 3,5 milhões de toneladas (3,5% da produção mundial). Desse total, aproximadamente 35% são destinados à indústria e 65% para consumo “in natura” (CARMO e FORNAZIER, 2003). Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os principais estados produtores, respondendo por quase 70% da produção nacional. São Paulo responde por mais de 21% da produção nacional, em área de 11,6 mil hectares (NEHMI et al, 2004).

O nordeste brasileiro (Bahia, Pernambuco e Ceará) foi a principal região produtora do tomate industrial na década de 1980 e início dos anos 90 e perdeu a primazia devido competição com a introdução da fruticultura, importação de polpa, ataque de mosca branca (*Bemisia argentifolii*) e baixa produtividade.

Na região do sub-médio São Francisco, o cultivo do tomateiro teve maior expressão, de meados da década de 80 a década de 90 com a instalação de indústrias processadoras. No ano de 1990 a área cultivada com tomate na região foi de 12,4 mil hectares com produção de 338 mil toneladas. Em 1999 com a migração das indústrias para os estados de Goiás e Minas Gerais, a área plantada caiu para 2,8 mil hectares e a produção para 93 mil toneladas (SILVA e GIORDANO, 2000).

Segundo Santos (2004), no Mercado do Produtor de Juazeiro/BA, em 2003 foram comercializadas 54,1 mil toneladas de tomate para mesa, representando valor total de R\$ 27,9 milhões com uma variação de preço de R\$ 0,27 kg<sup>-1</sup> nos meses de agosto/setembro/outubro e R\$ 0,84 kg<sup>-1</sup> nos meses de fevereiro/março/abril. Praticamente todo tomate produzido na região é do tipo industrial, sendo o mesmo produto consumido pela população na forma *in natura*, como salada, e em grande parte como vinagrete.

Observou-se, nestes últimos anos, no segmento do tomate *in natura*, o crescimento dos tomates tipo longa vida, com frutos mais firmes e maiores. Além deste, os tipos cereja e pêra, com frutos de menor tamanho, de coloração laranja ou vermelha tem atraído principalmente os clientes que procuram por um produto diferenciado. Neste sentido, também, tem se observado a procura por produtos orgânicos.

A época de plantio do tomateiro na região do sub-médio São Francisco é de março a junho, quando as temperaturas são mais baixas e a radiação solar menos intensa, possibilitando maior rendimento de frutos. Plantios realizados no segundo semestre, quando as temperaturas são mais elevadas e a radiação solar mais intensa, estão sujeitos a quedas significativas na produtividade, devido à ação negativa destes fatores sobre a fisiologia da plantas.

A utilização de telas de sombreamento nos cultivos, como forma de reduzir a intensidade da energia radiante e melhor ajuste na sua distribuição atendendo as necessidades das plantas, contribuindo para melhor desempenho da cultura, quando comparada com o cultivo a céu aberto, oferecendo uma alternativa para produção de tomate no período da entressafra na região.

Desde meados de 80 tem se iniciado o cultivo de algumas hortaliças em ambiente protegido, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Este tipo de cultivo tem possibilitado aos produtores obter produção maior e com melhor qualidade.

A região do sub-médio São Francisco apresenta condições favoráveis à produção de tomates de mesa de qualidade e apresenta um consumo relativamente bom para justificar a produção. A população está acostumada a consumir tomate do tipo industrial, na forma de salada, contudo o tomate de mesa apresenta sabor e palatabilidade melhor para quem consome. Neste sentido, o cultivo sombreado abre uma perspectiva muito boa para a região em poder cultivar neste sistema objetivando uma produção de tomates com melhor coloração e melhor sabor para abastecer este segmento do mercado *in natura*.

Diante desta perspectiva, o presente trabalho objetivou estudar diferentes tipos de cobertura nas estruturas de proteção, visando obter tomates com melhor coloração, maior qualidade e melhor produção quando comparada ao cultivo em campo aberto.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura do tomateiro**

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma hortaliça originária da parte ocidental da América do Sul, que foi levada para a América Central por índios pré-históricos e para outras partes do mundo por viajantes europeus, no século XV. O centro de origem primário do tomateiro é um território limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo Chile, ao oeste pelo Oceano Pacífico e a leste pela Cordilheira dos Andes. No período anterior à colonização espanhola foi levado para o México onde foi cultivado e melhorado (COLARICCIO, 2002).

O clima ideal para seu cultivo é aquele com temperatura amena durante o dia e noites frias. Regiões com temperatura média acima de 30 °C, não são recomendadas para o cultivo dessa hortaliça. Acima de 35 °C, há uma tendência dos frutos maduros tornarem-se amarelos e não vermelhos (LUZ et al. 2002). Segundo Giordano e Silva (2000), em temperaturas médias superiores a 28°C, formam-se frutos com coloração amarelada em razão da redução da síntese de licopeno (pigmento responsável pela coloração

vermelha típica dos frutos) e aumenta a concentração de caroteno (pigmento que confere coloração amarelada à polpa).

O tomateiro, normalmente, não tolera temperaturas extremas, entretanto a tolerância depende da cultivar, pois existem cultivares muito mais tolerantes que outras. Em cada fase do ciclo do tomateiro, existe uma temperatura considerada ótima, mas de maneira geral, temperaturas diurnas entre 25 a 30°C e noturnas entre 15 e 20° são consideradas como favoráveis para seu bom desenvolvimento e produção (BRANDÃO FILHO e CALLEGARI, 1999).

Para o tomateiro, bem como para outras plantas, as temperaturas extremas são prejudiciais e a duração destas compromete, até mesmo, a sobrevivência das plantas. Interferem na atuação dos hormônios da planta e, conseqüentemente, na formação da flor e do pólen, germinação do pólen, crescimento do tubo polínico, fixação do fruto, coloração dos frutos, amadurecimento dos frutos, pois, para cada uma dessas fases, têm-se temperaturas ótimas que fazem com que os hormônios tenham atuação (GOTO, 1998).

A temperatura e umidade relativa do ar são fatores climáticos que exercem grande influência nos diversos estádios de desenvolvimento das plantas. Mesmo suportando ampla variação térmica, o tomateiro requer, para uma boa produção, temperatura moderada, em torno de 21°C. Temperaturas muito baixas ou muito altas causam acentuada queda de flores, reduzindo, significativamente, a produtividade, sendo as temperaturas extremas de 5°C e 40°C limitantes para a germinação das sementes de tomate. Com relação a umidade relativa, quando excessiva proporciona condições favoráveis á incidência de doenças que limitam a produtividade do tomateiro (EMBRAPA, 1994).

O tomate é uma das hortaliças frutos mais consumidas no Brasil e constitui importante fonte de vitaminas e sais minerais para o ser humano. Durante muitos anos, a produção quantitativa do tomateiro foi o principal critério na avaliação do efeito das práticas culturais sobre esta cultura, sendo a qualidade dos frutos pouco considerada. Entretanto, com os avanços das pesquisas, aumentando o potencial de produção do tomateiro e avaliando, também, os fatores relacionados à qualidade, mais ênfase tem sido dada ao efeito das práticas culturais sobre os aspectos qualitativos do tomate. As condições climáticas como temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa, também, exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos de uma forma geral (FERREIRA et al. 2006).

As cultivares que estão hoje no mercado se adaptam melhor se cultivadas em condições de clima subtropical de altitude, ou temperado, fresco e seco. Nas nossas condições de clima tropical, o cultivo em campo aberto só é viável nas épocas em que as temperaturas são mais amenas (GOTO, 1995).

## **2.2 Tomateiro sob cultivo protegido**

A crescente demanda por hortaliças de alta qualidade ofertadas durante o ano todo, tem contribuído para o investimento em novos sistemas de cultivo que permitam produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas do ambiente. No Brasil, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido, vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto (CARRIJO et al. 2004). Com este sistema de produção é possível obter aumento nos rendimentos, bem como ter produto de melhor qualidade para a comercialização, principalmente fora das épocas tradicionais de cultivo (PEREIRA, 2002).

Radin (2002) verificou que no tomateiro cultivado em estruturas de proteção, coberto por plástico, houve redução de aproximadamente 30% da radiação fotossinteticamente ativa, apresentando aumento na eficiência de utilização da radiação em aproximadamente 33% na época de primavera-verão e 43% na época de verão-outono. A maior eficiência da radiação difusa, para a produção vegetal, também foi citada por Castilla (1998), quando a cultura cobre totalmente o solo, por ser multidirecional e penetrar mais na vegetação.

Em algumas regiões do Brasil, tem crescido o uso de tela plástica na agricultura com o objetivo de atenuar a densidade de fluxo de radiação solar, possibilitando o cultivo, principalmente de oleráceas, em épocas com alta disponibilidade energética. A caracterização dessa atenuação da radiação solar é importante, pois afeta os outros componentes do balanço de energia, como os fluxos de calor sensível e latente, além do processo fotossintético (PEZZOPANE et al. 2004).

Robledo e Martin (1981) afirmavam que o cultivo de tomateiro em estufas e túneis cobertos com plástico era uma técnica recente no Rio Grande do Sul e ainda

carente de informações referentes ao manejo da cultura nestes ambientes, tais como tratamentos fitossanitários, cultivares e tratamentos culturais .

Os anos se passaram e o cultivo em ambiente protegido tem apresentado uma série de vantagens, como aumento de produtividade; melhoria na qualidade dos produtos; diminuição na sazonalidade da oferta, conferindo maior competitividade pela possibilidade de oferecer produtos de qualidade o ano todo, inclusive na entressafra; melhor aproveitamento dos fatores de produção, principalmente adubos, defensivos e água; controle total ou parcial dos fatores climáticos; fixação do homem no campo, diminuindo o êxodo rural e gerando empregos; melhoria nas condições do ambiente de trabalho; e opção de aumento da rentabilidade da empresa agrícola (MARTINS, 2003).

Para Martins (2003), a plasticultura também desempenha função social importante, viabilizando o desenvolvimento de regiões pobres, improdutivas e de cultivo limitado, tornando-as produtivas e ricas, a exemplo do que aconteceu em Almeria, ao sul da Espanha, antes era uma das regiões mais pobres do país, que se tornou uma das mais ricas, graças ao efeito dos milhares de hectares cultivados em ambiente protegido. Ainda segundo o mesmo autor, o Brasil tem tudo para progredir nesse caminho, superando deficiências e distorções na oferta e no abastecimento de hortaliças.

Existe grande perspectiva de expansão desta tecnologia, que é capaz de utilizar pequenas áreas e produzir pelo menos uma vez e meia ou o dobro do que se consegue produzir em campo aberto, desde que se saiba manejar a estrutura e o ambiente em questão, respeitando a espécie a ser instalada. Para este tipo de cultivo é oportuno estudar o ambiente, dando condições de melhor aeração e ventilação, estudar as estruturas que são adaptadas à cada região e utilizar equipamentos não sofisticados (GOTO, 1997).

No Brasil, não existem dados corretos sobre a área cultivada, e as informações técnicas sobre o desempenho da planta no ambiente protegido são ainda insuficientes, necessitando urgentemente de pesquisas que possam dar maior respaldo às recomendações e, conseqüentemente, contribuir para a expansão e tecnificação dessa atividade (GOTO e TIVELLI, 1998).

O sistema de produção de hortaliças em ambiente protegido tem para a olericultura nacional alguns aspectos positivos, dentre eles: fortalecimento dos conceitos de qualidade total, intensidade, escala, competência, competitividade, precisão, custo, oferta

programada e produtos diferenciados, personalizados, com sabor, grau de maturação e valor agregado; introdução de técnicas culturais mais refinadas e precisas, com conseqüente valorização do conhecimento. Com os conhecimentos existentes e pelas peculiaridades do sistema, intensividade em tecnologias e capital, alguns benefícios podem ser conseguidos, como: precocidade da produção, maior produtividade, produtos mais limpos, menor lixiviação de adubos, maiores eficiências nos usos da água e dos fertilizantes e, às vezes, decréscimo na incidência de doenças (FONTES, 1999).

De acordo com Streck et al. (1996), os ambientes protegidos, além de permitirem o cultivo do tomateiro na entressafra, proporcionam produção de frutos de melhor qualidade e elevada produtividade. A cobertura plástica da estufa altera o balanço de radiação e o balanço energético, com relação ao exterior. Em consequência, altera também a evapotranspiração (FARIAS et al. 1994).

O uso de estrutura com cobertura de polietileno vem conquistando espaço a cada dia nas diversas áreas da agricultura. A principal vantagem desta técnica consiste na possibilidade do aumento da produção nos períodos de entressafra, permitindo maior regularização da oferta e melhor qualidade dos produtos. As estufas são grandes aliadas das culturas, pois possibilitam melhores condições de desenvolvimento e produção, fornecendo microclima ameno, livre de excesso de chuvas que podem provocar encharcamento do solo, lixiviação dos nutrientes e erosão, que normalmente prejudicam a colheita e a qualidade do produto (ASSIS e ESCOBEDO, 1996).

Slater (1983) destaca os ambientes protegidos dentre as estratégias para superar limitações climáticas, especialmente considerando a sua eficiência na captação da energia radiante e melhor aproveitamento da temperatura pelas plantas, água disponível e nutrientes, proporcionando rendimentos oito a dez vezes maiores que no campo.

O controle ambiental proporciona às culturas as condições ambientais e nutricionais mais adequadas para obter maior produtividade, aumentar a qualidade dos produtos, reduzir o ciclo da cultura e permitir a aplicação mais eficiente de técnicas de proteção de plantas como o manejo integrado de pragas ou de doenças. O controle ambiental em ambiente protegido pode ser dividido em duas partes distintas: relacionado ao ambiente aéreo onde fatores físicos tais como a luminosidade, temperatura, umidade e outros atuam;

relacionado ao ambiente onde o sistema radicular se desenvolve sob a influência de fatores nutricionais e físicos (RODRIGUES, 2002).

As constantes inovações tecnológicas no setor hortícola sempre procuraram evidenciar soluções para problemas decorrentes da ação das intempéries climáticas. Essas soluções têm que ser satisfatórias e economicamente viáveis, evitando prejuízos causados pelos agentes climáticos: sol e chuva em excesso, granizos, geadas e ventos fortes. Uma das soluções tecnológicas encontradas para sanar esses problemas é a utilização de telas plásticas para sombreamento dos cultivos de hortaliças. Os cultivos em ambientes protegidos permitem planejar a produção, estabelecer e cumprir metas de produtividade e de receita, cumprir prazos de fornecimento através de contratos que são estabelecidos diretamente com as redes de supermercado (PAIVA, 1998).

Para Melo et al. (1988), quando se associam genótipos com alto potencial produtivo e manejo de condições ambientais favoráveis obtêm-se elevados índices de produtividades, proporcionando incrementos de 25 a 40% no rendimento devido à maturação precoce, melhor uniformidade, maior vigor inicial e desenvolvimento, melhor qualidade de frutos, resistência a doenças e capacidade de adaptação mais ampla.

Reis et al. (1991), avaliando nove cultivares de tomate em ambiente protegido e a céu aberto, verificaram que das cultivares avaliadas, seis apresentaram maior rendimento em (média de 52%), em comparação com cultivo no campo e a maioria das cultivares teve melhor desempenho sob o filme plástico que interceptou menos radiação solar global incidente.

Avaliando o desempenho de dois híbridos de tomate (Sunny e EF-50), cultivadas em ambientes protegidos e não protegido, Fontes et al. (1997) observaram que o número de frutos produzidos foi significativamente influenciado pelos híbridos e ambiente de cultivo. O híbrido Sunny produziu 31,2 e 15,0 frutos/planta, em ambiente protegido e não protegido, respectivamente, enquanto o 'EF-50' produziu apenas 26,8 e 12,5 frutos/planta. A mesma tendência foi observada para o número de frutos comerciais por planta que variou de 28,6 a 10,2 para 'Sunny', e de 23,9 a 7,8 para a 'EF-50', em cultivo protegido e não protegido, respectivamente. Portanto, em torno de 90% dos frutos produzidos em condição protegida foram classificados como frutos comerciais, reduzindo-se para menos de 70% no cultivo não-protegido. Verificaram ainda que mais de 92% da produção total dos híbridos, em cultivo

protegido foram classificadas como comercial, reduzindo-se para menos de 72% quando a cultura foi conduzida no campo, sem proteção. Observaram também que a produção comercial média dos híbridos foi 141% maior no protegido, do que no cultivo não protegido, atingindo 4.278 g planta<sup>-1</sup> de 'EF-50', conduzida sob proteção.

Pesquisa desenvolvida por Gualberto et al. (1998), com os híbridos de tomate do tipo longa vida, 'Diva', 'Carmen', 'Graziela R-190', 'Vita', 'Donador' e 'HE-295' em ambiente protegido e a céu aberto no estado de São Paulo, evidenciou superioridade de 40 % no rendimento de frutos comerciais no cultivo em ambiente protegido em relação ao cultivo em campo a céu aberto. Afirmam ainda, que a alta temperatura do solo foi o principal motivo da depreciação dos frutos no cultivo a céu aberto. O peso médio do fruto não foi afetado pelo ambiente de cultivo, entretanto, foi mais elevado no híbrido Vita (160,4g). Os híbridos Vita e HE-295 mostraram-se mais apropriados para cultivo em ambiente protegido.

Os efeitos dos plásticos anti-virus, usados para o controle do tripses (Thysanoptera) e da mosca branca (Aleyrodidae), no crescimento e na produtividade do tomateiro foram estudados na Espanha no ano de 2002. Os plásticos estudados foram: o "monolayer" térmico para duas estações com espessura de 200 micras ; o "monolayer" térmico para duas estações, 200 micras com filtro ultravioleta 1; o "monolayer" térmico para duas estações, com espessura de 200 micras e filtro ultravioleta 2; o "trilayer" térmico para 3 estações; o "trilayer" térmico para três estações, 200 micras com filtro ultravioleta 1; e "trilayer" térmico para três estações, 200 micras com filtro e ultravioleta 2. A cv. de tomate usada foi a Boludo com 3 plantas/m<sup>2</sup>. As películas com tri-camadas resultaram em uma produtividade maior do que as mono-camadas. A incorporação dos filtros anti-ultravioletas não alterou a produção de frutos. A produção precoce não foi alterada significativamente pelos tratamentos. Não houve nenhuma diferença significativa no crescimento vegetativo entre tratamentos. Entretanto, a biomassa total foi mais baixa para as películas de mono-camadas do que para as tri-camadas (FERNANDEZ et al. 2004).

Segundo Nuez (2001), o desenvolvimento da planta de tomateiro depende de numerosos fatores, entre os quais pode-se mencionar o material genético, a iluminação, a temperatura, a nutrição, o abastecimento de água e a concentração de CO<sub>2</sub>, que atuam conjuntamente em complexa interação. Nos cultivos ao ar livre, a possibilidade de modificar alguns destes fatores é muito limitada. O cultivo em ambiente protegido oferece

possibilidades muito mais amplas para a otimização destes fatores, pois permite a introdução de sistemas controlados, que regulam a ação dos mesmos às necessidades da cultura.

### **2.3 Temperatura e Radiação Solar**

A literatura reporta os efeitos da luz e da temperatura sobre o crescimento e desenvolvimento do tomateiro há vários anos. Quando as plantas são iluminadas continuamente, estas desenvolvem uma clorose forte e inibem a floração, sugerindo que a luz é um dos fatores mais importantes na regulação da diferenciação floral (KRISTOFFERSEN, 1963), citado por Paez et al. (2000). O tomateiro também, requer um regime alternado de temperatura para um ótimo crescimento vegetativo, bem como para outros processos fisiológicos como a formação do fruto (MADSEN, 1972). Entretanto, observa-se que mesmo submetidas à iluminação constante, se a temperatura flutua suficientemente, as flores se desenvolvem normalmente.

Avaliando a influência da temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e seus efeitos na produtividade de três genótipos de tomateiro, cv. Santa Clara, híbrido Carmen e acesso BGH-320 do BAG da UFV, cultivados em ambiente protegido e no campo, Caliman et al. (2005) verificaram que no ambiente protegido foram registrados maiores umidade relativa e temperatura do ar e menor luminosidade em relação ao cultivo no campo. Estas características climáticas favoreceram a fisiologia da planta no ambiente protegido, resultando em melhor performance quando comparado com o cultivo a céu aberto. Observaram de modo geral maiores produtividades nos cultivos em ambiente protegido, exceto com o acesso BGH-320, cujas médias de produção comercial nos dois ambientes foram bastante similares. O híbrido Carmen foi superior a todos os genótipos em ambiente protegido, enquanto que o acesso BGH-320, no campo, apresentou produção total superior à cv. Santa Clara e semelhante ao híbrido Carmen. Já em campo, não houve diferença significativa na produção comercial entre os três genótipos.

As plantas de tomate crescidas à sombra, apresentaram maior altura do que as totalmente expostas à radiação solar. Nos primeiros dias após a emergência, a diferença não foi significativa, entretanto, houve um incremento através do tempo. A área foliar de plantas sombreadas também é maior do que em plantas expostas totalmente à radiação solar, sendo o efeito significativamente maior a partir dos 30 dias após a emergência. A biomassa

total das plantas sombreadas foi significativamente maior do que as expostas ao sol. Todos os órgãos da planta como, raiz, caule e folhas, em todas as coletas realizadas dos 16 aos 65 dias depois da emergência, contribuíram para dar este aumento da biomassa

Para Souza et al. (1995) na região do nordeste brasileiro, em Rio Largo (AL), a radiação solar excessiva chega a ser mais limitante, do que a chuva (precipitação) para a produção de hortaliças. Verificaram também que o uso de tela de sombreamento, sobre estrutura de madeira, disposta no sentido norte-sul, diminuiu a incidência da radiação solar global interna em 34%, especialmente nos horários em que o sol encontrava-se próximo ao zênite do local. O uso de técnicas para atenuar a densidade de fluxo da radiação solar incidente, com o objetivo de aumentar o crescimento, e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas no período do ano em que a temperatura do ar alcança valores elevados, tem se mostrado vantajoso (PEREIRA, 2002).

De acordo com a região e a época do ano, o cultivo em ambiente protegido pode ter finalidades distintas. Quanto maior a latitude é mais intenso o inverno, e maior é a busca do tradicional efeito estufa; inversamente, quanto menor a latitude e mais próximo ao equador, o objetivo seria o efeito guarda-chuva. Esse efeito não induz a maior retenção de calor sob a cobertura; ao contrário, tende a dissipá-lo por meio da máxima circulação de ar possível e das trocas com o ambiente externo. Nesse caso, o objetivo maior é abrigar as hortaliças, protegendo-as das elevadas precipitações e radiações, que prejudicam o cultivo em campo aberto. A utilização das estruturas de proteção, protege, também, da erosão e lixiviação de nutrientes do solo, do excesso de insolação, da lavagem dos defensivos e nutrientes aplicados às folhas e dos danos mecânicos causadas à planta, como a queda de flores. Com relação ao cultivo do tomate em casa-de-vegetação, em condições de verão chuvoso, verificou-se a influência positiva do efeito guarda-chuva na redução do período de molhamento foliar e, conseqüentemente, na ocorrência de doenças. Também, outros parâmetros climáticos foram favorecidos, beneficiando a cultura (MARTINS, 2003).

Além do tomateiro ter uma alta taxa fotossintética, principalmente, em alta insolação, por ser uma planta C3 apresenta uma alta taxa de respiração e fotorespiração nos meses quentes. Em conseqüência, pode se observar que nos meses de maio a julho na Venezuela as plantas apresentam uma redução profunda do crescimento vegetativo, na

produção e estabelecimento dos frutos, em consequência da temperatura elevada e constante, nesse período (PÁEZ et al. 2000).

Radín et al. (2003) estudando a eficiência de uso da radiação, concluíram que, para um mesmo valor de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, se obtém maior eficiência de uso da radiação (matéria seca aérea acumulada) pelo tomateiro quando cultivado em ambiente protegido do que a céu aberto. A eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo tomateiro foi maior no período verão-outono, época em que houve menor disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente.

Martins et al. (1999) afirmaram que em Brasília (DF) houve maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (79%), em estrutura tipo guarda-chuva (sem proteção lateral), coberta com PEBD de 50 $\mu$ m, do que em estrutura coberta com filme de 100 $\mu$ m (71% de interceptação). Os mesmos autores reportam que um dos principais efeitos dos filmes colocados sobre as mesmas é a diminuição da demanda evaporativa em função da radiação solar e do vento, que são os principais determinantes da evapotranspiração. Diversos trabalhos de pesquisa realizados em outros países mostram que o consumo hídrico de espécies cultivadas em ambientes protegidos é 20 a 40% inferior, em relação ao cultivo a céu aberto.

Nota-se que, o excesso de insolação, geralmente acompanhado por altas temperaturas, pode causar dano, não só às flores e à polinização, como baixa produção, mas também aos frutos, como o amadurecimento precoce e com queimaduras (ESPINOZA, 1991).

O balanço de radiação e fluxo de calor no solo, foram estudados em ambiente natural e protegido por Galvani et al. (2001) concluindo que a estrutura com cobertura de polietileno diminuiu a intensidade da incidência de energia solar por unidade de área no período diurno e, também, as perdas por emissão à noite e que a transmissividade do polietileno à componente de radiação global variou em função da época do ano: 70,8% no inverno e 75,0% no verão.

Quando se cultiva sob estrutura de proteção, deve-se estar atento às diferenças no ambiente comparadas com o cultivo a céu aberto, no que diz respeito à temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e, conseqüentemente, a evapotranspiração (EVANGELISTA e PEREIRA, 2001).

De acordo com Farias et al. (1993), a cobertura plástica altera o balanço de radiação e o balanço energético, com relação ao exterior e, conseqüentemente, a evapotranspiração. O consumo de água no interior dessa é possivelmente menor, principalmente pela atenuação que ocorre na irradiância incidente e na menor taxa de renovação do ar nas plantas (ROBLEDO e MARTIN, 1981; BURIOL, STRECK e PETRY, 1995).

Mundialmente, o material plástico mais empregado, nos dias atuais, na agricultura, é o polietileno de baixa densidade (PEBD). É um material que apresenta boa transparência, deixando atravessar em média, 70 a 80%, da radiação solar, podendo este percentual atingir, no máximo, 95% (BURIOL, STRECK e PETRY, 1995).

A aclimação fotossintética é uma das mais importantes respostas das plantas às mudanças de luz e que estas modificações tendem a maximizar a taxa de fotossíntese líquida (YANHONG, 1997). O mesmo autor afirma que a resposta das plantas à disponibilidade de radiação, pode ocorrer em pequeno ou grande espaço de tempo, depende do tipo de estímulo que as mesmas recebem e poderá dar através de respostas bioquímicas e fisiológicas.

Quando o fluxo de transpiração é mais forte que o fluxo hídrico da planta, ocorre o fechamento dos estômatos, a fim de reduzir as perdas de água para a atmosfera. Entretanto, o fechamento dos estômatos reduz também a entrada de CO<sub>2</sub>, diminuindo a fotossíntese (ANDRIOLO, 1999).

Para Reisser Júnior et al. (2003), a redução da radiação proporcionada pela presença do filme plástico e dos elementos estruturais do ambiente protegido, provocam modificações nas características das plantas cultivadas sob estas estruturas, sendo estas variações semelhantes às das plantas cultivadas sob reduzida disponibilidade de radiação, ou seja, às plantas de sombra. Afirmando que altura de plantas cultivadas em ambiente de menor disponibilidade de radiação solar é maior do que nas cultivadas a céu aberto. Outra característica relacionada à redução da radiação solar é o aumento da área foliar.

Mastalerz (1977) também afirma que plantas cultivadas em condições de alta disponibilidade de radiação solar apresentam menor altura e redução da área foliar do que as cultivadas em ambientes de radiação reduzida. Para Filgueira (2003), o sombreamento cria um microclima interno mais favorável, mesmo sob temperatura e luminosidade elevadas.

Isso ocorre seja em épocas seca, seja sob chuvas intensas, com efeitos positivos na fisiologia da planta, elevando-se a produtividade e a qualidade das hortaliças.

O crescimento e desenvolvimento de uma planta dependem da intensidade, qualidade e duração da radiação solar (BECKMANN *et al.* 2006). A luz tem complexa influência no crescimento, desenvolvimento e na produção das culturas. O aumento da irradiância pode elevar a produção de fotoassimilados e sua disponibilidade para o crescimento da planta e produção de frutos. Entretanto, quando a radiação solar é excessivamente elevada, pode haver aumento na taxa transpiratória da planta resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese (ANDRIOLO, 2000).

A produção de biomassa pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e absorvida pelas folhas, bem como à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese. Para um mesmo valor de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, se obtém maior eficiência de uso da radiação (matéria seca aérea acumulada) pelo tomateiro quando cultivado em ambiente protegido do que a céu aberto. (RADIN *et al.* 2003). Os valores de eficiência do uso da radiação em ambiente protegido têm sido maiores do que os encontrados no campo, por causa do aumento da radiação difusa (HAMMER e VANDERLIP, 1989).

A eficiência de conversão decresce gradualmente com o aumento do fluxo de radiação solar acima do ótimo, podendo ocorrer saturação das folhas superiores. Entretanto, o nível de radiação em que ocorre a saturação nas folhas localizadas no interior do dossel é muito mais elevado, pois a incidência de radiação é menor, e muitas das folhas podem não chegar à saturação (RUSSELL *et al.* 1989).

## **2.4 Análise de crescimento**

O crescimento vegetal, entendido como um aumento irreversível em tamanho dos organismos, implica a nível fisiológico numa série de trocas e reações bioquímicas, das quais dependerá finalmente o desempenho agrônômico e o rendimento potencial dos diferentes genótipos. Geralmente, o crescimento é determinado mediante medidas diretas de altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa seca e, indiretas como taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento do cultivo, taxa de

crescimento relativo, etc.(BARRAZA et al. 2004). As diretas retratam o desenvolvimento absoluto da planta e as indiretas mostram sua eficiência em acumular matéria seca como produto de seus processos metabólicos (GERAUD et al. 1995).

A análise de crescimento se baseia no fundamento de que aproximadamente 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética. Permite avaliar o crescimento da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, estimando-se de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes (BENINCASA, 1988). Produz conhecimentos de valor prático e informações seguras, referentes ao crescimento e desempenho dos genótipos, que podem ser utilizados pelos agricultores, de modo que, lhes permitam escolher a cultivar que melhor se adapte a cada ambiente (SHARMA et al. 1993).

O efeito do sombreamento sobre o crescimento e respostas fisiológicas de plantas de tomateiro foi avaliado (aos 15, 23, 30, 44, 58 e 65 DAE), em Maracaibo na Venezuela por Paez et al. (2000), verificando-se que a altura das plantas, a área foliar (AF) e a área foliar específica (AFE) aumentaram na sombra, indicando ser as folhas menos espessas nesse ambiente. Igualmente aumentou a razão de peso foliar (RPF), refletindo aumento na proporção de biomassa que forma a superfície assimilatória. A taxa de crescimento relativo (TCR) foi maior em todos os intervalos, nas plantas sombreadas. Já a taxa de assimilação líquida (TAL), nos dois primeiros intervalos foi maior a céu aberto, sendo que a partir dos 30 dias houve um incremento nas plantas sombreadas, manifestando-se um efeito sobre as fases intermediária e tardia do crescimento.

Cerdas e Moreira (1990), avaliando o crescimento de plantas de tomateiro para mesa, cv. Catalina, em Alajuela, Costa Rica, verificaram que durante a etapa de emergência e estabelecimento das mudas (0-6 DAS), o crescimento das plantas foi muito lento. Posteriormente na fase de desenvolvimento vegetativo e frutificação (60-90 DAS), a taxa de crescimento aumentou e, a massa seca total da planta alcançou o máximo valor. No estágio de maturação e senescência (90-135 DAS), o crescimento diminuiu até estabilizar-se entre 120 e 135 DAS. A taxa de crescimento relativo (TCR) e a taxa de assimilação líquida (TAL) reduziram-se notavelmente devido a floração e a frutificação, que causou uma diminuição no crescimento total da planta. A massa seca foliar alcançou 50% da massa seca

total da planta, não existindo uma relação equilibrada entre a massa seca da raiz e a massa seca da parte aérea.

O crescimento de plantas de tomateiro, cv. Río Grande na região de Río Limón no Estado de Zulia na Venezuela, foi estudado por Geraud et al. (1995) em que mostravam a variação da TCR nas plantas durante seu ciclo. Para os primeiros 15-30 DAP, a planta alcançou a máxima taxa de crescimento, a qual diminuiu dos 30-45 DAP seguintes. Esta diminuição da TCR coincidiu com os dias imediatamente posteriores ao transplante, o que poderá ter sido consequência de danos sofridos por estresse de adaptação. No período 45-60 DAP, apresentou novamente eficiente incremento na taxa de crescimento. O aumento no crescimento vegetativo poderá estar associado com o aumento da taxa fotossintética sob as novas condições. Após 60 DAP a TCR diminuiu tendendo a estabilizar-se quando as plantas completaram sua fase juvenil ou vegetativa e começou a fase reprodutiva, período em que os fotoassimilados são exportados para flores e frutos. Observou-se uma variação da RPF ao longo do desenvolvimento das plantas. Os valores desta característica se mantiveram mais ou menos constantes desde o início do crescimento até os 75 DAP, representando uma alta porcentagem de massa seca total.

Andriolo et al. (2000), em tomateiro cultivado em ambiente protegido, na primavera e no outono, objetivando estudar a distribuição da matéria seca entre as partes vegetativas e os frutos, concluíram que embora a radiação solar tenha sido mais baixa no outono, o acúmulo de matéria seca total das plantas foi maior nesse período. Os resultados sugerem que a limitação ocorrida no crescimento dos frutos se deve ao efeito da temperatura do ar, já que o crescimento dos frutos não foi inibido por uma limitação em nível da produção de fotoassimilados pelas partes vegetativas. Concluiu que o efeito desse elemento meteorológico se exerce, provavelmente, sobre a força do dreno dos frutos.

Para Cayón (1992), o aumento da produtividade de uma população de plantas aumenta com o IAF até um valor ótimo, devido a uma captação mais efetiva da radiação. Valores acima deste ótimo, provocam queda na produtividade por excessivo gasto energético que demanda a respiração e pela utilização ineficiente da luz por parte das folhas inferiores sombreadas, pois estas não recebem a quantidade suficiente de luz para manter positivo seu balanço de carbono. A conversão da energia em biomassa depende da sua

interseção e, por esse motivo, a eficiência da conversão aumenta com o aumento da área foliar até atingir a saturação (SCHVANBACH et al. 2002)

## 2.5 Trocas gasosas

Para Pimentel (1995), o conteúdo hídrico da planta é o resultado do balanço das taxas de absorção e de perda de água por transpiração. O controle da transpiração é feito pelo fechamento estomático, que é o único processo no continuum solo-planta-atmosfera que possui essa resposta imediata. Entretanto, como este controle está diretamente relacionado ao suprimento de CO<sub>2</sub> à folha, a condutância estomática deve variar ao longo do tempo, de forma a haver um mínimo de perdas de água para uma máxima assimilação de CO<sub>2</sub> (KRAMER e BOYER, 1995).

Segundo Lapuerta (2001), o desenvolvimento da planta de tomateiro depende de numerosos fatores, entre os quais pode-se mencionar cultivar, luminosidade, temperatura, nutrição, disponibilidade de água e concentração de CO<sub>2</sub>, que atuam num complexo sistema de interações. O cultivo em ambiente protegido oferece possibilidades mais amplas para otimização destes fatores, através de um melhor ajuste às necessidades da planta, potencializando aspectos fisiológicos, necessários para melhor performance da cultura.

O efeito de diferentes níveis de radiação solar e seus efeitos sobre as relações hídricas e trocas gasosas na cultura do pimentão foi observado por Jaimez et al. (2005), verificando-se que incrementos no DPV, não induziram ao fechamento estomático severo e que as maiores taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ocorreram nas horas de máxima radiação, indicando que a quantidade de água disponível satisfazia ao requerimento dos híbridos avaliados. Sugerem que seja analisada a possibilidade de uso de um sombreamento parcial, que evite a alta radiação sob a cobertura sobre a qual a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> se satura. O controle estomático é importante propriedade fisiológica por meio do qual as plantas limitam a perda de água, ocasionando reduções na condutância estomática e, geralmente, reduzindo as trocas gasosas como forma de resposta das plantas a diversos fatores, incluindo o estresse hídrico (PAIVA et al. 2005).

A redução da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> durante o estresse hídrico deve-se à redução na disponibilidade de CO<sub>2</sub> no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo (ROSA et al. 1991).

Esse aumento da resistência à difusão gasosa e a diminuição na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> determina menor perda de água por transpiração, além de poder afetar a fotossíntese (PAIVA et al. 2005).

Quanto maior o fluxo de radiação solar incidente, mais elevadas são as temperaturas do ar. O principal mecanismo que os vegetais dispõem para se proteger da radiação excessiva é a transpiração, esta por sua vez, depende do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos (BOULARD et al. 1991), citado por Andriolo (1999). Quando o fluxo de transpiração é mais forte que o fluxo hídrico da planta, ocorre o fechamento dos estômatos, a fim de reduzir as perdas de água para a atmosfera. Entretanto, o fechamento dos estômatos reduz também a entrada de CO<sub>2</sub>, diminuindo a fotossíntese (ANDRIOLO, 1999).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área experimental**

O experimento foi conduzido entre julho e dezembro de 2006 em cinco ambientes protegidos, com distintas coberturas (tratamentos), cada qual com área de 10mx24m, pé direito de 3,0 m, estrutura tipo “sombreiro”, em área experimental do Departamento Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da UNEB, no município de Juazeiro, BA, com coordenadas geográficas de 09<sup>o</sup> 24’50” latitude sul e 40<sup>o</sup>30’10” longitude oeste, com altitude em torno de 368m. O clima local é do tipo BswH, semi-árido, de acordo com Köppen, com a precipitação média anual de 540mm, sendo a temperatura média anual de 26,7° C, a mínima de 20,9° C e a máxima de 32,6° C, com a temperatura do mês mais quente 34° C (outubro-novembro) e do mês mais frio 18,6° C (julho). O solo foi do tipo Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1999). (Figura 1).



Figura 1 - Estruturas dos ambientes protegidos e área a céu aberto.

### 3.2 Solos e Adubação

As amostras de solo, para fins de análise de fertilidade, foram coletadas à profundidade de 0 a 20 cm em cada ambiente de cultivo (Tabelas 1 e 2).

A correção do solo, adubação orgânica e química inicial foram feitas de acordo com a análise do solo cuja recomendação foi feita pelo Manual de Adubação e Calagem para o Estado da Bahia (1989).

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

Ambiente	pH	CE	P	H+Al <sup>+++</sup>	Al <sup>+++</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	S	T	V
	H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm								
TTR	5,9	0,5	21	5,8	0,0	0,29	4,8	2,3	0,08	7,5	13,3	56
TSB	6,1	0,4	27	3,3	0,0	0,22	3,5	1,4	0,03	5,2	8,5	62
TSP	6,2	0,4	36	4,9	0,0	0,36	4,0	1,0	0,02	5,4	10,3	52
TCD	6,1	0,3	20	1,1	0,0	0,33	4,3	1,1	0,04	5,8	6,9	84
CCA	6,2	0,5	25	5,1	0,0	0,30	4,3	1,1	0,06	5,8	10,9	53

Laboratório de solos da UNEB/DTCS.

TTR– tela termo refletora; TSB– tela de sombreamento branca; TSP– tela de sombreamento preta; TCD– tela cromatinete difusor; CCA– cultivo a céu aberto.

Tabela 2. Análise física do solo da área experimental. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

AMBIENTE	GRANULOMETRIA (g kg <sup>-1</sup> )			TEXTURA
	ARGILA	SILTE	AREIA	
TTR	113	298	589	FRANCO ARENOSA
TSB	71	190	739	FRANCO ARENOSA
TSP	89	271	640	FRANCO ARENOSA
TCD	86	215	699	FRANCO ARENOSA
CCA	75	235	675	FRANCO ARENOSA

Laboratório de solos da UNEB/DTCS

TTR– tela termo refletora; TSB– tela de sombreamento branca; TSP– tela de sombreamento preta; CD– tela cromatinete difusor; CCA– cultivo a céu aberto.

O preparo do solo constou de uma aração, uma gradagem e sulcamento (Figura 2).



Foto: Rocha, R.C.2006

Figura 2 – Aspecto do solo preparado e sulcado.

A adubação foi efetuada em função da análise do solo (Tabelas 1 e 2), consistindo de 5,0 L m<sup>-2</sup> de composto orgânico (Tabela 3) em cada ambiente (86,40m<sup>2</sup>); 10g m<sup>-2</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nos ambientes TTR, TSB, TSP, e CCA e no ambiente TCD: 20g m<sup>-2</sup>; 15g m<sup>-2</sup> de K<sub>2</sub>O nos ambientes TTR, TSP, TCD e CCA e no ambiente TSB: 30g m<sup>-2</sup> além de 5g de N, em todos os ambientes. Os fertilizantes foram incorporados ao solo.

Tabela 3. Dados da análise do composto orgânico utilizado na cultura do tomateiro, em ambiente protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

pH	C	M.O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Al <sup>+++</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+++</sup>	T	V	P
(H <sub>2</sub> O)	-----g kg <sup>-1</sup> ----	----- (cmol dm <sup>-3</sup> )-----									(%)	(mg 100mL <sup>-1</sup> )
	--	----										
6,7	341	588,22	3,4	1,2	1,65	0,24	6,5	0,0	1,5	8,0	81	169,7

Laboratório de solos da UNEB/DTCS

Quanto à adubação de cobertura, aplicou-se 5g m<sup>-2</sup> de N + 5g m<sup>-2</sup> de K<sub>2</sub>O aos 27 e aos 46 (DAT), de acordo com o estágio de crescimento e aspecto nutricional da plantas. Realizaram-se também duas aplicações de fertilizante foliar com nutrifolha aminomax-CaB, na dosagem de 60mL 20L<sup>-1</sup> de água, aos 30 DAT e aos 62 DAT , para manutenção dos níveis de cálcio e boro, nos estádios de floração e frutificação das plantas.

### 3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em cinco ambientes com quatro repetições, quatro blocos por ambiente e dois tratamentos por bloco, representados por dois híbridos de tomateiro e análise realizada em grupos de experimentos, com parcelas de 2,0m x 3,6m (7,2m<sup>2</sup>). Os tratamentos resultaram da combinação de cinco ambientes distintos e dois híbridos de tomateiro de crescimento determinado, fruto tipo Caqui e Santa Cruz, D-4768 e C-5240, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Tratamentos estudados (ambientes e híbridos), UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

Tratamento	Característica	Híbrido
1 – TTR	Tela Termo Refletora	C-5240
	Tela Termo Refletora	D-4768
2 – TSB	Tela de Sombreamento Branca	C-5240
	Tela de Sombreamento Branca	D-4768
3 – TSP	Tela de Sombreamento Preta	D-4768
	Tela de Sombreamento Preta	C-5240
4 – TCD	Tela Cromatinete Difusor	D-4768
	Tela Cromatinete Difusor	C-5240
5 – CCA	Cultivo a Céu Aberto	D-4768
	Cultivo a Céu Aberto	C-5240

Foi feita a análise conjunta de grupos de experimentos de acordo com a tabela 5.

Tabela 5. Esquema de análise de variância previsto para o ensaio.

Causas da variação	Graus de liberdade
Cultivar	1
Ambiente	4
Cultivar x Ambiente	4
Bloco dentro do ambiente	15
Resíduo Médio	15
Total	39

### 3.4 Características dos materiais de cobertura

#### a) Tela termo refletora 40% (TTR)

Tela termo refletora é uma malha tecida metalizada de alta reflexão. As fibras são cobertas com uma camada antioxidante que lhe proporciona uma longa vida, sombra uniforme e promove uma ótima transmissão da luz difusa (POLYSACK, 2007).

Detalhes técnicos:

Porcentagem de sombreamento: 40-45%

Peso ( $\text{g m}^{-2}$ ): 59-63

Tamanho do orifício (mm): 4,5 x 6,0  
 Resistência à ruptura ( $\text{kg cm}^{-2}$ ): 5,2-5,4  
 Reflexão: 40%  
 Luz difusa: 70%

b) Tela de sombreamento branca 40% (TSB)

Tela de sombreamento branca, sombreia cultivos de hortaliças, viveiros, flores de corte e frutas. Atua também como quebra-ventos (POLYSACK, 2007).

Detalhes técnicos:

% de Sombreamento: 40 – 45%;  
 Peso ( $\text{g m}^{-2}$ ): 83 – 88;  
 Tamanho do orifício (mm): 2 x 3;  
 Resistência a ruptura ( $\text{kg cm}^{-2}$ ): 8,0 – 9,0;

c) Tela de sombreamento preta 40% (TSP)

A tela de sombreamento preta é uma malha tecida de sombreamento usada em uma ampla gama de cultivos para porcionar sombra uniforme e controlar a circulação de ar em viveiros e estufas.

Detalhes técnicos:

Porcentagem de sombreamento: 45-49%;  
 Peso ( $\text{g m}^{-2}$ ): 60-65;  
 Tamanho do orifício (mm): 4,5x 6,0;  
 Resistência a ruptura ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) : 5,2-6.0.

d) Tela cromatinete difusor 40% (TCD)

A tela cromatinete difusor é uma malha que manipula o espectro de luz solar. Quebra a luz direta convertendo-a em luz difusa (POLYSACK, 2007).

Detalhes técnicos

Porcentagem de sombreamento: 40-45%  
 Peso ( $\text{g m}^{-2}$ ): 60-65  
 Tamanho do orifício (mm): 4,5 x 6,0  
 Resistência a ruptura ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) : 5,5-6,0

### 3.5 Características dos híbridos de tomateiro

Na Tabela 6 são apresentadas características dos dois híbridos de tomateiro avaliados no experimento.

Tabela 6. Características dos híbridos de tomateiro, UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

HÍBRIDO	RESISTÊNCIA	FORMA	PRIMEIRA COLHEITA
	<i>Verticillium dahliae</i>		
C-5240	<i>Fusarium oxisporum</i>	Determinado - Oblongo	60 DAT
	Geminivirus		
	<i>Verticillium dahliae</i>		
D-4768	<i>Fusarium oxisporum</i>	Determinado - Redondo	65 DAT
	Geminivirus		

Fonte: BHN Seed, 2006.

### 3.6 Semeadura

A semeadura foi feita em 10/07/2006, em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, utilizando-se o substrato comercial Plantimax HT, com uma semente por célula. As bandejas foram colocadas em ambiente protegido com tela de sombreamento preta 30%, até o dia do transplante, em 04 /08/2006. Durante a permanência no viveiro, foram feitas duas pulverizações preventivas para proteger as plantas do tombamento utilizando-se oxiclureto de cobre + mancozeb na dosagem de 3g L<sup>-1</sup> de água.

### 3.7 Transplante

O transplante das mudas para todos os ambientes foi efetuado quando as plantas apresentavam de quatro a cinco folhas definitivas, aos 25 dias após a semeadura (DAS), selecionando-se as plantas mais vigorosas. O espaçamento utilizado foi de 1,0m x 0,40m colocando uma muda por cova no sulco de plantio. Cada parcela foi constituída por 2 fileiras de 9 plantas e cada ambiente constituído por 216 plantas, incluindo as das bordaduras laterais. Após o transplante efetuou-se uma aplicação preventiva contra fitopatógenos do solo

tais como: *Pythium spp.*, *Phytophthora spp.*, e *Sclerotium rolfsii* com oxiclureto de cobre + mancozeb, na mesma dosagem utilizada nas mudas.

### 3.8 Sistema de irrigação

Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento (Fig. 3), com emissores espaçados de 0,20m, com os intervalos de rega determinados em função das condições do solo, das necessidades da cultura e das condições climáticas do período, tendo-se o cuidado de manter a umidade do solo em níveis adequados ao bom desenvolvimento das plantas. Utilizou-se o Tanque Classe A, dividindo-se o ciclo do tomateiro em quatro fases de desenvolvimento, no transplante(1), crescimento vegetativo(2), floração/frutificação(3) e colheita(4), e valores de Kc correspondentes a 0,4 – 0,5 (fase 1); 0,7 – 0,8 (fase 2); 1,05 – 1,25 (fase 3) e 0,6 – 0,65 (fase 4), respectivamente, empregando-se a fórmula :

$$ETM = Eto \times Kc$$

Onde,

ETM = evapotranspiração máxima da cultura

Eto =  $Kp \times ECA$

Kc = coeficiente da cultura

ECA = evaporação do tanque classe A ( $\text{mm dia}^{-1}$ )

Segundo Doorembos e Pruitt (1975), dados de evaporação obtidos com o tanque evaporimétrico classe A, podem ser usados para estimar a evapotranspiração de referência (ETo) em intervalos de tempo de 10 dias ou mais, através da relação:  $ETo = Kp \times ECA$ , em que ECA designa o valor médio da evaporação medida no tanque classe A durante o intervalo de tempo selecionado, expresso em ( $\text{mm dia}^{-1}$ ). Kp é um coeficiente empírico que é função da velocidade do vento (U em  $\text{km dia}^{-1}$ ); da umidade relativa do ar média diária (UR em %); e do tamanho da bordadura (m), vegetada ou não, circunvizinha ao tanque (Tabela 7).

Tabela 7. Coeficiente de tanque ( $K_p$ ) para tanque classe A (agosto-dezembro/06).  
UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

Mês	agosto/06	setembro/06	outubro/06	novembro/06	dezembro/06
$K_p$	0,70	0,69	0,70	0,75	0,71



Figura 3 – Sistema de irrigação e mudas após transplante.

### 3.9 Condução e Tutoramento das plantas

As plantas foram conduzidas sem poda e sem desbrota durante todo o seu ciclo (Fig. 4).

O tutoramento foi feito utilizando-se estacas com 2,00m de altura, distanciadas de 1,80m, com quatro fios de arame nº 18 distanciados horizontalmente de 0,30m entre si. O amarrão foi feito semanalmente com fitilho a partir da primeira semana após o transplante, a fim de que as mesmas fossem conduzidas verticalmente sobre os fios de arame, evitando-se, assim o contato dos frutos com o solo e evitando depreciação dos mesmos.



Figura 4 – Sistema de condução do tomateiro (tutoramento).

### 3.10 Tratos culturais

As capinas em número de duas, foram efetuadas para manter a cultura livre de plantas invasoras durante todo o seu ciclo.

### 3.11 Tratamentos fitossanitários

Os tratamentos fitossanitários foram realizados com base nas recomendações para a cultura e de acordo com o nível de infestação das pragas. As principais pragas observadas durante a condução do ensaio foram mosca-minadora (*Liriomyza* spp.), mosca-branca (*Bemisia argentifolii*), traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). Para doenças, foram realizadas aplicações preventivas de oxiclreto de cobre + mancozeb, apenas em períodos de ocorrência de chuvas, já que durante a maior parte do tempo em que a cultura permaneceu no campo, as condições climáticas (baixa umidade relativa do ar), não favoreceram o desenvolvimento de fitopatógenos (Tabela 8).

Tabela 8. Controle das pragas realizado para dois híbridos de tomateiro, conduzidos em cinco ambientes. Juazeiro, BA, 2006.

Praga	Produto	Dose (mLg 20L <sup>-1</sup> )
Mosca-minadora ( <i>Liriomyza</i> spp.)	Abamectin	15
	Clotianidina	3
Mosca-branca ( <i>Bemisia argentifolii</i> )	Thiamethoxam	4
	Teflubenzuron	5
Traça-do-tomateiro ( <i>Tuta absoluta</i> )	Lambdacialothrim	10
	Chlorfenapyr	10
Broca-pequena- do-fruto ( <i>Neoleucinodeselegantalis</i> )	Clorpirifós	12
	Indoxacarb	1,6

### 3.12 Caracterização climática

A radiação solar é constituída quase que exclusivamente por ondas eletromagnéticas de comprimentos compreendidos entre 0,15 e 100,00µm. Nesse intervalo as ondas eletromagnéticas estão divididas em dois grupos: as ondas curtas, cujos comprimentos

são inferiores a  $4,00 \mu\text{m}$  ( $\lambda < 4,00 \mu\text{m}$ ) e as ondas longas, com comprimentos superiores a este ( $\lambda > 4,00 \mu\text{m}$ ). Entretanto, como mais de 99% da radiação oriunda do Sol é composto por ondas eletromagnéticas de  $0,15$  a  $4,00 \mu\text{m}$  de comprimento, este intervalo é denominado região da radiação solar (VILA, 1970). Essa região, do ponto de vista biológico, pode ser separada em três faixas (bandas) distintas: radiação ultravioleta:  $0,15$  a  $0,36 \mu\text{m}$ ; radiação visível:  $0,36$  a  $0,76 \mu\text{m}$ ; radiação infravermelho próximo:  $0,76$  a  $4,00 \mu\text{m}$ .

Durante a condução do ensaio foram monitoradas, radiação solar (global e difusa), temperatura do ar (externa e interna), temperatura do solo, umidade relativa do ar e evapotranspiração, para caracterização climática dos ambientes ( Fig.5, 6, 7 e 8).

Para avaliar as condições climáticas sob cada cobertura, foram instalados os seguintes sensores (Tabela 9): um radiômetro de bateria solar a base de célula de silício para medir a radiação solar global; um sensor de temperatura do ar, termopar a base de cobre constante para medir a temperatura do ar (Figura 5); e um sensor de umidade para medir a umidade relativa do ar.

Em cada cobertura, para avaliar a transparência da radiação solar foram instalados piranômetros espectrais Eppley equipados com filtros solares (Figura 6). Todos os sensores foram conectados a um sistema automático de coleta de dados (micrologger 21X - Figura 7), alimentado por painel solar, o qual foi programado para efetuar leituras a cada segundo, médias a cada 30 minutos, médias diárias e totais diários no caso dos dados de radiação.

Os dados diariamente eram coletados em um módulo de armazenamento e transferidos para um microcomputador onde foram analisados e processados. Para as medidas espectrais da radiação solar considerou-se o período de 06h:00 horas às 18h:00 horas.

Para o ambiente a céu aberto foram usados os dados da estação meteorológica automática localizada a 40 metros da área do experimento (Figura 8). Paralelamente, foram efetuadas medidas diárias de evaporação em um tanque classe A, o qual foi operado conforme os padrões estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial.

Tabela 9 Instrumentos meteorológicos utilizados com respectivas sensibilidades. UNEB/DTCS, Juazeiro, BA, 2006.

Característica	Instrumento	Sensibilidade
Radiação solar global	Radiômetro de bateria solar à base de célula de silício	0,01 W.m <sup>-2</sup>
Radiação ultravioleta	Radiômetro Eppley PSP	9 μV Wm <sup>-2</sup>
Radiação PAR	Radiômetro Eppley PSP	9 μV Wm <sup>-2</sup>
Radiação infra-vermelho	Radiômetro Eppley PSP	9 μV Wm <sup>-2</sup>
Temperatura do ar	Termopar cobre-constant	0,1° C
Umidade relativa do ar	Sensor capacitivo	3%



Figura 5 - Sensores de temperatura do ar e radiação solar global.



Figura 6 - Piranômetros espectrais Eppley



Figura 7 - Sistema automático de coleta de dados e sensor de temperatura e umidade relativa do ar.



Foto: Rocha, R.C., 2006

Figura 8 - Estação Meteorológica Campus III – UNEB/DTCS.  
Juazeiro, BA, 2006.

### 3.13 Trocas gasosas

A avaliação das trocas gasosas foi feita através de medidas no fólio central de folhas novas completamente desenvolvidas, realizada de 24 a 26/10/2006, utilizando-se um analisador portátil de fotossíntese (IRGA), com sistema aberto, modelo, 6400 da LI-COR (USA) (Fig.10). As medidas foram realizadas sempre das 8:00 às 12:00 horas, tendo em vista ser este o período em que ocorre a maior atividade fotossintética das plantas.

As taxas medidas foram as seguintes:

**a) Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> nas folhas (A) em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$**

Quantidade líquida de CO<sub>2</sub> assimilado por unidade de área foliar por unidade de tempo;

**b) Taxa de transpiração nas folhas (E)  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$**

Quantidade de vapor d'água transpirado por unidade de área foliar por unidade de tempo ( $\mu\text{mol}$  de H<sub>2</sub>O por metro quadrado por segundo);

**c) Condutância estomática nas folhas (g<sub>s</sub>) em  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$**

Fluxo de entrada e saída de CO<sub>2</sub> e vapores de H<sub>2</sub>O através dos estômatos. De maneira indireta, acaba refletindo na abertura estomática.

**d) Concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (C<sub>i</sub>) em  $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$**

Quantidade de CO<sub>2</sub> que fica armazenado na câmara subestomática;

#### **e) Eficiência do uso da água (EUA)**

Foi obtida através da relação entre a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> e a taxa de transpiração das folhas (A/E).



Figura 9 – Medidor das trocas gasosas IRGA, 6400 LI-COR.

### **3.14 Altura de plantas**

A altura das plantas foi determinada medindo-se individualmente cada planta da parcela, com régua graduada em centímetros e depois dividindo-se a soma pelo número de plantas medidas, tendo-se assim a altura média das plantas de cada tratamento.

### **3.15 Análise de crescimento das plantas de tomateiro**

Para análise de crescimento, utilizou-se o método destrutivo, onde foram selecionadas no dia do transplante quatro mudas de cada híbrido e feito as determinações de área foliar, massa seca das folhas e do caule. Depois de transplantadas coletou-se uma planta em cada estágio: crescimento vegetativo, pré-floração, floração/frutificação e colheita, tomando-se o cuidado de coletar plantas sempre em espaços

igualmente competitivos (sem falhas nas plantas vizinhas), e de cada planta foi feita a separação das folhas, caule, racimos, pecíolos, flores e frutos. Após a coleta todas as partes foram pesadas, separadamente, e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C até atingir peso constante. Entretanto, as folhas, antes de serem levadas à estufa, foram espalhadas sobre um plástico transparente e passadas no medidor de área foliar (Figura 9), LI-COR MODEL LI-3100 AREA METER, determinando-se, assim a área foliar total de cada planta, para posterior determinação dos índices fisiológicos, descritos nos itens 3.13.1 e 3.13.8, com as suas respectivas fórmulas matemáticas, de acordo com Benincasa (1988

#### **a) Massa seca total das folhas e da planta**

As massas secas total das folhas e da planta foram determinadas pela pesagem de todas as folhas de cada planta selecionada, após secagem em estufa a 65° C, até atingir peso constante.

#### **b) Índice de área foliar (IAF)**

O índice de área foliar foi determinado pela relação entre a área foliar ( $m^2$ ) e a superfície do solo ( $m^2$ ) disponível para a planta:

$$IAF = AF / S$$

Onde,

AF = área foliar total

S = superfície do solo

#### **c) Área Foliar Específica (AFE)**

A área foliar específica é um componente morfológico e anatômico que relaciona a superfície com o peso da matéria seca da própria folha e é expressa em  $cm^2 g^{-1}$  ou  $m^2 g^{-1}$  (BENINCASA, 1988).

$$AFE = Af / MSf$$

Onde,

Af = área foliar ( $cm^2$  ou  $m^2$ );

MSf = matéria seca das folhas (gramas).



Figura10 – Medidor de área foliar, LI-COR MODEL LI-3100.

#### d) Razão de peso foliar (RPF)

A razão de peso foliar é a relação entre matéria seca da folha e a matéria seca da planta, expressa em  $g\ g^{-1}$  (BENINCASA, 1988).

$$RPF = MSf / MST$$

Onde,

MSf = matéria seca das folhas (gramas);

MST = matéria seca total (gramas).

#### e) Taxa de crescimento absoluto (TCA)

A taxa de crescimento absoluto (TCA) é a variação ou o aumento entre duas amostragens, representando a velocidade de crescimento, expressa em grama por dia ( $g\ dia^{-1}$ ) (BENINCASA, 1988).

$$TCA = (P2 - P1) / (T2 - T1)$$

Onde,

P1 e P2 = peso da matéria seca de duas amostragens sucessivas (gramas);

T1 e T2 = tempo de amostragem (dias).

#### **f) Taxa de crescimento relativo (TCR)**

A taxa de crescimento relativo reflete o aumento da matéria seca de uma planta ou de qualquer um de seus órgãos, em determinado intervalo de tempo, sendo expressa em  $g\ g\ dia^{-1}$  (BENINCASA, 1988).

$$TCR = (LnP2 - LnP1) / (T2 - T1)$$

Onde,

Ln = logaritmo neperiano;

P1 e P2 = peso da matéria seca de duas amostragens sucessivas (gramas);

T1 e T2 = tempo de amostragem (dias)

#### **g) Taxa assimilatória líquida (TAL)**

A taxa assimilatória líquida expressa a fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida pela área foliar, na unidade de tempo considerada ( $g\ cm^2\ dia^{-1}$ ) (BENINCASA, 1988).

$$TAL = [(P2 - P1) / (T2 - T1)] \times [(Ln A2 - Ln A1) / (A2 - A1)]$$

Onde,

P1 e P2 = peso da matéria seca de duas amostragens sucessivas (gramas);

T1 e T2 = tempo de amostragem (dias);

Ln = logaritmo neperiano;

A1 e A2 = área foliar de duas amostragens sucessivas ( $cm^2$  ou  $m^2$ ).

### **3.16 Colheita**

As colheitas, foram realizadas semanalmente e tiveram início quando os frutos iniciaram o processo de maturação, aos 03/10/2006, sendo finalizadas em 03/12/2006. Os frutos foram colocados em caixas plásticas (contentores) e levados para o Laboratório de Biologia do DTCS, onde foram avaliadas as seguintes características.

**- Produção de frutos comerciáveis por planta (kg)**

A produção de frutos por planta (kg/planta) foi determinada pela soma dos pesos dos frutos comerciáveis de todas as colheitas realizadas.

**- Número de frutos por planta**

O número de frutos por planta foi determinado pela soma de todas as colheitas.

**- Rendimento em kg ha<sup>-1</sup>**

O rendimento de frutos em kg ha<sup>-1</sup> foi calculado pelo produto do peso dos frutos de cada planta pelo total de plantas de um hectare (25 mil).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise das características climáticas

As Figuras de 11 a 14 mostram a distribuição da radiação espectral sob as quatro coberturas estudadas. Verifica-se que dentre as coberturas, a tela de sombreamento branca foi a que apresentou a maior transmitância de radiação solar global (76,5%), seguida da cobertura termo refletora (54,4%), enquanto as coberturas tela de sombreamento preta (47,4% e cromatinete difusor (51,4%) foram as que apresentaram a menor transmitância de radiação solar global. Observa-se ainda que a maior transmitância de radiação infravermelho ocorreu na cobertura termo refletora (54,6%) e a menor na tela de sombreamento preta (49,75%), enquanto a maior transmitância de radiação ultravioleta (5,94%) ocorreu na cromatinete difusor e a menor na tela termo refletora (3,20%). A menor transmitância de radiação fotossinteticamente ativa (41,19%) foi observada na cobertura cromatinete difusor, corroborando com os dados analisados pelo IRGA (Figura 9). Na Figura 15 é apresentada a transmitância das coberturas por faixa de radiação. Durante o ciclo da cultura, enquanto a radiação solar global a céu aberto atingiu um total de  $2478,3 \text{ MJ m}^{-2}$ , sob a tela de sombreamento branca foi  $1896,7 \text{ MJ m}^{-2}$ ; tela termo refletora  $1351,2 \text{ MJ m}^{-2}$ ; cromatinete

difusor  $1275,2 \text{ MJ m}^{-2}$ ; e tela de sombreamento preta  $1174,2 \text{ MJ m}^{-2}$ . O ambiente céu aberto e as coberturas apresentaram as seguintes variações em termos de valores médios diários: céu aberto ( $27,33$  a  $5,95 \text{ MJ m}^{-2}$ ); tela de sombreamento branca ( $21,06$  a  $4,23 \text{ MJ m}^{-2}$ ); Tela termo refletora ( $14,79$  a  $2,88 \text{ MJ m}^{-2}$ ); cromatinete difusor ( $14,21$  a  $2,85 \text{ MJ m}^{-2}$ ); e tela de sombreamento preta ( $12,96$  a  $2,50 \text{ MJ m}^{-2}$ ). De acordo com Andriolo (2000) quando a radiação solar é excessivamente elevada, pode haver aumento na taxa transpiratória da planta resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese. Na Figura 16 mostra a irradiância sob as quatro coberturas estudadas e a céu aberto, verificando-se que a curva da irradiância da tela de sombreamento branca é a que mais se aproxima da de céu aberto.

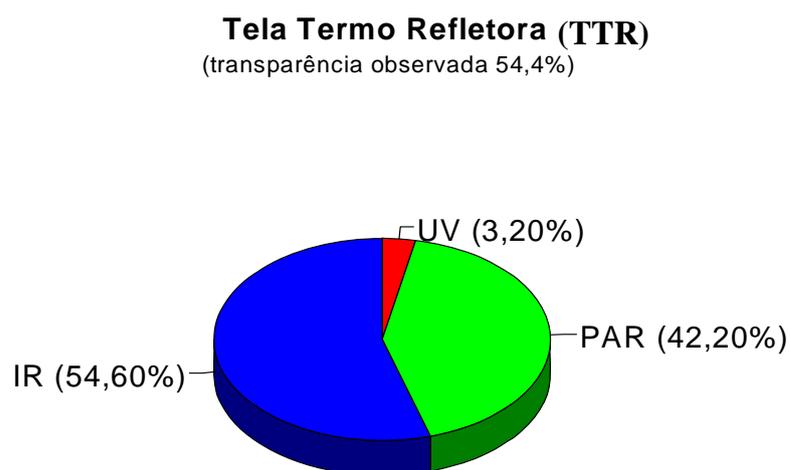


Figura 11 - Distribuição da radiação espectral sob a cobertura termo refletora : Radiação infravermelho (IR);Radiação fotosinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006

**Tela de Sombreamento Branca (TSB)**  
(transparência observada 76,5%)

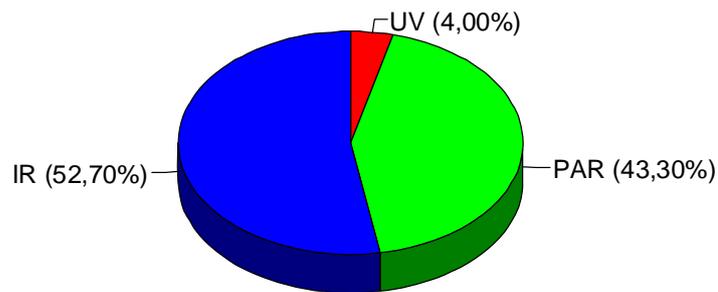


Figura 12 - Distribuição da radiação espectral sob a cobertura tela de sombreamento branca: radiação infravermelho (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e radiação ultravioleta (UV). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

**Tela de Sombreamento Preta (TSP)**  
(transparência observada 47,4%)

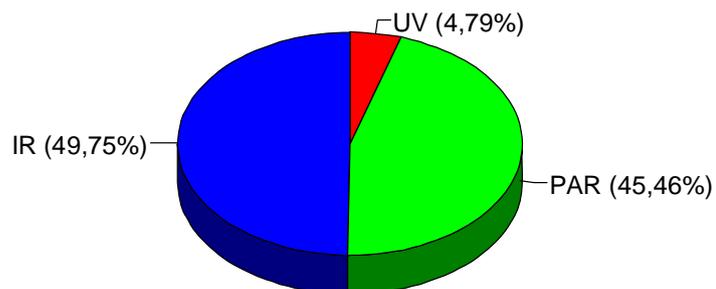


Figura 13- Distribuição da radiação espectral sob a cobertura tela de sombreamento preta: radiação infravermelho (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

### Tela Cromatinete Difusor (TCD) (transparência observada 51,4%)

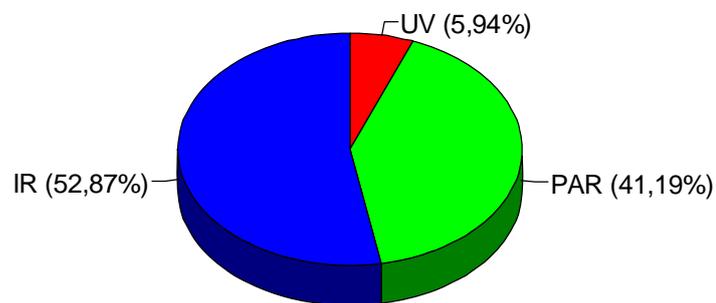


Figura 14- Distribuição da radiação espectral sob a cobertura Cromatinete Difusor: radiação infravermelha (IR); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação ultravioleta (UV). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

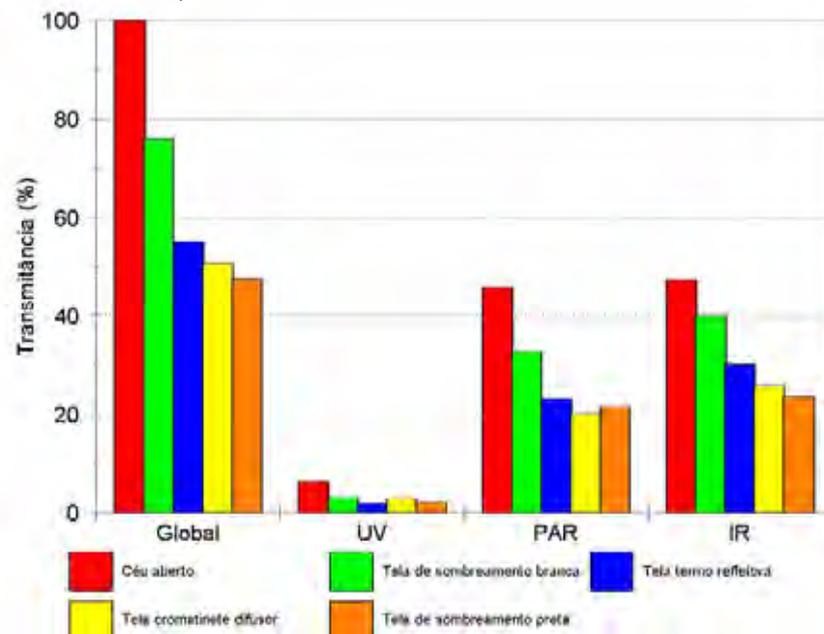


Figura 15- Transmittância das coberturas por faixa de radiação: radiação solar global (Global); radiação ultravioleta (UV); radiação fotossinteticamente ativa (PAR); e radiação infravermelha (IR). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

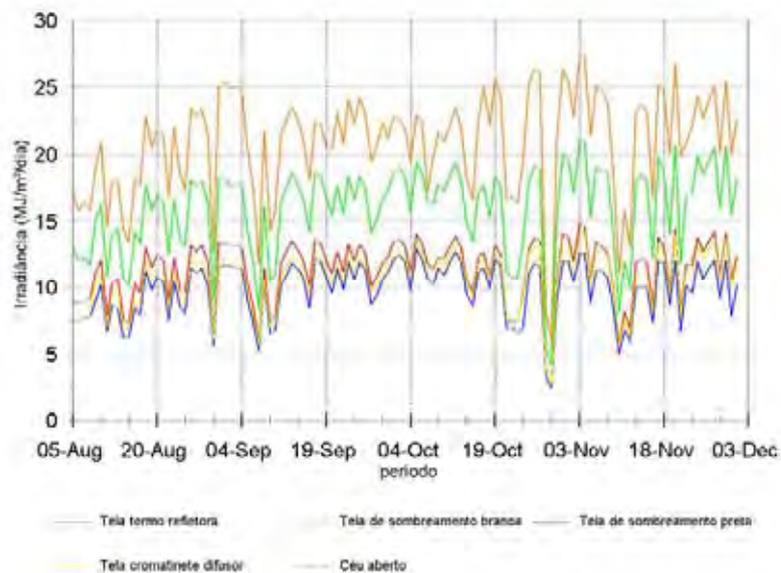


Figura 16 - Irradiância sob as coberturas tela termo refletora; tela de sombreamento branca; tela de sombreamento preta; cromatínete difusor; e a céu aberto durante o período experimental. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Ao longo do experimento a temperatura máxima diária (Figura 17) sob a cobertura tela de sombreamento branco, foi em média 1,3 °C maior do que nas coberturas tela de sombreamento preta e cromatínete difusor; 0,9 °C em relação a cobertura termo refletora e 1,6 °C maior que céu aberto. Todos os ambientes cobertos apresentaram temperatura máxima maior do que a céu aberto. Isso ocorre em função da fraca ação do vento no interior dos ambientes protegidos. Pereira (2002) encontrou resultados semelhantes estudando a influência de materiais de cobertura com diferentes níveis de perfuração, quando comparados com ambiente a céu aberto. Caliman et al. (2005) verificaram que a temperatura do ar em ambiente protegido foi superior à do campo e afirmaram que este fator afeta diversos processos biológicos da planta, em especial o crescimento e produção. Já em termos de temperatura média (Figura 18) e mínima diária (Figura 19), não houve praticamente diferença entre as coberturas e céu aberto. Os valores máximos, médios e mínimos diários da temperatura para os diferentes ambientes são apresentados na Tabela 10.

Em termos de umidade relativa do ar (Figura 20), no ambiente protegido esta foi em média 7,5% superior ao ambiente céu aberto, ou seja, 59,6% e 52,1%, respectivamente. As células guarda reagem a diferenças de umidade do ambiente muito

rapidamente. Assim, há dados que apontam para maior abertura dos estomas de certas espécies, quando em ambientes de elevada umidade relativa, e menor abertura em ambientes mais secos (KRAMER & BOYER, 1995) De acordo com Papadopoulos et al. (1997), umidade do ar elevada favorece a expansão foliar do tomateiro. Estes dois fatores, certamente contribuíram para o melhor desempenho das plantas de tomateiro nos ambientes protegidos.

A alta incidência de radiação solar registrada no período de condução do experimento, proporcionou mudanças nos aspectos fisiológicos da cultura do tomateiro, reduzindo a eficiência fotossintética das plantas, interferindo negativamente em todas as características avaliadas em campo aberto. Contudo observou-se que a utilização das telas de sombreamento reduziu a intensidade da energia radiante, proporcionando melhor qualidade e distribuição da radiação solar dentro dos ambientes protegidos, resultando em melhor performance da cultura.

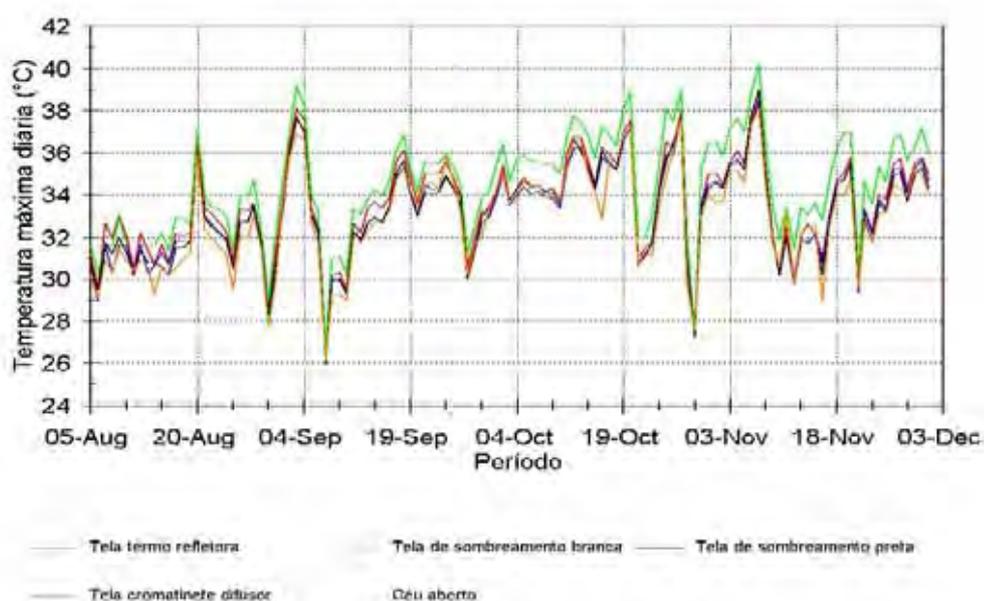


Figura 17-Temperatura do ar máxima para os diferentes ambientes durante o período experimental. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

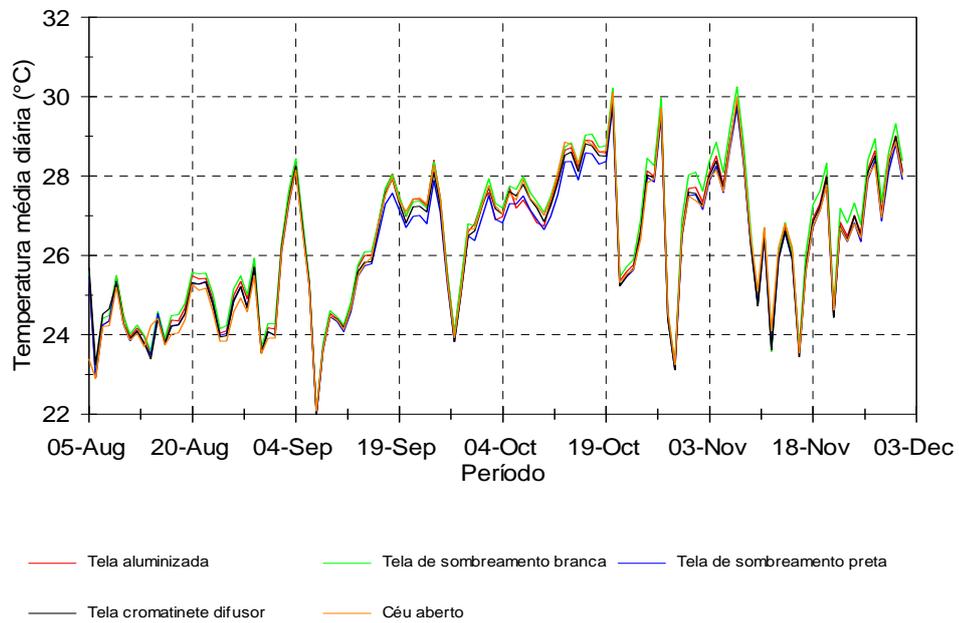


Figura 18- Temperatura do ar média para os diferentes ambientes durante o período experimental. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006

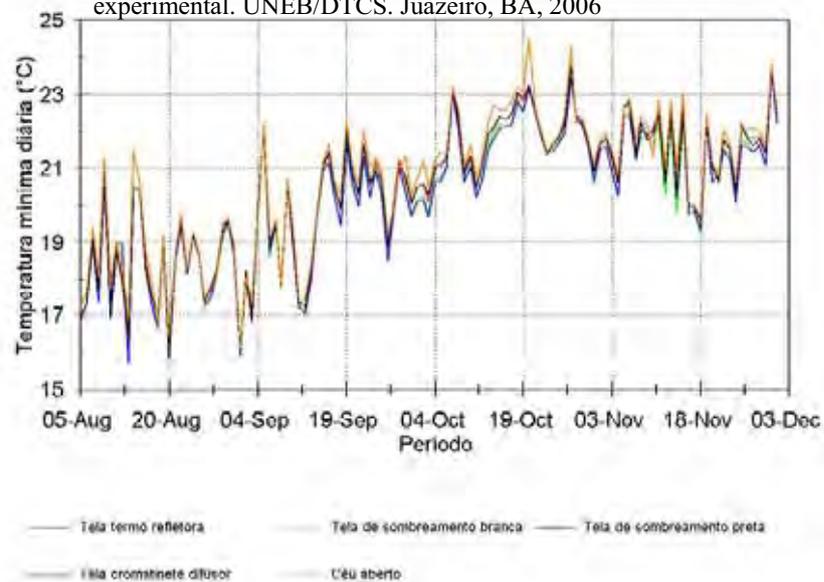


Figura 19- Temperatura do ar mínima para os diferentes ambientes durante o período experimental. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Tabela 10. Médias de temperatura máxima, média e mínima do ar, no período de 04/08 a 03/10/2006 em ambiente protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

TEMPERATURA (°C)	TTR	PSB	PSP	TCD	CCA
Máxima	33,6	34,5	33,2	33,2	32,9
Média	26,3	26,5	26,2	26,3	26,3
Mínima	20,5	20,3	20,3	20,5	20,7

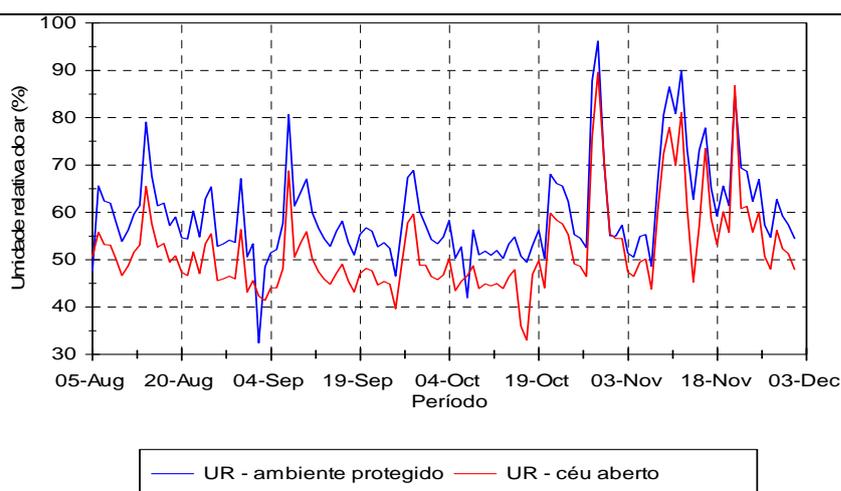


Figura 20 - Umidade relativa do ar média para os diferentes ambientes durante o período experimental. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

## 4.2 TROCAS GASOSAS

Os valores de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) externa (Figura 21) ficaram entre 1000 a 2100  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de fótons. A redução de luminosidade medida através do sensor apresentou os seguintes valores 53,70; 64,03; 65,03; e 69,00% para os ambientes (TTR); (TSB); (TSP) e (TCD) respectivamente, quando comparados ao cultivo a céu aberto (Figura 21). Os níveis de  $\text{CO}_2$  registrados no ambiente pelo IRGA durante as medições foram de  $352 \pm 2,4 \text{ mg L}^{-1}$ .

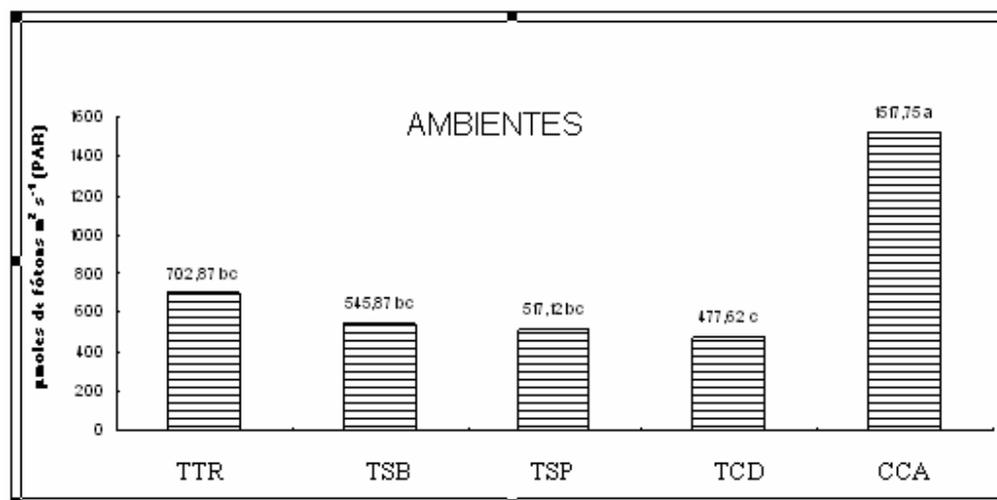


FIGURA 21- Valores médios de (PAR), Radiação Fotossinteticamente Ativa ( $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) nos diferentes ambientes de cultivo. Colunas com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006. TTR- tela termo refletora; TSB- tela de sombreamento branca; TSP- tela de sombreamento preta; TCD- tela cromatinete difusor e CCA- cultivo a céu aberto.

Nas Figuras 22, 23, 25, 26 e 27 são apresentados os resultados das medidas de trocas gasosas: taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  (A) (Fig. 22 e 23); condutância estomática nas folhas ( $g_s$ ) (Fig. 25) taxa de transpiração nas folhas (E) (Fig. 26) e temperatura da folha ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Fig. 27) de dois híbridos de tomates C-5240 e D-4768, das 8:00 às 12:00 horas.

Logo pela manhã no período das 8:00 as 9:00 as taxas de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  no cultivo a céu aberto, se mantiveram com índices de assimilação baixos entre 6 a 8  $\mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Fig. 22). Tal fato pode ser facilmente explicado ao analisar a resposta da assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) dos dois híbridos C-5240 e D-4768 em função da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) (Fig. 23). Observa-se que os dois genótipos apresentam valores de saturação por luminosidade entre 700 e 1100  $\mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , demonstrando redução da folha do tomateiro, no ambiente a céu aberto, à atividade fotossintética (Fig. 22). Estes resultados associados aos valores médios da PAR (1000 a 2100  $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de fótons) da Figura 24, obtidos no horário das 8:00 às 12:00 horas demonstram claramente o excesso de radiação (PAR) nas plantas, o que ao longo do tempo se reflete em baixa produtividade. A partir destes valores não há diferença na taxa de assimilação em relação a radiação PAR, concordando com Radin (2002), que verificou em estruturas de

proteção cobertas com plástico, onde a radiação PAR foi reduzida em aproximadamente 30%, a eficiência de sua utilização pelo tomateiro foi aumentada em 33 e 43% nas estações primavera-verão e verão-outono, respectivamente.

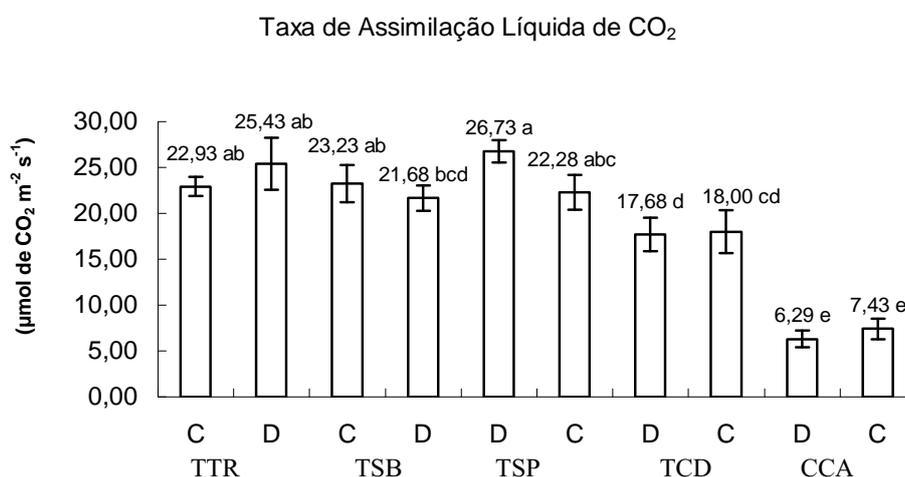


Figura 22- Valores médios de taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (µmoles de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) de dois híbridos de tomate (\*), das 8:00 as 12:00 horas, em função de diferentes ambientes de cultivo. Colunas com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

(\*) (C – C-5240; D – D-4768).

Os valores observados de radiação fotossinteticamente ativa às 8:30 horas da manhã superavam os 1300 µmoles de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Com o passar do tempo, aproximadamente às 9:30 horas estes valores ultrapassaram os 2000 µmoles de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Fig. 24). Ou seja, logo pela manhã as plantas que estavam a pleno sol já apresentavam restrições (estresse) reduzindo rapidamente a abertura estomática (Figura 25). Este fato observado chama atenção, pois Taiz & Zeiger (2004), apresentam o período das 9:00 as 10:00 horas como o melhor momento para a realização da fotossíntese de uma planta, isto devido às taxas de luminosidade e bons teores de umidade relativa do ar. Entretanto, nesta região, com base nos dados apresentados, o melhor momento para realização da fotossíntese em plantas de tomateiro deverá ocorrer entre 7:00 e 8:00 horas.

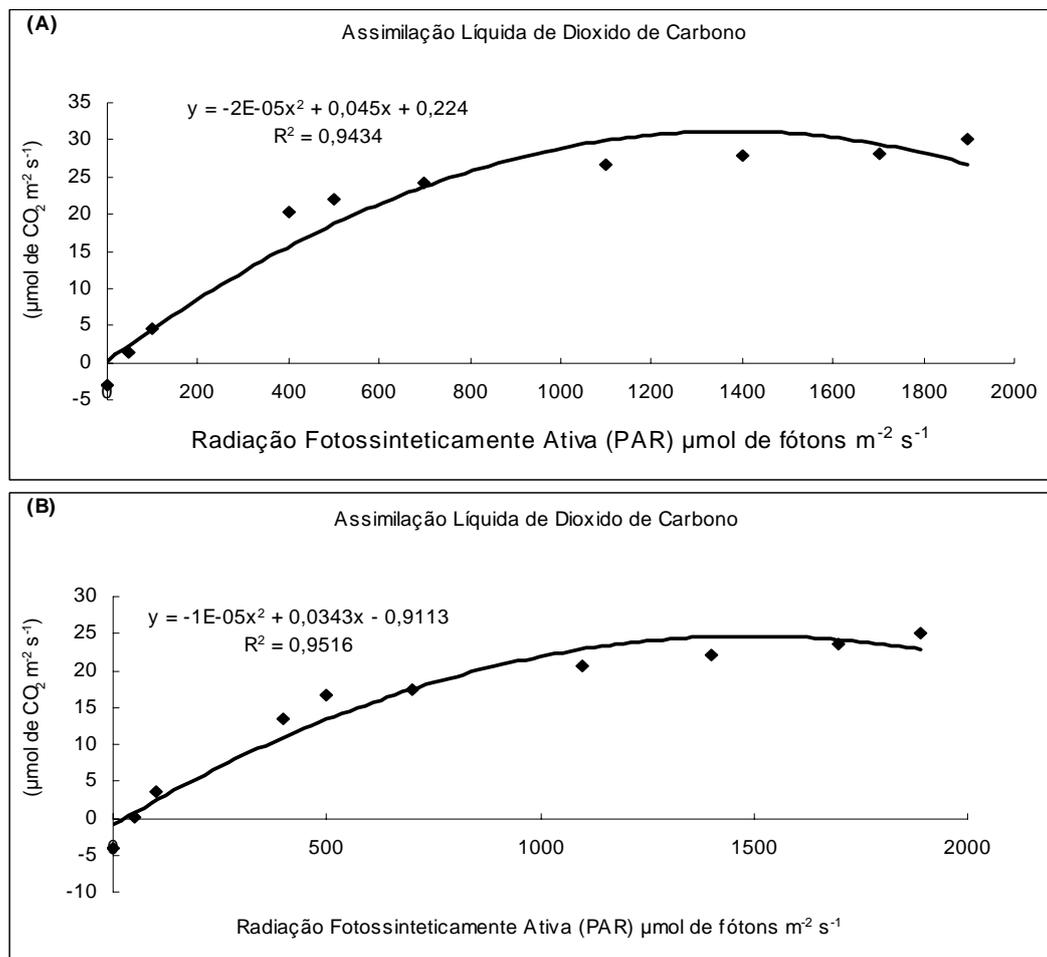


FIGURA 23- Resposta da assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $\mu\text{moles m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), em função das diferentes quantidades de PAR ( $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) para os híbridos D-4768 (A) e C-5240 (B). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Outro fato importante, em relação a luminosidade, foi que a mesma atingiu  $2100 \mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 10:00 horas, mas no decorrer do dia estes valores não foram superados (Figura 24). Esta última constatação observada não era esperada, pois se acreditava que esta região brasileira possuiria índices de radiação maiores. O que se pode concluir é que a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) para plantas de tomateiro, por se tratarem de plantas C3, atingem a saturação fotossintética em torno de 1/3 da radiação solar incidente, conforme pode ser observado na Figura 23. Jaimez et al. (2005) sugerem o uso de

um sombreamento parcial, que evite a alta radiação sobre a qual a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> se satura.

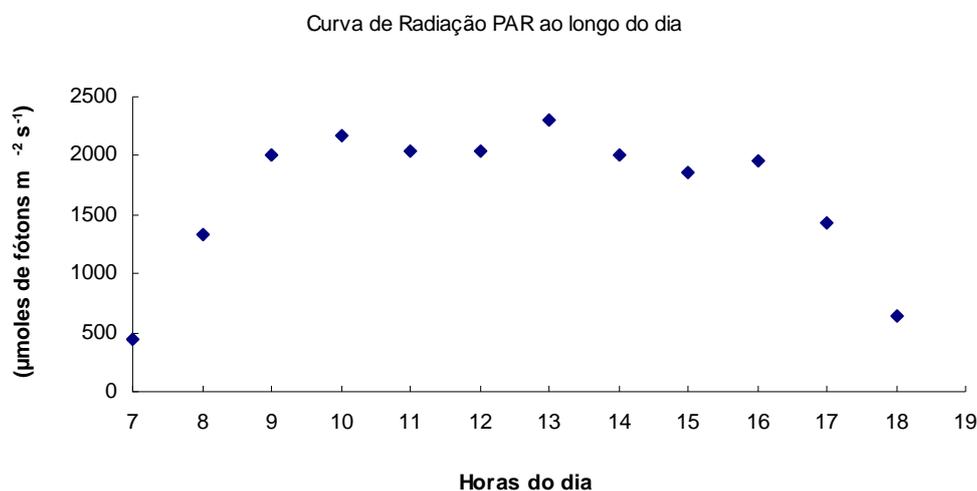


FIGURA 24- Média da radiação fotossinteticamente ativa (PAR -  $\mu\text{moles de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), ao longo do dia. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Este pode ser fator limitante para o desenvolvimento de qualquer cultura e valoriza o estudo de novas tecnologias para o cultivo de plantas no nordeste, como no caso deste trabalho. No estudo realizado, independente do tipo de cobertura utilizado notou-se um efeito positivo na redução da radiação PAR (Fig. 21), o que foi caracterizado pelos altos valores de assimilação de dióxido de carbono, exceto para a tela cromatínete difusor, com os híbridos D-4768 e C-5240, como pode ser observado na Figura 22.

Apesar dos resultados estatísticos não mostrarem diferenças significativas quanto à taxa de assimilação de dióxido de carbono entre os híbridos, fica claro a tendência superior do híbrido D-4768 sobre o C-5240 em todos os níveis de radiação PAR registrados (Figura 23), nos diferentes ambientes de cultivo.

Valores de condutância estomática ( $gs$ ) oscilaram entre 0,20 a 0,45  $\text{mmoles m}^{-2} \text{s}^{-1}$  no período de avaliação. Quedas bruscas foram observadas tanto para o híbrido D-4768 quanto para o C-5240 (Figura 25) para ambiente a céu aberto, o que ocorreu de forma moderada para os demais ambientes.

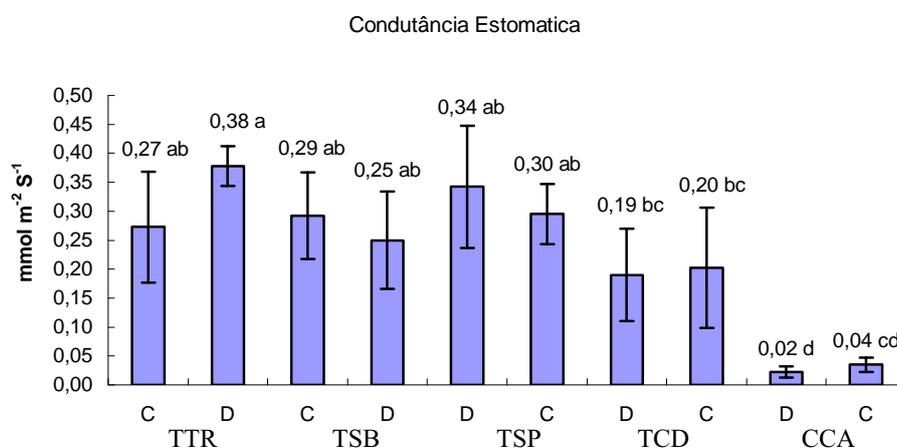


FIGURA 25 - Valores médios da condutância estomática ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de dois híbridos de tomate (\*) submetidos a diferentes ambientes de cultivo. Colunas com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006. (\*) (C – C-5240; D – D-4768).

Na Figura 25 observa-se que as plantas cultivadas a céu aberto e no ambiente TCD, apresentaram rápido fechamento estomático. A resposta da taxa de transpiração nas plantas de tomate (Figura 26), apresenta a mesma tendência quando comparadas à taxa de assimilação líquida de dióxido de carbono (Fig. 22) e ao fechamento estomático (condutância estomática) (Fig. 25), e fica nítida a redução da transpiração das plantas cultivadas a pleno sol.

Os estômatos são a via de entrada do  $\text{CO}_2$  e ao mesmo tempo de saída de água na folha. Os efeitos da redução na disponibilidade da água, e a redução na condutância estomática são devido ao fechamento dos estômatos e queda da transpiração, em decorrência da redução da perda de água para o ambiente.

Quando o fluxo de transpiração é mais forte que o fluxo hídrico da planta, ocorre o fechamento dos estômatos, a fim de reduzir as perdas de água para a atmosfera. Entretanto, o fechamento dos estômatos reduz também a entrada de  $\text{CO}_2$ , diminuindo a fotossíntese (ANDRIOLO, 1999; PAIVA et al. 2005). A redução da taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  durante o estresse hídrico deve-se à redução na disponibilidade de  $\text{CO}_2$  no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo (ROSA et al. 1991).

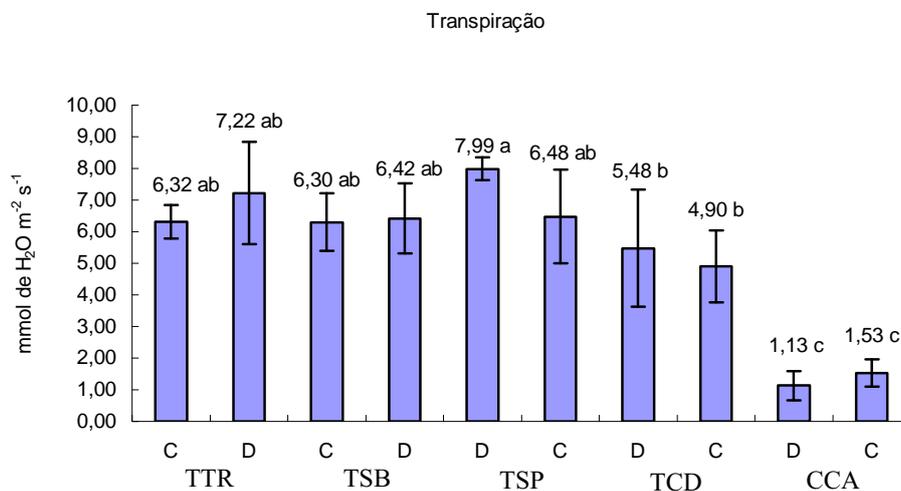


FIGURA 26- Valores médios de transpiração ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) de plantas de tomateiro (\*) cultivadas em diferentes ambientes de cultivo. Colunas com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

(\*) (C – C-5240; D – D-4768).

As diferenças significativas da transpiração entre as plantas de tomateiro cultivadas em diferentes ambientes, foram mais visíveis quando cultivadas a céu aberto. Os menores valores da condutância estomática (Fig. 25), observados no ambiente TCD são resultados conseqüentes da redução da luminosidade exercida pela tela cromatínete difusor (Fig. 15 e 21). Esta baixa luminosidade não foi suficientemente capaz de promover a abertura estomática (Figura 25); desta forma, quanto menor abertura estomática menor a saída de água. Por outro lado, no ambiente (CCA), o excesso de radiação aumentou a evaporação da água no solo provocando déficit hídrico na planta, tendo como conseqüência o fechamento estomático e queda na transpiração.

Com relação aos valores da temperatura da folha °C (Fig. 27), observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes, bem como entre os híbridos.

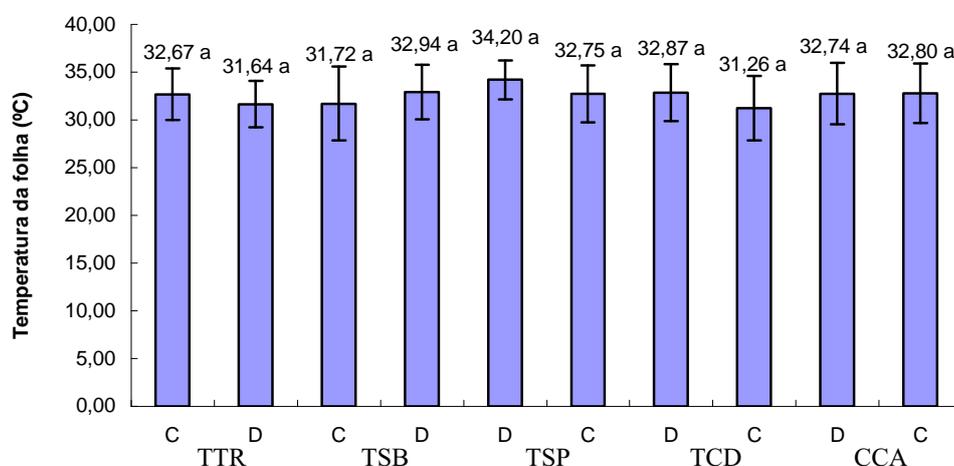


FIGURA 27- Valores médios da temperatura das folhas (°C) de plantas de tomateiro (\*) cultivados em diferentes ambientes de cultivo(\*). Colunas com letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

(\*) (C – C-5240; D – D-4768).

A constatação de diferença não significativa é um aspecto importante, pois revela que estas plantas apesar das condições adversas do ambiente (CCA), os híbridos D-4768 e C-5240 encontraram alguma forma de ajuste fisiológico. Para Oliveira et al. (2002) existem mecanismos de adaptação nas plantas, no sentido de diminuir as perdas de água, quando estas são submetidas a condições de estresse hídrico moderado. O controle estomático é importante propriedade fisiológica por meio da qual as plantas limitam a perda de água, ocasionando reduções na condutância estomática e, geralmente, reduzindo as trocas gasosas, como resposta das plantas a diversos fatores, incluindo o estresse hídrico (PAIVA et al., 2005).

Este fato, levanta a questão de que poderia haver mais fatores envolvidos na restrição da abertura estomática como, por exemplo, maior evaporação do solo provocada pela maior incidência da radiação solar e ainda pela maior ação dos ventos, possibilitando processos mais efetivos de advecção e convecção naquele ambiente, promovendo um estresse hídrico nas plantas e mantendo a temperatura das folhas em níveis equivalentes aos ambientes protegidos.

Para Pillar (1995), a murcha das folhas causada pelo estresse hídrico pode produzir uma modificação no ângulo de incidência da radiação solar, reduzindo a

absorção de radiação, evitando desse modo elevação na temperatura da folha. Afirmar ainda que folhas grandes tem menor perda por convecção do que folhas pequenas, e tendem a aquecer mais, quando expostas ao sol, o que poderá ser confirmado pelo menor IAF verificado no cultivo a céu aberto.

### **4.3 Características de crescimento da cultura do tomateiro**

O ciclo da cultura do tomateiro teve duração de 121 dias após o transplante (DAT), definido pela realização da última colheita em 03/12/2006. Os valores médios de todas as características avaliadas no experimento, conforme observado nas Figuras 28 a 36, mostram a superioridade do desempenho da cultura em ambiente protegido, em relação ao sistema de cultivo a céu aberto.

#### **4.3.1 Altura de plantas**

As plantas de tomateiro tiveram um ritmo de crescimento acelerado dos 20 aos 60 DAT (Fig. 28), havendo uma redução na velocidade do crescimento dos 60 aos 90 DAT, período do estágio reprodutivo da planta. Observou-se que o crescimento das plantas dos dois híbridos foi significativamente influenciado pela intensidade da radiação solar. O híbrido C-5240 apresentou crescimento inverso à incidência da radiação global, o que pode ser confirmado pela transmitância da radiação global registrada nos diferentes ambientes de cultivo (Figura 15). Já o híbrido D-4768 manteve, também, menor nível de crescimento em cultivo a céu aberto, entretanto nos ambientes protegidos apresentou desempenho diferenciado em relação à transmitância da radiação dos ambientes, ou seja, na cobertura TPB que apresentou a maior transmitância em todas as faixas de radiação (Fig. 15), as plantas apresentaram altura superior às plantas da cobertura TTR, e praticamente nos mesmos níveis das coberturas TCD e TPP, ambas de menor transmitância de radiação.

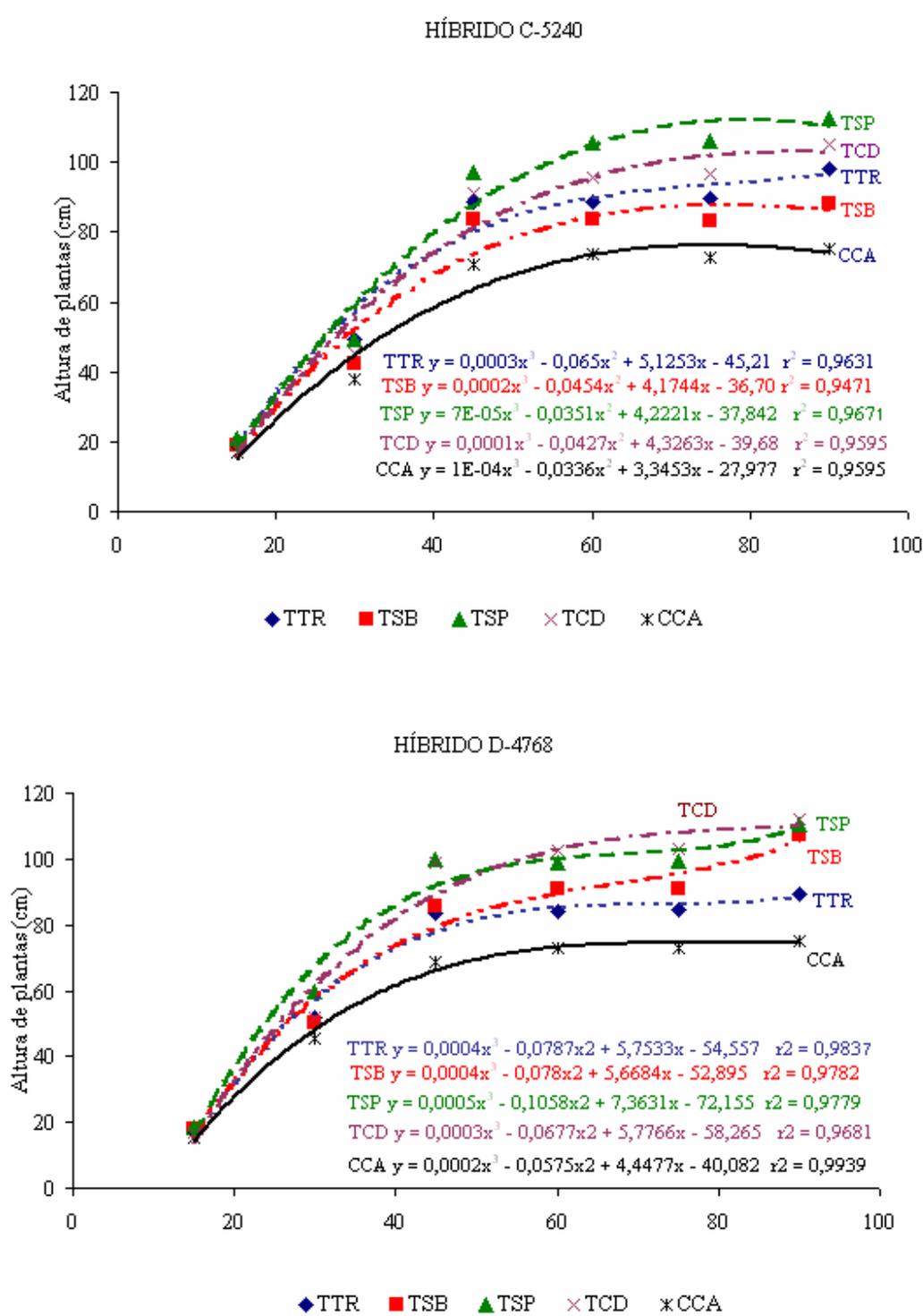


Figura 28- Altura de plantas de tomateiro dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diferentes ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Na fase inicial do desenvolvimento das plantas, até 30 DAT, quando ainda não se observa o sombreamento entre as folhas, a altura das plantas está diretamente relacionada às observações de Mastalerz (1977), Paez et al. (2000) e Reisser Júnior et al. (2003); que afirmam que plantas cultivadas em menor disponibilidade de radiação PAR apresentam maior altura do que as cultivadas a céu aberto. A partir daí, as diferenças entre o cultivo a céu aberto e os ambientes protegidos foram se acentuando até aos 60 DAT, época da realização da primeira colheita, estabilizando-se em seguida até a última avaliação (90 DAT), porém com vantagem significativa para os ambientes protegidos em relação ao cultivo a céu aberto, o que está correlacionado à baixa condutância estomática (Fig. 25) e ao baixo nível de transpiração das plantas (Fig. 26), verificados a céu aberto. Segundo Pereira (2002), o uso de técnicas para atenuar a densidade de fluxo da radiação solar incidente, com o objetivo de aumentar o crescimento e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas no período do ano em que a temperatura do ar alcança valores elevados, tem se mostrado vantajoso.

#### **4.3.2 Componentes da análise de crescimento**

A análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e avalia a sua produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo (FAYAD et al. 2001). Em relação aos componentes da análise de crescimento avaliados no ensaio, observou-se o seguinte desempenho:

##### **4.3.2.1 Massa seca total das folhas**

A massa seca total das folhas (Figura 29) mostrou resposta do tipo quadrática em todos os ambientes de cultivo, havendo uma média diária de acumulação de massa seca de 3,13 g/dia para o híbrido C-5240 e de 3,08 g/dia para o híbrido D-4768, para os ambientes protegidos. Em cultivo a céu aberto, o híbrido C-5240 teve um acúmulo de 1,98 g/dia e o D-4768 de 1,76 g/dia. Observou-se que independente do ambiente de cultivo, o maior acúmulo de fotoassimilados ocorreu dos 30 aos 60 DAT Estes dados mostram a maior eficiência fotossintética, representada pela maior produção e acúmulo de fotoassimilados do cultivo em ambiente protegido em relação a céu aberto. O aumento no ganho de biomassa pelo incremento da taxa de fotossíntese pode ser revertido diretamente em ganho econômico por

algumas culturas agrícolas e florestais. No aspecto ecológico, ganho em biomassa pode se traduzir em maior captura de CO<sub>2</sub> da atmosfera (Romano, 2001).

Como as plantas em todos os ambientes tiveram tratos culturais iguais ao longo do ciclo da cultura, fica muito claro diante desses resultados, que nos ambientes protegidos, as condições climáticas favoreceram a produção de matéria seca nas plantas.

#### **4.3.2.2 Massa seca total da planta**

A massa seca total média por planta (Figura 30), em ambiente protegido foi de 496,12 g para o híbrido C-5240 e de 515,05 g para o híbrido D-4768. Desses totais, 105,22 g foram alocadas para os frutos do primeiro híbrido e 139,33 g para o segundo, correspondendo, respectivamente, a 27,05 e 21,20 % do total alocado para a planta. Em cultivo a céu aberto a massa seca total foi de 297,03 g para o híbrido C-5240 e de 329,57 g para o híbrido D-4768, sendo que desses totais, 8,60% foram alocados para os frutos do primeiro e 20,27% para os frutos do segundo híbrido. Verificou-se um acúmulo crescente de fotoassimilados nas plantas dos 30 aos 60 DAT, sendo os valores mais acentuados registrados nos ambientes protegidos, quando comparados ao cultivo a céu aberto. Estes resultados mostram a maior eficiência do ambiente protegido na conversão da radiação solar em matéria seca pela planta e também na alocação desta para os frutos, refletindo em aumento na produtividade da planta, quando comparado ao cultivo a céu aberto. Paez et al. (2000) afirmam que plantas de tomateiro cultivadas em ambiente protegido apresentam biomassa total maior do que quando cultivadas a céu aberto.

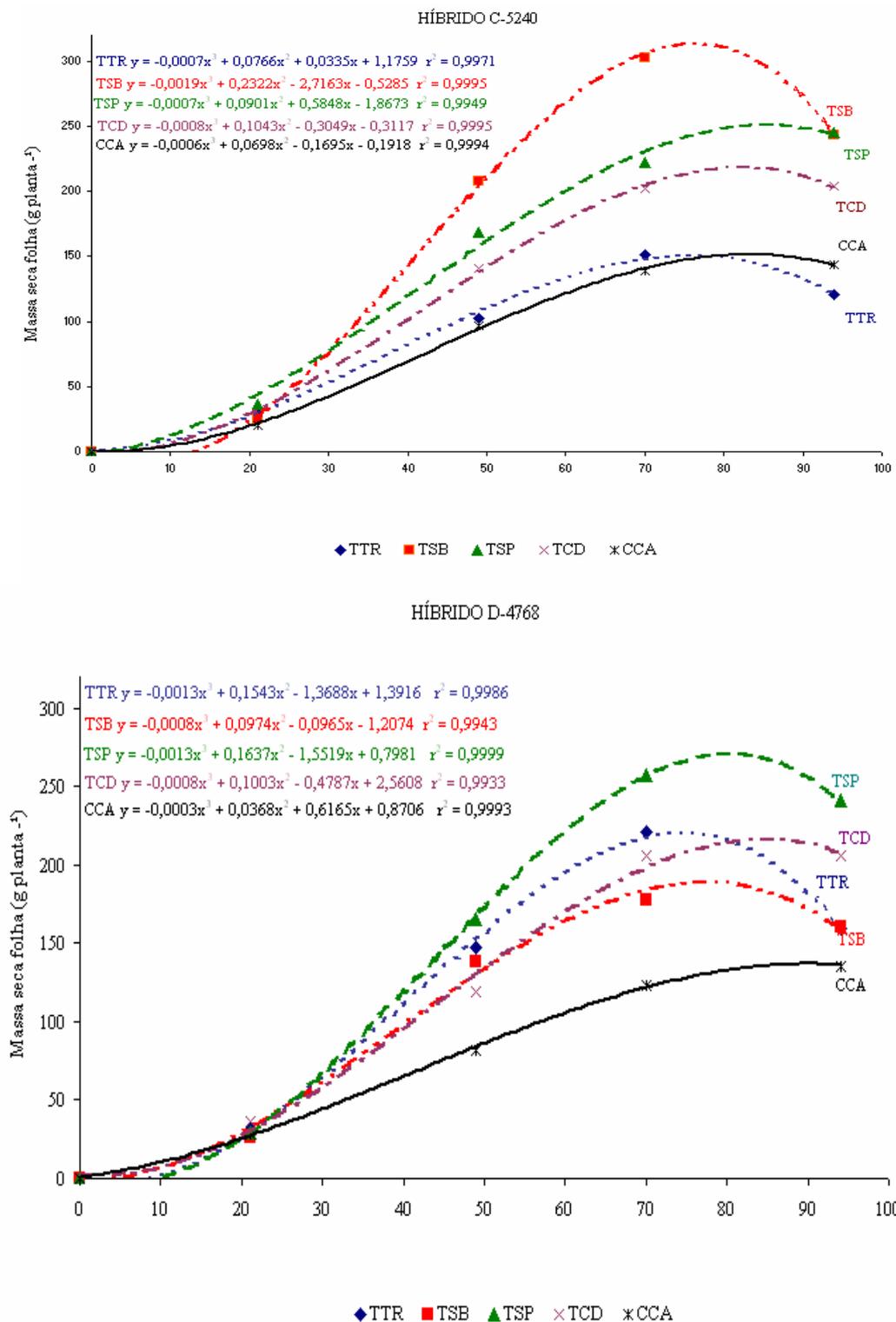


Figura 29- Massa seca folha de plantas de tomateiro dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diferentes ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro BA, 2006.

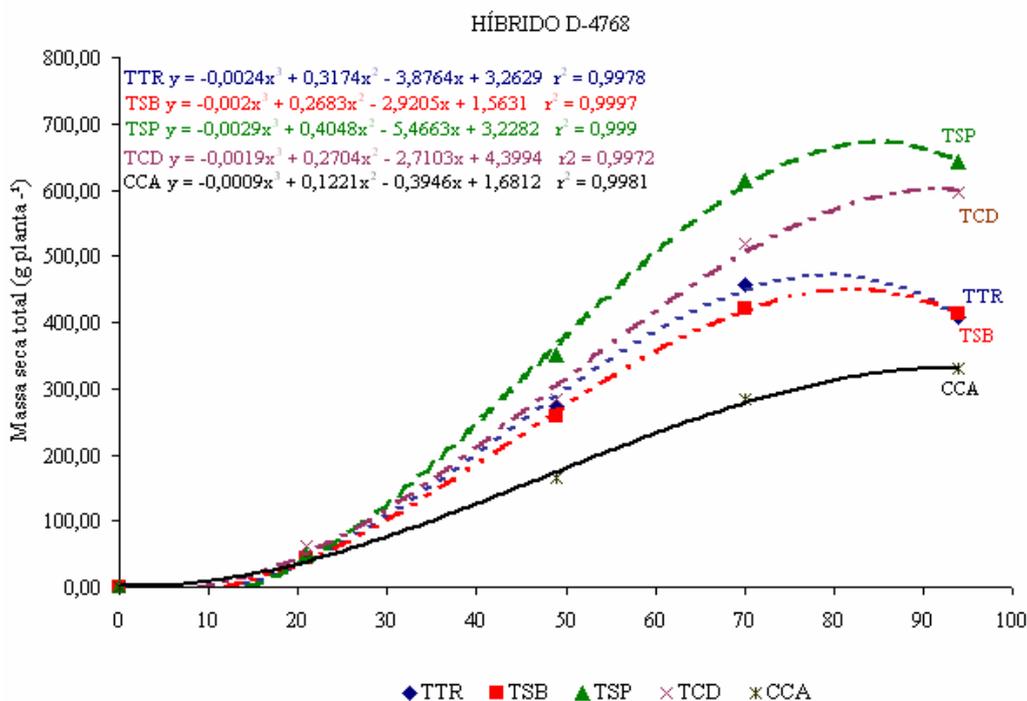
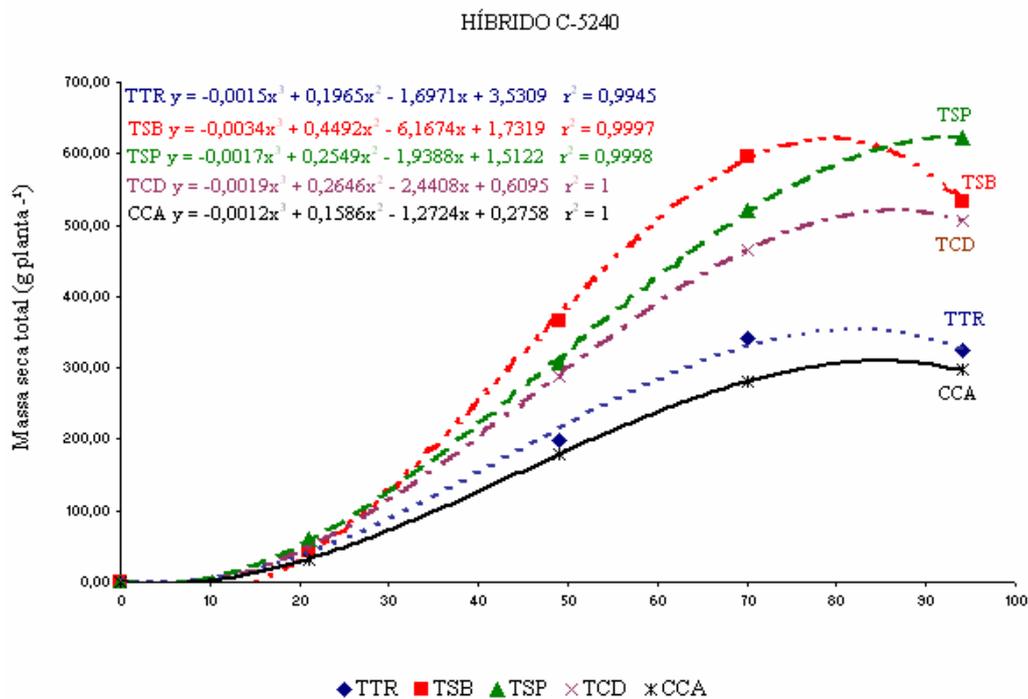


Figura 30- Massa seca total por planta de tomateiro dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diferentes ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

### 4.3.3 Índice de área foliar (IAF)

O IAF avalia a capacidade ou a velocidade com que a parte aérea da planta (folhas) ocupa a área de solo disponível para aquele vegetal (LUCCHESI, 1984). A área foliar de uma planta constitui em importante fator para a fotossíntese e, como tal, é importantíssima na produção de carboidratos, lipídios e proteínas. O IAF representa a área foliar total por unidade de área do terreno (FONSECA, 2001).

A Figura 31 mostra IAF mínimo na primeira amostragem (21 dias), em todos os ambientes para os dois híbridos, verificando-se um incremento da área foliar na segunda amostragem aos 49 dias, também, em todos os ambientes, sendo que o híbrido C-5240 atingiu seu IAF máximo (3,01), no ambiente TTR, já nesta fase do ciclo da planta. Nos demais ambientes, o IAF máximo foi alcançado aos 70 DAT, registrando-se, nesta fase do ciclo das plantas, menor índice para os dois híbridos nos ambientes TTR e CCA, devido redução da área foliar das plantas em decorrência da maior incidência de radiação solar no ambiente CCA, como pode ser observado na Figura 20, corroborando com Paez et al. (2000), que afirma que a área foliar de plantas sombreadas é maior do que plantas expostas totalmente a radiação solar, sendo o efeito significativamente maior a partir dos 30 dias após a germinação. Já no ambiente TTR, as características da tela termo refletora propiciaram condições para este desempenho da cultura. De modo geral, observa-se crescimento mais acelerado do IAF para os dois híbridos dos 30 aos 60 DAT, corroborando com os dados de altura de plantas (Fig. 28) e massa seca da folha (Fig. 29), registrados no mesmo período, com vantagem dos ambientes protegidos em relação a céu aberto.

### 4.3.4. Área foliar específica (AFE)

A AFE é um componente morfológico e anatômico da RAF que relaciona a superfície com o peso da matéria seca da própria folha (BENINCASA, 1988). A área foliar específica (AFE) está relacionada à espessura da folha ou à densidade foliar e tem estreita relação com o ambiente luminoso. Para Pimentel (1998), a atividade fotossintética é função do número de cloroplastos, sejam eles dispostos horizontalmente (maior área foliar), sejam dispostos verticalmente (maior espessura e área específica). Uma folha mais espessa e menos larga vai manter alta atividade fotossintética por unidade de área (intensidade da fonte), com menor superfície de transpiração, o que é desejável em clima tropical.

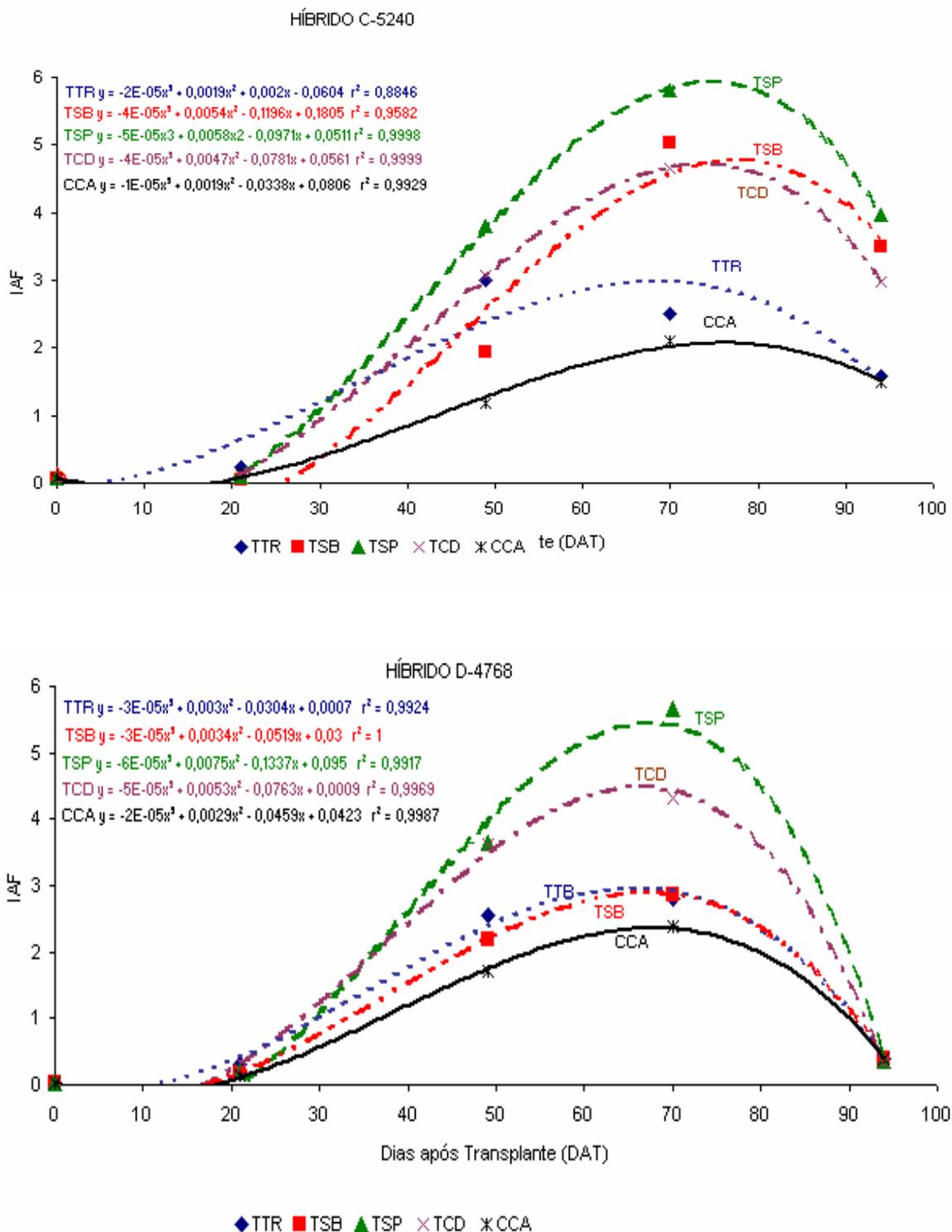


Figura 31 - Índice de área foliar (IAF), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

O sombreamento causa um incremento da AFE, sendo parcialmente responsável pelo decréscimo da TAL (Hughes & Evans, 1962), citado por Romano (2001).

Os valores da AFE apresentados na Figura 32 mostram que o híbrido D-4768 manteve nos quatro ambientes protegidos um baixo AFE ao longo de todo o ciclo da planta, mostrando a sua adaptação aos referidos ambientes, pela capacidade de produção e acumulação de massa seca pela folha. Já o híbrido C-5240 apresentou um baixo AFE dos 21 aos 49 DAT, tendo um incremento a partir desse período até os 70 DAT, seguido de uma queda até o final do ciclo das plantas, em todos os ambientes (protegidos e a céu aberto). A céu aberto, o híbrido D-4768 teve um incremento do AFE dos 21 aos 49 DAT, voltando a decrescer em seguida até o final do ciclo da planta.

#### **4.3.5 Razão de peso foliar (RPF)**

De acordo com a Figura 33, verifica-se que até aproximadamente 30 DAT a RPF mantém-se crescente e praticamente nos mesmos níveis entre os dois híbridos, confirmando as afirmações de Rodrigues (2002), de que de modo geral, inicialmente os valores de RPF indicam expansão foliar e depois apresenta um decréscimo em razão da redistribuição dos compostos fotossintetizados pela planta.. A partir dos 30 DAT, verifica-se uma redução constante na RPF até a última amostragem, com uma pequena vantagem para o híbrido C-5240, nos ambientes TSB, TSP, TCD, e CCA, sendo registrada no ambiente AL uma pequena vantagem para o híbrido D-4768. Isto significa que, à medida que a planta cresce, menor é a fração de fotoassimilados retido na folha, ou seja, a exportação torna-se maior (BENINCASA, 1988).

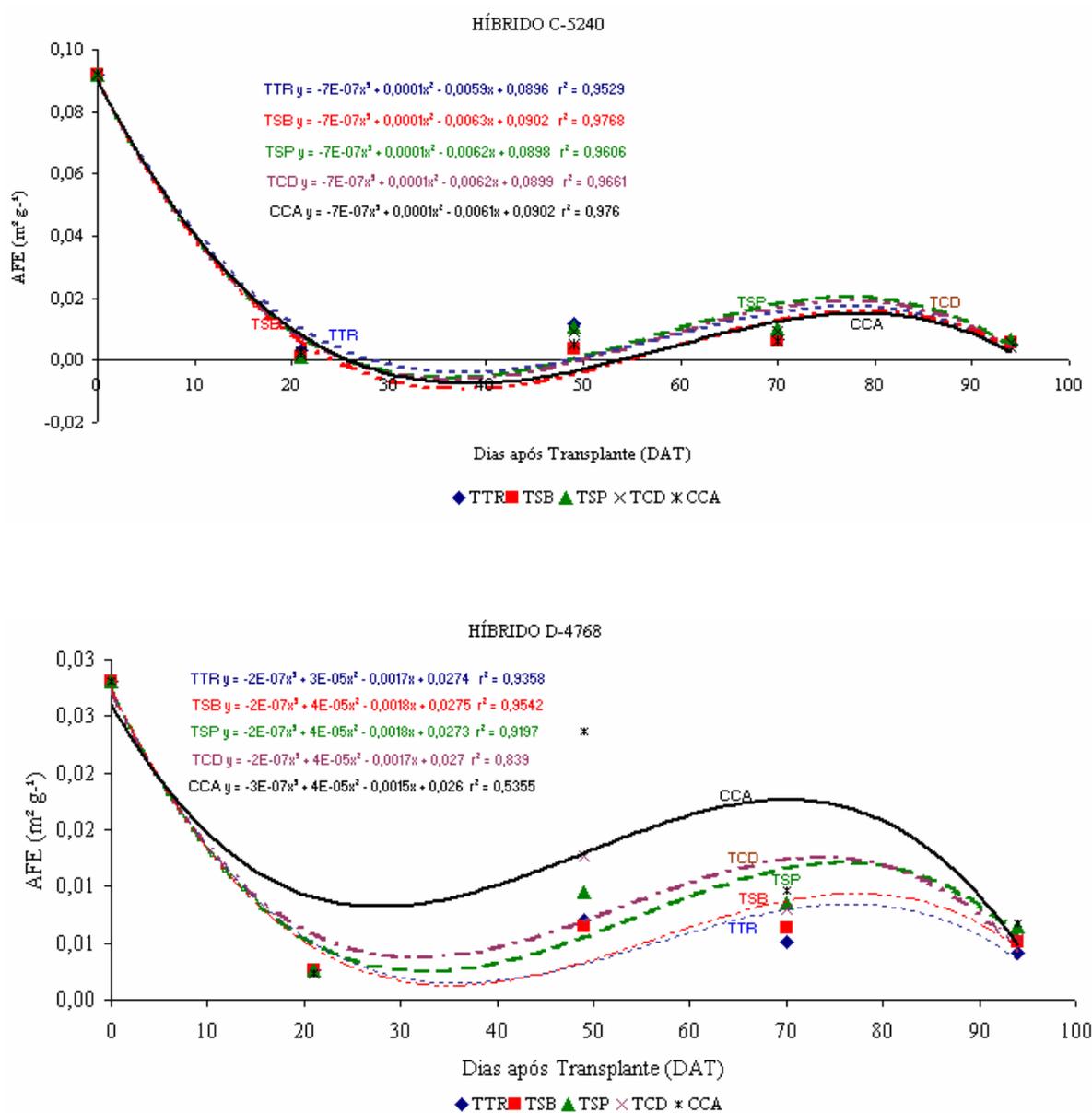


Figura 32 - Área foliar específica ( AFE), dos híbridos C-5240 e D-4768, nos diverso ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

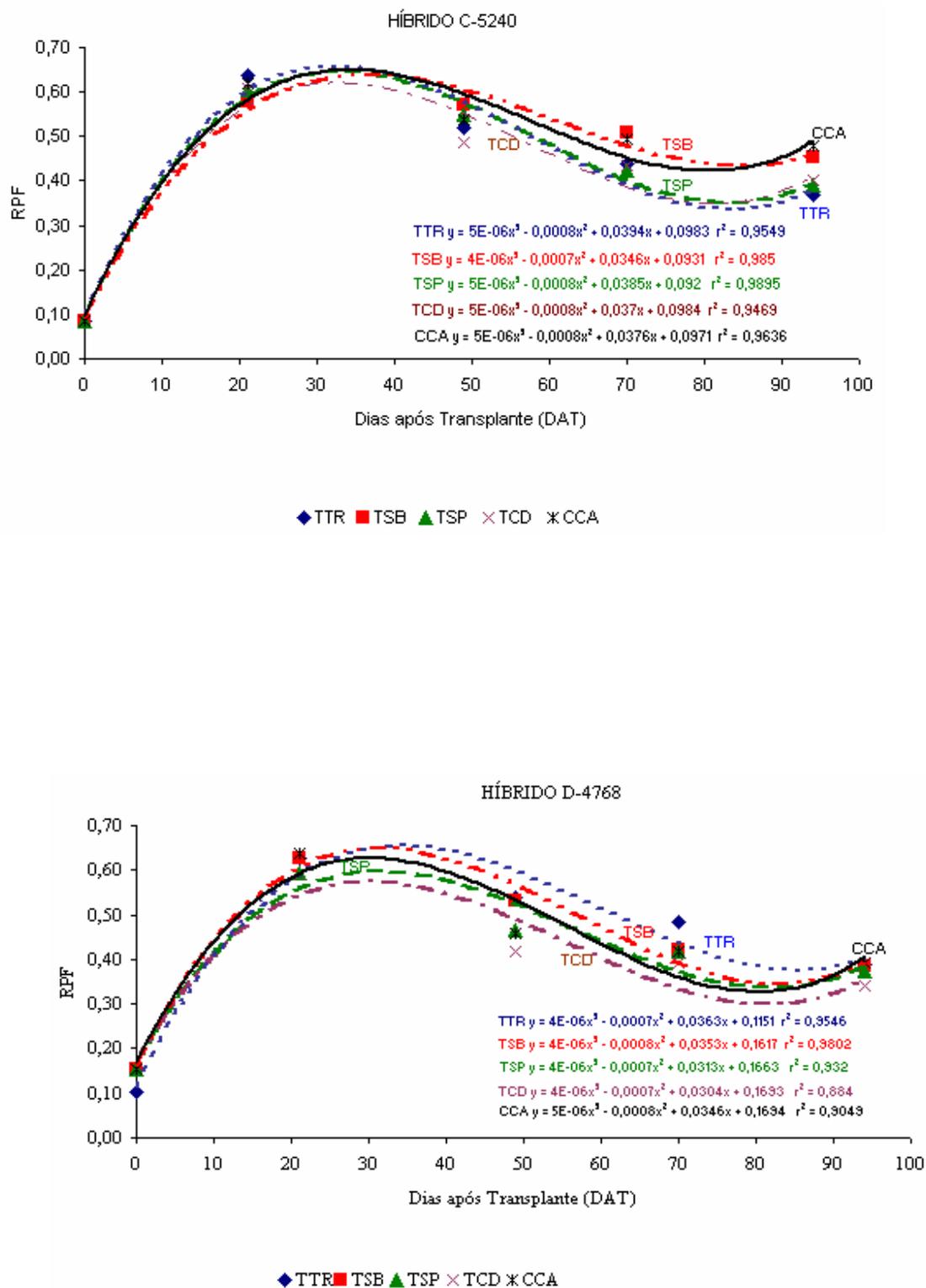


Figura 33 - Razão de peso foliar (RPF), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diferentes ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

#### **4.3.6 Taxa de crescimento relativo (TCR)**

A TCR, evidencia o crescimento de uma planta, que é dependente do material que está sendo acumulado na mesma. Geralmente ela diminui à medida que a planta cresce, em virtude do auto-sombreamento das plantas (LUCCHESI,1984).

Conforme pode ser observado na Figura 34, os valores médios da TCR foram maiores no início do período vegetativo da cultura até 21 DAT, para os dois híbridos, havendo uma pequena vantagem para o híbrido C-5240 em relação ao D-4768, em qualquer ambiente de cultivo protegido e a céu aberto. A partir dos 21 DAT os valores decresceram até atingirem um valor mínimo aos 94 DAT, confirmando as afirmações de Lucchesi, 1984, de que a TCR tende a diminuir com o crescimento da planta, em virtude do auto-sombreamento. De acordo com Cerdas e Moreira (1990) e Geraud et al (1995), a TCR em plantas de tomateiro diminui na fase reprodutiva devido a exportação de fotoassimilados para flores e frutos. Para Benincasa (1988), todo crescimento resulta da produção de fotoassimilados suficiente para atender às necessidades metabólicas do material já existente e ainda para armazenar e/ou construir novo material estrutural. Portanto é de se esperar que no final do ciclo a planta tendo estabilizado seu crescimento (Figura 28), a TCR também seja menor.

#### **4.3.7 Taxa de crescimento absoluto (TCA)**

A TCA indica a variação, ou o incremento entre duas amostragens, podendo ser usada para se ter uma idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (BENINCASA, 1988).

Pela Figura 35 verifica-se que no primeiro intervalo (0 – 21) DAT, as plantas dos dois híbridos nos diferentes ambientes tiveram o mesmo desempenho em relação à TCA, com aumento crescente durante todo o período. No segundo período, dos 21 aos 49 DAT, o aumento também foi crescente, porém mostrando diferença no desempenho dos híbridos nos ambientes protegidos. A céu aberto os híbridos mantiveram o mesmo desempenho em relação à TCA nos dois primeiros períodos. Dos 49 aos 70 DAT, as plantas exibiram crescimento mais acentuado e a partir daí os valores da TCA começaram a decrescer, devido ao aumento da respiração e fotorespiração (Fig. 26) provocadas pela maior intensidade de radiação e tempo de exposição no ambiente a céu aberto, com conseqüente degradação foliar, conforme afirma Romano (2001).

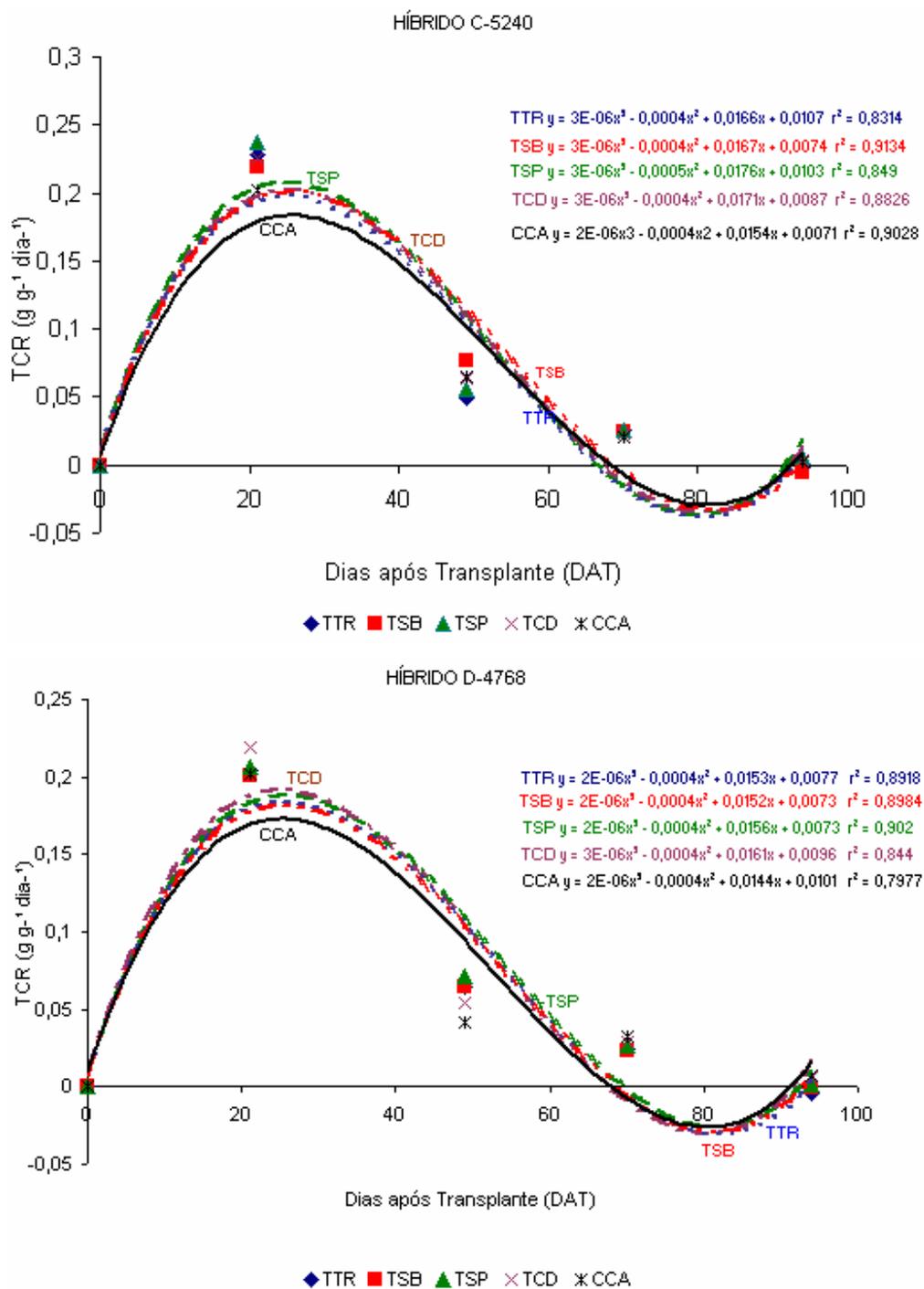


Figura 34 - Taxa de crescimento relativo (TCR), dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

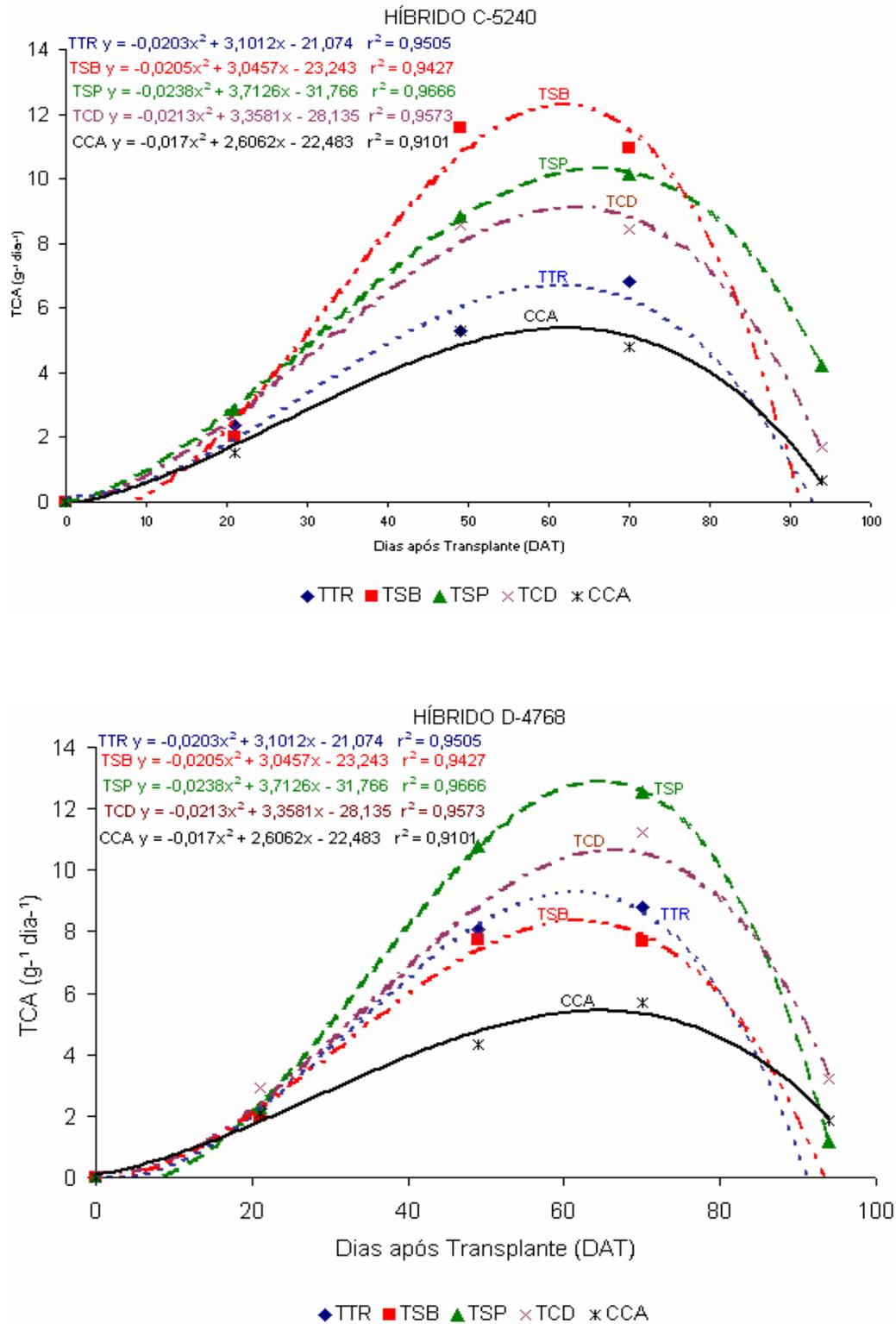


Figura 35 - Taxa de crescimento absoluto (TCA) dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Os dois híbridos mantiveram desempenho diferenciado, de acordo com o ambiente. Isso é um indicativo de que as condições micro-climáticas produzidas nos ambientes protegidos estudados favoreceram mais um híbrido do que o outro.

#### **4.3.8 Taxa de assimilação líquida (TAL)**

A TAL reflete a dimensão do sistema assimilador na produção de matéria seca. A TAL representa o balanço entre o produto produzido pela fotossíntese e aquele perdido por meio da respiração. A TAL independe de fatores internos, suas variações são atribuídas a fatores ambientais.

Os valores médios da TAL, nos diferentes ambientes representados pela Figura 36, refletem a dimensão do sistema fotossintético envolvido na produção de matéria seca. Verifica-se que os dois híbridos mantiveram desempenho crescente dos 21 aos 50 DAT nos diferentes ambientes de cultivo, registrando-se em seguida uma redução dos valores até o final do ciclo das plantas, o que de acordo com Milthorpe e Moorby (1974), citado por Rodrigues (2002), essa característica fisiológica diminui com a idade da planta devido ao auto-sombreamento. Verificou-se que a céu aberto os dois híbridos apresentaram a menor TAL, o que poderá ser atribuído aos altos níveis da radiação PAR registrados naquele ambiente (Fig. 15 e 21), que de acordo com Radin (2002), poderá reduzir a eficiência da planta na produção de fotoassimilados e ainda pelo fato do tomateiro ser uma planta  $C_3$ , apresentando fotorespiração quando exposto a esse nível de radiação solar, como forma de manutenção da integridade do aparelho fotossintético da planta.. Com relação aos ambientes protegidos, os dois híbridos apresentaram desempenho inverso no ambiente tela de sombreamento branca, ou seja, o C-5240 apresentou o maior valor enquanto o D-4768 exibiu o menor valor. Isto poderá ser atribuído às peculiaridades dos genótipos, já que os dois estavam no mesmo ambiente de cultivo.

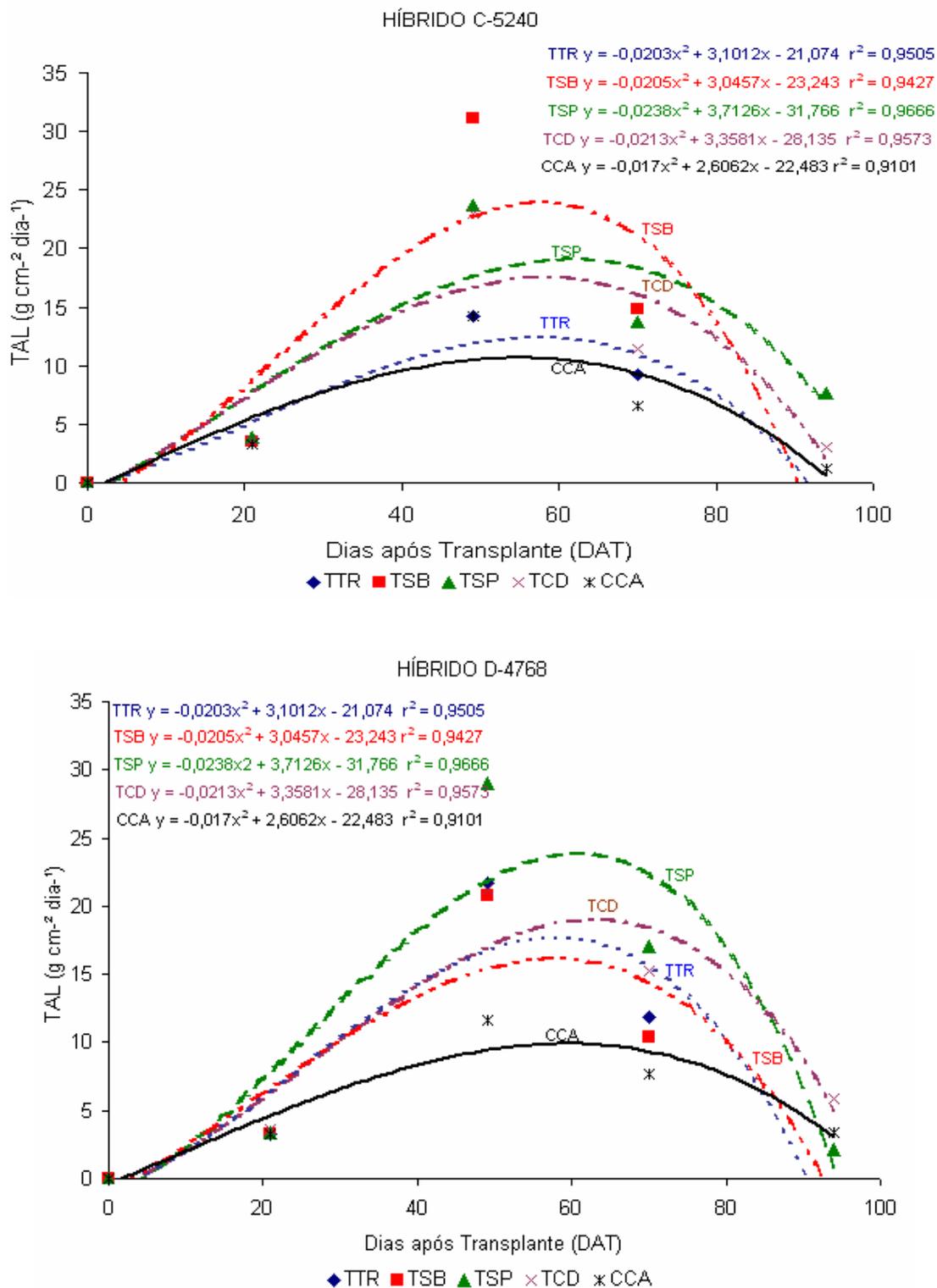


Figura 36 - Taxa de assimilação líquida (TAL) dos híbridos C-5240 e D-4768 nos diversos ambientes de cultivo. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

#### 4.4 Dados de produção de frutos

A análise de variância e o teste t para comparação das médias foram realizados empregando-se o procedimento GLM do Programa SAS/STAT (LITTELL et al. 1996). A Tabela 11, mostra os quadrados médios com as diferenças significativas entre as três características avaliadas.

Tabela 11. Quadrados médios do número de frutos por planta (NFP), peso médio dos frutos (PMF) e produção comercial (PC) de tomateiro em cultivo protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Causas da variação	GL	QM NFP	QM PMF	QM PC
Cultivar	1	4654,81**	98559,57**	19999,06**
Ambiente	4	927,18**	2784,02**	13546,75**
Cultivar x Ambiente	4	263,29**	600,43 ns	2582,82**
Bloco d. Ambiente	15	43,35 ns	294,97 ns	178,40 ns
Resíduo Médio	15	34,81	367,58	121,79
Total	39			
CV (%)		14,03	18,08	10,94

\*\* - significativo a 1% de probabilidade.

ns – não significativo

##### 4.4.1 Número de frutos por planta

O número de frutos por planta (Tabela 12) variou significativamente quando se comparou as quantidades de frutos obtidas nos ambientes protegidos em relação ao cultivo a céu aberto, sendo que o híbrido C-5240, apresentando valores de até 2,4 vezes mais nos ambientes protegidos. O híbrido D-4768 apresentou, também, maior número de frutos em ambiente protegido, sendo as diferenças estatisticamente superiores nos ambientes TPP e TCD, justamente por apresentarem menor transmitância à radiação solar. Nos ambientes TTR e TPB o número de frutos por planta não diferiu significativamente do ambiente a céu aberto, certamente pelo fato dos dois ambientes apresentarem maior transmitância da radiação solar, ou seja, se aproximarem mais das condições de cultivo a céu aberto (Fig. 15). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Fontes et al. (1997), em que o número de frutos por planta foi influenciado pelo genótipo e pelo tipo de ambiente, com vantagem significativa para o ambiente protegido quando comparado ao cultivo a céu aberto. Espinosa (1991) afirma que, o excesso de insolação, geralmente acompanhado por altas temperaturas, pode causar danos às

flores e a polinização, o que pode explicar o reduzido número de frutos registrado nos cultivos a céu aberto. A céu aberto, o número de frutos dos dois híbridos manteve-se estatisticamente nos mesmos níveis.

#### **4.4.2 Peso médio de frutos**

O peso médio de frutos (Tabela 12) foi significativamente maior nos ambientes cromatinete difusor e tela de sombreamento preta, com híbrido D-4768. O híbrido C-5240 também alcançou maior tamanho de frutos nos dois ambientes citados, porém sem apresentar diferença significativa, quando comparado aos demais ambientes de cultivo. Comparando-se o tamanho dos frutos dos dois híbridos nos diversos ambientes, verifica-se que o D-4768 apresentou frutos significativamente maiores que o C-5240 em qualquer ambiente de cultivo, o que era de se esperar, tendo em vista a superioridade, em relação a esta característica, do tipo Caquí em relação ao Santa Cruz. O híbrido C-5240 apresentou estatisticamente o mesmo tamanho de frutos em qualquer ambiente de cultivo, evidenciando que o tipo de radiação incidente não influenciou nas características de desenvolvimento dos frutos daquele genótipo. De modo geral, os dois híbridos apresentaram maior peso médio de frutos nos ambientes TCD e TSP, o que evidencia a maior eficiência dos dois materiais de cobertura na geração de condições micro-climáticas mais adequadas, no que tange a qualidade da energia radiante disponível, e a sua transformação em fotoassimilados e translocação para os frutos pela planta.

#### **4.4.3 Produção comercial de frutos**

Quanto à produção comercial de frutos (Tabela 12), verificou-se de modo geral uma superioridade do híbrido D-4768 em relação ao C-5240 em qualquer ambiente de cultivo, sendo as diferenças mais acentuadas no cromatinete difusor (201,82 e 103,73 t ha<sup>-1</sup>) e a céu aberto (71,03 e 19,63 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Os maiores rendimentos foram alcançados nos ambientes cromatinete difusor ( 201,82 e 103,73 t ha<sup>-1</sup> ) e tela de sombreamento preta (152,36 e 102,41 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente para os híbridos D-4768 e C-5240. Nestes ambientes foram registradas as menores taxas de transmitância da radiação global (Figura 15) e de acordo com Andriolo (2000), quando a radiação solar é excessivamente elevada, pode haver aumento na taxa transpiratória da planta resultando em

fechamento estomático e diminuição da fotossíntese, com conseqüente redução na produção de frutos. Segundo Paez et al. (2000), por ser uma planta C<sub>3</sub>, o tomateiro apresenta alta taxa de respiração e fotorespiração sob altas temperaturas, o que provavelmente, poderá explicar os resultados obtidos. Lapuerta (2001) afirma que o cultivo em ambiente protegido oferece possibilidades mais amplas para otimização dos fatores de produção, através de um melhor ajuste dos mesmos às necessidades das plantas, potencializando aspectos fisiológicos, necessários para uma melhor performance da cultura.

Tabela 12. Valores médios do número de frutos por planta, peso dos frutos e produção comercial, em cultivo protegido e a céu aberto. UNEB/DTCS. Juazeiro, BA, 2006.

Ambientes	N° de Frutos por planta		Peso dos frutos (g)		Produção comercial (t ha <sup>-1</sup> )	
	Híbridos		Híbridos		Híbridos	
	<b>C-5240</b>	<b>D-4768</b>	<b>C-5240</b>	<b>D-4768</b>	<b>C-5240</b>	<b>D-4768</b>
TTR	57,81 aA	25,06 bB	90,54 abA	95,02 cA	62,82 aB	152,24 abA
TSB	54,25 aA	28,44 bB	75,98 bA	95,66 cA	56,57 aB	136,11 Ba
TSP	63,31 aA	36,94 aB	102,41 aB	152,36 bA	65,30 aB	165,33 abA
TCD	62,44 aA	42,12 aB	103,73 aB	201,82 aA	67,01 aB	192,91 aA
CCA	26,25 bA	23,62 bA	19,63 cB	71,03 cA	30,04 aB	131,54 bA
CV (%)	14,03		18,08		10,94	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada fator não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que nos ambientes cromatínete difusor e tela de sombreamento preta onde a radiação PAR foi de 477 a 517  $\mu\text{moles de f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , faixa considerada mais eficiente para a fotoss\u00edntese das plantas, obteve-se maior produ\u00e7\u00e3o de frutos do h\u00edbrido D-4768, evidenciando a boa adapta\u00e7\u00e3o deste gen\u00f3tipo aos ambientes de cultivo.

Com rela\u00e7\u00e3o \u00e0 an\u00e1lise de crescimento, verificou-se que os dois h\u00edbridos apresentaram desempenho semelhante no que diz respeito \u00e0 TCR em qualquer ambiente de cultivo, durante todo o ciclo das plantas, j\u00e1 com rela\u00e7\u00e3o \u00e0 TCA os gen\u00f3tipos apresentaram desempenho diferenciado de acordo com o ambiente, com superioridade do h\u00edbrido D-4768 em rela\u00e7\u00e3o ao C-5240, nos ambientes, tela de sombreamento preta e cromat\u00ednete difusor, o que mostra a capacidade deste gen\u00f3tipo em exportar fotoassimilados da fonte para os frutos nas condi\u00e7\u00f5es dos dois ambientes.

A incid\u00eancia de podrid\u00e3o apical, reduziu em 23,17% o rendimento m\u00e9dio de frutos comerciais do h\u00edbrido C-5240, nos diferentes ambientes de cultivo, provavelmente pela alta sensibilidade do gen\u00f3tipo tipo Santa Cruz a esse dist\u00fcrbio fisiol\u00f3gico, j\u00e1 que o D-4768 (caqui), n\u00e3o apresentou esse tipo de anomalia.

Outro aspecto interessante observado nos ambientes protegidos, principalmente nos ambientes tela de sombreamento preta e cromat\u00ednete difusor, foi o conforto

para o trabalhador, nas tarefas dos tratamentos culturais, fitossanitários e colheita, proporcionado pela menor incidência da radiação nesses ambientes. Isto poderá ser traduzido em aumento no rendimento do trabalho dos mesmos, com conseqüente redução nos custos de produção da cultura.

A introdução de híbridos de tomate do “tipo salada” em sistemas de cultivo em ambiente protegido, adotando-se telas de sombreamento com características semelhantes às testadas nos ambientes cromatinete difusor e tela de sombreamento preta, poderá constituir-se numa alternativa viável para os tomaticultores da região do sub-médio São Francisco, possibilitando a obtenção de produtos de melhor qualidade.

Os resultados deste trabalho, nos permitem concluir que nas condições em que foi conduzido o experimento, ou seja, no segundo semestre, a utilização de sombreamento para o cultivo do tomateiro, possibilitará a obtenção de altos níveis de produtividade, criando uma alternativa de cultivo para uma época em que as condições climáticas impossibilitam o cultivo a céu aberto.

Portanto cria-se uma demanda por novas pesquisas nas áreas de fisiologia de desenvolvimento e crescimento, manejo da cultura (espaçamento e densidade), nutrição de plantas, irrigação, manejo fitossanitário, introdução de novos genótipos e manejo orgânico em ambiente protegido.

## **6. CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos e analisados com a cultura do tomateiro, híbridos C-5240 e D-4768, em quatro tipos de coberturas e cultivo a céu aberto, nas condições do sub-médio São Francisco, conclui-se que:

Os melhores ambientes foram tela cromatinete difusor e tela de sombreamento preta, considerando que apresentaram a menor transmitância da radiação global e PAR refletindo na distribuição de fotoassimilados nas plantas, com conseqüente aumento na produção.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, A. O.; RODRIGUES, J. D.; BASTOS, E. A. ; ONO, E. O. Desenvolvimento de plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.), submetidas à diferentes potenciais da água no solo: Índices fisiológicos. **Science Agricultural**. Piracicaba, set./dez. 1995. p. 521-527.

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

ANDRIOLO, J. L.; LUDKE, L.; DUARTE, T. da S.; SKREBSKY, E. C. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2000. v. 30, n. 2, p. 235-240.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortalças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2000. v.18, p.26-33. Suplemento.

ASSIS, S.V. de; ESCOBEDO, J. F. Albedo da Cultura do Pepino (*Cucumis sativus*) em Estufas de Polietileno, nas Orientações Norte-Sul e Leste-Oeste. **Energia na Agricultura**, Pelotas, 1996. v.13 : p. 11-17.

BARRAZA, F. V.; FISCHER, G.; CARDONA, C. E. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio. **Agronomia**, Colombia, 2004. p. 81-90.

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

BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, set./dez. 1999. v. 20, n.200/201, p.64-68.

CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2005. v.23, n.2, p.255-259.

CARMO, C.A. S. do; FORNAZIER, M.J. **Estudo Temático**, v. 06 Olericultura/Hortaliças. Disponível em <<http://www.incaaper.es.gov.br/pedeag/images/estudoolericultura.doc>> Acesso em: 5 fev. 2004.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B. DOS; SOUZA, R. B. DE; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação **Horticultura Brasileira**, jan./mar. 2004. v. 22, n. 1.

CARVALHO, L. A. de; NETO, J. T.; ARRUDA, M. C. de; JACOMINO, A. P.; MELO, P. C. T. de. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em

função do espaçamento e número de ramos por planta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, jul.set. 2005. v. 11, n. 3, p. 295 – 298

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

CAYÓN, G. 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. **Revista COMALFI** 19(2), 23-31.

CERDAS, J. C.; MOREIRA, M. A. Análisis del crecimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Catalina, en Alajuela. **Boletín Técnico** - Estación Experimental Fabio Baudrit M, Costa Rica, Jul./Set. 1990. v. 23(3) p. 12-22.

COLARICCIO, A. Serviço de Informação. Estatística. Agrícola de São Paulo do **Instituto de Economia Agrícola**, 13 (1 ): 136, 2002.

Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Salvador-Ba. **Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia**. 2. ed. rev. Salvador, CEPLAC / EMATERBA / EMBRAPA / EPABA / NITROFÉRTIL, 1989. 176 p. ilust. apêndices.

CUNHA, A. R. da. **Parâmetros agrometeorológicos da cultura de pimentão** (*Capsicum annuum* L.) em ambiente protegido e campo. Botucatu, 2001 x, 128 p.: il.

DAVIES, J. N. ; HOBSON, G. E. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 15, p. 205 – 280, 1981.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, Irrigation and Drainage Paper, 1975. 24.179p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina, PE). **Recomendações técnicas para o cultivo do tomate industrial em condições irrigadas.** Petrolina: Embrapa-CPATSA/FUNDESTONE, 1994. 52p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.

ESPINOZA, W. **Manual de Produção de tomate industrial no Vale do São Francisco.** Brasília: IICA / CODEVASF, 1991. 301p.

EVANGELISTA, A.W.P. PEREIRA, G. M. Efeito da cobertura plástica de casa-de-vegetação sobre os elementos meteorológicos em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, jul./ago., 2001. v.25, n.4.p. 952-957.

FAYAD, J.A.. ; FONTES, P. C. R. ; CARDOSO, A. A. ; FINGER, F. L. ; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, nov. 2001.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, ; H.MARTINS, S.R. Evapotranspiração no Interior de Estufas Plásticas, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.2, p.17-22, 1994.

FERNANDEZ, J.A.; BANON, S.; GONZALEZ, A.; LOPEZ, J.; FONTECHA, A.; SALMERON, A. Effects of the use of photoselective plastics on the development and productivity of tomatoes in greenhouses. **Revista Agropecuaria**. 2004; 73 (868): p. 890-893.

FERREIRA, M. M. M. ; FERREIRA, G. B. ; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura. Brasileira**, abr./jun. 2006. v. 24, n. 2,

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa – UFV, 2003. 412p.: il.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação.** Piracicaba, 2001. 72p.

FONTES, P. C. R. ; LOURES, J. L. ; GALVÃO, J. C. C. ; CARDOSO, A. A. ; MANTOVANI. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira.** Brasília. Jul./set. 2004. v.22 n.3.

FONTES, P.C.R. Produção de Hortaliças em Ambiente Protegido. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, set/dez. 1999. v.20, n.200/201, p.1-2.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; ZANIN, S.R.; FINGER, F.L. Produção de Cultivares de Tomate em Estufa Coberta com Plástico. **Revista Ceres,** Viçosa, mar./abr. 1997. v.44, n.252, p.152-160.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J.F.; PEREIRA, A.B. Balanço de radiação e fluxo de calor no solo em ambiente natural e protegido cultivado com Pepineiro. **Bragantia,** Campinas, 60(2), 2001. p. 139-147.

GERAUD, F.; CHIRINOS, D.; MARÍN, M.; CHIRINOS, D. Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande en la zona del río Limón del Estado Zulia, Venezuela. II. Índice de crecimiento relativo, razón de peso foliar y gamma. **Rev. Fac. Agron. (LUZ):** 1995, 12; 15 – 23.

GIORDANO, L. de B.; SILVA, J. B. da. **Tomate para processamento industrial.** Brasília: EMBRAPA-Hortaliças, 2000. 167p.

GOTO R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufa. In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS, 9, ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIÃO SUL, 6. *Palestras e trabalhos apresentados....* Maringá: **Anais...** Universidade Estadual de Maringá, 1995. p.11-18.

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico econômica. **Horticultura Brasileira**. v. 15, p.163-165, 1997, suplemento.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. 319p.

GUALBERTO, R.; RESENDE, F.V.; GUIMARAES, A.M.; AMBROSIO, C.P. Performance of long-life-type salad tomato cultivars grown in a protected environment and under field conditions. **UNIMAR-Ciencias**. 1998; p. 133-138.

GUALBERTO, R. ; BRAZ, L. T. ; BANZATTO, D. A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, jan. 2002. v. 37, n. 1, p. 81-88

GUL, A.; SEVGICAN, A. Effect of growing media on glasshouse tomato yield and quality. **Acta Horticulturae**, n. 303, p. 145- 150, 1992.

HAMMER, G. L.; VANDERLIP, R. L. Genotype-by- environment interaction in grain sorghum – I: effects of temperature on radiation use efficiency. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 370-376, 1989.

HUGHES, A. P. ; EVANS, G. C. Plant growth and the aerial environment. II. Effects of light intensity on *Impatiens parviflora*. **New Phytologist**, v. 61, p. 154- 174, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2.ed. São Paulo, SP: v. 1, 1985, 371p.

JAIMEZ, R. E. et al. **Variaciones microclimáticas en invernadero**: Efecto sobre las relaciones hídricas e intercambio de gases en pimentón (*Capsicum annuum*). *Agrociencia* 39: 41-50. 2005.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. 1995. **Water relations of plants and soils**. Academic Press. San Diego.

KRISTOFFERSEN, T. Interactions of photoperiod and temperature in growth and development of young tomato plants, **Physiologia Pl.** 1963. Suppl. 1: 1-98.

LAPUERTA, J. C. Anatomía y fisiología de la planta de tomate. En: Nuez, F. (ed.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 2001. p. 43-91.

LIMA, G. P. P. **Determinação quantitativa de vitamina C em suco de laranja**. Prática 5. Botucatu : UNESP, 2006. 5p. (Apostila do Instituto de Biociências).

LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS System for Mixed Models Cary**. NC: SAS Institute Inc. 1996. 633p.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal. **Anais da escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v. 41, p. 181-202, 1984.

LUZ, F. J. de F.; SABOYA, R. de C. C; PEREIRA, P. R. V. das. **O cultivo do tomate em Roraima**. Embrapa Roraima, Boa Vista, 2002, 29p.

MADSEN, E. The effect of carbon dioxide concentration on the photosynthetic rate in tomato leaves. **Roy Vet. Agric. U. Yrbk.** 1972. p. 195-200.

MALAVOLTA; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.

MARTINS, G. Cultivo em Ambiente Protegido – O Desafio da Plasticultura. Novo Manual de Olericultura: **Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Ed.UFV. 2003, p.139-150.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N. de; MENDEZ, M.E.G. Caracterização Climática e Manejo de Ambientes Protegidos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.15-23, set/dez. 1999.

MASTALERZ, J.W. **The greenhouse environment**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 629p.

MELLO, P.C.T.; MIRANDA, J.E.C. COSTA, C.P. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F<sub>1</sub> de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.5-6, 1988.

MIMBELA-LEYVA, L.M. **Efeito do sistema de condução das plantas e níveis de adubação, na produção do tomateiro**. Viçosa, UFV, 1976. 44 p. (Tese MS).

MINAMI, K. & HAAG, H.P. **O Tomateiro**. Campinas, Fundação Cargill, 1979. 352p.

MOHAMED, M.; WILSON, L.; GOMES, P.I. Influence of high temperature stress on postharvest quality of processing and non-processing tomato cultivars. **Journal of Food Quality**, v.19, n.1 p.41-55, 1996.

NEHMI, I.M. et al. Tomate. *In*: NEHMI, I.M. (Coord.). **AGRIANUAL 2004: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP – Consultório & Comércio, 2004. (**Agriannual 2004**). p. 470-478.

NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: ed. Mundi-prensa, 2001. 793 p.: il.

OLIVEIRA, M. A. J. de, et al. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agrícola**, jan./mar. 2002. v. 59, n. 1, p. 59-63.

PAEZ, A. ; PAZ, V. ; LÓPPEZ, J. C. Crecimiento y repuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Rio Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. **Revista da Faculdade de Agronomia**. (LUZ). 2000, 17: 173-184.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; JOSÉ E. P.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia na Agricultura**. Jaboticabal, jan./abr. 2005. v.25, n.1, p.161-169.

PAIVA, M. C. de. Produção de hortaliças em ambiente protegido/ Milton César de Paiva, Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998. 85 p. (**Coleção Agroindústria**, v. 18).

PAPADOPOULOS, A.P. Growing greenhouse tomatoes in soil and soilless media. Ontário: **Agriculture Canada Publication**, 1991. 79 p.

PAPADOPOULOS, A. P.; PARARAJASINGHAM, S.; SHIPP, J.L.; JARVIS, W.R.; JEWETT, T.J.; CLARKE, N.D. Integrated management of greenhouse vegetable crops. **Horticultural Reviews**, v.21, p.1-39, 1997.

PEREIRA, C. ; MARCHI, G. ; SILVA, E. C. da. **Produção de tomate-caqui em estufa**. UFL. Lavras, 2000. 26p. (Boletim técnico, Série extensão).

PEREIRA, Edilaine Regina. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. Piracicaba, 2002. 113 p.: il.

PEZZOPANE, J. M.; OLIVEIRA, P. C. de; EDVALDO F. DOS REIS, E. F. dos; LIMA, J. S. de S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica **Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, jan./abr. 2004. v.24, n.1, p.9-15.

PILLAR, V. D. **Clima e vegetação**. UFRGS, Departamento de Botânica. Disponível em <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>>. 1995.

PILATTI, R. A. ; BOUZO, C. A. **Effect of plant lowering on the yield of greenhouse cultivated tomato** (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Investigacion-Agraria-Produccion-y-Proteccion-Vegetales. 2000; 15(1-2): 143-150.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998. [9], 150p. : il.

POLYSACK. **Controle do microclima**. Disponível em: [http://www.polysack.com/index.php?page\\_id=1&lang\\_action=change\\_lang&to\\_lang=pt&geo\\_action=done](http://www.polysack.com/index.php?page_id=1&lang_action=change_lang&to_lang=pt&geo_action=done)>. Acesso em 29 out. 2007.

RADIN, B. **Eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 124 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RADIN, B. *et. al.* Eficiência do Uso da Radiação Fotossinteticamente Ativa pela Cultura do Tomateiro em Diferentes Ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, set. 2003. v. 38, n. 9, p.1017-1023.

RADIN, B. ; BERGAMASCHI, H.; REISSER JUNIOR, C.; BARNI, N. A.; MATZENAUER, R. DIDONÉ, I. A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, set. 2003.v. 38, n. 9, p. 1017-1023.

RADIN, B. ; BERGAMASCHI, H. ; REISSER JUNIOR, C. ; BARNI, N. A. ; BIGGI, E. **Manual da cultura do tomate**. São Paulo, 1977. 185p.

REIS, N.V.B.; HORINO, Y.; OLIVEIRA, C. S.; BOITEUX, L. Cultivo de tomate com ou sem cobertura plástica: efeito sobre a produção e radiação interceptada. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA**, 7, 1991, Viçosa. Anais...Viçosa:UFV, 1991. p. 12-15.

REISSER JÚNIOR, C. ; BERGAMASCHI, H.; RADIN, B. ; BERGONCI, J. I. Alterações morfológicas do tomateiro em resposta à redução de radiação solar em ambientes de estufa plástica **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 1, p. 7-14, 2003.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Funep, 2002. 762 p. : il.

ROMANO, M. R. **Análise de crescimento, produção de biomassa, fotossíntese e biossíntese de aminoácidos em plantas transgênicas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) que expressam o gene *Lhcb 1\*2* de ervilha**. Piracicaba, 2001. 66p. : il.

ROSA, L.M.; DILLENBURG, L.R.; FORSETH, I.N. **Responses of soybean leaf angle, photosynthesis and stomatal conductance to leaf and soil water potential**. *Annals of Botany*, London, v.67, n.1, p.51-8, 1991.

SANTOS, C.D. dos. **Comercialização no mercado produtor em Juazeiro/BA**, no ano de 2003. MEPRO, 2004 (tabela).

SHARMA, B. D.; KAUL, H. N.; SINGH, M. **Growth analysis of potato varieties in autumn in subtropical conditions**. *New Botanist*, Lucknow, v. 20, n. 54, p. 55-64, 1993.

SCHVAMBACH, J. L.; ANDRIOLO, J. L.; HELDWEIN, A. B. **Produção e distribuição da matéria seca do pepino para conserva em diferentes populações de plantas**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 35-41, 2002.

SILVA, J. B. da; GIORDANO, L. de B. **Produção mundial e nacional: tomate para processamento industrial**. EMBRAPA, Brasília, 2000, 168p.

SOUZA, D.K.S.; LOPES, M.J.A.; NASCIMENTO FILHO, M.F.; MOURA, F.M.A.L.; LIRA, R.F.; ROCHA FILHO, M.T. **Efeito da Tela Plástica na Temperatura do Solo e Radiação**

**Solar na Cultura do Pimentão.** In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 9. 1995. Campina Grande. Anais. UFPB, 1995, p.319-322.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; SHNEIDER, F.N. Efeito da Densidade de Plantas sobre a Produtividade do Tomateiro Cultivado em Estufa de Plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.105-112, fev.1996.

STROHECKER, R. ; HENNING, H. M. **Analysis de vitaminas, modos comprobados.** Madrid: Paz Montavalvo, 1967. 428 p.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, Trad. Eliane R. Santarém et al., 3ª edição, Porto Alegre: Artmed. 2004. 719 p.

VILA, R. C. **Atlas de Meteorologia** – Ed. Jover S.A., Barcelona, 1970.

VILELA, N.J. HENZ, G. P. Situação Atual da Participação das Hortaliças no Agronegócio Brasileiro e Perspectivas Futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n.1, p. 71-89, jan/abr.2000.

WILCOX, G.E. Influence of sow spacing and plant density on single harvest tomato yields. **Journal American Horticultural Science.**, 95 (1): p. 435-7, 1970.

YANHONG, T. Natural, abiotic fators: Light. In: PRASAD, M.N.V. (Ed.) **Plant Ecophysiology**. New York: J. Wiley & Sons, 1997. p. 3-40.