

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com
diferentes coberturas plásticas**

Ester Holcman

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente
Agrícola

**Piracicaba
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Ester Holcman
Engenheiro Agrônomo

**Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com
diferentes coberturas plásticas**

Orientador:
Prof. Dr. **PAULO CESAR SENTELHAS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre
em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente
Agrícola

Piracicaba
2009

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Holcman, Ester

Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas / Ester Holcman. - - Piracicaba, 2009.
127 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Cultivo protegido 2. Produção vegetal 3. Radiação solar 4. Temperatura 5. Tomate
Título

CDD 635.642
H725m

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais.
Por terem me dado a vida.
Por terem sempre me incentivado.
Por terem me prestigiado com a liberdade de escolha.
Por participarem de todos os meus passos, alegres ou difíceis.
Por me amarem assim como eu os amo e sempre amarei.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente na minha vida, me protegendo e me guiando.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” por permitir a realização do curso de mestrado e pelo apoio no desenvolvimento do projeto.

À FAPESP pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Sentelhas pela orientação, dedicação e conselhos, desde a graduação, sendo extremamente generoso no ato de ensinar.

À Prof. Dra. Simone da Costa Mello por participar de todas as fases do projeto, com intensa dedicação, sendo seu apoio fundamental para a realização desta dissertação

Ao Prof. Dr. Luiz Roberto Angelocci pela orientação e suporte dado durante a execução dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Ângelo P. Jacomino do laboratório de pós-colheita do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, pelo empréstimo de equipamentos e auxílio em parte das análises.

À Prof. Dra. Sônia Maria de Stefano Piedade pela realização das análises estatísticas.

À Prof. Dra. Cristiane Guiselini (Ziggy) pelo aprendizado, apoio e amizade.

Ao Engenheiro Agrônomo Horst e a todos os funcionários do setor de Horticultura do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ pelo trabalho árduo e amizade.

Ao Alessandro Mangetti da Polysack Industrias Ltda pelo fornecimento dos filmes plásticos.

Ao Jones pelo auxílio na calibração, programação e instalação dos equipamentos meteorológicos.

Ao Rafael Campagnol pela amizade e preciosa ajuda na instalação e condução dos experimentos.

A todos os colegas graduandos e pós-graduandos do Grupo de Estudos e Práticas em Olericultura (GEPOL), em especial para Breno e Sara, pelo importante auxílio nos experimentos.

A todos os pós-graduandos da Física do Ambiente Agrícola.

Ao Coral e Grupo Vocal da ESALQ pela amizade e pelos momentos de grande alegria, especialmente à regente Cíntia Maria Pinotti.

Aos maravilhosos ‘amigos irmãos’ Carolina Grando, Frederico M. C. Vieira, Natália Pimentel Espósito Polesi e Luis Fernando Polesi, que estarão sempre presentes em meu coração.

Ao Robson Luis Natis pela amizade e generosidade em ceder o seu computador para que eu pudesse escrever a dissertação.

À Valéria Cristina Rodrigues e Frederico M. C. Vieira pelo auxílio na execução e discussão das análises estatísticas.

Ao David, meu namorado, por todo carinho, paciência, apoio e amor dedicados a mim.

Aos meus irmãos Débora e Michelzinho, por fazerem parte da minha vida.

À minha mãe, Maria Lúcia, por estar sempre ao meu lado, participando de cada passo meu. É a pessoa mais importante da minha vida e faz parte desta conquista.

Ao meu pai, que também faz parte desta conquista, pois nunca deixou de me incentivar e de me apoiar em qualquer decisão que eu tomasse.

À toda minha família, principalmente à minha avó Berta, que sempre torceu pelo meu sucesso e prezava muito o ato de estudar.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS.....	21
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
2.1 A cultura do tomate.....	31
2.1.1 Origem.....	31
2.1.2 Aspectos econômicos.....	31
2.1.3 Aspectos morfológicos.....	32
2.1.4 Composição nutricional do fruto.....	32
2.1.5 Tomate tipo cereja	33
2.1.6 Efeito do potássio no tomateiro.....	34
2.2 Microclima em ambiente protegido.....	35
2.2.1 Radiação solar.....	35
2.2.2 Temperatura do ar.....	36
2.2.3 Umidade relativa do ar.....	37
2.3 Filmes plásticos difusores.....	38
2.4 Influência do microclima na qualidade do tomate.....	39
2.4.1 Radiação solar.....	39
2.4.2 Temperatura do ar.....	39
2.4.3 Umidade relativa do ar.....	41
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1 Área experimental.....	43
3.2 Delineamento experimental.....	45
3.3 Instalação dos experimentos.....	46
3.3.1 Preparo do solo.....	46
3.3.2 Instalação das coberturas plásticas.....	47

3.3.2.1 Características físicas dos plásticos utilizados.....	48
3.3.3 Preparo dos canteiros.....	49
3.3.4 Sistema de irrigação.....	49
3.3.4.1 Manejo da fertirrigação.....	51
3.3.5 Características das cultivares utilizadas.....	52
3.3.6 Condução do tomateiro.....	53
3.3.7 Variáveis microclimáticas no interior de cada ambiente.....	53
3.4 Avaliação dos experimentos.....	56
3.4.1 Variáveis biométricas.....	56
3.4.1.1 Características dos frutos.....	56
3.4.1.2 Produtividade.....	57
3.4.1.3 Qualidade dos frutos.....	57
3.5 Análise dos resultados.....	57
3.5.1 Dados microclimáticos.....	57
3.5.2 Dados biométricos e qualitativos do tomateiro.....	58
3.5.3 Interação ambiente – tomateiro - manejo.....	58
3.5.4 Análise estatística.....	58
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.1 Variáveis microclimáticas nos ambientes protegidos e suas relações com o ambiente externo	61
4.1.1 Radiação solar global.....	61
4.1.2 Radiação fotossinteticamente ativa.....	65
4.1.3 Saldo de radiação.....	71
4.1.4 Temperatura do ar.....	77
4.1.5 Umidade relativa do ar.....	82
4.2 Variáveis biométricas.....	88
4.2.1 Características dos frutos.....	88
4.2.2 Produtividade.....	98
4.3 Qualidade dos frutos do tomateiro.....	103
4.3.1 Teor de sólidos solúveis (°Brix).....	103
4.3.2 Acidez total titulável (ATT).....	106

4.3.3 Sabor.....	107
4.3.4 Teor de vitamina C.....	108
4.4 Interação microclima-produtividade-qualidade.....	108
4.4.1 Características dos frutos.....	108
4.4.2 Produtividade.....	111
4.4.3 Qualidade dos frutos.....	112
5 CONCLUSÕES.....	115
REFERÊNCIAS.....	117

RESUMO

Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas

Em regiões de intensa disponibilidade de energia solar e elevadas temperaturas, os produtores de tomate procuram limitar a radiação no interior dos ambientes protegidos para reduzir a temperatura, principalmente por meio de malhas aluminizadas. Porém, o uso dessas malhas provoca redução demasiada na transmitância da radiação fotossinteticamente ativa, trazendo conseqüências negativas à produtividade. Desse modo, é importante se caracterizar o microclima desses ambientes em função da cobertura empregada. O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência de diferentes coberturas plásticas em ambientes protegidos no seu microclima e na produtividade e qualidade do tomateiro tipo cereja. Para tanto, um ambiente protegido de 50 m, instalado em Piracicaba, SP, foi dividido em dois ambientes distintos: Ambiente I - coberto com filme plástico anti-UV e com uma malha termo-refletores e Ambiente II - coberto com filme plástico difusor. Nesses ambientes foram cultivadas, em duas épocas distintas, duas cultivares de tomate tipo cereja (*Sweet Grape* e *Sweet Million*), submetidas a diferentes soluções nutritivas (relação K:N 2:1 e 3:1) na fertirrigação. No Ambiente II houve maior transmitância da radiação solar, sendo 50,3% superior à transmitância observada no Ambiente I. A temperatura média do ar no Ambiente II foi 5,2% e 2,1% superior à temperatura no ambiente externo, respectivamente para o 1º e 2º ciclo. Já no Ambiente I, as temperaturas foram praticamente iguais às observadas externamente. A cultivar *Sweet Grape* produziu maior quantidade de frutos pequenos (163 frutos pl^{-1}) e grandes (341 frutos pl^{-1}) do que a cultivar *Sweet Million* (102 e 261 frutos pl^{-1} , respectivamente). A solução nutritiva com relação 2:1 de K:N promoveu maior produção de frutos pequenos (144 frutos pl^{-1}) do que a relação 3:1 (122 frutos pl^{-1}). As plantas no Ambiente II produziram, em média, 146 frutos pequenos por planta e 368 frutos grandes por planta, enquanto que no Ambiente I essa produtividade foi de 119 e 235 respectivamente. Os diferentes ambientes não tiveram influência sobre o diâmetro dos frutos, no entanto, promoveram diferenças no peso desses. Os frutos pequenos e grandes no Ambiente II pesaram respectivamente 6,66 g e 11,91 g e no Ambiente I 6,09 g e 11,21 g. A cultivar *Sweet Million* produziu 4,58 kg pl^{-1} e 3,85 kg pl^{-1} e a cultivar *Sweet Grape* produziu 3,94 kg pl^{-1} e 3,53 kg pl^{-1} nos 1º e 2º ciclos, respectivamente. Quanto à qualidade do fruto, o ambiente influenciou somente a porcentagem de acidez e o teor de vitamina C. A relação K:N 2:1 promoveu valor médio de °Brix ligeiramente superior ao valor obtido com a solução 3:1. Os frutos da cultivar *Sweet Million* apresentaram maior acidez e maior teor de vitamina C do que a cultivar *Sweet Grape*. Com base nesses resultados, concluiu-se que a cobertura com o filme plástico difusor foi eficiente em manter a temperatura e a radiação solar em níveis adequados para uma boa produtividade e qualidade das cultivares de tomateiro tipo cereja estudadas.

Palavras-chave: Tomateiro; Produtividade; Qualidade; Temperatura; Radiação solar

ABSTRACT

Microclimate and cherry tomato production in greenhouses with different plastic covers

In the regions where solar energy is very intense and temperatures are high, the tomato growers use to reduce the incoming solar radiation inside the greenhouses, aiming to promote the temperature reduction, mainly by installing aluminated shading screens inside. However, the use of such covers promotes an intense reduction of the photosynthetic active radiation, bringing negative consequences for yield. Therefore, it is important to characterize the microclimate inside the greenhouses in relation to the cover material used. Based on that, the objective of the present study was to evaluate the influence of different covers on microclimate and the cherry tomato yield and quality in greenhouses, in Piracicaba, state of São Paulo, Brazil. For that, a 50-m greenhouse was divided in two different environments: Environment I - covered with plastic film anti-UV and with thermo-reflective shading screen disposed internally, and Environment II - covered with diffusive plastic film. Both environments were cultivated with two cultivars of cherry tomato (*Sweet Grape* and *Sweet Million*), fertilized with two different solutions (K:N relation of 2:1 and 3:1) by fertirrigation. Environment II had 50.3% more availability of solar energy than Environment I. The temperature inside Environment II was slightly higher (5.2 and 2.1% in the first and second cycles) than Environment I, which had similar temperatures to outside condition. The *Sweet Grape* cultivar produced more small (163 fruit pl^{-1}) and large (341 fruit pl^{-1}) fruits than *Sweet Million* (102 and 261 fruits pl^{-1} , respectively). The 2:1 K:N solution promoted greater production of small fruit (144 fruit pl^{-1}) fruits than 3:1 (122 fruit pl^{-1}). Plants in the Environment II produced, in average, 146 small fruits per plant and 368 large fruits per plant, whereas the ones in Environment I produced 119 and 235 fruits per plant, respectively. The different environments did not have influence on fruit diameter; however, they promoted differences in the weight of the fruits. Small and large fruits in the Environment II weighted 6.66 g and 11.91 g and in the Environment I they weighted 6.09 g and 11.21 g, respectively. *Sweet Million* cultivar produced 4.58 kg pl^{-1} and 3.85 kg pl^{-1} and *Sweet Grape* 3.94 kg pl^{-1} and 3.53 kg pl^{-1} respectively in the 1st and 2nd cycles. In relation to fruit quality, the environment had influence only on the percentage of acidity and vitamin C content. The ratio K:N 2:1 resulted in a small °Brix difference in relation to the ratio 3:1. The *Sweet Million* fruits had higher acidity and vitamin C content than *Sweet Grape* ones. Based on these results, it is concluded that the cover of Environment II (diffusive plastic film) was efficient to keep the temperature and solar radiation in favorable levels for high productivity and quality of both cherry tomato cultivar during the two seasons evaluated.

Keywords: Tomato crop; Yield; Quality; Temperature; Solar radiation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Vista geral do ambiente protegido localizado na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, no município de Piracicaba.....	43
Figura 2 -	Instalação do plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) para a divisão do ambiente protegido.....	44
Figura 3 -	Representação esquemática do ambiente protegido e da distribuição das coberturas plásticas.....	45
Figura 4 -	Representação esquemática do delineamento experimental em um dos ambientes. Os experimentos possuíam delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições (I, II, III, IV e V) e quatro tratamentos: Grape 2:1, Million 2:1, Grape 3:1 e Million 3:1.....	45
Figura 5 -	Adubação de base a lanço realizada no interior do ambiente protegido, no dia 29/07/08.	46
Figura 6 -	Preparo do solo para incorporação da adubação, realizado no interior do ambiente protegido, empregando-se um microtrator Tobata.....	46
Figura 7 -	Instalação da tela termo-refletora no interior do Ambiente I.....	47
Figura 8 -	Ambiente II coberto com filme plástico difusor.....	47
Figura 9 -	Delimitação dos canteiros e instalação das coberturas com plástico preto (<i>mulching</i>), realizadas no dia 30/07/08.....	49
Figura 10 -	Instalação dos tubos gotejadores, dos registros e das conexões do sistema de irrigação, no interior do ambiente protegido.....	50
Figura 11 -	Volumes obtidos, em L hora ⁻¹ , a partir do teste de vazão dos gotejadores no interior do ambiente protegido, sendo Ambiente I: plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II: plástico difusor.....	51
Figura 12 -	Sensores de medida de radiação solar global (Qg), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e saldo de radiação (Rn) instalados na posição central de cada um dos ambientes protegidos.....	54

Figura 13 - Abrigo multiplacas com sensor de medida da temperatura e da umidade relativa do ar, instalado a 2 m de altura, em cada um dos ambientes protegidos.....	54
Figura 14 - Sistema automático de aquisição de dados modelos CR23x (Campbell Sci.), instalado em caixa selada no interior do ambiente protegido.....	55
Figura 15 - Teste e calibração dos sensores no Posto Agrometeorológico da ESALQ/USP, antes de sua instalação nos experimentos.....	55
Figura 16 - Temperatura média do ar (°C) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	63
Figura 17 - Variação da temperatura média do ar (°C) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 19/09/08 no 1° ciclo e 06/08/09 no 2° ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1° ciclo e 27/06/09 no 2° ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	64
Figura 18 - Relação entre a temperatura do ar nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico	65
Figura 19 - Umidade relativa média do ar (%) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	67
Figura 20 - - Variação da umidade relativa do ar (%) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 19/09/08 no 1° ciclo e 06/08/09 no 2° ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1° ciclo e 27/06/09 no 2° ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	68
Figura 21 - Relação entre a umidade relativa do ar (%) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	70

- Figura 22 - Radiação solar global (Q_g , $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I (plástico anti-UV + tela termo-refletora); Amb II (plástico difusor); Amb ext = posto meteorológico..... 71
- Figura 23 - Variação da radiação solar global (Q_g , W m^{-2}) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 04/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico..... 72
- Figura 24 - Relações entre a radiação solar global (Q_g) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico..... 73
- Figura 25 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico..... 74
- Figura 26 - Variação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA, W m^{-2}) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 04/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico..... 75
- Figura 27 - Participação percentual da radiação solar global (Q_g) em radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e radiação ultra-violeta e infravermelho próximo (UV + IVP) nos ambientes estudados: plástico anti-UV + tela termo-refletora (Ambiente I) e plástico difusor (Ambiente II); e no posto meteorológico (Ambiente externo), para o 1º e 2º ciclos..... 76
- Figura 28 - Relações entre a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico..... 79

Figura 29 - Saldo de radiação (R_n , MJ m ⁻² d ⁻¹) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	81
Figura 30 - Saldo de radiação solar diurno (R_n , MJ m ⁻² d ⁻¹) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	82
Figura 31 - Saldo de radiação solar noturno (R_n , MJ m ⁻² d ⁻¹) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	85
Figura 32 - Variação do saldo de radiação (W m ⁻²) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 04/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	86
Figura 33 - Relação entre o saldo de radiação (R_n) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	87
Figura 34 - Número de frutos colhidos por planta ao longo do 1º ciclo de cultivo do tomateiro, para cada uma das cultivares (<i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>). Sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	89
Figura 35 - Número de frutos colhidos por planta ao longo do 2º ciclo de cultivo do tomateiro, para cada uma das cultivares (<i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>). Sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	90
Figura 36 - Porcentagem média de frutos pequenos e grandes da cv <i>Sweet Grape</i> , colhidos ao longo de cada ciclo do tomateiro, sendo: Grape 3:1 = cultivar <i>Sweet Grape</i> + solução nutritiva com relação K:N de 3:1; Grape 2:1 = cultivar <i>Sweet Grape</i> + solução nutritiva com relação K:N de 2:1.....	93

- Figura 37 - Porcentagem média de frutos pequenos e grandes da cv *Sweet Million*, colhidos ao longo de cada ciclo do tomateiro, sendo: Million 3:1 = cultivar *Sweet Million* + solução nutritiva com relação K:N de 3:1; Million 2:1 = cultivar *Sweet Million* + solução nutritiva com relação K:N de 2:1..... 94
- Figura 38 - Diâmetro transversal e longitudinal (cm) de frutos colhidos ao longo do 1º e 2º ciclos de cultivo do tomateiro, para cada uma das cultivares (*Sweet Grape* e *Sweet Million*) e soluções nutritivas (relação K:N 2:1 e 3:1)..... 97
- Figura 39 - Produtividade média por planta (kg planta⁻¹) ao longo do 1º e do 2º ciclo, para cada um dos tratamentos adotados (cultivar e solução nutritiva): *Grape* 2:1, *Grape* 3:1, *Million* 2:1 e *Million* 3:1..... 98
- Figura 40 - Produtividade das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* ao longo do 1º ciclo de cultivo do tomateiro cereja, sendo Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor..... 100
- Figura 41 - Produtividade das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* ao longo do 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja, sendo Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor..... 101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Propriedades físicas do plástico difusor fornecidas pelo fabricante.....	48
Tabela 2 -	Propriedades físicas da tela termo-refletora fornecidas pelo fabricante.....	48
Tabela 3 -	Recomendação nutricional adotada para o sub-período vegetativo do tomateiro.....	52
Tabela 4	Concentração das soluções-estoque adotadas no sub-período de - frutificação do tomateiro.....	52
Tabela 5 -	Critério para a classificação do tamanho (diâmetro - ϕ) dos frutos do tomateiro cereja.....	56
Tabela 6 -	Número de graus de liberdade obtidos a partir da análise individual e conjunta de cada ambiente.....	59
Tabela 7 -	Radiação solar global (Q_g , $MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$) observada no interior dos dois ambientes estudados e transmitâncias das coberturas em relação aos valores observados externamente, sendo: Amb I = plástico anti-UV associado à tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.....	61
Tabela 8 -	Radiação fotossinteticamente ativa (RFA, $MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$) média ao longo dos dois ciclos do tomateiro nos ambientes estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; e Amb ext = posto meteorológico, e suas respectivas transmitâncias.....	66
Tabela 9 -	Valores médios de saldo de radiação solar ($MJ.m^{-2}.d^{-1}$) nos ambientes estudados: ambiente I = plástico anti-UV associado a tela termo-refletora e ambiente II = plástico difusor e suas respectivas transmitâncias.....	72
Tabela 10 -	Temperatura média, máxima e mínima do ar ($^{\circ}C$) ao longo do 1 ^o ciclo, em cada um dos ambientes estudados (Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor), cultivado com tomateiro, em Piracicaba, SP.....	78

Tabela 11 - Umidade relativa média, máxima e mínima do ar (%) ao longo do 1° e 2° ciclos, em cada um dos ambientes estudados (Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor), cultivado com tomateiro, em Piracicaba, SP.....	83
Tabela 12 - Número médio de frutos de tomate para as cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> , em cada um dos ambientes, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	91
Tabela 13 - Número médio de frutos pequenos para as cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	91
Tabela 14 - Número médio de frutos pequenos para cada uma das relações de K:N	91
Tabela 15 - Número médio de frutos grandes para as cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	92
Tabela 16 - Médias do número total de frutos por planta das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	92
Tabela 17 - Porcentagem média de frutos pequenos de tomate dos cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> nos dois ambientes estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor.....	94
Tabela 18 - Diâmetros médios transversal e longitudinal dos frutos das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> em cada um dos tratamentos adotados, ao longo do 1° ciclo de cultivo do tomateiro.....	95
Tabela 19 - Diâmetros médios transversal e longitudinal dos frutos das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> em cada um dos tratamentos adotados, ao longo do 2° ciclo de cultivo do tomateiro.....	95
Tabela 20 - Diâmetro médio transversal (cm) dos frutos pequenos das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	96
Tabela 21 - Diâmetro médio longitudinal (cm) dos frutos pequenos e grandes das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	96
Tabela 22 - Peso médio (g) dos frutos pequenos das cultivares <i>Sweet Million</i> e <i>Sweet Grape</i>	98

Tabela 23 -	Peso médio (g) dos frutos grandes das cultivares <i>Sweet Million</i> e <i>Sweet Grape</i>	98
Tabela 24 -	Produtividade média (kg planta ⁻¹) dos cv <i>Sweet Grape</i> e cv <i>Sweet Million</i> nos dois ciclos de cultivo do tomateiro cereja, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	99
Tabela 25 -	Produtividade média (kg planta ⁻¹) dos cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> , nos dois ciclos de cultivo do tomateiro.....	100
Tabela 26 -	Coeficientes de correlação (r*) entre variáveis microclimáticas e biométricas para a cultivar <i>Sweet Grape</i> , a partir dos valores médios dos experimentos.....	102
Tabela 27 -	Coeficientes de correlação (r*) entre variáveis microclimáticas e biométricas para a cultivar <i>Sweet Million</i> , a partir dos valores médios dos experimentos.....	102
Tabela 28 -	Regressões lineares simples e múltiplas entre produtividade (kg pl ⁻¹) e número de frutos, e os elementos meteorológicos PAR e Tmed, para as cultivares do tomateiro cereja <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> , cultivadas em ambientes protegidos.....	103
Tabela 29 -	°Brix médio dos frutos de tomate das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> para os quatro tratamentos (cultivar x solução nutritiva), ao longo do 1° e 2° ciclos de cultivo do tomateiro.....	104
Tabela 30 -	°Brix médio dos frutos de tomate em relação às diferentes soluções nutritivas (relação K:N 2:1 e 3:1).....	104
Tabela 31 -	°Brix médio dos frutos de tomate das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	105
Tabela 32 -	Coeficientes de correlação (r*) entre as variáveis micrometeorológicas e °Brix médio, obtidas ao longo dos dois cultivos do tomateiro tipo cereja, para as cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	105
Tabela 33 -	Regressões lineares simples e múltiplas entre °Brix e os elementos meteorológicos Tmin e URmed, para as cultivares do tomateiro cereja <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i>	106

Tabela 34 -	Porcentagem média de acidez para os frutos colhidos em cada um dos quatro tratamentos adotados, no 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja..	106
Tabela 35 -	Porcentagem média de acidez para os frutos dos cultivares <i>Sweet Million</i> e <i>Sweet Grape</i> , no 2º ciclo de cultivo do tomateiro tipo cereja....	107
Tabela 36 -	Relação média SST/ATT para os frutos de tomate colhidos em cada um dos quatro tratamentos adotados (cultivar e relação K:N), no 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja.....	107
Tabela 37 -	Teores médios de ácido ascórbico para os frutos colhidos em cada um dos quatro tratamentos adotados (cultivar e relação K:N), no 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja.....	108
Tabela 38 -	Número médio de frutos pequenos para cada um dos ambientes estudados, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor.....	109
Tabela 39 -	Número médio de frutos grandes para cada um dos ambientes estudados, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor.....	109
Tabela 40 -	Número médio total de frutos por planta pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para os dois ambientes, em cada um dos ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	109
Tabela 41 -	Diâmetro médio transversal dos frutos grandes pelo Teste de Tukey (5%), para a interação ‘Cultivar x Ambiente’. Sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor.....	110
Tabela 42 -	Diâmetro médio total longitudinal (cm) dos frutos em cada um dos ambientes, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	110
Tabela 43 -	Peso médio (g) dos frutos pequenos em cada um dos ambientes estudados, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor.....	111

Tabela 44 -	Peso médio (g) dos frutos grandes em cada um dos ambientes estudados, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor.....	111
Tabela 45 -	Produtividade média (kg planta ⁻¹) dos tomateiros, em cada ambiente estudado, nos dois ciclos, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.....	111
Tabela 46 -	°Brix médio dos frutos de tomate das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> nos dois ambientes estudados nos dois ciclos de cultivo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor.....	112
Tabela 47 -	Porcentagem média de acidez para os frutos dos tomateiros cultivados nos diferentes ambientes estudados, no 2º ciclo de cultivo, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor.....	113
Tabela 48 -	Teores médios de vitamina C (mg ácido ascórbico 100g ⁻¹) para frutos das cultivares <i>Sweet Grape</i> e <i>Sweet Million</i> , em cada um dos ambientes estudados, durante o 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja. Sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor.....	114

1 INTRODUÇÃO

A plasticultura, introduzida no Brasil a partir da década de 70, surgiu como resposta à evolução da tecnologia para o cultivo de hortaliças, com o propósito de atenuar a densidade de fluxo de radiação solar, principalmente em épocas de alta disponibilidade energética. Atualmente, qualquer espécie hortícola pode ser cultivada em ambiente protegido, até mesmo onde as condições climáticas são bastante adversas (CASTILLA, 2005). Nesse contexto, o material de cobertura do ambiente protegido possui papel fundamental, pois é um agente modificador do clima local.

As plantas cultivadas em ambientes protegidos possuem crescimento mais acelerado, com redução no tempo entre os distintos estádios fenológicos e intensidade de extração de água e de nutrientes quando comparado ao cultivo no campo. O ambiente protegido permite aumento na produtividade e obtenção de frutos de melhor qualidade (SALVETTI, 1983; CUNHA, 2001), chegando a proporcionar uma produtividade duas a três vezes superiores àquelas obtidas no campo (CERMEÑO, 1990). Dentre as hortaliças cultivadas em ambiente protegido, o tomateiro merece destaque (SERRANO et al., 2001), especialmente o tipo cereja. Em 2008 foi reportado incremento de 19% da área cultivada em ambiente protegido com tomates (PONCE, 2008).

A radiação solar e a temperatura são as variáveis climáticas que mais afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro. A escolha dos filmes plásticos para a cobertura do ambiente protegido, portanto, é um fator fundamental para o controle adequado do nível de radiação solar que atinge o interior do ambiente protegido. De acordo com Alvarenga (2004) a faixa considerada suportável para o desenvolvimento e produção do tomateiro é de 10 a 34°C. Lopes e Stripari (1998) recomendam a observação da diferença de temperatura do dia e da noite, pois ocorre um melhor crescimento quando a temperatura do dia está em torno de 26°C e a da noite entre 16 a 20°C, ou seja, tendo uma amplitude de 6 a 10°C. Segundo Andriolo (2000), para essa espécie, o nível de radiação solar em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção é de aproximadamente 8,4MJ m⁻² dia⁻¹.

Em regiões de elevadas temperaturas e radiação solar é comum o cultivo do tomateiro em ambiente protegidos que tem como cobertura, além do plástico, a malha termo-refletora. O objetivo é proporcionar a redução da temperatura para o melhor desenvolvimento da planta. Porém, pouco se sabe sobre os efeitos da malha termo-refletora no desenvolvimento do

tomateiro, uma vez que o seu uso fixo durante o período de cultivo pode reduzir a luminosidade a níveis significativos, prejudicando a cultura.

O uso de coberturas plásticas é responsável por alterações em diversos elementos meteorológicos, tornando viável a produção de vegetais em épocas, ou em lugares, cujas condições climáticas são críticas. A radiação solar é um dos principais elementos alterados pelo uso de coberturas plásticas. No entanto, nem todas as modificações microclimáticas são benéficas aos cultivos (FARIAS et al., 1993; SENTELHAS; SANTOS, 1995). O manejo do cultivo deve buscar, portanto, a otimização do processo fotossintético, para maximizar os rendimentos e a qualidade dos produtos a serem colhidos (CASTILLA, 2005). Assim, é importante aumentar a interceptação da radiação solar pela cobertura plástica, já que o excesso de energia pode levar a cultura a sofrer estresses ambientais, com conseqüente fechamento dos estômatos e redução da fotossíntese. A percentagem de radiação que se propaga no interior do dossel vegetativo varia em função do ângulo do sol, sendo que os valores obtidos ao nascer e imediatamente antes do pôr-do-sol são significativamente altos, devido à alta incidência de radiação difusa (DRECHMER, 2005). A radiação difusa, por ser multi-direcional, tem maior penetração na vegetação, sendo mais eficiente do que a radiação direta para atingir diferentes extratos do dossel da cultura, provocando menos sombras nas porções inferiores do cultivo. Atualmente, novos materiais vêm sendo desenvolvidos com o intuito de promover uma maior dispersão da radiação solar na porção desta transmitida ao interior do ambiente. Esse material, denominado de plástico difusor, além de atenuar a radiação solar que chega às plantas no interior do ambiente protegido, faz com que essa tenha uma maior proporção de radiação difusa do que normalmente ocorre na condição externa ou sob outros tipos de plástico.

A hipótese do presente estudo é a de que o emprego do plástico difusor para a cobertura de ambientes protegidos traz benefícios para o crescimento, produtividade e qualidade do tomateiro tipo cereja, podendo, portanto, substituir as telas termo-refletores, trazendo benefícios ao produtor, independentemente da época do ano, da cultivar adotada e do manejo.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de diferentes tipos de cobertura de ambientes protegidos (filme plástico difusor - que difunde 55% da radiação solar e filme plástico anti-UV associado à malha termo-refletores) nos seus microclimas e o efeito destes no crescimento, desenvolvimento, produtividade e qualidade do tomateiro tipo cereja,

considerando-se duas cultivares (*Sweet Million* e *Sweet Grape*) conduzidas com diferentes adubações (doses de potássio) via fertirrigação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do tomate

2.1.1 Origem

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 (COLARICCIO, 2002), sendo domesticado por tribos indígenas primitivas que habitavam a região e de lá foi levado para outras partes do mundo por viajantes europeus na primeira metade do século XVI (ALVARENGA, 2004). É, portanto, uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de clima, não tolerando, porém, temperaturas muito elevadas. Por isso, os plantios de tomate são feitos em todas as partes do mundo (LOPES; STRIPARI, 1998). No Brasil, o tomateiro foi introduzido provavelmente por imigrantes europeus no fim do século XIX, mas a difusão e o incremento do consumo começaram a ocorrer apenas depois da primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

2.1.2 Aspectos econômicos

O tomateiro é a segunda hortaliça cultivada no mundo, sendo sua quantidade produzida superada apenas pela batata (FAO, 2009). Segundo o FAOSTAT (FAO, 2009), os dez maiores países produtores de tomate são, em ordem decrescente, a China, os EUA, a Turquia, a Índia, o Egito, a Itália, o Irã, a Espanha, o Brasil e o México. Em 2007, a produção mundial de tomate foi em torno de 130 milhões de toneladas provenientes de 4,64 milhões de hectares, e tem crescido rapidamente na última década, tanto em termos de produção, área e produtividade (FAO, 2009). Os maiores exportadores de tomate fresco do mundo são a Holanda, México e Espanha, que contabilizam 65% do volume total exportado. Os Estados Unidos, apesar de ser o segundo maior produtor, é o maior importador de tomate fresco, recebendo 25% do volume produzido (CUNNIGHAM, 2004).

O Brasil é o nono maior produtor mundial de tomate, com uma produção total da ordem de 3,87 milhões de toneladas em 2008, com uma área de produção de 61 mil ha. O maior produtor é o Estado de Goiás, seguido pelo Estado de São Paulo, que em uma área de 11.234 ha

apresentou uma produção de 770.804 toneladas, representando 20% da produção nacional em 2008 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2009).

2.1.3 Aspectos morfológicos

O tomateiro é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae* (GIORDANO; RIBEIRO, 2000). As folhas são alternadas, compostas por número ímpar de folíolos, peciolados e de borda serrilhada. As flores são amarelas, hermafroditas, com reprodução autógama. O fruto é uma baga de tamanho e formato variável, sendo dividido internamente em lóculos (SASAKI; SENO, 1994).

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente. A planta pode se desenvolver de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. Pode apresentar crescimento limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2004).

A grande variabilidade existente no gênero *Lycopersicon* tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender as mais diversas demandas do mercado de tomate para processamento e para consumo *in natura* (GIORDANO; RIBEIRO, 2000).

2.1.4 Composição nutricional do fruto

A composição do tomate varia conforme a cultivar, as condições de cultivo, ambientais e nutricionais da planta. De acordo com Alvarenga et al. (2004), o fruto fresco apresenta baixo poder calórico, baixo teor de massa seca e altos índices de cálcio e vitamina C. Quanto à quantidade de sólidos solúveis, há maior acúmulo no final da fase de maturação, sendo constituído por cerca de 65% de açúcares.

A acidez total titulável (ATT) no tomate atinge o máximo nos primeiros sinais de coloração amarela, e reduz progressivamente com o avanço da maturação (HOBSON, 1993). Os principais ácidos orgânicos encontrados são o cítrico, o málico e o glutâmico, representando a maioria da ATT do fruto (SAPERS et al., 1978; PICHA, 1987). Entre estes, o mais abundante é o ácido cítrico, que corresponde a aproximadamente 90% do total da acidez (SIMANDLE et al., 1966).

O pH, tal como a ATT e os sólidos solúveis totais (SST), sofre influência de fatores como a cultivar (LOWER; THOMPSON, 1996), a época de colheita (Al-SHAIBANI; GREIG, 1979) e

o estágio de maturação (HANNA, 1961). O pH próximo da neutralidade após a formação do fruto sofre uma redução durante o crescimento até o estágio verde-maduro, aumentando ligeiramente durante o amadurecimento (Al-SHAIBANI; GREIG, 1979).

As condições climáticas, representadas pela temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa, também, exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos de forma geral (FERREIRA et al., 2006). Os níveis de açúcares dependem do acúmulo de radiação solar incidente. Winsor (1979) observou que os teores de açúcares foram altos no período mais intenso do verão correspondente ao máximo de radiação solar. O conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em tomate também é influenciado pela área foliar, número de frutos, taxa de assimilados exportados pelas folhas, taxa de assimilados importados pelos frutos, e metabolismo do carbono no fruto (HEWITT et al., 1982).

2.1.5 Tomate tipo cereja

Desde a sua domesticação no México, até sua aceitação e cultivo na Europa e Estados Unidos em meados do século XIX, o tomateiro vem sofrendo seleções, com conseqüente melhoria na qualidade dos frutos. Após sua introdução no Brasil, supostamente pela imigração européia, iniciaram-se também as atividades de melhoramento genético (NAGAI, 1989). Dentre os vários tipos de tomate, o tomate tipo cereja pertence a um novo grupo de cultivares para mesa, tendo recentemente crescido em importância nos mercados das grandes cidades (ALVARENGA, 2004). Para os agricultores, a grande vantagem no cultivo do tomate tipo cereja está nos valores compensadores (TRANI et al., 2003).

O tomate do tipo cereja é considerado como uma hortaliça exótica, incorporada em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e enfeites aos pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício (MACHADO et al., 2003). A utilização do tomate tipo cereja como adorno, aperitivo e na confecção de pratos diversos é uma opção a mais de consumo dessa hortaliça (GUSMÃO et al., 2000a).

Os frutos do grupo Cereja são pequenos e as plantas são de crescimento indeterminado, com 15 a 50 frutos por penca, apresentando frutos redondos ou compridos pesando entre 10 e 30 g (DIEZ NICLOS, 1995). Para Alvarenga (2004), a melhor denominação para esse grupo seria mini tomate, pois existem muitos materiais que não se enquadram no padrão do tomate-cereja, seja pela forma, que pode ser redonda, periforme ou ovalada, seja pela coloração, que vai do

amarelo até o vermelho, passando pelo laranja, seja pelo tamanho, por apresentar frutos de 5 a 30 g de peso.

2.1.6 Efeito do potássio no tomateiro

O potássio (K) é considerado o nutriente da qualidade, devido aos seus importantes efeitos nos produtos, pois ele afeta atributos como a cor, tamanho, acidez, resistência ao transporte, manuseio, armazenamento, valor nutritivo e qualidades industriais (RAIJ, 1990). Sua influência na qualidade baseia-se na sua função de promotor da síntese de fotossintatos e seu transporte para frutos, grãos, tubérculos e órgãos de armazenamento da planta, aumentando a conversão daqueles em amido, proteína, vitaminas, óleos, entre outros (MENGEL; KIRKBY, 1987). O K participa na translocação dos compostos elaborados, forma parte das enzimas e participa da alongação celular reforçando a parede celular (MALAVOLTA et al., 1989). Segundo Ho e Adams (1995), o K é acumulado em grandes quantidades nos frutos de tomate e é requerido para uniformizar o amadurecimento e aumentar a acidez do fruto, características essenciais para boa qualidade e sabor.

Na literatura é muito conhecida a interação positiva entre o nitrogênio (N) e potássio (K) (MALAVOLTA et al., 1997). As adubações nitrogenada e potássica afetam as características vegetativas e reprodutivas das plantas (MALAVOLTA et al., 1989; MARSCHNER, 1995). O N potencializa e incrementa a síntese de proteínas e de ácidos nucléicos, além de promover o crescimento vegetativo e a formação de gemas floríferas e frutíferas (MARSCHNER, 1995). É importante que a relação K:N se modifique ao longo dos estádios fenológicos do tomateiro, para atender às diferentes necessidades da planta durante o ciclo. Para Adams e Massey (1984) e Ho e Adams (1995), a partir do início da frutificação, a relação K:N absorvidos altera-se drasticamente, sendo necessário o aumento do suprimento de K para garantir a qualidade e uniformidade de maturação dos frutos. Fernandes et al (2002) adotou relação K:N na fase de frutificação de 2:1, o que está de acordo com o proposto por Adams e Massey (1984) e Adams (1994). Segundo esses autores, nas primeiras semanas de cultivo, a absorção de K e N ocorre na proporção de 1,2:1,0, porém com o aparecimento dos frutos se eleva até valores de 2,5:1,0, reduzindo-se posteriormente para 2,0:1,0.

2.2 Microclima em ambientes protegidos

2.2.1 Radiação solar

A produtividade de uma cultura é determinada primeiramente pela interceptação de radiação pela massa vegetal, pela eficiência de conversão de radiação interceptada em biomassa e pela parte dessa energia que é perdida durante o processo de respiração. Portanto, a radiação solar é o principal fator determinante do rendimento de qualquer cultura.

A radiação solar incidente no interior de um ambiente protegido é sempre menor que a que incide sobre uma superfície livre, devido aos processos de reflexão e absorção pelo material da cobertura plástica (PEZZOPANE, 1994; RICIERI; ESCOBEDO, 1996; GALVANI, 2001). Para Sentelhas et al. (1999) e Serrano et al. (2001), os processos de atenuação da radiação solar em ambientes protegidos dependem do tipo, espessura, nível de limpeza, condensação da água e nível de degradação do plástico utilizado, assim como da orientação e forma da cobertura, da época do ano e das demais estruturas que configuram o ambiente protegido (arcos, mourões, canais de irrigação, malhas, etc). A redução da transmissão de radiação solar devido aos filmes é da ordem de 5 a 40%, em função dos distintos fatores mencionados. A caracterização da atenuação da radiação solar é importante, pois afeta outros componentes do balanço de energia, como os fluxos de calor sensível e latente e o processo fotossintético (PEZZOPANE et al., 2004). Portanto, é fundamental que se estabeleçam níveis adequados de sombreamento, não prejudiciais ao desenvolvimento e à produção das culturas (FARIA JUNIOR et al., 2000).

A redução da radiação solar, como forma de evitar elevadas temperaturas, implica diretamente na redução da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) transmitida ao interior do ambiente, afetando a fotossíntese e levando à diminuição do crescimento e produtividade da cultura. Apesar disso, é possível alcançar valores de eficiência do uso da radiação em ambiente protegido maiores do que os encontrados no campo, em função do aumento da radiação difusa (HAMMER; VANDERLIP, 1989; SINCLAIR et al., 1992). A parcela da radiação solar que interage com a massa ótica é denominada radiação difusa, enquanto que a radiação que incide diretamente sobre a superfície é chamada de radiação direta (DRECHMER, 2005). Por meio de modelos, Sinclair et al. (1992) encontraram que um aumento na fração difusa resultou em maior eficiência de uso da radiação nas culturas do milho e da soja.

2.2.2 Temperatura do ar

Ultrapassar as temperaturas máximas requeridas pela cultura afeta diretamente sua produção. A redução da temperatura do ar é um dos principais objetivos em ambientes protegidos situados nas regiões tropicais, nas quais ocorrem altas temperaturas (SERRANO et al. 2001). Para tanto, são utilizadas as telas de sombreamento nos ambientes protegidos, como forma de atenuação de temperaturas extremas.

Normalmente, no interior dos ambientes protegidos ocorrem valores de temperatura do ar superiores ao ambiente externo (GALVANI, 2001; GUISELINI, 2002; GUISELINI; SENTELHAS, 2004; GUISELINI et al., 2007; PEZZOPANE, 1997; ROBLEDO; MARTIM, 1981; MILLS et al., 1990; FARIAS et al., 1993). Segundo Farias et al. (1993), essas diferenças variam em torno de 0,5°C a 9,0°C, pressupondo que a temperatura média diária no interior da estufa é sempre mais elevada que no exterior. Isso ocorre, pois a cobertura plástica retém energia na forma de calor sensível dentro do ambiente protegido, fazendo com que a temperatura do ar se eleve. As maiores diferenças ocorrem entre 12h e 16h, que correspondem aos horários mais quentes do dia (FARIAS et al., 1993).

Dentre os métodos utilizados para a redução da temperatura interna em ambientes protegidos, o emprego de telas de sombreamento vem sendo indicado como uma das soluções de menor custo econômico. Pandorfi (2006) verificou que, na escala diária, a temperatura média do ar no interior do ambiente coberto por tela termo-refletora instalada externamente foi muito próxima da encontrada no ambiente externo, concordando com Nascimento Filho et al. (1997). Porém, quando a mesma tela é disposta internamente no ambiente protegido, na altura do pé direito, ocorrem os maiores valores de temperatura do ar, com diferenças da ordem de 1,2°C a 1,4°C.

Scatolini (1996) relata maior efeito da cobertura plástica sobre as temperaturas máximas, com valores de 1,2 °C a 4,4 °C acima das observadas externamente. Pandorfi (2006) identificou variações positivas da temperatura máxima no ambiente protegido coberto com polietileno de baixa densidade associado à tela termo-refletora, disposta internamente, da ordem de 3,0°C. Já a temperatura mínima do ar no interior é igual ou ligeiramente superior à observada externamente (MONTERO et al., 1985; MILLIS et al., 1990; VILLELE, 1993; BURIOL et al., 1993; HELDWEIN et al., 2001a). Segundo Buriol et al. (1993), as temperaturas mínimas do ar tendem

a ser semelhantes às observadas externamente, especialmente quando existe o manejo da ventilação das estufas durante o dia, por meio de abertura e fechamento de cortinas laterais.

Outro método de baixo custo para a redução da temperatura do ar em ambientes protegidos é a ventilação natural, considerada um dos principais processos modificadores do microclima em ambientes modificados. De acordo com Rocha (2002), o aproveitamento dos ventos predominantes da região e das características construtivas de uma estrutura são fatores primordiais para a eficiência do sistema, no condicionamento do ambiente interno. O referido autor, utilizando ambiente com 3,5 m de altura do pé-direito, verificou uma redução de 0,2°C na temperatura média do ar, porém, não foi estatisticamente significativa. Nascimento e Silva (1999), estudando a mesma altura de pé-direito, observaram redução da temperatura média do ar de até 0,6°C, no intervalo das 10 às 16h, em relação ao ambiente externo. Furlan (2001) também constatou que ambientes protegidos com pé-direito baixo apresentam maiores temperaturas do ar.

Guiselini (2002), estudando diferentes coberturas plásticas, verificou tendência de maior aquecimento sob o plástico leitoso, em média, maiores que 6°C em relação ao ambiente externo e nos ambientes cobertos por plástico leitoso associado à tela termo-refletora e plástico leitoso associado à tela preta as temperaturas médias foram mais amenas, porém, ainda superiores à condição externa, em média 3°C.

Abak et al. (1994), em estudo avaliando diferentes materiais de cobertura em ambientes protegidos, verificaram que no ambiente com malha termo-refletora a temperatura do ar e do solo foi superior às observadas no ambiente sem a malha.

2.2.3 Umidade relativa do ar

A variação da umidade do ar no interior dos ambientes protegidos depende, principalmente, da temperatura do ar e da ventilação. Por sua vez, a temperatura do ar varia, principalmente, em função da densidade de fluxo de radiação solar incidente e da própria ventilação, a qual depende da área, da localização e do manejo das aberturas, bem como da velocidade de troca do ar entre o interior e o exterior do ambiente (BURIOL, 2000).

Em dias típicos, a umidade relativa do ar tem comportamento contrário ao da temperatura do ar, ou seja, valores elevados no período noturno e baixos no diurno. Durante o período diurno, com o aumento da temperatura, a UR diminui com mais intensidade no interior do ambiente protegido do que no ambiente externo, tornando-se geralmente inferior à verificada externamente

das 8 às 14h (BURIOL et al., 2000). Porém, durante o final da tarde e à noite, a UR aumenta rapidamente. Isto se deve à queda da temperatura verificada neste período no interior do ambiente protegido e à retenção do ar úmido pela cobertura plástica, onde a pressão atual de vapor é maior (TANAKA; GENTA, 1982; PRADOS, 1986; BURIOL et al., 2000; GUISELINI; SENTELHAS, 2004; GUISELINI et al., 2007). De acordo com Sganzerla (1995), quanto maior a relação volume/área de uma estufa, maiores serão os contrastes na umidade relativa e na temperatura do ar, em relação ao ambiente externo.

2.3 Filmes plásticos difusores

O tipo de material utilizado na cobertura de ambientes protegidos assume papel importante na definição do microclima desses, afetando a densidade de fluxo de radiação no interior do ambiente de cultivo, de acordo com a variação da sua transmissividade (STEIDLE NETO et al., 2006; FINCH et al., 2004).

Um filme plástico agrícola é chamado de difusor quando tem a capacidade de difundir a luz, ou seja, de transformar os raios do sol em luz que se propaga em todas as direções. Um filme é considerado difusor quando sua turbidez é igual ou superior a 30% para espessuras entre 70 e 150 μm e a 35% para espessuras iguais ou superiores a 150 μm . Os filmes difusores são compostos por partículas microscópicas que fazem com que a luz se “choque” contra elas e se desvie da direção incidente para se espalhar em todas as direções. Devido ao aspecto leitoso do filme difusor, pode parecer à primeira vista que a proporção de RFA que entra no ambiente protegido é menor em relação a um filme transparente. No entanto, dependendo da composição do plástico difusor, os valores de RFA podem ser iguais ou até superiores aos de um filme transparente com as mesmas características (SERRANO et al., 2001).

Em dias ensolarados, com um filme difusor, a radiação difusa dentro de um ambiente protegido pode ser 3 a 4 vezes superior à radiação difusa exterior (BAILLE et al., 2003). Assim, em ambientes protegidos, as sombras se tornam menos nítidas do que no campo (CASTILLA, 2005).

2.4 Influência do microclima na qualidade do tomate

2.4.1 Radiação solar

Segundo Kittas et al. (1999), pequenas diferenças na transmissividade do material de cobertura à radiação solar podem ter efeito significativo no crescimento e no desenvolvimento das culturas. Papadopoulos e Hao (1997) relataram que o tamanho dos frutos de tomate foi similar em instalações cobertas com vidro e acrílico, mas com a utilização de dois filmes plásticos separados por uma camada de ar, ocorreram reduções entre 6 e 12% no número de frutos classificados como extra grande. Cockshull et al. (1992) constataram que o aumento de 1% da radiação fotossinteticamente ativa proporcionou um acréscimo de aproximadamente 1% na produtividade do tomateiro, em função do estímulo à fotossíntese.

Sinclair e Horie (1989) constataram que a eficiência de uso da radiação varia dentro de uma mesma espécie e que folhas saturadas por radiação são menos eficientes do que as sombreadas. De acordo com Radin (2003), a presença de tela de sombreamento em ambientes protegidos propiciou distribuição mais uniforme da radiação solar dentro do dossel vegetal, favorecendo a expansão foliar e, conseqüentemente, a eficiência de uso da radiação na cultura do tomateiro. O mesmo autor verificou que 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.

Em geral, os fatores climáticos que favorecem a fotossíntese e, conseqüentemente, a síntese de açúcares, melhoram a qualidade organoléptica dos frutos do tomateiro, pois o sabor, em hortaliças de fruto, depende principalmente do conteúdo de açúcares e aromas, assim como da acidez (HOBSON, 1988). Em tomate, o aumento da radiação favorece o conteúdo de açúcares e ácidos (URBAN, 1997). Uma taxa elevada de fotossíntese pode afetar a produção de açúcares e ácidos, que são componentes importantes do sabor nas hortaliças de frutos (VONK-NOORDEGRAAF et al., 1995). Além da qualidade organoléptica do fruto, Cockshull (1992) verificou que maiores níveis de fotossíntese estimulam a produção de frutos maiores.

2.4.2 Temperatura do ar

O tomate é um vegetal de clima quente e demanda uma longa estação de crescimento, sendo que a rapidez de seu crescimento está relacionada à temperatura e à idade da planta

(SELINA; BLEDSOE, 2002). No entanto, temperaturas extremas são prejudiciais e 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 e amadurecimento dos frutos. A tolerância do tomateiro a temperaturas extremas depende da cultivar e de cada fase do ciclo do tomateiro. Por exemplo, a temperatura mínima requerida para a germinação está entre 8°C e 11°C, enquanto as temperaturas máximas para boas produções ficam entre 16°C e 29°C (PEET et al., 1997). A temperatura de germinação para o tomate geralmente varia entre 15°C e 25°C (THOMSON, 1974; MOBAYEN, 1980). De maneira geral, temperaturas diurnas entre 25 a 30°C e noturnas entre 15 e 20°C são consideradas favoráveis para o bom desenvolvimento e produção do tomateiro (BRANDÃO FILHO; CALLEGARI, 1999). Segundo Alvarenga (2004), temperaturas abaixo de 10°C e acima de 34°C provocam sérios prejuízos à cultura.

Para Luz et al. (2002), regiões com temperatura média acima de 30 °C já não são recomendadas para o cultivo dessa hortaliça. Acima de 35 °C há tendência dos frutos maduros tornarem-se amarelos e não vermelhos. De acordo com Kalungu (2008), temperaturas maiores que 40°C ou abaixo de 10°C levam ao amarelecimento de frutos, já que há redução de licopeno, responsável pela coloração vermelha dos frutos de tomate, e da concentração de caroteno, que vai influenciar na redução de produtividade. De acordo com Minami e Haag (1989), as temperaturas superiores a 35°C diminuem a porcentagem de germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico. Por sua vez, para EMBRAPA (1994), a germinação das sementes de tomate é limitada entre as temperaturas extremas de 5°C e 40°C. Sob condições de elevada radiação solar, a temperatura dos frutos pode superar a temperatura do ar em até 10°C, o que reduz sua transpiração e causa queimaduras (VONK-NOORDEGRAAF et al., 1995), sendo necessário o sombreamento em épocas de intensa radiação sobre os frutos do tomateiro (CASTILLA, 2005). Por outro lado, baixas temperaturas estimulam a formação de frutos com tamanhos irregulares, coloração desuniforme e amadurecimento lento (CASTILLA, 1995). De acordo com Filgueira (1982), a planta do tomateiro exige também termo-periodicidade (diferença entre temperaturas diurnas e noturnas) ao redor de 6°C, para que ocorra um desenvolvimento vegetativo ideal.

2.4.3 Umidade relativa do ar

O conteúdo de vapor de água do ar no interior da estufa é muito influenciado pela evapotranspiração, pois, em função de se manter o solo e/ou o substrato deste ambiente permanentemente próximos à capacidade de campo por meio de irrigação, a demanda evaporativa do ar é plenamente atendida (BURIOL, 2007). Assim, o elevado conteúdo de vapor d'água no ar do interior da estufa origina uma alta pressão parcial de vapor, mesmo quando a umidade relativa do ar é baixa (PRADOS, 1986; FARIAS et al., 1993; BURIOL et al., 2000).

A umidade relativa tem efeito indireto no desenvolvimento e produção de tomate, sendo que alta umidade relativa favorece a presença de doenças levando ao uso de defensivos (KALUNGU, 2008). Para EMBRAPA (1994), a incidência de doenças sob condições de alta umidade relativa limitam a produtividade do tomateiro. Por sua vez, valores muito baixos de umidade relativa podem provocar altas taxas de evapotranspiração, ocasionando deficiência hídrica, a qual reduz a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção da cultura (FURLAN, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), no município de Piracicaba, estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são: 22°42’30’’ de latitude Sul, 47°38’00’’ de longitude Oeste e altitude de 546 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é *Cwa*, ou seja, tropical úmido com seca no inverno. O solo da área experimental é um Nitossolo Vermelho Eutrófico A Moderado, de textura argilosa.

Os experimentos foram instalados em um ambiente protegido tipo arco de 7 m de largura, 50 m de comprimento, altura do pé-direito de 4 m e altura central de 5,2 m (Figura 1).



Figura 1 – Vista geral do ambiente protegido localizado na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, no município de Piracicaba, SP

Este ambiente foi subdividido em duas partes iguais, isoladas por um filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) (Figura 2).



Figura 2 – Instalação do plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) para a divisão do ambiente protegido

Desta forma, foram definidos dois ambientes distintos, com coberturas plásticas diferentes. Um dos ambientes foi coberto com filme plástico anti-UV aliado à tela termo-refletores com malha de 40%, instalada internamente na altura do pé-direito (Ambiente I). No outro ambiente (Ambiente II), utilizou-se o filme plástico difusor com capacidade de difusão de 55% da radiação transmitida ao interior do ambiente protegido (Figura3). Nas laterais foram instaladas telas pretas com malha de 50% de sombreamento, permitindo boa ventilação nos dois ambientes.

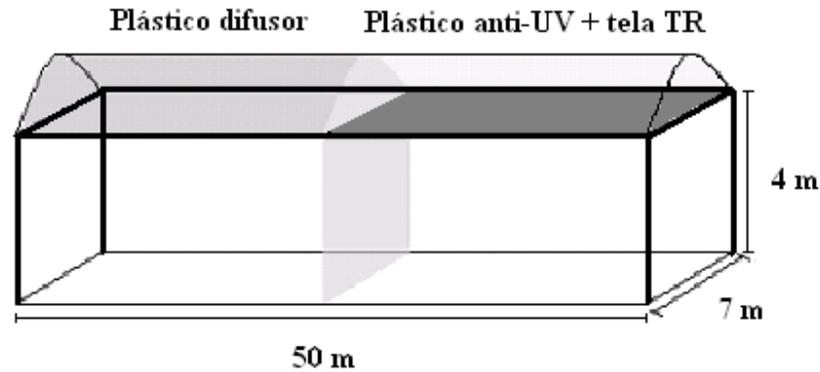


Figura 3 – Representação esquemática dos ambientes protegidos e de suas coberturas plásticas:
Ambiente I – Plástico anti-UV + Tela termo-refletores; Ambiente II – Plástico Difusor

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em cada ambiente. Cada bloco foi composto por quatro tratamentos, em um esquema fatorial 2 x 2, referente a duas fertirrigações (relação K:N 2:1 e 3:1) e a duas cultivares utilizadas (*Sweet Grape* e *Sweet Million*), com cinco repetições (Figura 4). Assim, em cada um dos tratamentos foram denominados da seguinte forma: Grape 2:1, Million 2:1, Grape 3:1 e Million 3:1. Cada tratamento era composto por 10 plantas, sendo que para as avaliações biométricas eram utilizadas apenas as seis plantas centrais, sendo as demais consideradas como bordaduras.

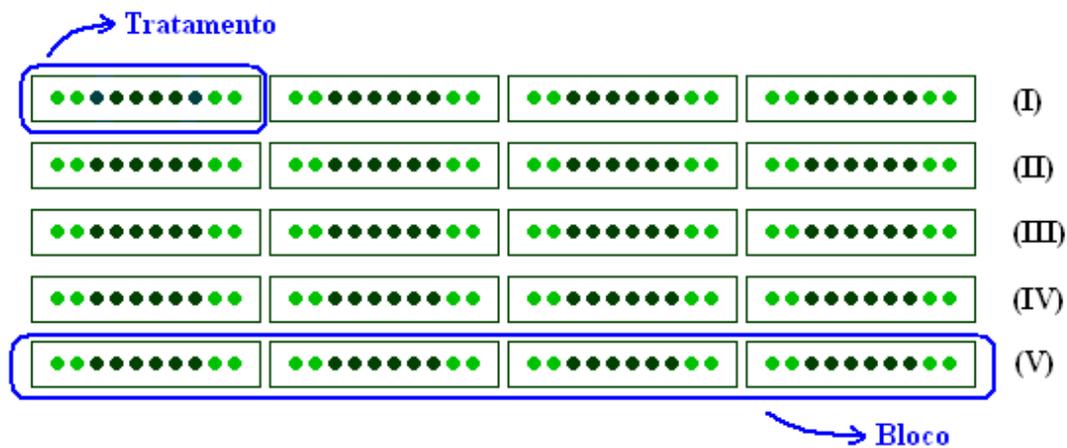


Figura 4 – Representação esquemática do delineamento experimental em um dos ambientes. Os experimentos possuem delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições (I, II, III, IV e V)

3.3 Instalação dos experimentos

3.3.1 Preparo do solo

Para a instalação do 1º ciclo foi realizada uma adubação de base. Os adubos foram espalhados a lanço (Figura 5) e incorporados ao solo a uma profundidade aproximada de 20 cm, com o auxílio de um cultivador acoplado a um microtrator Tobata (Figura 6).



Figura 5 – Adubação de base a lanço realizada no interior do ambiente protegido, no dia 29/07/08



Figura 6 – Preparo do solo para incorporação da adubação, realizado no interior do ambiente protegido, empregando-se um microtrator Tobata

Para o 2º ciclo, em decorrência do aproveitamento da infra-estrutura já existente na área (*mulch* plástico, estacas e irrigação) não houve nova adubação de base e preparo do solo.

3.3.2 Instalação das coberturas plásticas

No dia 05/08/08 foram instaladas as coberturas plásticas no interior do ambiente protegido, sendo Ambiente I com plástico anti-UV mais tela termo-refletora (Figura 7) e Ambiente II com plástico difusor (Figura 8).



Figura 7 – Instalação da tela termo-refletora na altura do pé-direito, no interior do Ambiente I



Figura 8 – Ambiente protegido coberto com filme plástico difusor (Ambiente II)

3.3.2.1 Características dos plásticos utilizados

a) Plástico difusor (*Filme SSEL UVA 125*)

Este filme foi fornecido pela filial brasileira da empresa ‘Polysack Indústrias Ltda’. O pigmento, adicionado ao plástico durante sua fabricação, é seletivo à radiação solar, permitindo que boa parte da luz visível seja transmitida ao interior do ambiente protegido e boa parte da radiação ultravioleta e infravermelha seja refletida (Tabela 1).

Tabela 1 – Propriedades físicas do plástico difusor fornecidas pelo fabricante

Transmissão de RFA	%	86,5
Fração difusa de RFA	%	55
Bloqueio da radiação UV	%	100/350 nm
Termicidade	%	60

b) Plástico de polietileno de baixa densidade transparente (PEBDt) anti-UV

Os aditivos incorporados a este filme plástico permite que o material resista à ação da radiação ultravioleta. Assim, o filme plástico adquire maior durabilidade. A transmitância à radiação solar é de aproximadamente 80%.

c) *Aluminet 40%*

De acordo com o fabricante, essa malha é especialmente adequada para uso interior, sendo fixada na altura do pé-direito do ambiente protegido ou móvel, num sistema automático ou manual de abertura e fechamento. Utilizada para promover um sombreamento leve em uma vasta gama de cultivos, a malha previne danos ocasionados por raios solares às plantas e reduz a temperatura em dias de calor. É flexível, forte, leve, fácil de estender, reciclável e resistente à radiação UV. As principais características dessa malha de sombreamento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades físicas da tela termo-refletora fornecidas pelo fabricante

Porcentagem de sombreamento	40-43%
Reflexão	40%
Luz difusa	72%
Conservação da energia	15%

3.3.3 Preparo dos canteiros

Após o preparo do solo e a instalação dos filmes plásticos, os canteiros foram delimitados por meio da fixação dos mourões que serviram de base para a condução do tomateiro (Figura 9). As dimensões adotadas foram as seguintes: largura do canteiro = 0,8 m; largura do passeio = 0,4 m e comprimento de cada canteiro = 5,7 m.



Figura 9 – Delimitação dos canteiros e instalação das coberturas com plástico preto (*mulching*), nos ambientes protegidos, realizadas no dia 30/07/08

3.3.4 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação empregado foi o de gotejamento, com os gotejadores inseridos em tubo de PEBDL. No dia 08/08/08 foram instalados: a bomba (motobomba Somar – modelo SRC com vazão máxima de $8500 \text{ Lh}^{-1} - 23 \text{ mca}$), os tubos de PEBDL com os gotejadores, os registros e as conexões para o sistema de irrigação (Figura 10). O espaçamento adotado entre gotejadores foi de 0,5 m.



Figura 10 – Instalação dos sistema de irrigação, com os tubos gotejadores, os registros e as conexões, no interior do ambiente protegido

Logo após a montagem do sistema de irrigação, foi realizado um teste de vazão para a certificação da uniformidade dos gotejadores. Dentre os 10 gotejadores da linha de gotejamento de cada tratamento escolheu-se aleatoriamente um gotejador e coletou-se a vazão durante 3 minutos. Verteu-se o líquido coletado em uma proveta graduada, quantificando-se o volume coletado e calculando-se a vazão para o intervalo de uma hora. Os resultados desse procedimento são apresentados na Figura 11.

A vazão média foi de 1,50 L/h e 1,57 L/h nos ambientes I e II, respectivamente. Isso representou uma diferença de aproximadamente 4,4% entre os dois ambientes, o que exigiu a instalação de uma válvula de pressão na entrada da linha lateral, fazendo com que a vazão ficasse homogênea.

1,50	1,38	1,41	1,41	1,50	1,53	1,56	1,65	bomba e caixa d'água
1,47	1,50	1,50	1,59	1,50	1,56	1,59	1,65	
1,53	1,50	1,62	1,62	1,59	1,56	1,65	1,60	
1,50	1,56	1,41	1,50	1,53	1,53	1,53	1,40	
1,56	1,47	1,53	1,47	1,50	1,53	1,62	1,83	
Ambiente I				Ambiente II				

Figura 11 – Volumes obtidos, em L hora⁻¹, a partir do teste de vazão dos gotejadores no interior do ambiente protegido, sendo Ambiente I: plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II: plástico difusor

3.3.4.1 Manejo da fertirrigação

A fertirrigação foi feita por meio do sistema de gotejamento e aplicada quatro vezes por semana, no período da manhã, durante 10 minutos, logo após os 30 minutos de irrigação diária. As soluções nutritivas eram preparadas instantes antes da fertirrigação, a partir de soluções-estoque. Era retirada, da solução concentrada de cada fertilizante, uma alíquota de 1 ml para cada 1 L de água bombeada para os tratamentos durante a fertirrigação, ou seja, uma diluição de 1000 vezes.

Nos dois ciclos realizados, durante a fase vegetativa da cultura, utilizou-se uma única solução nutritiva para todos os tratamentos. Nesta recomendação (Tabela 3), o maior fornecimento de nitrogênio favoreceu o crescimento inicial do tomateiro.

O uso de duas soluções nutritivas diferentes (Tabela 4) teve início com o aparecimento dos primeiros frutos, a partir do dia 04/09/08 para o primeiro ciclo e do dia 10/04/09 para o segundo ciclo. Cada parcela possuía um registro individualizado para o manejo das diferentes soluções nutritivas. Entre duas fertirrigações com soluções distintas fazia-se a lavagem dos tubos, por meio do bombeamento de água pura durante aproximadamente 5 minutos ao longo do sistema de irrigação.

Tabela 3 – Recomendação nutricional adotada para o sub-período vegetativo do tomateiro

Fertilizante	Concentração da solução estoque (g L ⁻¹)
Kristalon (06-12-36)	500
Nitrato de cálcio	600
Nitrato de potássio	450
Nitrato de magnésio	90
Fosfato monoamônico (MAP)	60
Fosfato monopotássico (MKP)	100
Hydro cocktail (micronutrientes)	10

Tabela 4 – Concentração das soluções-estoque adotadas no sub-período de frutificação do tomateiro

Fertilizante	Concentração da solução-estoque (g L ⁻¹)	
	Solução 2:1	Solução 3:1
Nitrato de cálcio	451	451
Fosfato monopotássico	179	179
Sulfato de potássio	219	388
Sulfato de magnésio	263	263
Hydro Cocktail (micronutrientes)	40	40

3.3.5 Características das cultivares utilizadas

Para os dois experimentos foram utilizadas as cultivares de tomate tipo cereja *Sweet Grape* e *Sweet Million*.

a) AF – 8793 (cv. *Sweet Grape*)

A *Sweet Grape* é uma cultivar do tipo cereja, de crescimento indeterminado, com frutos de formato oblongo, peso médio de 10 a 20 gramas, coloração vermelho intenso, de excelente qualidade, sabor e °Brix elevado. Essa cultivar apresenta alto nível de resistência à murcha do fusário raça 1 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*), vírus do mosaico do tomateiro – estirpe 1 (ToMV), mancha de estenfilio (*Stemphylium solani*) e *Cladosporium fulvum* (Cf).

b) *Tomate Hib. F1 Sweet Million*

A *Sweet Million* é uma cultivar do tipo cereja, bastante produtiva, de crescimento indeterminado, com frutos de excelente sabor, coloração vermelho brilhante, polpa espessa, formato arredondado, pesando em média 15 a 25 gramas. Ela é resistente à murcha de fusário raça 1 (*Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici*), mancha de estenfilio (*Stemphyllium solani*) e vírus do mosaico do tomateiro - estirpe 1 (ToMV).

3.3.6 Condução do tomateiro

As mudas do tomateiro foram transplantadas para o interior dos ambientes protegidos nos dias 19/08/08 (1º ciclo) e 28/03/09 (2º ciclo). O espaçamento adotado foi de 0,5 m entre plantas e 1,2 m entre linhas.

O florescimento teve início no dia 24/08/08 no 1º ciclo e no dia 03/04/09 no 2º ciclo. A polinização foi favorecida por meio de agitação mecânica gerada manualmente ao longo dos arames de condução da cultura, forçando a liberação do pólen. Essa técnica, relativamente simples, normalmente garante alta taxa de polinização, resultando em alta produtividade ao final do ciclo do tomateiro.

As desbrotas foram realizadas semanalmente. Nesta, todos os brotos laterais eram retirados se possuíssem, no mínimo, 5 cm de comprimento. Somente o primeiro broto anterior à primeira flor foi preservado, para servir de segunda haste da planta.

O surgimento do primeiro cacho de frutos ocorreu nos dias 04/09/08 (1º ciclo) e 10/04/09 (2º ciclo). Foram conduzidos, em média, 10 cachos por planta. Cada planta chegou a uma altura de aproximadamente 3 m.

3.3.7 Variáveis microclimáticas no interior de cada ambiente

As condições microclimáticas no interior dos dois ambientes protegidos foram monitoradas por meio de sensores eletrônicos instalados na posição central de cada um dos ambientes (Figuras 12 e 13). Esses sensores estavam conectados a um sistema automático de aquisição de dados, modelo CR23X (Campbell Sci.) (Figura 14), o qual obtinha de forma contínua, registros de temperatura do ar – T e umidade relativa do ar – UR (sensor da marca Vaisala, modelo HMP35), radiação solar global - Qg (sensor da marca Kipp e Zonen, modelo CM3), saldo de radiação - Rn (sensor da marca Kipp e Zonen, modelo NR lite) e radiação

fotossinteticamente ativa – RFA (sensor da marca Li-cor, modelo LI190SB tipo Quantum). Os dados eram registrados a cada segundo e as médias computadas a cada 15 minutos. Dessa forma, foi possível avaliar a variação contínua de cada elemento meteorológico. Todos os sensores foram calibrados e testados na área do posto meteorológico da ESALQ/USP antes de sua instalação nos ambientes protegidos (Figura 15).

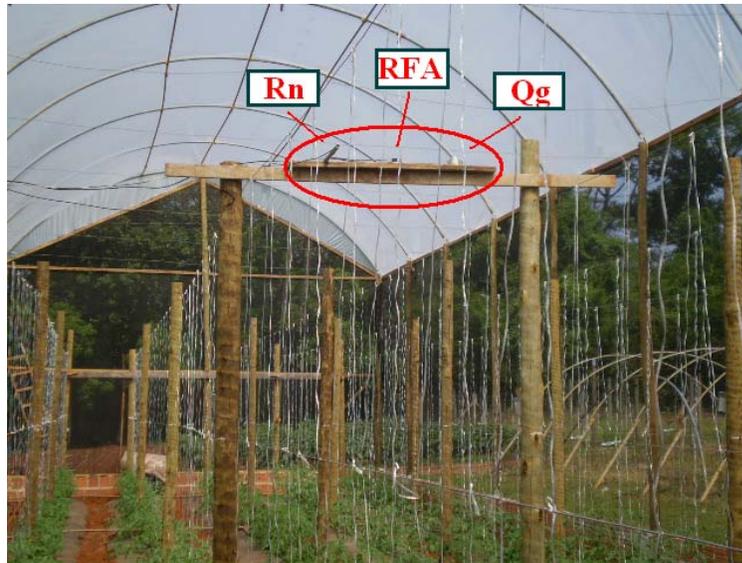


Figura 12 – Sensores de medição de radiação solar global (Q_g), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e saldo de radiação (R_n) instalados na posição central de cada um dos ambientes protegidos



Figura 13 – Abrigo multiplacas com sensor para a medição da temperatura (T) e da umidade relativa (UR) do ar, instalado a 2 m de altura, em cada um dos ambientes protegidos

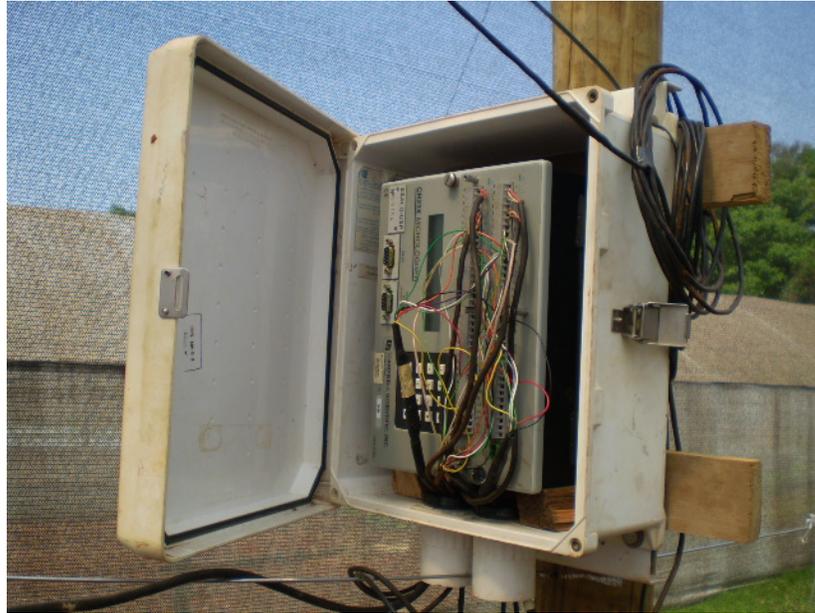


Figura 14 - Sistema automático de aquisição de dados modelos CR23x (Campbell Sci.), instalado em caixa selada no interior do ambiente protegido



Figura 15 – Teste e calibração dos sensores no Posto Agrometeorológico da ESALQ/USP, antes de sua instalação nos ambientes protegidos

3.4. Avaliação dos experimentos

3.4.1 Variáveis biométricas

As variáveis biométricas avaliadas, no presente estudo, foram baseadas na avaliação dos frutos, a cada colheita. As colheitas foram realizadas aproximadamente a cada dez dias, sendo que em cada parcela colheu-se os frutos das seis plantas centrais. Esses frutos foram classificados e pesados no máximo até o dia seguinte. As seguintes variáveis foram avaliadas:

3.4.1.1 Características dos frutos

Como não existe uma legislação específica para tomate tipo cereja quanto à sua classificação por tamanho, foi estabelecida uma padronização própria. Assim, os frutos foram classificados de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Tabela 5. Os frutos com diâmetro superior ao estabelecido na Tabela 5 foram classificados como grande.

Tabela 5 – Critério para a classificação do tamanho (diâmetro - \emptyset) dos frutos do tomateiro cereja

	Frutos pequenos	
	\emptyset transversal	\emptyset longitudinal
	(cm)	
<i>Sweet Grape</i>	até 2,0	até 2,5
<i>Sweet Million</i>	até 2,2	até 2,2

Desse modo, as características biométricas dos frutos foram avaliadas de acordo com as seguintes variáveis:

- a) Número de frutos pequenos e grandes por planta;
- b) Peso dos frutos pequenos e grandes por planta;
- c) Diâmetro transversal e longitudinal dos frutos pequenos e grandes.

3.4.1.2 Produtividade

Os frutos colhidos foram pesados para a determinação da produtividade dos frutos pequenos, dos frutos grandes e da produtividade total, considerando-se como unidade de medida uma planta, o que resultou nas produtividades em kg planta^{-1} .

3.4.1.3 Qualidade dos frutos

Foram realizadas avaliações qualitativas dos frutos do tomateiro no início, no meio e no final do período de colheita. Essa avaliações consistiram de:

- a) Determinação do °Brix: determinou-se o teor de sólidos solúveis por meio de um refratômetro de leitura direta, avaliando-se o suco de três frutos por parcela;
- b) Determinação do teor de vitamina C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de acordo com Carvalho et al. (1990): foram pesados 10 g da amostra triturada dos frutos de cada parcela e diluídas em 90 ml de ácido oxálico a 1%. O 2,6 diclorofenol indofenol sódio (DCFI) foi usado para a titulação;
- c) Determinação do pH: feita com base na leitura direta da polpa homogeneizada dos frutos, com o auxílio de um pHmetro digital (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC, 1992);
- d) Determinação da acidez titulável: foram utilizadas 10g de polpa homogeneizada de frutos para cada parcela, diluídas em 90 ml de água destilada. A titulação foi realizada com hidróxido de sódio 0,05 N até que o pH da amostra atingisse 8,1.

3.5 Análise dos resultados

3.5.1 Dados microclimáticos

Com relação aos dados micrometeorológicos coletados ao longo dos dois experimentos no interior dos ambientes protegidos e no posto agrometeorológico da ESALQ/USP, foram realizadas as seguintes análises:

- a) Determinação das transmitâncias da radiação solar global (Qg) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de cada cobertura utilizada nos dois ambientes;

- b) Determinação da fração RFA/Qg dentro de cada ambiente estudado e sua comparação com o ambiente externo;
- c) Determinação do saldo de radiação (Rn) em cada um dos ambientes e sua comparação com o saldo externo;
- d) Avaliação diária das variáveis microclimáticas ao longo do experimento;
- e) Avaliação horária das variáveis microclimáticas nos dois ambientes, em dias característicos: com e sem nebulosidade;
- f) Determinação dos valores médios, máximos e mínimos de temperatura e umidade relativa do ar, coletados nos ambientes protegidos e no ambiente externo.

3.5.2 Dados biométricos e qualitativos do tomateiro

As variáveis biométricas e qualitativas do tomateiro foram avaliadas por meio das seguintes análises:

- a) Comparação do desempenho das duas cultivares, em termos biométricos e qualitativos;
- b) Verificação do efeito das diferentes fertirrigações na produtividade e na qualidade do tomate;
- c) Acompanhamento das variáveis biométricas ao longo dos dois ciclos.

3.5.3 Interação ambiente – tomateiro – manejo

Avaliou-se a interação entre as variáveis biométricas e qualitativas e as variáveis microclimáticas, por meio do coeficiente de correlação de Pearson (r), ao nível de significância de 1 e 5% de probabilidade. A partir dessas correlações, foram estabelecidas as principais variáveis condicionadoras da produtividade e qualidade dos tomateiros cereja, estabelecendo-se equações de estimativa dessas em função dos dados microclimáticos observados nos dois ambientes, por meio de regressões lineares simples e múltiplas.

3.5.4 Análise estatística

A análise estatística dos resultados experimentais foi feita pela análise conjunta dos dois ambientes, para cada ciclo estudado. Os resultados do experimento foram submetidos à análise de

variância e ao teste de comparação entre as médias (Tukey a 5%) conforme procedimentos GLM do SAS (*Statistical Analysis Software*). Os números de graus de liberdade para cada causa de variação, considerando-se a análise individual e conjunta de cada ambiente são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Número de graus de liberdade obtidos a partir da análise individual e conjunta de cada ambiente

Causas de variação	G.L.
Solução nutritiva (S.N.)	1
Variedades (V)	1
S.N. x V	1
Blocos	5
Resíduo	12
Total	20
Causas de variação	G.L.
Solução nutritiva (S.N.)	1
Ambientes (A)	1
Variedades (V)	1
S.N. x A	1
V x A	1
S.N. x V	1
S.N. x A x V	1
Blocos	5
Resíduo	28
Total	40

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis microclimáticas nos ambientes protegidos e suas relações com o ambiente externo.

4.1.1 Radiação solar global

A Tabela 7 apresenta os valores médios de radiação solar global (Q_g) dos ambientes estudados e suas respectivas transmitâncias. Observa-se que o valor de Q_g no Ambiente II (plástico difusor) foi superior àquela observada no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora). Isso ocorreu devido ao plástico anti-UV estar associado à tela de sombreamento, provocando significativa redução da entrada de radiação solar no Ambiente I. Em relação ao ambiente externo, os dois ambientes estudados sofreram atenuação da radiação solar, em função da reflexão e absorção da radiação solar incidente pela cobertura plástica.

Tabela 7 – Radiação solar global (Q_g , $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) observada no interior dos dois ambientes estudados e transmitâncias das coberturas em relação aos valores observados externamente, sendo: Amb I = plástico anti-UV associado à tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Ciclo	Q_g ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)			Transmitâncias (%)	
	Amb I	Amb II	Amb ext	Amb I	Amb II
1°	6,6	10,7	17,0	39,1	62,6
2°	4,3	6,0	13,7	31,7	43,8

Vasquez (2005), estudando o microclima de um ambiente protegido coberto com polietileno transparente de alta densidade (150 μm), obteve valores médios diários de radiação solar global bem superiores aos encontrados no presente experimento, da ordem de $14,3 \text{ MJm}^{-2} \text{d}^{-1}$ e $19,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$, respectivamente para o interior e exterior do ambiente, com uma transmitância média da cobertura da ordem de 73%.

Com relação às transmitâncias dos plásticos nos dois ambientes, o plástico difusor (Ambiente II) apresentou os maiores valores, ou seja, ele permitiu uma maior entrada de radiação solar global no interior do ambiente protegido. Por seu alto poder de difusão da radiação solar, o

plástico difusor promoveu um aumento na proporção de radiação difusa em relação à radiação solar total transmitida, o que provocou uma atenuação mais acentuada em relação aos plásticos sem esse efeito.

Ricieri e Escobedo (1996), comparando a transmissão do polietileno e o polietileno associado à tela de sombreamento preta 50% em túneis, obtiveram transmitâncias médias de 60% e 18%, respectivamente. Robledo e Martin (1981), estudando polietileno de baixa densidade (PEBD), encontraram transmitâncias de 70 a 80% da radiação solar global. Guiselini (2002) encontrou transmitâncias da ordem de 21% e 24% para o plástico branco leitoso, de 10% a 11% para o plástico leitoso associado à tela termo-refletora e de 7 a 8 % para o plástico leitoso associado à tela preta. Rocha (2007), estudando quatro coberturas plásticas diferentes, no município de Juazeiro (BA) verificou que a tela de sombreamento branca foi a que apresentou a maior transmitância de radiação solar global (76,5%), seguida da tela termo-refletora (54,4%), enquanto que as coberturas tela de sombreamento preta (47,4%) e cromatinete difusor (51,4%) foram as que apresentaram as menores transmitâncias.

Do 1º para o 2º ciclo do tomateiro, neste estudo, observou-se uma nítida redução no nível de Q_g e, conseqüentemente, na taxa de transmitância das coberturas plásticas. Isto ocorreu em razão de vários fatores. Em primeira instância, o 1º ciclo foi conduzido durante a primavera e o início do verão, enquanto que o 2º ciclo foi conduzido no período referente ao outono e inverno. Portanto, a época do ano influenciou na transmitância do material, o que também foi constatado por Galvani (2001), que observou transmitâncias de 70,8% no inverno e de 75,0% no verão para o filme plástico de polietileno de baixa densidade transparente.

Porém, além da época do ano, outro fator a ser considerado é o do desgaste do filme plástico utilizado, com a conseqüente redução de sua transmissividade. Frisina (1999) observou uma redução de 20,4% na transmitância de um filme plástico de polietileno de baixa densidade após seis meses de condução do experimento, tempo suficiente para que a cobertura de plástico apresentasse envelhecimento natural e revestimento de partículas que normalmente se depositam com o tempo, como poeira e fuligem de origem vegetal. O mesmo autor relata que, em filmes plásticos transparentes novos, a transmissividade média situa-se entre 80% e 90%, e para tempos maiores de uso pode cair para a faixa de 65 a 80%. Pandorfi (2006), comparando dois ciclos da cultura da gérbera, observou que houve redução pronunciada da transmitância nos ambientes protegidos entre as épocas de cultivo diferentes, sendo de 4% no ambiente no qual a tela termo-

refletora foi instalada internamente e de 6,4% no ambiente no qual a mesma tela foi instalada externamente à cobertura plástica, devido à deposição de poeira no decorrer do tempo.

A Figura 16 mostra a variação da Q_g nos três ambientes durante cada um dos ciclos. Em todos os dias, a Q_g do Ambiente II (plástico difusor) foi superior àquela no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora).

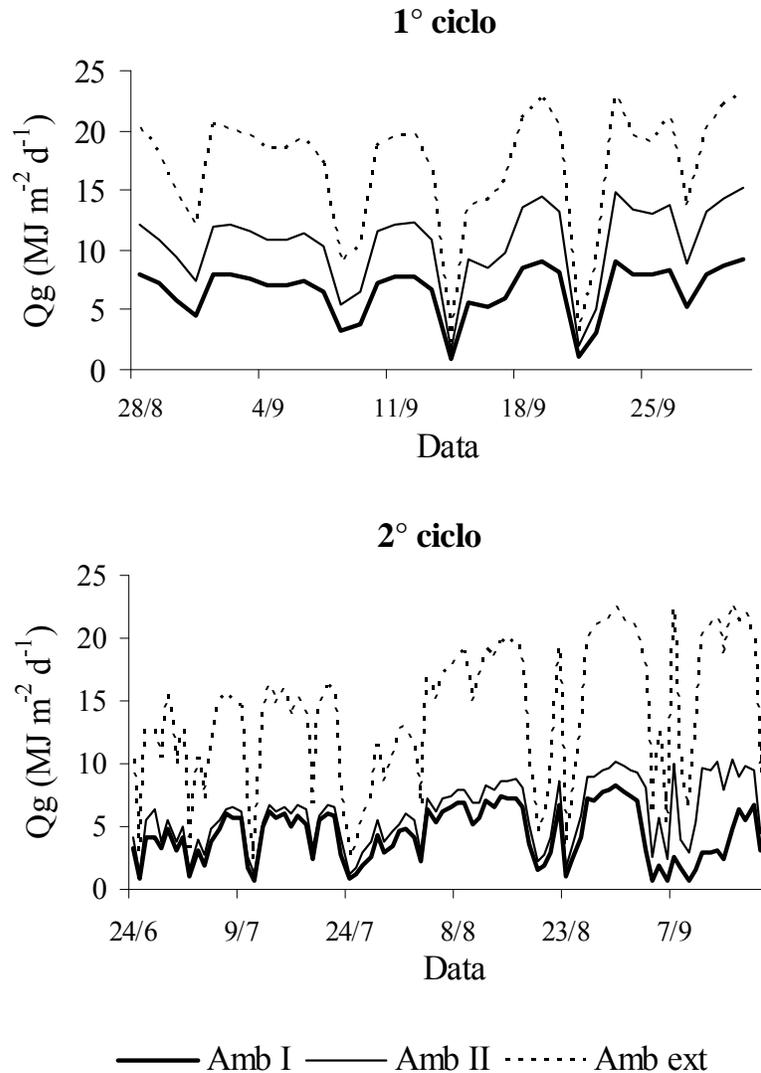


Figura 16 – Radiação solar global (Q_g , $\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I (plástico anti-UV + tela termo-refletora); Amb II (plástico difusor); Amb ext = posto meteorológico

A Figura 17 mostra a variação da radiação solar global, a cada 15 minutos, em dois dias característicos, sendo um dia de céu limpo e outro de céu nublado. A mesma tendência observada para os dados diários foi constatada nos dados instantâneos, porém com uma maior transmitância nos horários entre as 10 e 14h.

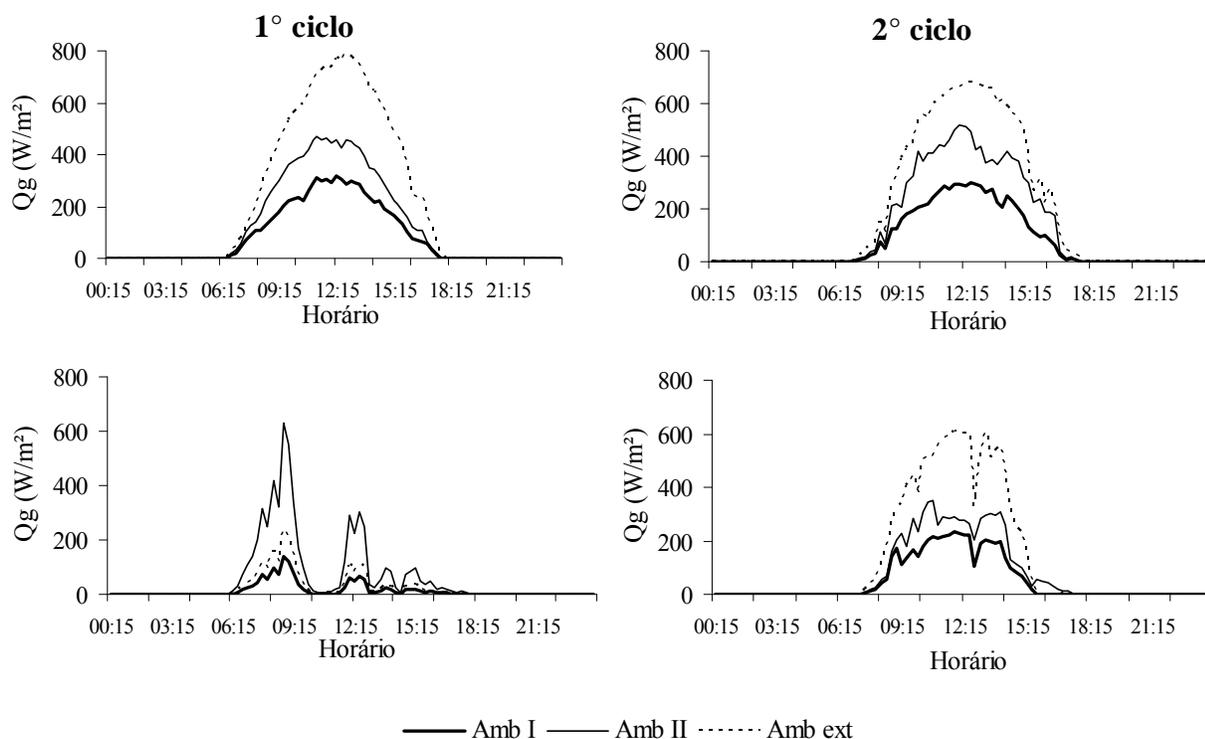


Figura 17 - Variação da radiação solar global (Q_g , Wm⁻²) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 04/09/08 no 1° ciclo e 06/08/09 no 2° ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1° ciclo e 27/06/09 no 2° ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletores; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

A Figura 18 apresenta a relação entre os valores diários da Q_g de cada um dos ambientes com a Q_g do ambiente externo durante os dois ciclos de cultivo do tomateiro. Nos dois ambientes estudados os coeficientes de determinação foram elevados ($R^2 > 0,94$), mostrando a elevada relação de proporção entre as duas variáveis. Observa-se que o valor dos coeficientes angulares das equações são bastante parecidos com os valores médios de transmitância apresentados na

Tabela 7, mostrando que no Ambiente II as transmitâncias foram sempre superiores e que ao longo do segundo ciclo houve redução dos valores dessas transmitâncias.

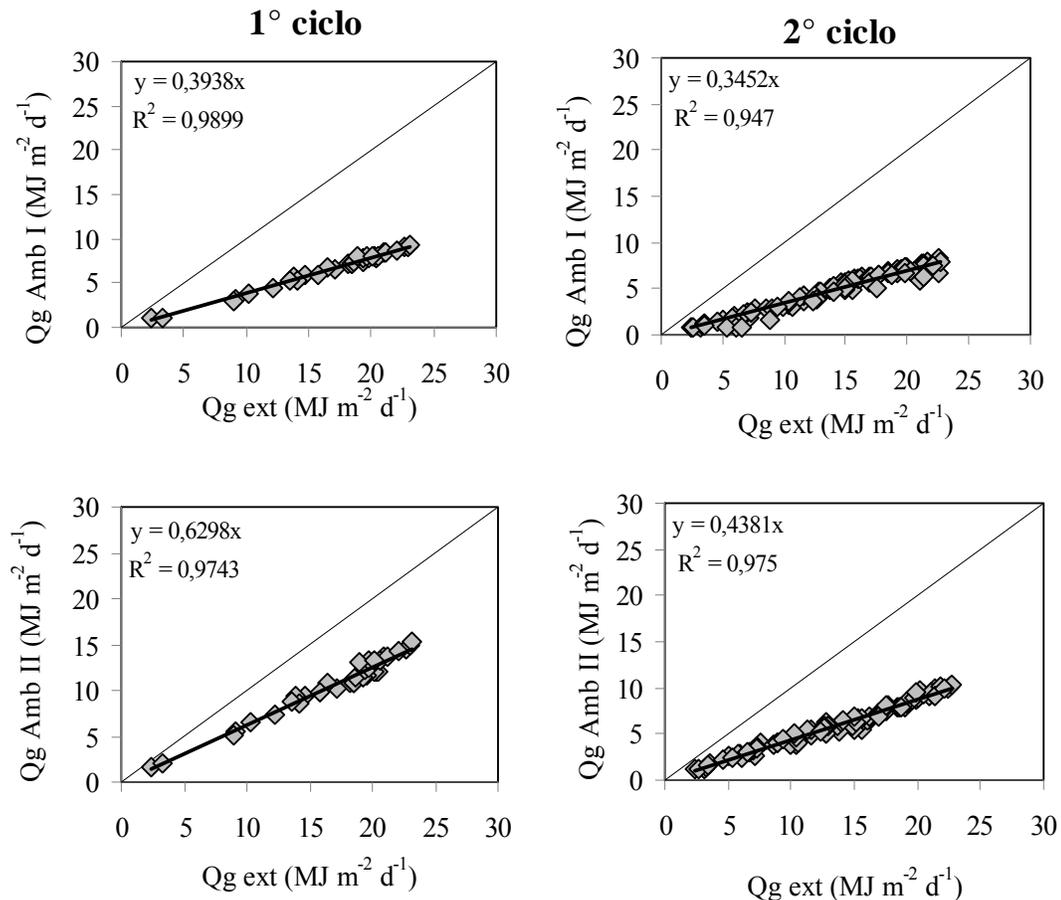


Figura 18 – Relações entre a radiação solar global (Q_g) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

4.1.2 Radiação fotossinteticamente ativa

De acordo com a Tabela 8, verifica-se que a RFA transmitida ao interior do Ambiente II (plástico difusor) é aproximadamente o dobro da RFA transmitida ao Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora). Os motivos para tal fato são os mesmos considerados para o caso da radiação solar global, ou seja, o da combinação do plástico com a tela termo-refletora induzir a uma maior atenuação da radiação solar global e, conseqüentemente, a uma menor RFA, o que também pode ser observado na Figura 19.

Pandorfi (2006) verificaram que a RFA em ambientes cobertos com plástico e tela termo-refletores colocada internamente e externamente foram reduzidas, respectivamente, para 28,8% e 20,6% da RFA observada no ambiente externo.

Tabela 8 – Radiação fotossinteticamente ativa (RFA, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) média ao longo dos dois ciclos do tomateiro nos ambientes estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletores; Amb II = plástico difusor; e Amb ext = posto meteorológico, e suas respectivas transmitâncias

Ciclo	RFA ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)			Transmitâncias (%)	
	Amb I	Amb II	Amb ext	Amb I	Amb II
1º	2,0	4,0	6,2	32,1	64,8
2º	1,5	2,9	5,2	29,3	55,9

Os valores encontrados de RFA para o 2º ciclo foram da ordem de $1,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (29,3%) para o Ambiente I e $2,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (55,9%) para o Ambiente II, evidenciando maior redução, comparativamente ao 1º ciclo, assim como observado para a radiação solar global, em decorrência das diferentes épocas do ano de cada cultivo e da deposição de poeira na cobertura.

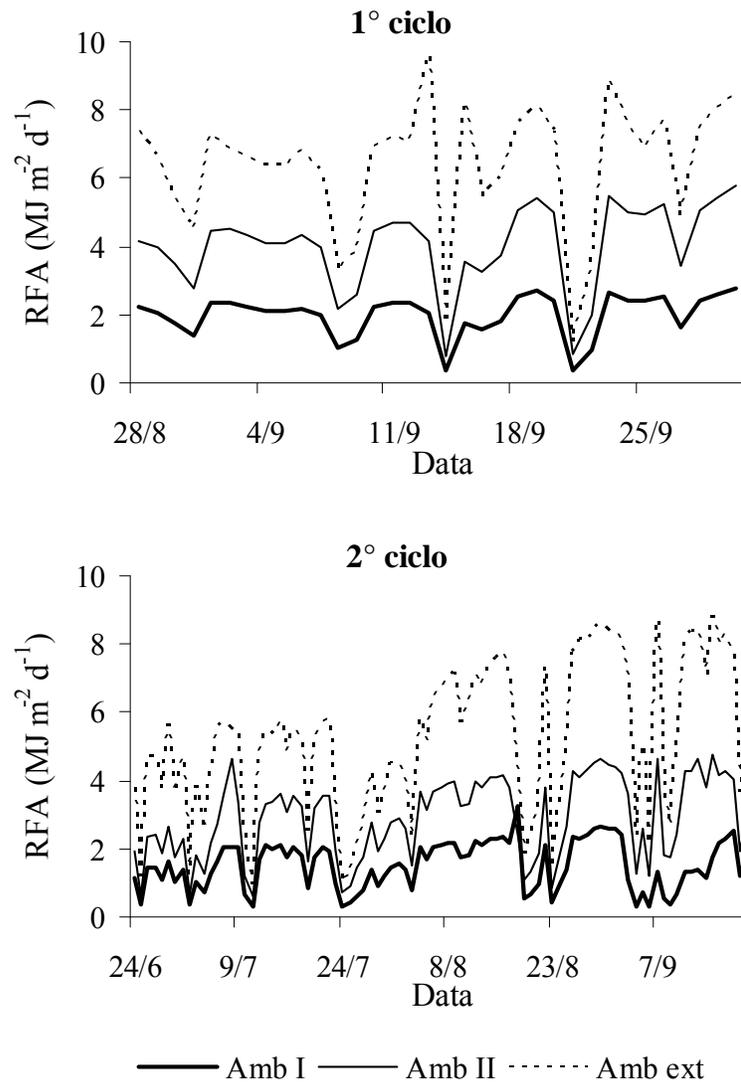


Figura 19 – Radiação fotossinteticamente ativa (RFA, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

A Figura 20 apresenta a variação da RFA, a cada 15 minutos, em dois dias característicos, sendo um deles com céu limpo e outro nublado. Os dados apresentados evidenciam a maior transmitância de RFA nos dias de céu nublado.

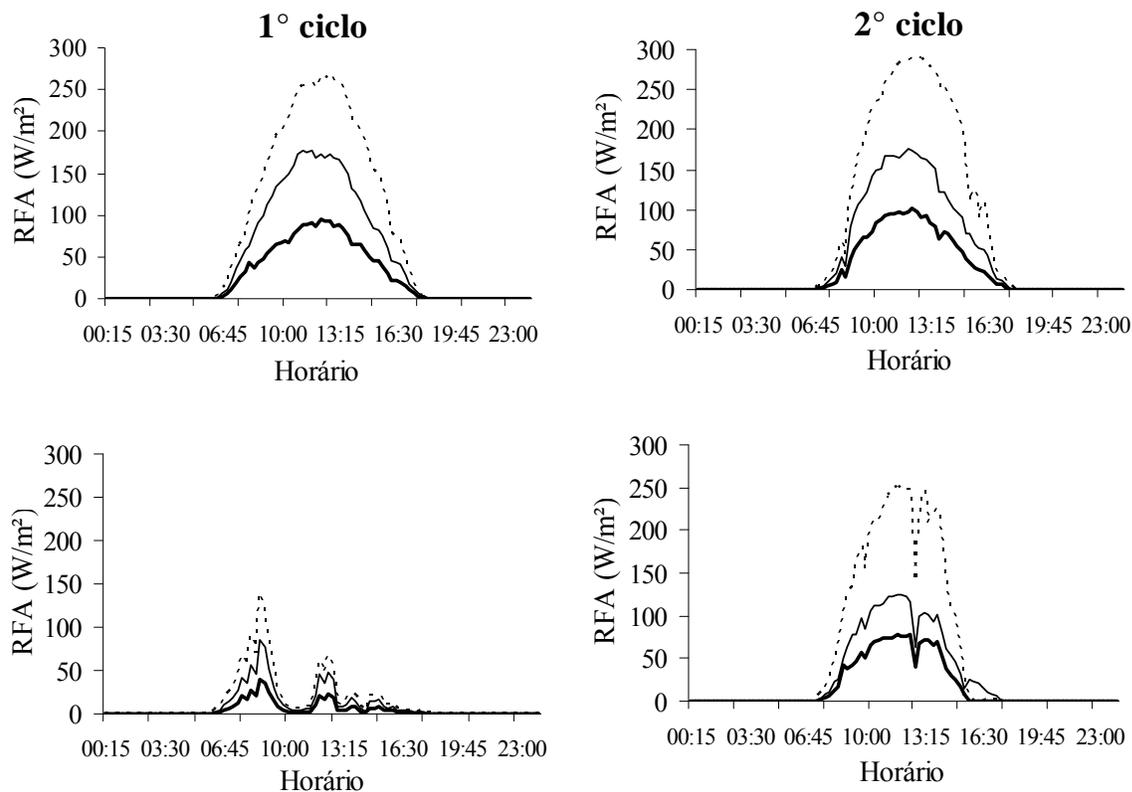


Figura 20 - Variação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA, $W m^{-2}$) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 04/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Pandolfi (2006), utilizando a tela termo-refletora disposta externamente à cobertura de polietileno do ambiente protegido, verificou que em dias de céu nublado as transmitâncias de RFA foram, em média, da ordem de 27%. Já em dias de céu limpo esse valor caiu para 23%. Isso demonstra o efeito da nebulosidade no aumento da fração de RFA em relação à Q_g . Assim como as nuvens, a ação fotosselativa da cobertura plástica pode causar um incremento da RFA no interior do ambiente protegido.

A disponibilidade de energia radiante no Ambiente II (plástico difusor) foi superior ao Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora). Assim, no 1º ciclo, observando-se a Figura 21, percebe-se que houve um incremento da RFA no Ambiente II de aproximadamente 27%,

comparado ao Ambiente I. Já a proporção de RFA/Qg no Ambiente II em relação ao ambiente externo foi bastante semelhante.

No 2º ciclo, a situação é diferente, pois houve um incremento de 37,1% da RFA no Ambiente II em relação ao Ambiente I e de 26,3% no Ambiente II em relação ao Ambiente externo. Essas diferenças foram causadas principalmente por se tratar de épocas do ano e tempo de uso do plástico diferentes entre um ciclo e outro. Steidle Neto et al. (2008), estudando a variação da transmissividade à radiação solar pelo filme plástico de polietileno transparente, obteve o valor médio de 35,5% para a razão RFA/Qg em Viçosa (MG). Guiselini (2002) verificou que a RFA representou, em média, 43 a 44% da Qg, exceto no caso da cobertura constituída pelo plástico leitoso + malha preta, em que RFA/Qg foi da ordem de 51%.

De acordo com Kittas et al. (1999) o uso de plásticos não altera RFA/Qg em relação a condição externa, porém o uso de malha termo-refletora tende a diminuir essa relação, enquanto a malha preta apresenta-se neutra. Esses resultados diferem substancialmente dos encontrados por Guiselini (2002), no qual se observou efeito nulo causado pela malha termo-refletora na relação RFA/Qg e tendência de aumento da referida relação sob a malha preta, o que está de acordo com os resultados apresentados por Sentelhas et al. (1997). Já Pandorfi (2006) observou o efeito da malha termo-refletora sobre a relação RFA/Qg mencionado por Kittas et al. (1999), ou seja, redução da proporção de RFA no interior dos dois ambientes protegidos.

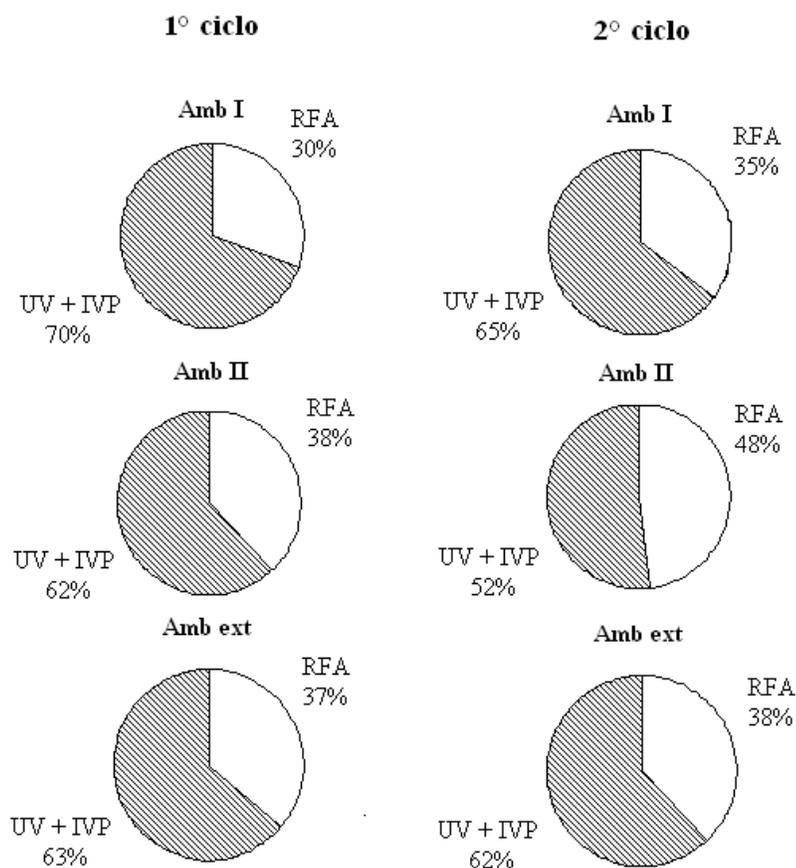


Figura 21 – Participação percentual da radiação solar global (Q_g) em radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e radiação ultra-violeta e infravermelho próximo (UV + IVP) nos ambientes estudados: plástico anti-UV + tela termoreflatora (Ambiente I) e plástico difusor (Ambiente II); e no posto meteorológico (Ambiente externo), para o 1º e 2º ciclos de cultivo do tomateiro

A Figura 22 apresenta as relações entre a RFA do ambiente externo e a RFA dos dois ambientes estudados, durante os dois ciclos do tomateiro. Assim como na Figura 18, os coeficientes de determinação foram elevados ($R^2 > 0,87$). Isso mostra que há uma boa associação linear entre as variáveis de cada ambiente. Os valores de coeficientes angulares obtidos a partir das equações são, na realidade, os valores de transmitâncias encontrados a partir dos dados médios da Tabela 8.

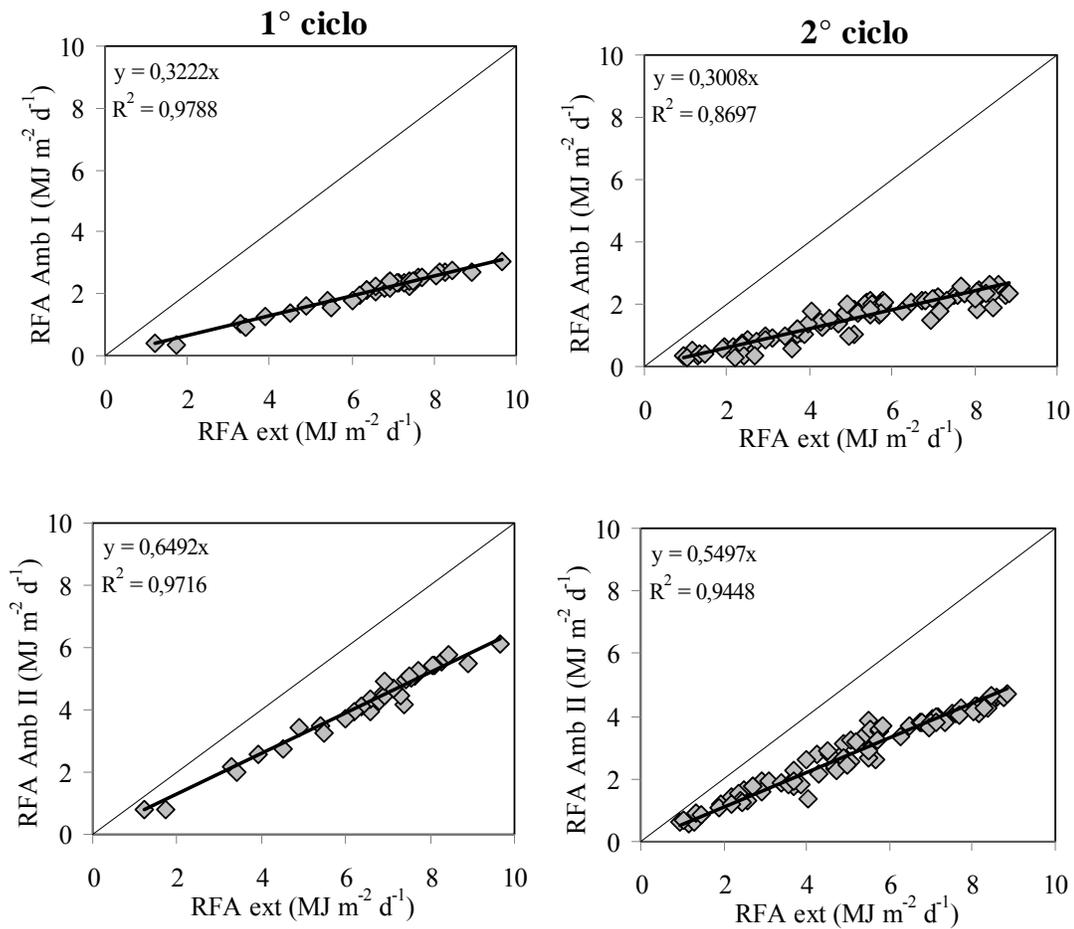


Figura 22 – Relações entre a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

4.1.3 Saldo de radiação

A Tabela 9 mostra que o saldo de radiação solar (R_n) no interior do Ambiente II (plástico difusor) é praticamente o mesmo observado externamente. Este efeito ocorreu em função da capacidade do plástico difusor de bloquear a saída de grande parte da radiação de ondas longas emitidas. Este efeito do plástico difusor é mais pronunciado ao longo do 2º ciclo, quando o R_n interno, na média, foi superior ao R_n externo, como observado na Tabela 9 e na Figura 23.

Tabela 9 – Valores médios de saldo de radiação solar ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) nos ambientes estudados: ambiente I = plástico anti-UV associado a tela termo-refletora e ambiente II = plástico difusor e suas respectivas transmitâncias

Ciclo	Rn ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{dia}$)			Transmitâncias (%)	
	Amb I	Amb II	Amb ext	Amb I	Amb II
1°	4,8	7,7	7,8	61,3	99,0
2°	3,4	5,9	5,3	63,5	110,4

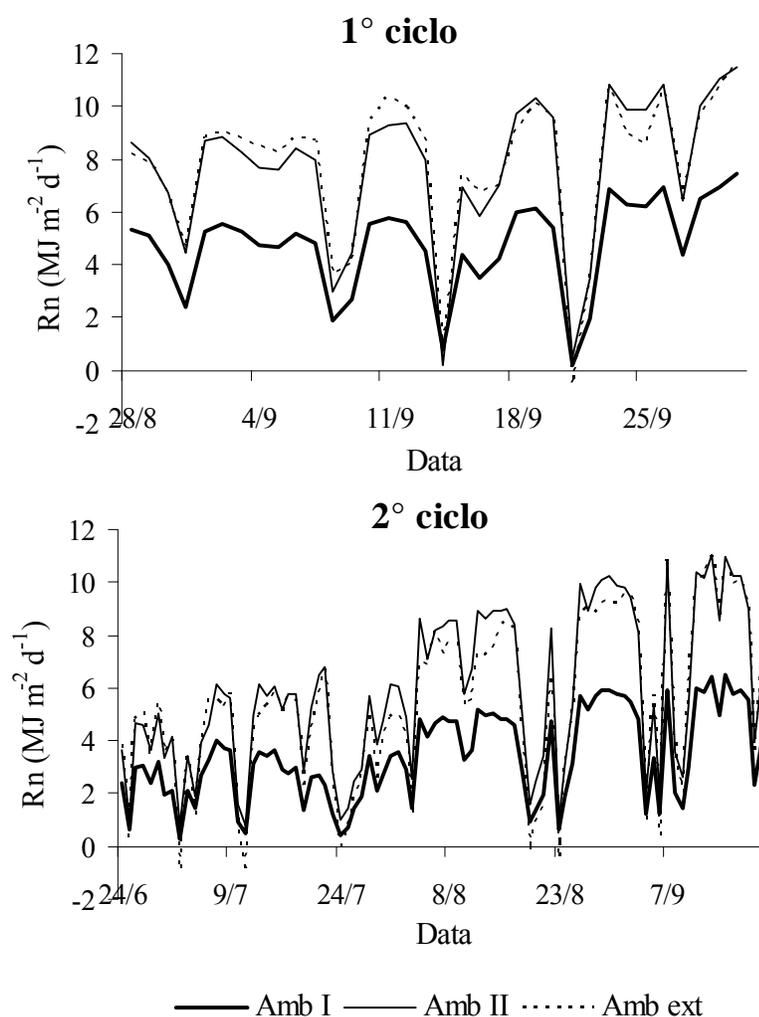


Figura 23 – Saldo de radiação (Rn , $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Analisando-se separadamente a partição do saldo de radiação nos períodos diurno (Rn positivo, Figura 24) e noturno (Rn negativo, Figura 25), pode-se observar com mais clareza o fato do Ambiente II apresentar um Rn muito semelhante ao do ambiente externo.

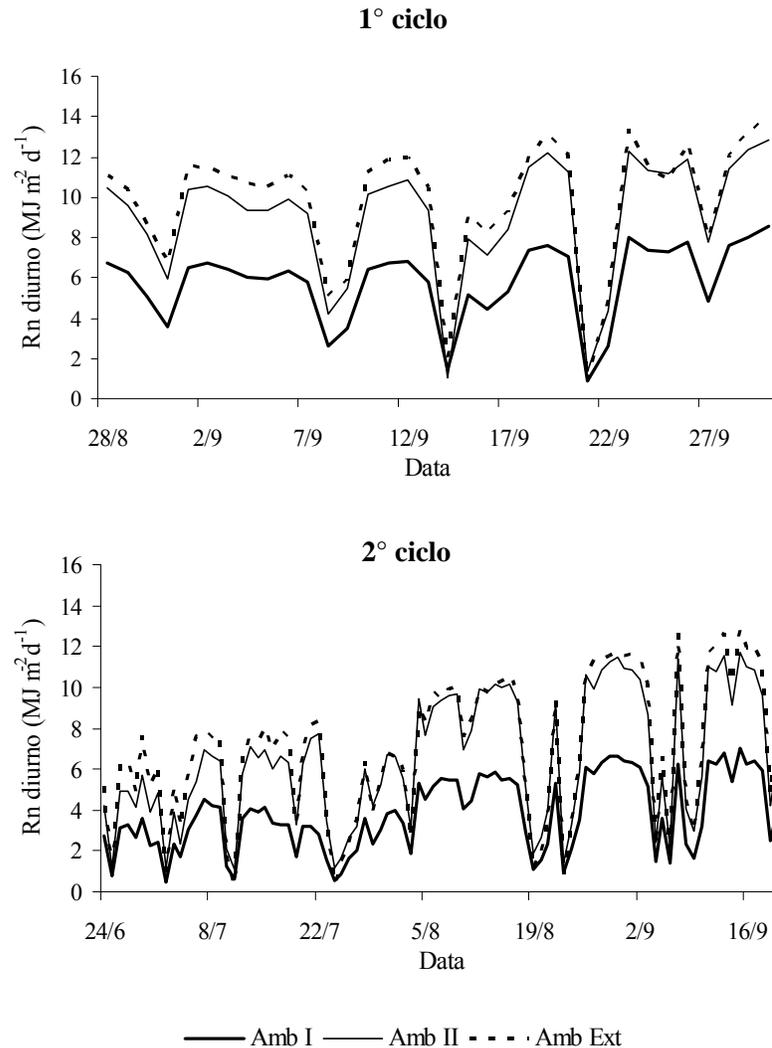


Figura 24 – Saldo de radiação solar diurno (Rn, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Durante o dia (Figura 24), os valores de Rn no Ambiente II (plástico difusor) sempre foram próximos, porém inferiores ao saldo observado no ambiente externo. No entanto, no período noturno (Figura 25), o Rn externo foi bem mais negativo do que nos dois ambientes

protegidos, o que mostra o “efeito estufa” provocado pelas coberturas plásticas, impedindo a saída da energia emitida pela superfície na forma de ondas longas. Portanto, quando se avalia as médias diárias de Rn (somatório dos valores de Rn positivos e negativos), os valores do ambiente externo se tornam menores, pois a magnitude de seu saldo noturno é maior (mais negativo).

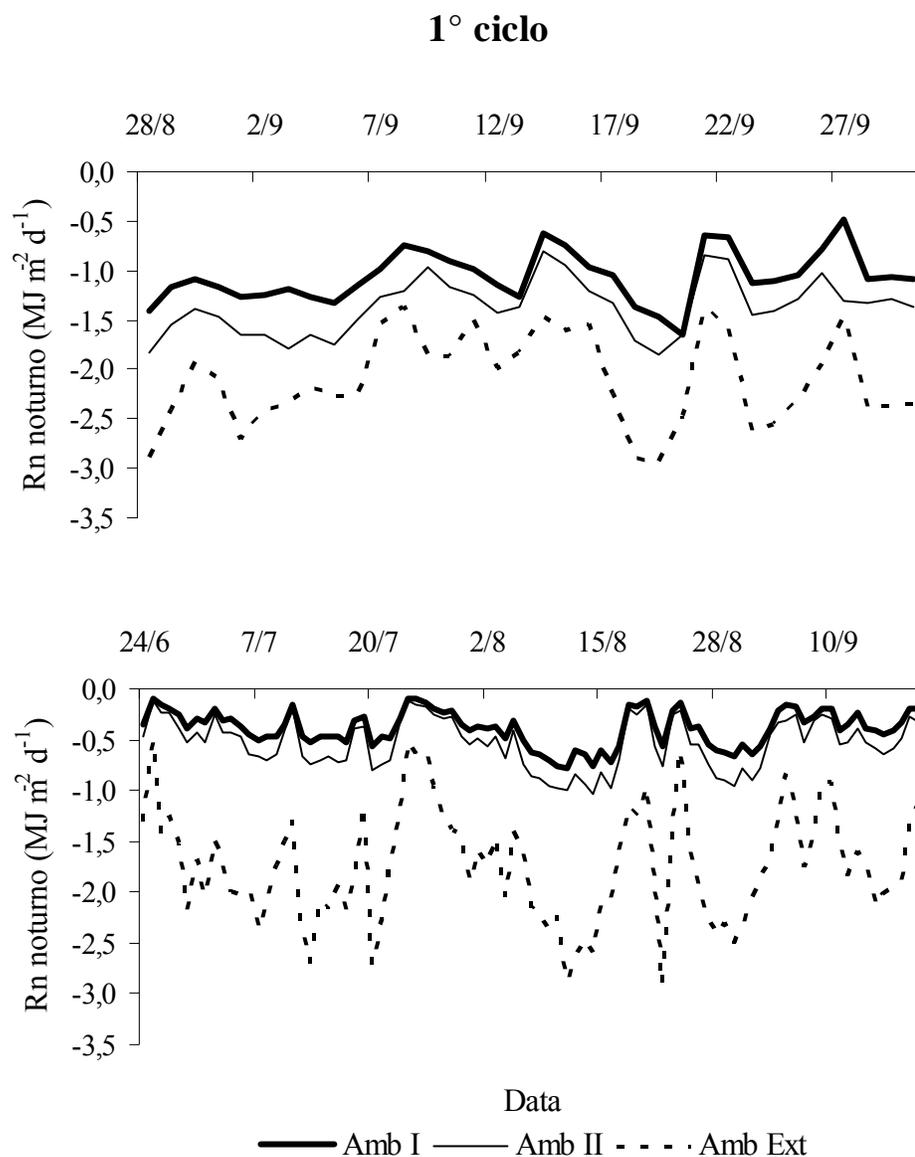


Figura 25 – Saldo de radiação solar noturno (R_n , $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico.

Concordando com os valores observados no presente experimento, Galvani (2001) relatou que em dias com baixa radiação solar (dias nublados) os valores de saldo de radiação são normalmente mais elevados no interior dos ambientes protegidos, já que nesses dias a emissão efetiva noturna de ondas longas é menor, resultando, portanto, em valores menos negativos de R_n . Assim, o saldo total diário, em geral, é maior em condição interna da estufa com cobertura de polietileno. No entanto, no presente estudo, esse efeito foi observado não somente nos dias de céu nublado, mas em todos os dias analisados.

A Figura 26 revela, em termos de variação a cada 15 minutos, a variação do R_n ao longo de dois dias característicos, durante os dois ciclos do tomateiro, sendo um de céu limpo e outro de céu nublado, onde se confirma as relações observadas nas figuras anteriores.

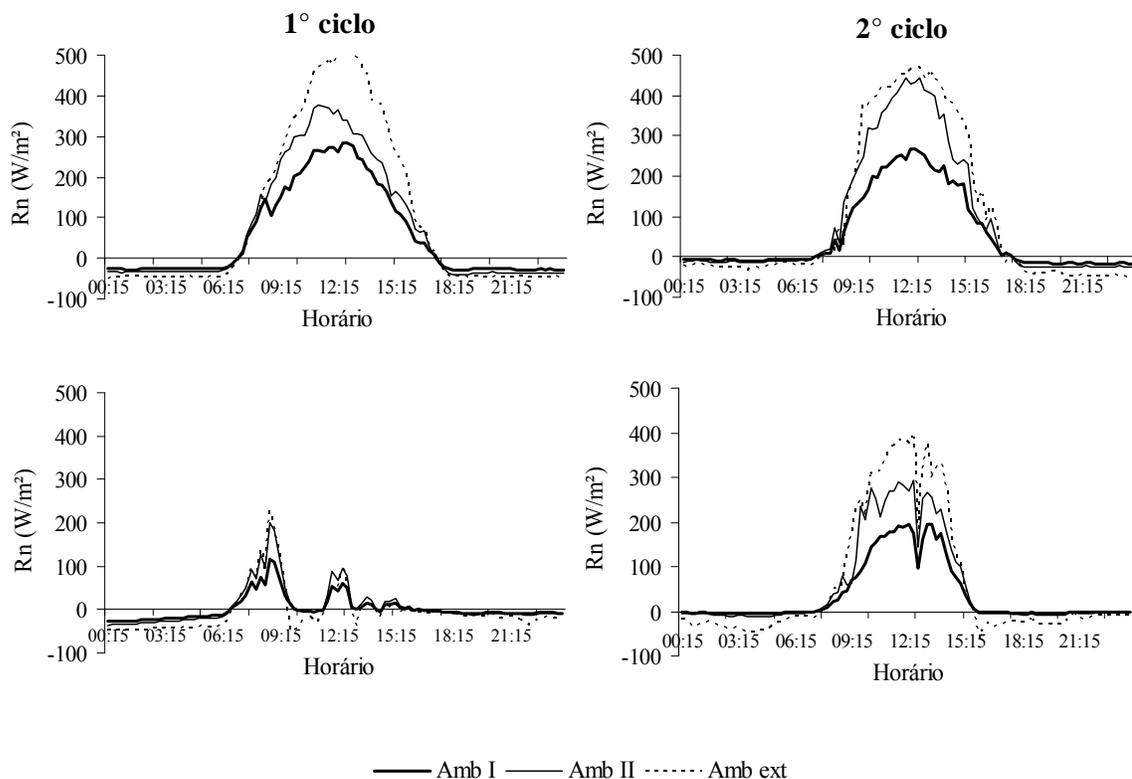


Figura 26 - Variação do saldo de radiação (W m^{-2}) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 04/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termoreflatora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Na Figura 27 é apresentada a relação entre o Rn de cada um dos ambientes protegidos e o Rn do ambiente externo, ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro. Nota-se que no Ambiente II (plástico difusor) durante o 2º ciclo, o coeficiente angular é um pouco maior que 1, revelando que o saldo de radiação do Ambiente II é aproximadamente 5% superior ao do ambiente externo, considerando-se o valor médio de Rn (soma dos valores positivos e negativos ao longo do dia),

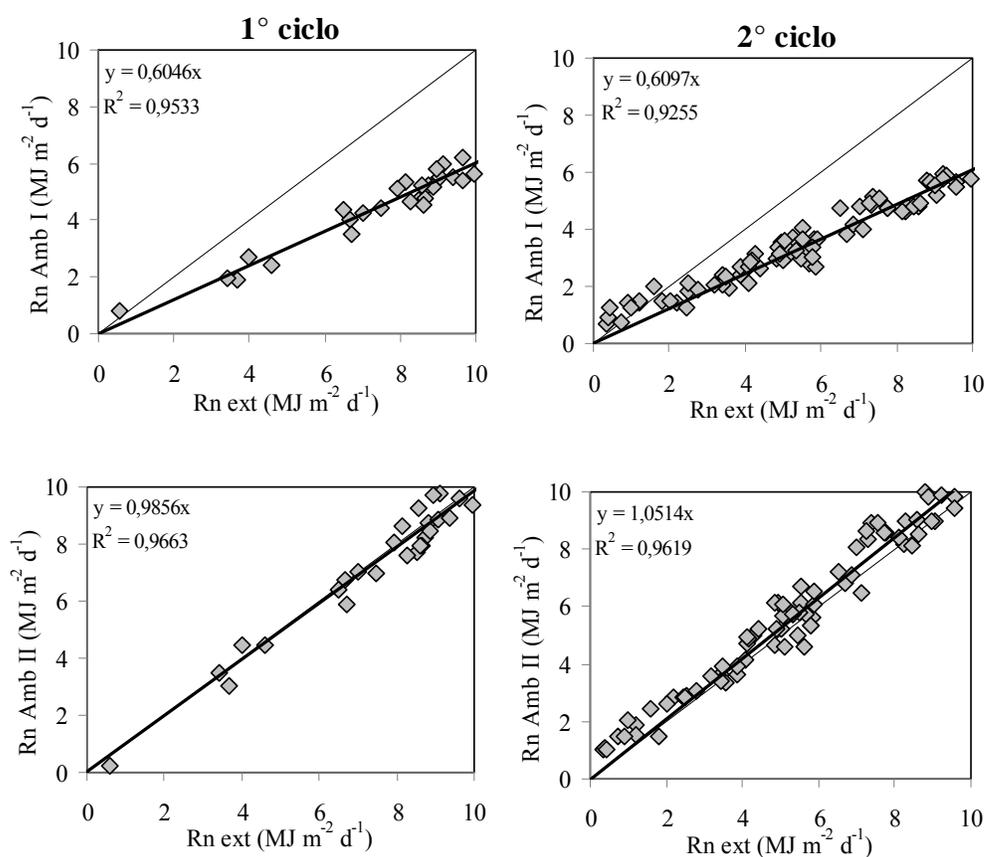


Figura 27 – Relação entre o saldo de radiação (Rn) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

4.1.4 Temperatura do ar

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios de temperatura do ar, obtidos nos dois ambientes protegidos e no ambiente externo, durante os dois ciclos de cultivo do tomateiro. Nota-se que houve diferenças entre os dois ambientes protegidos. Comparando-se os dois ambientes protegidos, o Ambiente II, com plástico difusor, foi o que apresentou o maior valor médio, pois permitiu maior transmitância da radiação solar ao seu interior. Assim, neste ambiente, mais energia foi convertida em calor sensível, fazendo com que as temperaturas médias fossem cerca de 0,4°C e 1°C superiores ao ambiente externo no 1º e no 2º ciclo, respectivamente. No Ambiente I, com plástico anti-UV associado à tela termo-refletora, as temperaturas, em média, permaneceram praticamente inalteradas em relação ao ambiente externo, o que se justificou pela menor transmitância à radiação solar. Guiselini e Sentelhas (2004) verificaram que as telas termo-refletoras instaladas internamente, horizontalmente na altura do pé-direito, associadas ao filme plástico, promoveram uma barreira parcial ao movimento convectivo, observando-se temperaturas superiores logo abaixo das telas, causando assim, valores de temperatura do ar, próximo aos sensores, maiores do que no ambiente sem tela de sombreamento. Esse efeito foi minimizado no presente estudo em razão da maior altura do pé-direito dos ambientes protegidos, o que favoreceu a circulação do ar neles, resultando em menor acúmulo de calor sensível próximo aos sensores.

No Ambiente II, as temperaturas mínimas obtidas foram superiores aos valores observados no ambiente externo. Já no Ambiente I, a temperatura mínima média foi igual à temperatura mínima média do ambiente externo. As poucas diferenças entre a T_{min} interna e externa também foram observadas Montero et al. (1985), Millis et al. (1990), Villele, (1993), Buriol et al. (1993), e Heldwein et al. (2001a), enquanto que Farias et al. (1993) chegou a observar valores de temperatura mínima no interior do ambiente protegido inferiores às do ambiente externo. Caliman et al. (2005) relatou que praticamente não houve diferença em termos de temperatura média e mínima diária entre ambientes sob coberturas e ambientes a céu aberto. Esses resultados evidenciam a incapacidade do filme plástico em proporcionar retenção de ondas longas, o que também foi relatado por (GUISELINI, 2002; SOUSA et al., 2005). Em contrapartida, Higuti (2008), em ambiente protegido fechado lateralmente por tela anti-afídeos, observou grandes variações de temperatura mínima, já que a tela não propiciou troca efetiva de calor sensível com o ambiente externo.

Tabela 10 - Temperatura média, máxima e mínima do ar (°C) ao longo do 1° ciclo, em cada um dos ambientes estudados (Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor), cultivado com tomateiro, em Piracicaba, SP

Ciclo		T ar (°C)			ΔT ar (°C)	
		Amb I	Amb II	Amb ext	Amb I	Amb II
1°	T méd	19,3	20,2	19,2	0,1	1,0
	T máx	29,7	31,1	29,6	0,1	1,5
	T mín	17,7	18,6	17,7	0,0	0,9
2°	T méd	19,2	19,5	19,1	0,1	0,4
	T máx	26,4	27,1	25,9	0,5	1,2
	T mín	13,7	14,0	13,7	0,0	0,4

Observando ainda a Tabela 10, nota-se que as maiores diferenças ocorreram para os valores de temperatura máxima no Ambiente II (plástico difusor), que ficaram 1,5°C e 1,2°C acima do observado externamente respectivamente no 1° e no 2° ciclo. Os ambientes sob coberturas plásticas apresentam temperaturas máximas superiores quando comparados com o ambiente a céu aberto (ROCHA, 2007; PEREIRA, 2002; CALIMAN et al. , 2005). Resultado muito semelhante ao obtido neste estudo foi encontrado por Vasquez (2005), que obteve temperatura interna superior à temperatura externa em torno de 4% do valor externo. Isso normalmente ocorre devido ao efeito das coberturas plásticas que funcionam como barreiras físicas ao movimento de ascensão do ar quente (movimento convectivo), possuindo grande eficiência em “aprisionar” calor sensível. Higuti (2008), em função da reduzida ventilação natural no ambiente protegido que estudou, também observou grandes oscilações nas temperaturas máximas, variando de 26,9°C a 45,8°C, com uma média de 36,4°C, muito acima do observado externamente. Shirahigi (2009) identificou valores médios da temperatura máxima no interior do ambiente protegido e no ambiente externo de 34,7 e 26,2°C, respectivamente, representando uma expressiva diferença de 8,5°C. Ferreira et al. (2004) trabalhando em vinhedo de ‘Cabernet Sauvignon’, na região de Jundiaí (SP), comparando um ambiente parcialmente modificado pelo uso de cobertura plástica e outro a céu aberto, verificaram que ocorreu aumento de 1,3°C nas temperaturas máximas.

A Figura 28 apresenta a variação diária da temperatura média do ar (°C) ao longo dos dois ciclos da cultura do tomateiro. Esses valores são bastante próximos, com exceção dos dias 19/09/08 à 23/09/08 no 1° ciclo, nos quais a temperatura média externa foi bem inferior às

observadas nos ambientes protegidos. Desse período de dias atípicos durante o 1º ciclo, foram selecionados dois dias para a avaliação da variação horária da temperatura do ar (Figura 29).

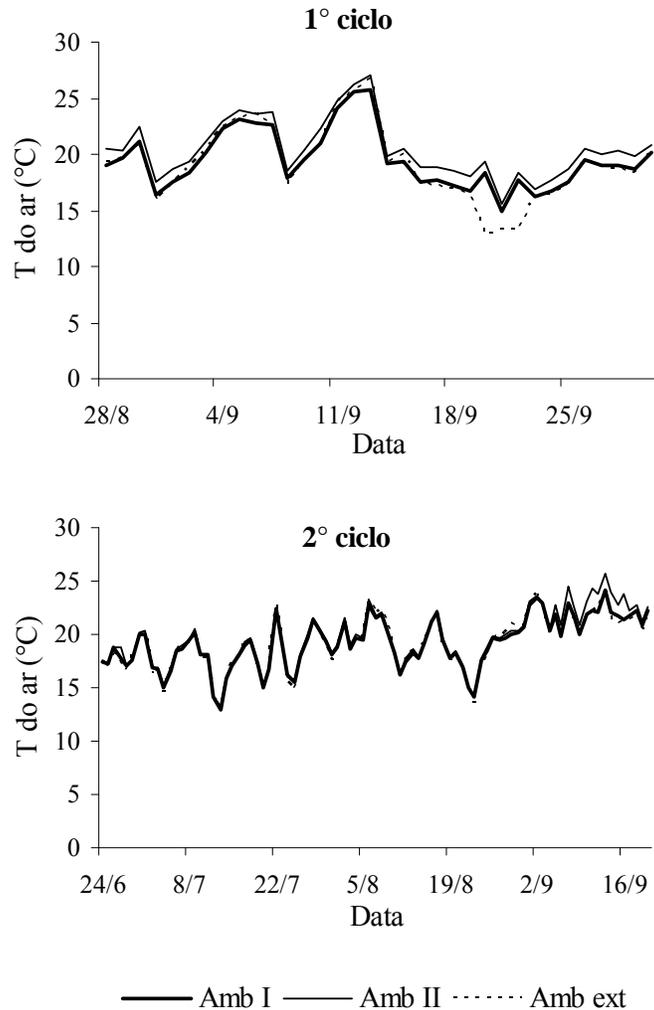


Figura 28 – Temperatura média do ar (°C) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Na Figura 29, o período das 8h às 16h foi o que mais propiciou as maiores diferenças de temperatura entre o ambiente externo e os ambientes protegidos. A diferença entre as temperaturas externa e interna chegou a um valor máximo de 3,0°C no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) e de 5,7°C no Ambiente II (plástico difusor). Resultado inverso foi encontrado por Nascimento Filho et al. (1997), em experimento realizado em Rio Largo (AL). Os autores constataram que em dia de céu limpo os valores de temperatura máxima do ar no interior

do ambiente protegido com a tela preta foram constantemente superiores aos encontrados no ambiente coberto pelo polietileno de baixa densidade. No entanto, deve-se levar em consideração que a tela preta possui alta capacidade de absorção da energia solar e conversão em energia térmica, que é transferida ao ambiente protegido na forma de calor. Já a tela termo-refletora reflete grande parte da radiação solar que incide sobre ela, tendendo a evitar que a temperatura do ar no interior do ambiente protegido se eleve muito. Analisando-se o mesmo período de dias atípicos do 1º ciclo, num dia de céu nublado verificou-se que a diferença entre as temperaturas externa e interna se acentuou no intervalo das 8 às 10h, chegando a um ΔT máximo de 2,7°C no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) e 4,2°C no Ambiente II (plástico difusor), às 9h.

Para os dias de céu limpo e de céu nublado no 2º ciclo, nos horários mais quentes do dia, a temperatura do ar sob as coberturas plásticas foram superiores ao ambiente externo, no entanto, com menor ΔT em relação ao 1º ciclo. Isso também foi verificado por Pandorfí (2006), que relatou que a temperatura do ar apresenta padrão diferenciado ao longo do dia e nos períodos mais frios do dia, as temperaturas entre ambientes protegidos e a céu aberto não diferem entre si. No entanto, no dia 06/08/09 (céu limpo), a partir das 17h ocorreu uma chamada ‘inversão térmica’, ou seja, a temperatura do ar no interior do ambiente protegido ficou bem inferior à temperatura do ambiente externo. Camacho et al. (1995), em trabalho realizado em Pelotas, RS, também observaram temperaturas mínimas do ar, em ambientes com PEBD, inferiores às do exterior, durante o período de junho à setembro. Este fenômeno ocorre devido à alta transmissividade do PEBD à radiação de onda longa (infravermelho), o que permite grande perda de energia durante o período noturno. A redução da temperatura ainda é auxiliada pela falta de movimentos verticais e horizontais de massas de ar, no interior do ambiente, que, em condições de céu aberto, transportariam calor sensível entre as camadas, reduzindo o resfriamento contínuo (ROCHA, 2002).

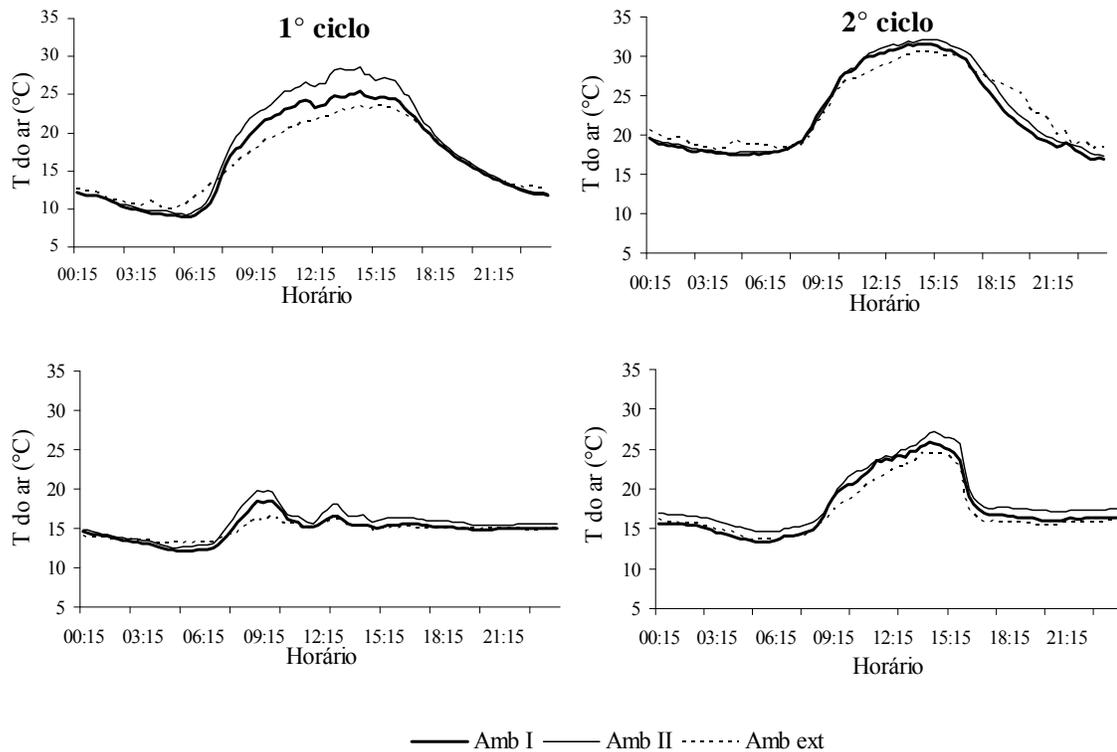


Figura 29 - Variação da temperatura média do ar (°C) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 19/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

As variações de temperatura do ar em dias de céu nublado foram menores, acompanhando a menor disponibilidade de radiação solar, o que está de acordo com os resultados apresentados por Pandorfí (2006), que verificou que nos dias nublados a temperatura do ar nos ambientes protegidos permaneceram sempre próximas da temperatura exterior.

Observando-se a Figura 30, em que são apresentadas as relações entre as temperaturas externa e no interior de cada ambiente, verifica-se que os coeficientes angulares das equações são sempre muito próximos de um, o que permite concluir que o valor de temperatura do ar no interior dos ambientes protegidos foi muito semelhante ao ambiente externo, com valores internos, no máximo, 5% superiores aos valores externos. Pandorfí (2006) analisando os coeficientes angulares das relações entre temperatura no ambiente externo e no ambiente

protegido com tela termo-refletora instalada internamente encontrou acréscimos na temperatura da ordem de 7%.

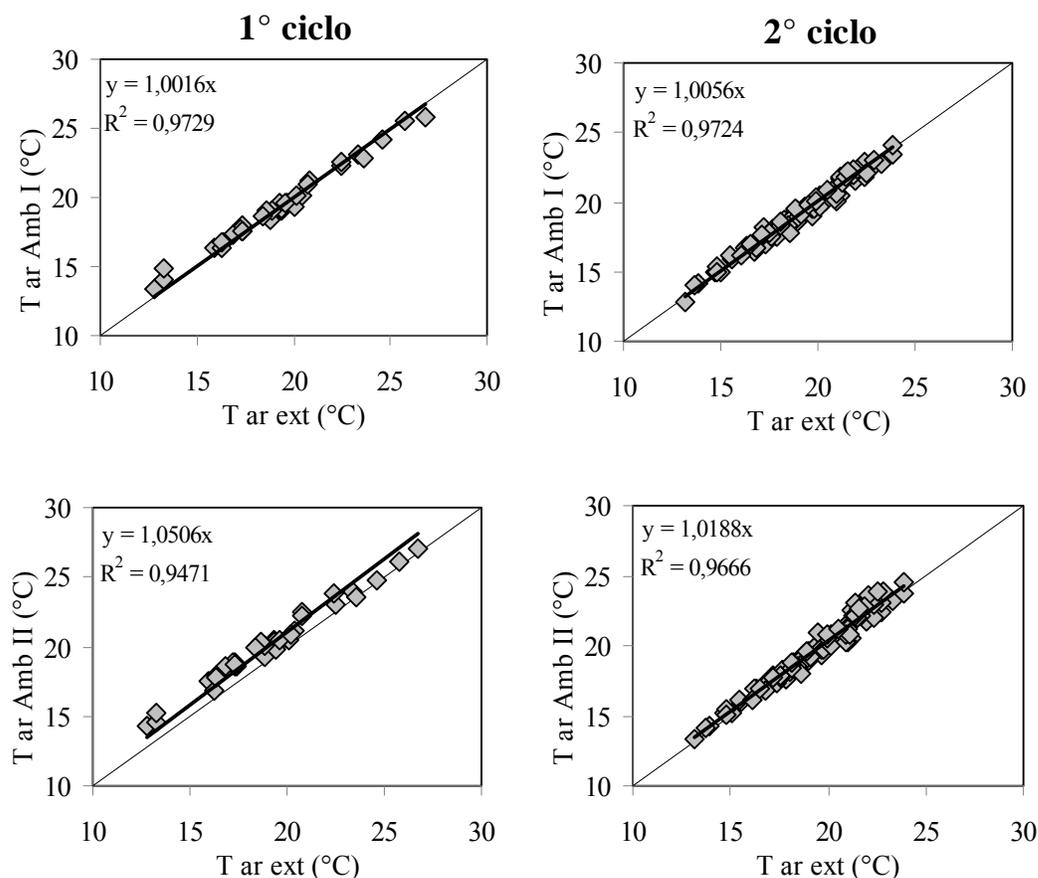


Figura 30 - Relação entre a temperatura do ar nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

4.1.5 Umidade relativa do ar

A Tabela 11 apresenta os valores médios de umidade relativa do ar máxima, mínima e média para os dois ambientes estudados e sua relação com o ambiente externo, durante os dois ciclos de cultivo do tomateiro. Nos dois ciclos, a UR% média no interior dos ambientes protegidos foi menor em relação ao ambiente externo. A UR do ar é inversamente proporcional à temperatura do ar. Quanto maior a temperatura, menor será a umidade relativa de um ambiente

(BURIOL, 2000; ROCHA, 2002). Percebe-se que os valores médios de UR nos dois ambientes protegidos foram ligeiramente inferiores aos encontrados no ambiente externo nos dois ciclos avaliados. Resultados semelhantes foram observados por Pandorfi (2006), que registrou diferenças de UR da ordem de 2,5 % a 3,6% entre os ambientes protegidos e o ambiente externo. Esses valores são muito próximos dos encontrados no presente estudo. Rocha (2007) obteve valores superiores para a diferença de UR entre o ambiente protegido e o ambiente externo, em média 7,5%.

Analisando somente os ambientes cobertos, o plástico difusor (Ambiente II) promoveu os menores valores de UR ao longo do ciclo, por possuir temperatura do ar mais elevada. Em experimento realizado em Piracicaba (SP), Pandorfi (2006) constatou que as umidades relativas médias, máximas e mínimas do ar apresentaram variações inversas à temperatura média, máxima e mínima do ar.

Tabela 11 – Umidade relativa média, máxima e mínima do ar (%) ao longo do 1° e 2° ciclos, em cada um dos ambientes estudados (Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor), cultivado com tomateiro, em Piracicaba, SP

Ciclo		UR (%)			Δ UR (%)	
		Amb I	Amb II	Amb ext	Amb I	Amb II
1°	UR méd	75,6	72,2	77,1	-1,5	-4,9
	UR máx	99,1	98,7	99,6	-0,5	-0,9
	UR mín	41,7	37,3	48,0	-6,3	-10,7
2°	UR méd	87,2	85,8	88,2	-1,0	-2,4
	UR máx	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0
	UR mín	60,7	58,6	65,7	-5,0	-7,1

O Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) apresentou valores médios de UR superiores ao Ambiente II, pois as coberturas plásticas, por serem barreiras físicas aprisionam não só calor sensível, mas também vapor d'água originado do processo de evapotranspiração que ocorre no interior do ambiente protegido. Quanto maior a altura do ambiente, maior o volume de ar, conseqüentemente uma maior quantidade de vapor de água existe na massa de ar, dificultando assim o processo evaporativo. Para Seeman (1979) e Sganzerla (1995), os valores de umidade absoluta são maiores no interior dos ambientes protegidos com maior volume. Rocha (2002) observou que os valores médios de umidade relativa do ar, para um ambiente protegido com

altura de 3,5 m e o exterior foi de 57,4 e 57,5%, respectivamente; não apresentando, portanto, diferença significativa.

Com relação aos valores de máxima, todos os ambientes obtiveram médias próximas a 100%. Shirahigi (2009) encontrou UR máxima no ambiente externo de 99,5% à 100%, valor sempre superior à UR no ambiente protegido, cuja média foi 80,9%.

Quanto aos valores mínimos de UR, observou-se uma mesma tendência, ou seja, o valor da umidade relativa do ar no ambiente externo, em média 57% para os dois ciclos, foi sempre superior àquele registrado dentro dos ambientes protegidos. Tais resultados eram esperados, uma vez que as temperaturas no interior dos ambientes protegidos foram sempre ligeiramente superiores aos valores obtidos no ambiente externo. A UR mínima foi responsável pelas maiores diferenças entre os ambientes protegidos. Pandorfí (2006) também verificou maiores diferenças entre os ambientes protegidos e o ambiente externo em relação à UR mínima, o que se deveu à alteração provocada pelos ambientes estudados na temperatura máxima.

A Figura 31 apresenta a variação dos valores diários de umidade relativa média do ar ao longo dos dois ciclos. Percebe-se que as médias de UR% entre os ciclos não são semelhantes, por se tratar de épocas de cultivo diferentes. No entanto, ao longo dos dois ciclos, os valores de UR média dos ambientes protegidos foram muito semelhantes e um pouco inferiores em relação à UR do ambiente externo. Constatação semelhante foi obtida por Guiselini (2002).

Na Figura 32 observa-se a variação horária da umidade relativa do ar (%) ao longo de um dia característico de céu limpo e um dia de céu nublado, nos dois ciclos. Durante o período diurno, com o aumento da temperatura, a UR tende a diminuir no interior dos ambientes protegidos, tanto em dias de céu limpo quanto em dias nublados. Buriol et al. (2000) acrescenta que a UR diminui com mais intensidade no interior do ambiente protegido do que no ambiente externo, tornando-se geralmente inferior à verificada externamente das 8 às 14h, em razão do maior aquecimento.

Guiselini e Sentelhas (2004) observaram que a umidade relativa mínima do ar durante o período diurno foi influenciada pelas coberturas plásticas, pois durante o dia a pressão de saturação do vapor nos ambientes protegidos atingiu valores superiores aos do ambiente externo, o que resultou em uma menor UR, mesmo havendo aumento da pressão atual de vapor, devido à retenção de vapor d'água pelo plástico (BURIOL et al., 2000; FURLAN, 2001; VIANA, 2000).

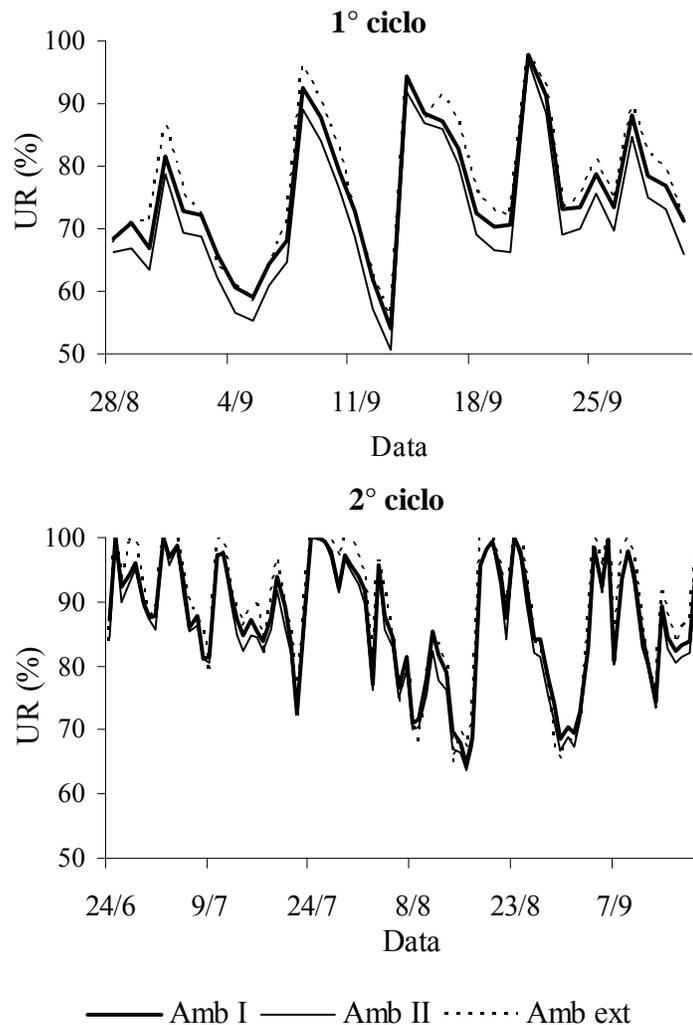


Figura 31 - Umidade relativa média do ar (%) ao longo dos dois ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Observando as diferentes condições da Figura 32, percebe-se que, no final da tarde, a curva de UR passa a ser crescente e ao longo da noite seu valor chega a 100% ou próximo disto. Isso se deve, além da queda da temperatura verificada neste período no interior da estufa, principalmente, à retenção de uma maior concentração de vapor d'água pelo ambiente protegido (SEEMANN, 1979; TANAKA; GENTA, 1982; PRADOS, 1986; BURIOL et al., 2000).

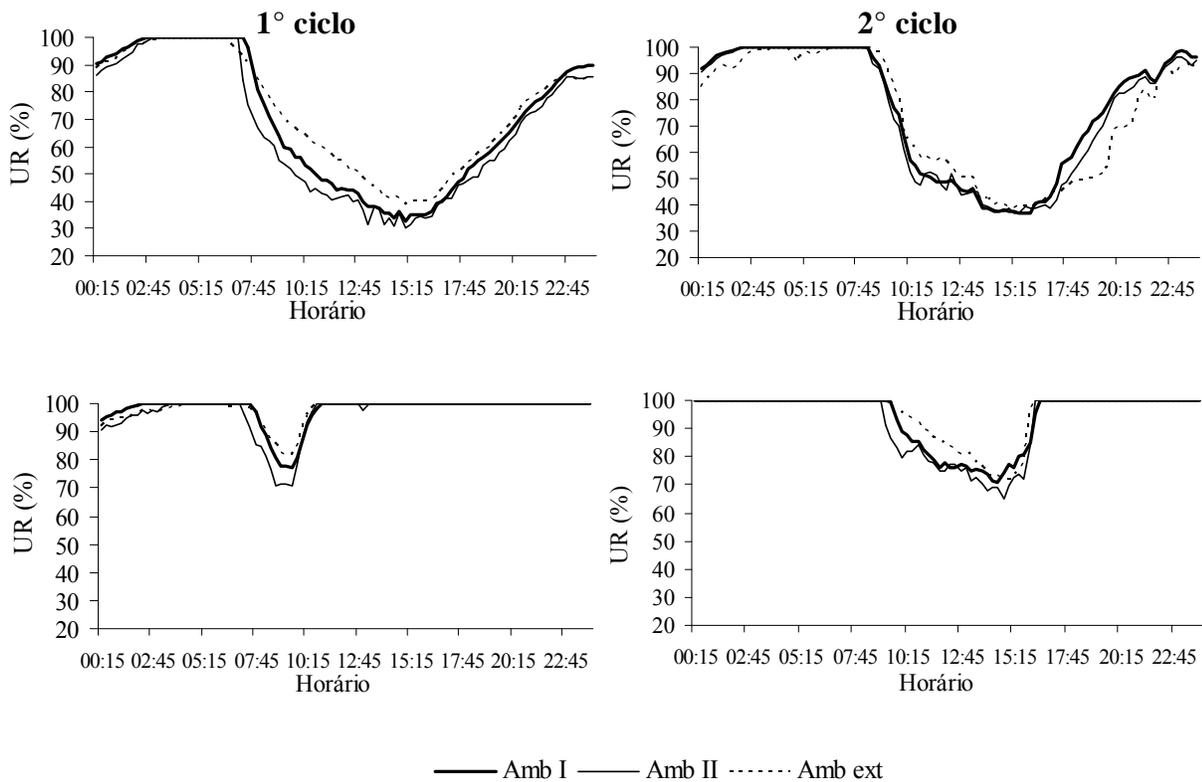


Figura 32 - Variação da umidade relativa do ar (%) a cada 15 minutos em um dia de céu limpo: 19/09/08 no 1º ciclo e 06/08/09 no 2º ciclo e em um dia de céu nublado: 21/09/08 no 1º ciclo e 27/06/09 no 2º ciclo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termorefletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

Analisando os dias de céu limpo, Pandorfi (2006) observou que as variações de UR nos ambientes estudados foram similares. Nos dias nublados, o mesmo autor observou que devido à baixa disponibilidade de energia solar e valores semelhantes de temperatura nos ambientes estudados a umidade relativa do ar não apresentou diferenças significativas ao longo do dia nos ambientes protegidos, permanecendo sempre próxima do ambiente externo. Tal variação pode também ser observada nos dias avaliados neste estudo, com exceção do dia de céu limpo 06/08/09 (2º ciclo). Percebe-se que nesse dia, a partir das 18h, a UR ficou bem inferior àquela sob as coberturas plásticas, o que se deveu à ‘inversão térmica’ observada na Figura 29. Assim, a temperatura do ar no interior do ambiente protegido ficou bem inferior em relação à temperatura externa e a UR, por ser inversamente proporcional à temperatura, se elevou nos ambientes protegidos estudados.

Na Figura 33 são apresentadas as relações entre a UR externa e a UR no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) e no Ambiente II (plástico difusor). De acordo com a magnitude dos coeficientes angulares das equações para cada ambiente e em cada ciclo, a UR nos ambientes protegidos foi sempre inferior à UR medida no ambiente externo, com as maiores diferenças ocorrendo no Ambiente II, por apresentar maior temperatura.

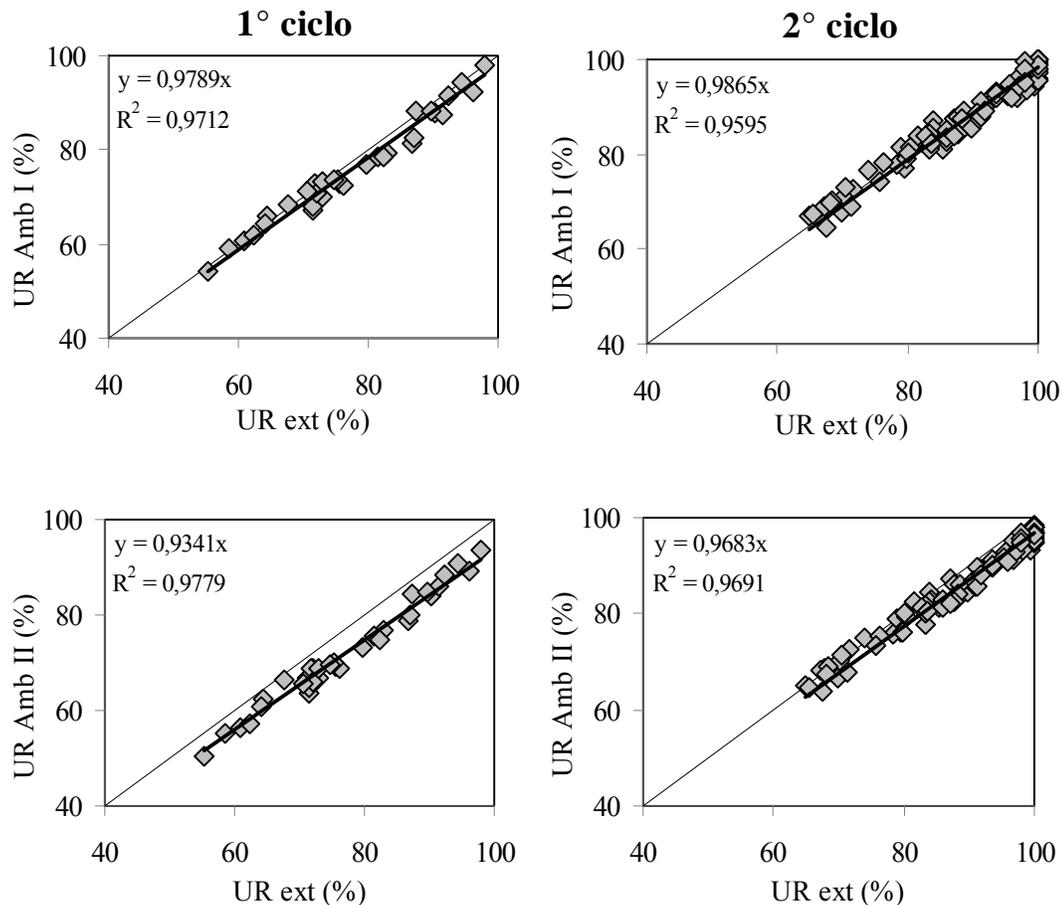


Figura 33 - Relação entre a umidade relativa do ar (%) nos ambientes protegidos e no ambiente externo nos dois ciclos estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor; Amb ext = posto meteorológico

4.2 Variáveis biométricas

4.2.1 Características dos frutos

Número de frutos

A Figura 34 apresenta o número de frutos colhidos por planta, ao longo do 1º ciclo do cultivo do tomateiro, para os tratamentos adotados. O desempenho das cultivares foi diferente no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora), sendo que no período compreendido entre 24/11 a 8/12 ocorreu o maior declínio no número de frutos colhidos para o cv *Sweet Million*, em ambas as relações K:N. A partir dessa data, o número de frutos aumentou para essa última cultivar e diminuiu para a cv *Sweet Grape* até o final da colheita, para as duas relações K:N.

Para o Ambiente II (plástico difusor) as duas cultivares tiveram desempenhos semelhantes, com acréscimo acentuado no número de frutos a partir do dia 10/11 até dia 24/11. Entretanto, a cultivar *Sweet Million* teve aumento no número de frutos colhidos a partir do dia 22/12 e a cv *Sweet Grape* um decréscimo até o final da colheita, para ambas as relações K:N.

O número de frutos no Ambiente II foi 52,3% e 46,1% maior para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*, respectivamente, em relação ao Ambiente I, em função da maior quantidade de radiação solar e de radiação difusa no interior do Ambiente II.

O mesmo fato ocorreu no 2º ciclo (Figura 35), ou seja, o número de frutos foi maior no Ambiente II, sendo, em média, 33,2% e 34,1% superior para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* em relação ao Ambiente I.

A distribuição do número de frutos por colheita teve o mesmo padrão para as duas cultivares em ambas as relações K:N, no Ambiente I, sendo que para o Ambiente II, o número de frutos colhidos aumentou mais acentuadamente entre os dias 7/07 e 4/08 para a cultivar *Sweet Grape*, independente da relação K:N.

A Tabela 12 apresenta os valores médios de número de frutos de cada cultivar no Ambientes I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) e no Ambiente II (plástico difusor), para os dois ciclos do tomateiro. Do 1º para o 2º ciclo verificou-se uma queda no número de frutos pequenos e, em contrapartida, um aumento no número de frutos grandes, para a cv *Sweet Grape*. Por sua vez, a cv *Sweet Million* apresentou um decréscimo no número de frutos tanto pequenos quanto grandes apresentando-se, desta forma, mais sensível às condições de menor

disponibilidade de radiação solar ao longo do 2º ciclo. Analisando-se os dois ambientes, nota-se que o Ambiente II promoveu um acréscimo significativo no número de frutos em relação ao Ambiente I, chegando esse acréscimo a ser de 57,7% na cv *Sweet Million* no 1º ciclo.

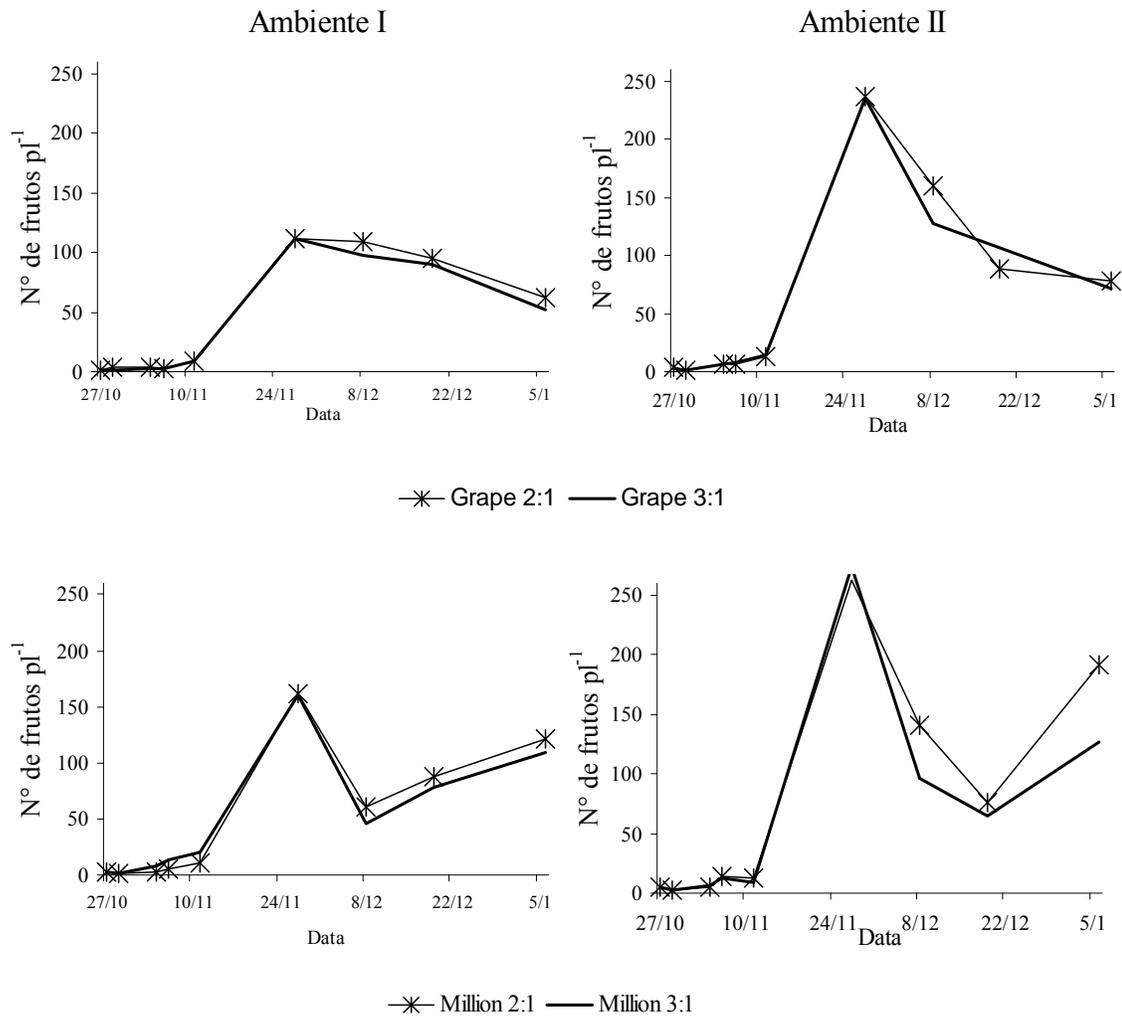


Figura 34 - Número de frutos colhidos por planta ao longo do 1º ciclo de cultivo do tomateiro, para cada uma das cultivares (*Sweet Grape* e *Sweet Million*). Sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletores e Ambiente II = plástico difusor

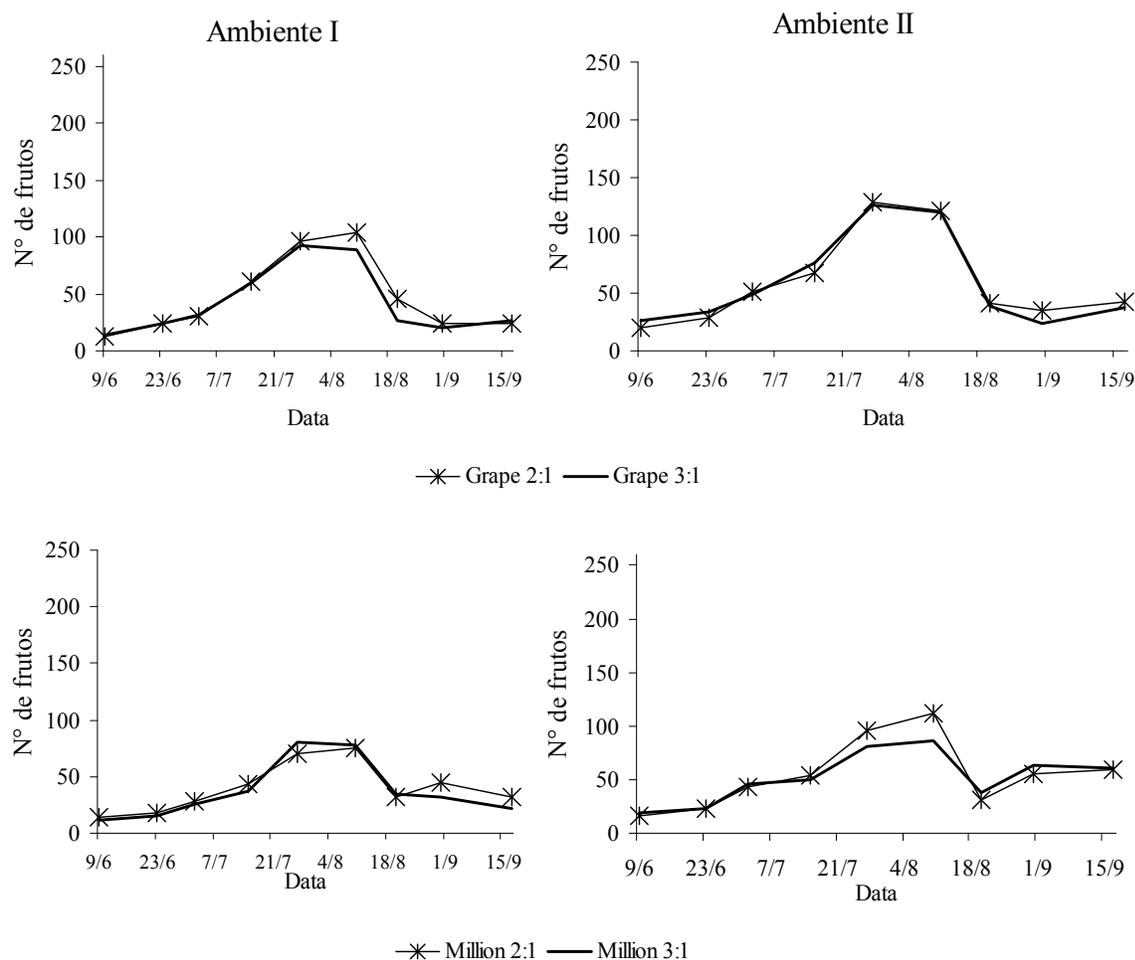


Figura 35 - Número de frutos colhidos por planta ao longo do 2º ciclo de cultivo do tomateiro, para cada uma das cultivares (*Sweet Grape* e *Sweet Million*). Sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletores e Ambiente II = plástico difusor

O aumento no número de frutos no Ambiente II (plástico difusor) ocorreu devido à maior disponibilidade de radiação solar do que no Ambiente I. Além disso, como o nome sugere, o plástico difusor tendeu a aumentar a fração de radiação difusa no interior do ambiente. Sabe-se que o espalhamento da radiação solar melhora o seu aproveitamento pela planta, reduzindo o efeito do sombreamento entre plantas e do auto-sombreamento. A eficiência do uso da radiação em ambientes protegidos têm sido maior do que a observada em cultivos a céu aberto, por causa, entre outros fatores, do aumento da radiação difusa (PAPADOPOULOS; ORMROD, 1988; HAMMER; VANDERLIP, 1989; SINCLAIR et al., 1992). Farias et al. (1993) e Camacho et al.

(1995) verificaram que a radiação difusa ocorrida externamente foi inferior, na maior parte do período, sendo, em média, 65% daquela observada no interior da estufa de plástico.

Tabela 12 – Número médio de frutos de tomate para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*, em cada um dos ambientes, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor

Ciclo	Cultivar	N° de frutos					
		Ambiente I			Ambiente II		
		Peq	Gde	Total	Peq	Gde	Total
1°	<i>S. Grape</i>	179	205	384	266	319	585
	<i>S. Million</i>	181	265	447	235	418	653
2°	<i>S. Grape</i>	150	252	401	177	357	534
	<i>S. Million</i>	89	257	346	116	349	464

O número de frutos pequenos das duas cultivares obteve diferenças significativas, sendo maior para a cultivar *Sweet Grape*, como pode ser visto na Tabela 13. Esta é uma característica do cultivar.

Tabela 13 - Número médio de frutos pequenos para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Grape</i>	163,3 a	18,22	0,713
<i>S. Million</i>	102,4 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Quanto as diferentes doses de potássio, a relação K:N 2:1 promoveu maior número de frutos pequenos (Tabela 14). De acordo com Marschner (1995), o nitrogênio promove o crescimento vegetativo e a formação de gemas floríferas e frutíferas. Assim, a menor relação entre K e N (2:1) potencializou o efeito do N na formação dos frutos.

Tabela 14 - Número médio de frutos pequenos para cada uma das relações de K:N

Relação K:N	Média *	CV (%)	R ²
(2:1)	143,7 a	18,22	0,713
(3:1)	121,9 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Para o número de frutos grandes, a cultivar *Sweet Grape* também obteve maior número de frutos, chegando a ser em média 30,5% superior ao número de frutos grandes da cv *Sweet Million*.

Tabela 15 - Número médio de frutos grandes para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Grape</i>	341,4 a	17,19	0,702
<i>S. Million</i>	261,5 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Pelo teste de Tukey, para o número de frutos total, a variável ‘Cultivar’ apresentou diferenças significativas (p<0,05). A Tabela 16 apresenta a comparação entre médias do número de frutos por planta, para cada cultivar. Verifica-se que, com um ótimo coeficiente de variação e alto R², houve diferença significativa entre as cultivares. A cv *Sweet Grape* produziu mais frutos do que a cv *Sweet Million*.

Tabela 16 - Médias do número total de frutos por planta das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Grape</i>	467,7 a	9,30	0,827
<i>S. Million</i>	405,1 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Conforme critérios estabelecidos no início dos experimentos, os frutos foram classificados em pequenos e grandes. A Figura 36 apresenta a proporção percentual média do número de frutos pequenos e grandes da cv *Sweet Grape*.

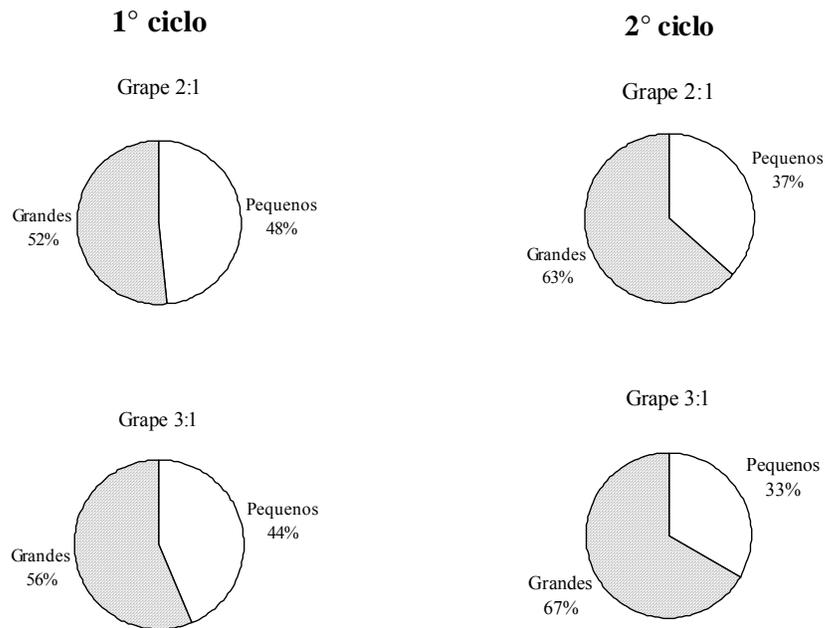


Figura 36 - Porcentagem média de frutos pequenos e grandes da cv *Sweet Grape*, colhidos ao longo de cada ciclo do tomateiro, sendo: Grape 3:1 = cultivar *Sweet Grape* + solução nutritiva com relação K:N de 3:1; Grape 2:1 = cultivar *Sweet Grape* + solução nutritiva com relação K:N de 2:1

Verifica-se que, entre as diferentes fertirrigações, a solução nutritiva 3:1 resultou numa proporção ligeiramente maior do número de frutos grandes. Comparando-se os dois ciclos, houve maior ocorrência de frutos grandes no 2º ciclo para as duas cultivares.

Para a cv *Sweet Million* (Figura 37) as porcentagens de frutos pequenos e grandes foram iguais para as relações K:N 3:1 e 2:1, no 1º ciclo, sendo que no 2º ciclo a porcentagem de frutos grandes foi um pouco superior na relação K:N 3:1. Entre os dois ciclos, o mesmo comportamento da cv *Sweet Grape* ocorreu para a cv *Sweet Million*.

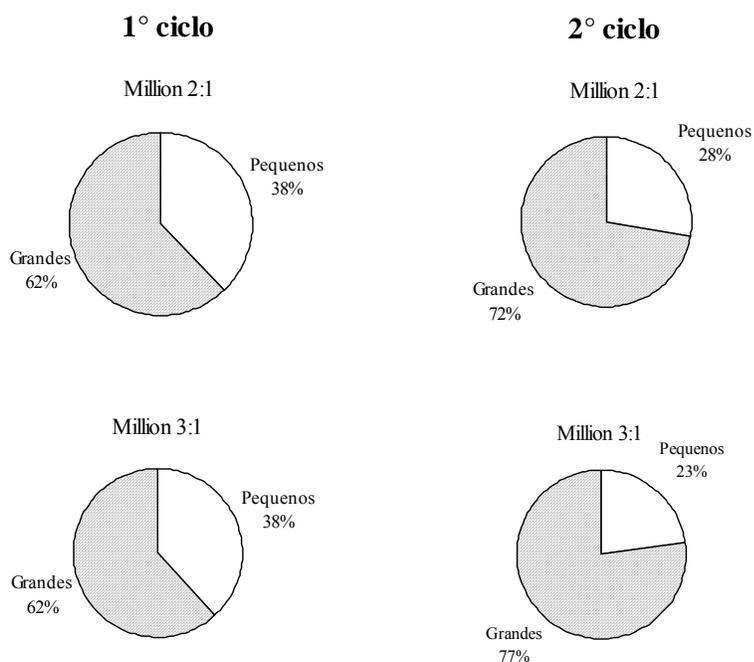


Figura 37 - Porcentagem média de frutos pequenos e grandes da cv *Sweet Million*, colhidos ao longo de cada ciclo do tomateiro, sendo: Million 3:1 = cultivar *Sweet Million* + solução nutritiva com relação K:N de 3:1; Million 2:1 = cultivar *Sweet Million* + solução nutritiva com relação K:N de 2:1

Na Tabela 17 são apresentados os valores médios percentuais do número de frutos pequenos colhidos ao longo de cada ciclo, para cada ambiente. Verifica-se que, entre as cultivares, a *Sweet Grape* produziu a maior quantidade de frutos pequenos.

Tabela 17 – Porcentagem média de frutos pequenos de tomate dos cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* nos dois ambientes estudados, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Amb II = plástico difusor

Cultivar	% média de frutos pequenos			
	1º ciclo		2º ciclo	
	Amb I	Amb II	Amb I	Amb II
<i>S. Grape</i>	46,5	45,6	37,1	33,1
<i>S. Million</i>	40,7	35,7	25,7	24,9

Observa-se que o Ambiente II proporcionou menor produção de frutos pequenos, chegando a uma redução de 12,3% para a cv *Sweet Million* no 1º ciclo. Portanto, além aumentar o número de frutos, o ambiente sob o plástico difusor proporcionou um incremento no tamanho dos frutos produzidos.

Diâmetro dos frutos

O tamanho também é uma característica genética dos frutos, sendo o resultado final decorrente dessa característica associada às condições ambientais e nutricionais. De acordo com as Tabelas 18 e 19 percebe-se que as diferentes relações de K:N não influenciaram o diâmetro do fruto. Posteriormente, pelo teste de Tukey a 5%, confirmou-se que as diferenças entre os tratamentos não foi significativa.

Tabela 18 - Diâmetros médios transversal e longitudinal dos frutos das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* em cada um dos tratamentos adotados, ao longo do 1º ciclo de cultivo do tomateiro

Tratamento	Diâmetro médio dos frutos pequenos e grandes (cm)			
	Pequeno		Grande	
	ø trans	ø long	ø trans	ø long
Grape 2:1	2,0	2,7	2,5	3,6
Grape 3:1	2,0	2,7	2,5	3,5
Million 2:1	2,3	2,1	2,9	2,7
Million 3:1	2,2	2,1	2,9	2,6

Tabela 19 - Diâmetros médios transversal e longitudinal dos frutos das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* em cada um dos tratamentos adotados, ao longo do 2º ciclo de cultivo do tomateiro

Tratamento	Diâmetro médio dos frutos pequenos e grandes (cm)			
	Pequeno		Grande	
	ø trans	ø long	ø trans	ø long
Grape 2:1	1,8	2,3	2,4	3,3
Grape 3:1	1,7	2,3	2,4	3,4
Million 2:1	2,1	2,0	2,8	2,6
Million 3:1	2,1	2,0	2,8	2,6

O diâmetro transversal dos frutos pequenos foi significativamente diferente entre as duas cultivares (Tabela 20), em função do formato diferenciado de cada cultivar. O diâmetro transversal dos frutos grandes apresentou significância para a interação ‘Ambiente x Cultivar’ e será visto no item 4.4.

Tabela 20 – Diâmetro médio transversal (cm) dos frutos pequenos das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Million</i>	2,79 a	3,36	0,911
<i>S. Grape</i>	2,41 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Analisando o diâmetro longitudinal, houve diferenças significativas ‘Cultivar’ na comparação das médias de frutos pequenos e grandes, pelo Teste de Tukey (5%), sendo a cv *Sweet Grape* superior à cv *Sweet Million* (Tabela 21). Isso ocorreu em razão dos formatos dos frutos das cultivares serem bastante diferenciados. A cv *Sweet Million* é arredondada, enquanto a cv *Sweet Grape* é alongada apresentando, assim, diâmetro longitudinal maior.

Tabela 21 – Diâmetro médio longitudinal (cm) dos frutos pequenos e grandes das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

ø longitudinal dos frutos	Cultivar *			
	<i>S. Grape</i>	<i>S. Million</i>	CV (%)	R ²
Pequenos	2,75 a	2,08 b	3,33	0,962
Grandes	3,57 a	2,66 b	2,63	0,978

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si (p<0,05).

Observando-se a variação do diâmetro transversal e longitudinal dos frutos ao longo de cada ciclo, percebe-se que os dois diâmetros sofreram redução ao longo do ciclo da cultura porque nos primeiros cachos o tamanho dos frutos foi maior, diminuindo nos cachos superiores pelo padrão genético da planta (Figura 38).

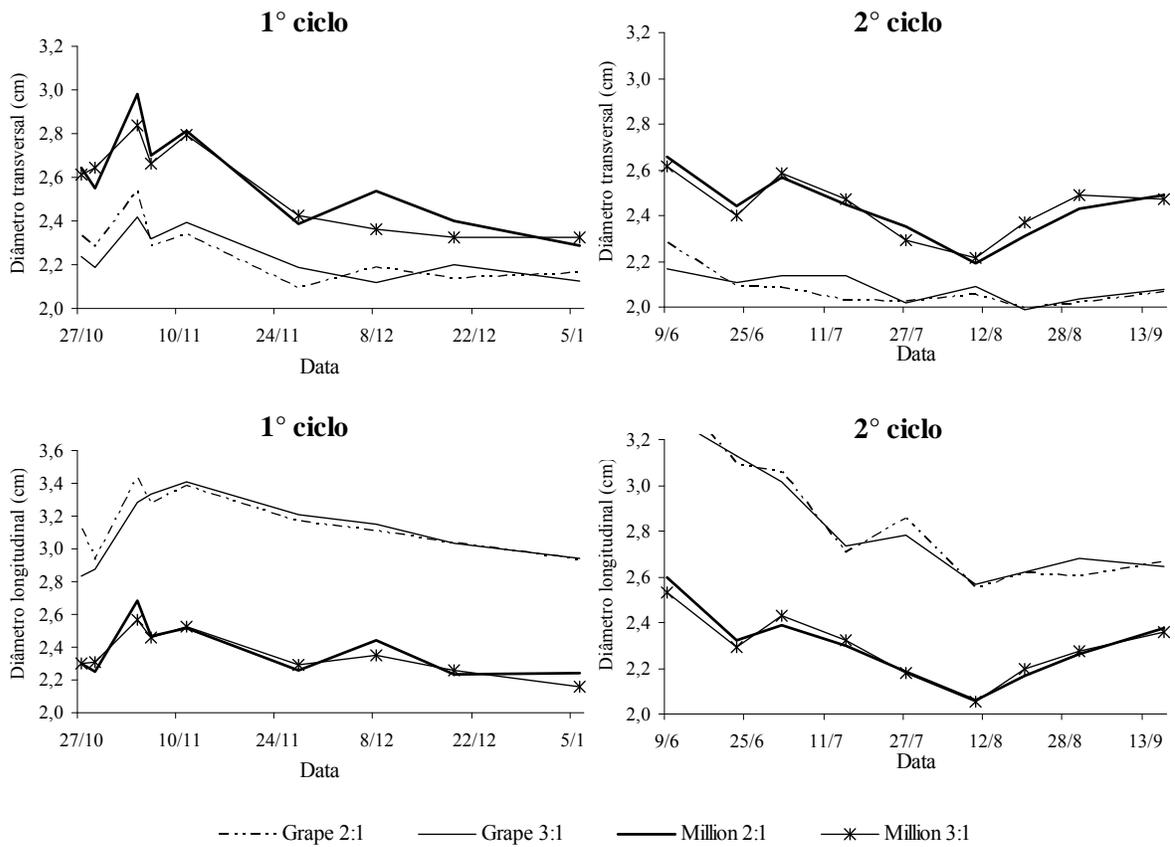


Figura 38 – Diâmetro transversal e longitudinal (cm) de frutos colhidos ao longo do 1 e 2º ciclos de cultivo do tomateiro, para cada uma das cultivares (*Sweet Grape* e *Sweet Million*) e soluções nutritivas (relação K:N 2:1 e 3:1)

Peso dos frutos

Como mostra as Tabelas 22 e 23, o peso médio dos frutos pequenos e grandes obteve diferenças significativas para as diferentes cultivares. A cultivar *Sweet Million* obteve peso de frutos superior a cultivar *Sweet Grape*. Provavelmente isto ocorreu pois a cv *Sweet Million* produziu uma menor quantidade de frutos, portanto, frutos maiores. A cv *Sweet Grape* produziu muitos frutos, assim, em função da competição entre os frutos na planta, o peso médio do fruto foi inferior à cv *Sweet Million*.

Tabela 22 - Peso médio (g) dos frutos pequenos das cultivares *Sweet Million* e *Sweet Grape*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Million</i>	6,68 a	8,02	0,536
<i>S. Grape</i>	6,08 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 23 - Peso médio (g) dos frutos grandes das cultivares *Sweet Million* e *Sweet Grape*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Million</i>	11,97 a	5,65	0,568
<i>S. Grape</i>	11,16 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($p < 0,05$).

4.2.2 Produtividade

A Figura 39 apresenta os valores médios de produtividade (kg planta^{-1}) comparados às diferentes relações K:N adotadas, no 1º e no 2º ciclo de cultivo do tomateiro. Apesar das diferenças visuais entre os diferentes tratamentos, o fator ‘Nutrição’ e a interação ‘Cultivar x Nutrição’ não foram significativos.

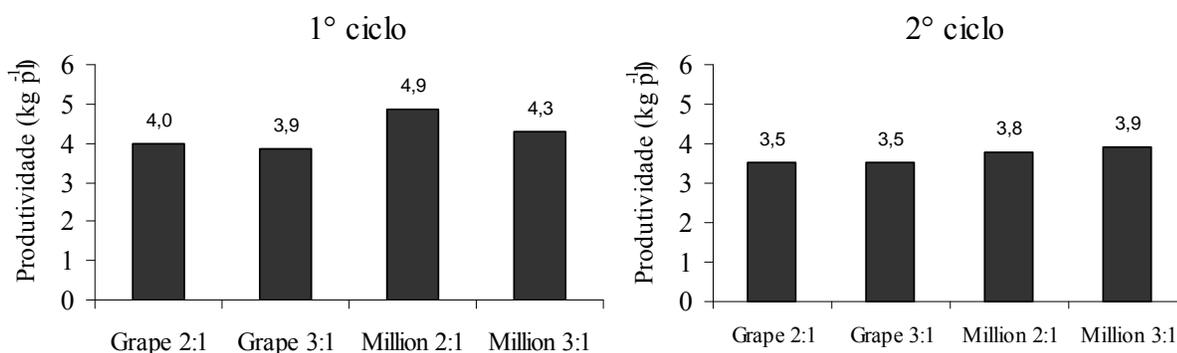


Figura 39 - Produtividade média por planta (kg planta^{-1}) ao longo do 1º e do 2º ciclo do tomateiro cereja, para cada um dos tratamentos adotados (cultivar e solução nutritiva): *Grape* 2:1, *Grape* 3:1, *Million* 2:1 e *Million* 3:1

A Tabela 24 apresenta os valores de produtividade média (kg planta^{-1}) dos cultivares em cada um dos ambientes protegidos. Percebe-se nitidamente que a produtividade referente ao

ambiente sob o plástico difusor (Ambiente II) é bem superior àquela obtida no ambiente com plástico e tela de sombreamento (Ambiente I). O incremento na produtividade foi, no 1º ciclo, de 52,6% e 49,3%, respectivamente, para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*. No ciclo seguinte, esse aumento foi de 44,1% e 39,1%. Segundo Martins (1992), o tomateiro apresenta bom desenvolvimento quando cultivado em ambiente protegido, com incrementos de produção que podem variar de 17 a 77% ou até 5 a 8 vezes superior aos obtidos em campo aberto. Além disso, os resultados aqui apresentados indicam que o tipo de cobertura do ambiente também interferiu nesse ganho de produtividade.

Tabela 24 - Produtividade média (kg planta⁻¹) dos cv *Sweet Grape* e cv *Sweet Million* nos dois ciclos de cultivo do tomateiro cereja, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor

Ciclo	Cultivar	Produtividade (kg planta ⁻¹)					
		Ambiente I			Ambiente II		
		Peq	Gde	Total	Peq	Gde	Total
1º	<i>S. Grape</i>	0,98	2,13	3,11	1,50	3,25	4,74
	<i>S. Million</i>	0,93	2,79	3,67	1,35	4,15	5,49
2º	<i>S. Grape</i>	0,50	2,40	2,90	0,57	3,61	4,18
	<i>S. Million</i>	0,40	2,83	3,22	0,54	3,94	4,48

No Brasil, diversas pesquisas têm confirmado que, mesmo em ambientes protegidos não-climatizados, os rendimentos das culturas protegidas superam aqueles obtidos no campo. Portanto, mesmo considerando-se o ambiente protegido com a presença da tela termo-refletora (Ambiente I) também foi observado incremento de produtividade do tomateiro em comparação com o cultivo a campo. Esse tipo de material de cobertura permite que boa parte dos raios solares penetre multidirecionalmente no ambiente. Radin (2003) observou que a presença de tela de sombreamento propiciou distribuição mais uniforme da radiação dentro do dossel vegetal, favorecendo a expansão foliar e, conseqüentemente, a eficiência de uso da radiação. No entanto, por sombrear com mais intensidade o ambiente, tal ambiente ofereceu menos energia radiante para os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, resultando, de maneira geral, em menores produtividades, o que também foi observado no presente estudo.

O fator ‘Cultivar’ apresentou diferenças significativas para as produtividades. A Tabela 25 apresenta as médias de produtividade (kg planta⁻¹) para cada cultivar, sendo significativamente

diferentes também a 5%. A cultivar *Sweet Million* foi a mais produtiva. No entanto, o valor de CV no 1º ciclo para a Tabela 25 foi maior que 20%, portanto, muito alto, o que não permite se tirar conclusões definitivas.

Tabela 25 – Produtividade média (kg planta^{-1}) dos cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*, nos dois ciclos de cultivo do tomateiro

Ciclo	Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
1º	<i>S. Million</i>	4,58 a	16,18	0,606
	<i>S. Grape</i>	3,94 b		
2º	<i>S. Million</i>	3,85 a	7,26	0,910
	<i>S. Grape</i>	3,53 b		

* As médias seguidas de letras distintas em cada ciclo diferem entre si ($p < 0,05$)

A Figura 40 mostra a variação da produtividade de cada cultivar ao longo do 1º ciclo. Percebe-se que as cultivares apresentaram desempenho muito semelhante, apresentando um pico de produção por volta do dia 27 de novembro de 2008, e a produtividade no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) sendo sempre inferior à do Ambiente II. Porém, nas últimas colheitas, a cv *Sweet Million* passou a apresentar novamente uma produtividade crescente. Isso ocorreu em razão de seu período de colheita ter sido maior em relação à cv *Sweet Grape*. Além disso, os últimos cachos a serem colhidos, por sofrerem menor competição, produziram frutos maiores.

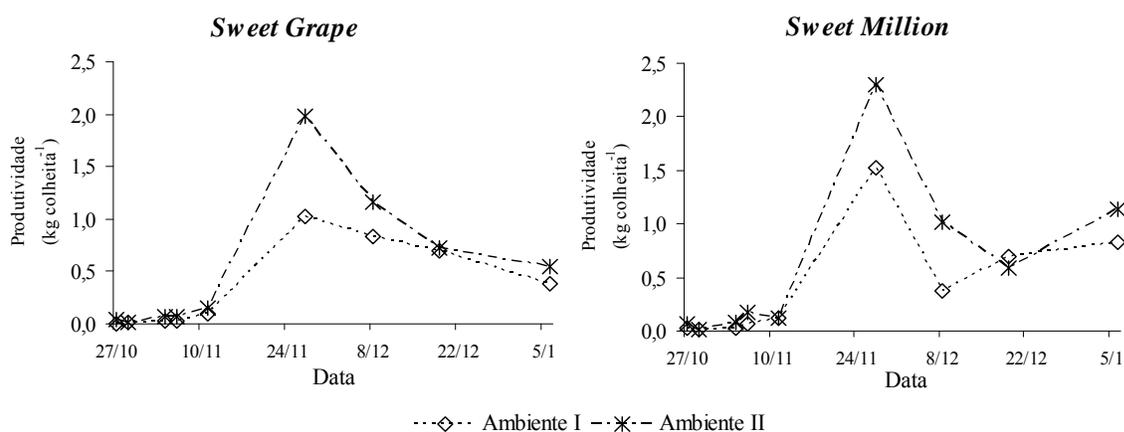


Figura 40 - Produtividade das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* ao longo do 1º ciclo de cultivo do tomateiro cereja, sendo Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor

No 2º ciclo (Figura 41), por corresponder à época do ano em que há menor disponibilidade de radiação solar, a produtividade foi inferior. No entanto, a variação foi semelhante à obtida para o 1º ciclo, com maiores produtividades no Ambiente II. O pico de produção ocorreu entre os dias 15/07 e 20/08/09.

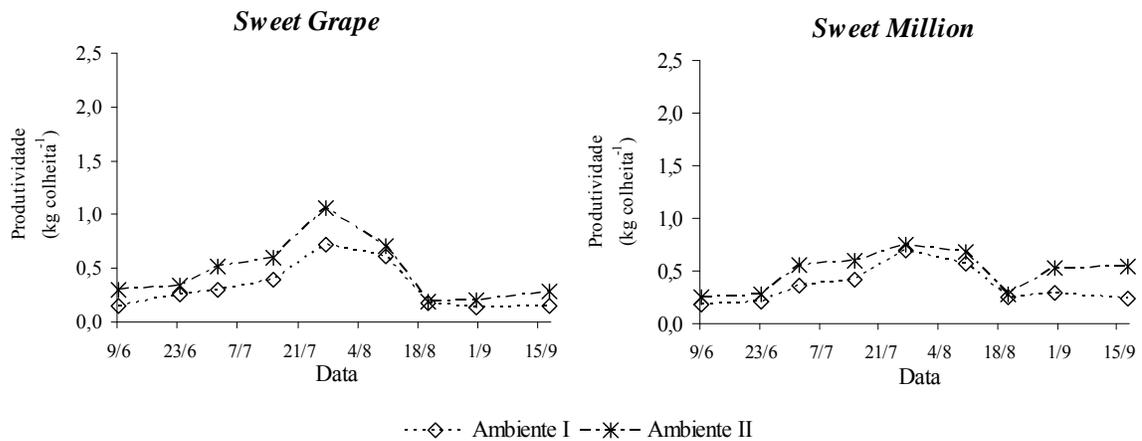


Figura 41 - Produtividade das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* ao longo do 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja, sendo Ambiente I = plástico anti-UV + tela termoreflatora e Ambiente II = plástico difusor

Correlações

Foram realizadas correlações entre as variáveis microclimáticas e biométricas, de forma a verificar a influência de cada variável do microclima no tamanho, peso e número de frutos de tomate. De acordo com as Tabelas 26 e 27, verifica-se que as variáveis mais significativas para a produção do tomateiro foram a radiação solar global (Qg), a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a temperatura média do ar (Tmed), a um nível de significância de 1% na maioria das correlações ($R^2 > 0,798$). Percebe-se que, para os frutos grandes da cv *Sweet Grape*, as variáveis produtividade, número de frutos e peso de frutos apresentam correlações baixas ($R^2 < 0,666$, a um nível de significância de 5%). Isto pode ter ocorrido em função da variação no tamanho dos frutos grandes. Nota-se, porém, que na maioria dos casos, a temperatura mínima e máxima produziram correlações negativas com as variáveis biométricas, demonstrando que condições térmicas extremas prejudicam o crescimento e produtividade das plantas do tomateiro. Pela mesma razão, a URmed apresentou correlações negativas com as variáveis biométricas, pois em condições de alta UR do ar o fluxo de seiva na planta é reduzido em função da menor abertura

dos estômatos (menor demanda hídrica da atmosfera), diminuindo a taxa de fotossíntese e reduzindo a translocação de fotoassimilados aos frutos.

Identificadas as correlações de maior significância, foram elaboradas regressões lineares simples e múltiplas para produtividade e número de frutos do tomateiro. A Tabela 28 apresenta os modelos lineares obtidos, com significância a 1% ($R^2 > 0,798$).

Verifica-se que o valor de R^2 obtido através das regressões múltiplas foi superior em relação às regressões lineares simples, pois quanto maior o número de parâmetros mais as estimativas se aproximam dos valores reais. No entanto, mesmo utilizando somente a PAR como parâmetro meteorológico para as estimativas das variáveis biométricas (produtividade e número de frutos), obteve-se boas correlações ($R^2 > 0,867$, significativo a 1%).

Tabela 26 – Coeficientes de correlação (r^*) entre variáveis microclimáticas e biométricas para a cultivar *Sweet Grape*, a partir dos valores médios dos experimentos

	Produtividade (kg pl ⁻¹)			Nº frutos (nº pl ⁻¹)			Peso do fruto		ø transversal		ø longitudinal	
	Peq	Gde	Total	Peq	Gde	Total	Peq	Gde	Peq	Gde	Peq	Gde
Qg	0,948	0,385	0,803	0,916	0,306	0,711	0,758	0,486	0,894	0,875	0,892	0,965
PAR	0,741	0,737	0,975	0,852	0,678	0,931	0,432	0,382	0,636	0,929	0,646	0,870
Rn	0,779	0,687	0,955	0,855	0,613	0,888	0,514	0,479	0,701	0,956	0,714	0,910
T med	0,900	0,495	0,865	0,921	0,431	0,800	0,648	0,393	0,812	0,877	0,809	0,933
T max	-0,789	0,460	-0,047	-0,496	0,550	0,103	-0,964	-0,535	-0,892	-0,342	-0,875	-0,630
T min	-0,854	0,325	-0,189	-0,588	0,424	-0,033	-0,986	-0,597	-0,945	-0,473	-0,933	-0,731
UR med	-0,946	0,079	-0,432	-0,746	0,181	-0,286	-0,974	-0,620	-0,994	-0,665	-0,987	-0,874

* Para nível de significância de 5% ($r > 0,666$ ou $r < -0,666$)

Tabela 27 – Coeficientes de correlação (r^*) entre variáveis microclimáticas e biométricas para a cultivar *Sweet Million*, a partir dos valores médios dos experimentos

	Produtividade (kg pl ⁻¹)			Nº frutos (nº pl ⁻¹)			Peso do fruto		ø transversal		ø longitudinal	
	Peq	Gde	Total	Peq	Gde	Total	Peq	Gde	Peq	Gde	Peq	Gde
Qg	0,906	0,665	0,875	0,895	0,826	0,939	0,760	-0,802	0,873	0,893	0,853	0,686
PAR	0,709	0,907	0,968	0,732	0,965	0,934	0,469	-0,539	0,664	0,691	0,625	0,583
Rn	0,755	0,871	0,960	0,770	0,938	0,938	0,556	-0,565	0,692	0,701	0,655	0,528
T med	0,851	0,749	0,915	0,853	0,889	0,954	0,651	-0,753	0,831	0,869	0,806	0,732
T max	-0,769	0,143	-0,221	-0,700	-0,098	-0,418	-0,921	0,790	-0,743	-0,709	-0,769	-0,356
T min	-0,835	0,003	-0,352	-0,772	-0,229	-0,531	-0,955	0,815	-0,795	-0,759	-0,813	-0,387
UR med	-0,920	-0,247	-0,572	-0,871	-0,465	-0,719	-0,957	0,858	-0,873	-0,851	-0,879	-0,501

* Para nível de significância de 5% ($r > 0,666$ ou $r < -0,666$)

Tabela 28 - Regressões lineares simples e múltiplas entre produtividade (kg pl^{-1}) e número de frutos, e os elementos meteorológicos PAR e Tmed, para as cultivares do tomateiro cereja *Sweet Grape* e *Sweet Million*, cultivadas em ambientes protegidos

cv	Variável	Modelo linear	R ² (*)
<i>Sweet Grape</i>	Prod (kg pl^{-1})	Prod = 1,69 + 0,78 PAR	0,951
		Prod = 18,33 + 1,20 PAR - 0,90 Tmed	0,983
	Nº frutos	NF = 255,31 + 84,59 PAR	0,867
		NF = 2921,91 + 151,77 PAR - 144,36 Tmed	0,931
<i>Sweet Million</i>	Prod (kg pl^{-1})	Prod = 1,87 + 0,90 PAR	0,937
		Prod = 2,32 + 0,91 PAR - 0,02 Tmed	0,937
	Nº frutos	NF = 174,74 + 114,27 PAR	0,873
		NF = -2874,26 + 37,46 PAR + 165,06 Tmed	0,919

* Para nível de significância de 1% ($R^2 > 0,637$).

4.3 Qualidade dos frutos do tomateiro

4.3.1 Teor de sólidos solúveis (°Brix)

Como a qualidade do tomate está geralmente associada ao teor de sólidos solúveis totais (SST), o sabor mais agradável será encontrado em frutos com alto valor de SST (GRIERSON; KADER, 1986). A Tabela 29 apresenta os teores médios de sólidos solúveis encontrado em cada um dos tratamentos adotados, durante os dois ciclos de cultivo do tomateiro. Os valores médios de °Brix ficaram entre 8,0 e 9,0, valores superiores aos encontrados por Pinho (2008), que estudando tomate cereja encontrou para a cultivar Carolina teor médio de sólidos solúveis totais de 5,2 °Brix, e por Guilherme (2008), que encontrou valores de SST na faixa de 4 e 5,2%, concordando com estudos de outros autores (SAMPAIO, 1996; FONTES et al., 2000; SAMPAIO; FONTES, 2000).

Verifica-se que a relação K:N 3:1 promoveu um aumento no teor de açúcares do fruto do tomateiro, chegando a um incremento de 6,4% na cv *Sweet Grape*, durante o 1º ciclo. Estatisticamente, confirmou-se que os diferentes tratamentos apresentaram diferenças significativas a 5% para o fator isolado 'Nutrição', somente no 2º ciclo (Tabela 30). O aumento das doses de potássio afetou positivamente a qualidade do tomate, concordando com vários autores (COOK; SANDER, 1991; CARRIJO et al., 1996). No entanto, Trani (2003), estudando três cultivares de tomate, dentre elas a cv *Sweet Million*, não observou influência de diferentes relações de K:N sobre os SST dos frutos. Sampaio e Fontes (1998) também concluíram que

diferentes doses de potássio não tiveram efeito significativo sobre o SST. No presente estudo, para o 1º ciclo, as médias de °Brix não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 29 – °Brix médio dos frutos de tomate das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* para os quatro tratamentos (cultivar x solução nutritiva), ao longo do 1º e 2º ciclos de cultivo do tomateiro

Tratamento	°Brix	
	1º ciclo	2º ciclo
Grape 2:1	9,4	10,0
Grape 3:1	9,5	9,7
Million 2:1	8,8	8,1
Million 3:1	8,6	7,9

A Tabela 30 apresenta os valores médios de °Brix obtidos para cada uma das relações K:N (2:1 e 3:1). Verifica-se que, apesar da diferença dos valores de °Brix encontrados para cada relação K:N ter sido muito pequena, a maior dose de potássio (K) não implicou em maior °Brix dos frutos de tomate cereja. Resultados semelhantes foram obtidos por FARIA et al. (1994) e RODRIGUES et al. (2001) os quais não constataram efeito provável do potássio sobre o teor de sólidos solúveis em frutos de meloeiro cultivado no solo.

Tabela 30 – °Brix médio dos frutos de tomate em relação às diferentes soluções nutritivas (relação K:N 2:1 e 3:1)

Relação K:N	Média *	CV (%)	R ²
(2:1)	9,2 a	4,06	0,843
(3:1)	8,9 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($p < 0,05$).

As cultivares apresentaram diferenças significativas (Tabela 31). A cultivar *Sweet Grape* obteve °Brix médio mais elevado, ou seja, maiores teores de sólidos solúveis totais. Isto é uma característica intrínseca ao genótipo da cultivar.

Tabela 31 – °Brix médio dos frutos de tomate das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Grape</i>	9,7 a	4,06	0,843
<i>S. Million</i>	8,3 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($p < 0,05$).

Foram realizadas correlações entre as variáveis microclimáticas e o °Brix dos frutos nos dois ciclos de cultivo do tomateiro (Tabela 32). Observa-se as variáveis meteorológicas relativas à radiação solar (Qg, PAR e Rn) e à Tmed foram as que apresentaram correlações negativas com o °Brix médio dos frutos. Quanto maior a intensidade da radiação solar e a Tmed, maior é a taxa transpiratória. Sob situação de estresse, os estômatos passam a reduzir a abertura dos estômatos, reduzindo também a taxa fotossintética e a translocação e acúmulo de fotoassimilados nos frutos. No entanto, para os valores extremos de temperatura, as correlações foram positivas, todas sendo significativas a 1% ($R^2 > 0,798$) com exceção da interação cv *Sweet Million* e Tmáx.

Tabela 32 – Coeficientes de correlação (r^*) entre as variáveis micrometeorológicas e °Brix médio, obtidas ao longo dos dois cultivos do tomateiro tipo cereja, para as cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*

Variável	°Brix	
	<i>Sweet Grape</i>	<i>Sweet Million</i>
Qg	-0,788	-0,572
PAR	-0,509	-0,398
Rn	-0,597	-0,458
T méd	-0,681	-0,503
T máx	0,917	0,614
T mín	0,959	0,959
UR méd	0,971	0,674

* Para nível de significância de 5%
($r > 0,666$ ou $r < -0,666$)

A Tabela 33 apresenta as regressões lineares realizadas a partir das variáveis micrometeorológicas Tmin e URmed. Percebe-se que os valores de R² foram muito baixos para a cv *Sweet Million*, não resultando em boas estimativas para °Brix dos frutos desta cultivar.

Tabela 33 - Regressões lineares simples e múltiplas entre °Brix e os elementos meteorológicos Tmin e URmed, para as cultivares do tomateiro cereja *Sweet Grape* e *Sweet Million*

cv	Modelo linear	R ² (*)
<i>Sweet Grape</i>	°Brix = 0,26 + 0,14 Tmin + 0,08 URmed	0,949
	°Brix = 3,47 + 0,44 Tmin	0,920
<i>Sweet Million</i>	°Brix = 5,77 + 0,01 Tmin + 0,03 URmed	0,454
	°Brix = 7,036 + 0,117 Tmin	0,424

* Para nível de significância de 1% ($R^2 > 0,637$) apenas para a cultivar *Sweet Grape*.

4.3.2 Acidez total titulável (ATT)

A Tabela 34 apresenta os valores médios da porcentagem de acidez do fruto em cada um dos quatro tratamentos adotados. A determinação da acidez só foi realizada durante o 2º experimento. Observa-se que os valores de ATT são muito semelhantes entre os tratamentos com diferentes relações K:N, não sendo diferentes estatisticamente (Teste de Tukey a 5%). Trani (2003), estudando as variedades *Rocio* (salada), *Densus* (salada) e *Sweet Million* (cereja), também observou que não houve efeito de diferentes doses de potássio na ATT dos frutos.

Tabela 34 – Porcentagem média de acidez para os frutos colhidos em cada um dos quatro tratamentos adotados, no 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja

Tratamento	% acidez
Grape 2:1	0,52
Grape 3:1	0,51
Million 2:1	0,53
Million 3:1	0,54

A Tabela 35 apresenta as médias de acidez do fruto para cada cultivar. A cv *Sweet Million* apresentou maior acidez, sendo significativamente superior em relação à cv *Sweet Grape*. Trani (2003) também observou diferenças nos valores de % de acidez entre as cultivares, variando de 0,57% a 0,80%. De acordo com o mesmo autor, a cultivar *Sweet Million* apresentou os maiores valores de ATT, 0,77% em média, superiores a valor médio encontrado no presente estudo.

Tabela 35 – Porcentagem média de acidez para os frutos dos cultivares *Sweet Million* e *Sweet Grape*, no 2º ciclo de cultivo do tomateiro tipo cereja

Cultivar	Média *	CV (%)	R ²
<i>S. Million</i>	0,538 a	6,77	0,696
<i>S. Grape</i>	0,512 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

4.3.3 Sabor

A Tabela 36 apresenta os valores médios da relação SST/ATT para os frutos em cada um dos tratamentos. Observa-se que, os tratamentos referentes à solução nutritiva 3:1 obtiveram maior relação SST/ATT, ou seja, frutos provavelmente mais saborosos. No entanto, as diferenças entre os tratamentos, entre as cultivares não foram significativas pelo Teste de Tukey a 5%.

Tabela 36 – Relação média SST/ATT para os frutos de tomate colhidos em cada um dos quatro tratamentos adotados (cultivar e relação K:N), no 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja

Tratamento	SST/ATT
Grape 2:1	14,03
Grape 3:1	14,75
Million 2:1	12,98
Million 3:1	13,57

De maneira geral, as médias de SST/ATT encontradas no presente estudo apresentaram-se superiores em relação aos valores encontrados na literatura. Guilherme (2008), estudando três genótipos de tomate cereja (CH152, CLN1561A e “Carolina”), encontrou valores médios de SST/ATT entre $7,64 \pm 1,48$ e $8,04 \pm 1,30$, superiores aos encontrados por Borguini (2007) e Ferreira et al. (2004). De acordo com os estudos realizados por Trani et al. (2003), a relação SST/ATT não foi influenciada pelas duas fontes de potássio utilizadas (KCl e K₂SO₄), apresentando, entretanto, diferenças significativas entre as cultivares analisadas. As três cultivares avaliadas pelos autores apresentaram resultados entre 6,66 e 8,85, satisfatórios para uma boa qualidade do sabor do fruto. Chitarra (1976) obtiveram valores semelhantes entre 6,3 e 9,4 para sete cultivares avaliadas em quatro diferentes estágios de maturação.

4.3.4 Teor de vitamina C

O teor de ácido ascórbico no fruto do tomateiro varia, em geral, entre 7,2 e 45,6 mg 100g⁻¹ de polpa, sendo essa variável influenciada pela época do ano de cultivo, cultivar, disponibilidade de radiação solar, adubação e substrato (SAMPAIO; FONTES, 1998). A Tabela 37 apresenta os teores médios de vitamina C (mg de ácido ascórbico por 100g de fruto), em cada um dos tratamentos avaliados no presente estudo.

Tabela 37 - Teores médios de ácido ascórbico para os frutos colhidos em cada um dos quatro tratamentos adotados (cultivar e relação K:N), no 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja

Tratamentos	(mg 100g ⁻¹)
Grape 2:1	19,79
Grape 3:1	19,48
Million 2:1	21,42
Million 3:1	23,42

Observa-se que os valores encontrados de vitamina C foram da ordem de 19 a 24 mg 100g⁻¹. Para as duas cultivares (*Sweet Grape* e *Sweet Million*), as relações de K:N não foram significativamente diferentes, portanto, o potássio não teve efeito no incremento de vitamina C nos frutos do tomateiro cereja.

Campos (2006), avaliando tomates do grupo Santa Cruz, encontrou valores médios de ácido ascórbico da ordem de 12 mg 100g⁻¹ a 17 mg 100g⁻¹, portanto, inferiores aos encontrados no presente estudo. Crawford (1966) recomenda que o teor de ácido ascórbico esteja em torno de 23 mg 100g⁻¹, teor que foi alcançado somente no tratamento Million 3:1.

4.4 Interação microclima-productividade-qualidade

4.4.1 Características dos frutos

Número de frutos

O número de frutos foi significativamente diferente entre o Ambiente I e Ambiente II. Para frutos pequenos, o Ambiente II foi 22,3% superior ao Ambiente I (Tabela 38) e para frutos

grandes, 56,6% superior (Tabela 39). Percebe-se que o número de frutos para cada ambiente é bastante discrepante, em função da maior transmitância de Qg e fração de RFA no Ambiente II.

Tabela 38 - Número médio de frutos pequenos para cada um dos ambientes estudados, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor

Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
II	146,2 a	17,22	0,713
I	119,5 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 39 - Número médio de frutos grandes para cada um dos ambientes estudados, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor

Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
II	367,9 a	18,19	0,702
I	234,9 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si ($p < 0,05$).

Pelo teste de Tukey, para o número de frutos total, o fator ‘Ambiente’ foi significativos ($p < 0,05$). A Tabela 40 apresenta o teste de Tukey aplicado para as médias dos números de frutos de cada ambiente. Percebe-se que houve diferença significativa na quantidade de frutos produzidos entre os dois ambientes, sendo que o Ambiente II produziu um maior número de frutos. Nota-se também que no 2º ciclo o coeficiente de variação (CV %) foi menor em relação ao 1º ciclo, o que ocorreu devido a um controle maior do experimento, em função das condições climáticas serem mais amenas (outono/inverno). A menor disponibilidade de energia solar resultou também em menor quantidade de frutos no 2º ciclo.

Tabela 40 - Número médio total de frutos por planta pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para os dois ambientes, em cada um dos ciclos de cultivo do tomateiro, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor

Ciclo	Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
1º	II	618,5 a	19,72	0,658
	I	405,4 b		
2º	II	499,1 a	9,3	0,827
	I	373,6 b		

* As médias seguidas de letras distintas em cada ciclo diferem entre si ($p < 0,05$).

Diâmetro dos frutos

Para o diâmetro transversal (Tabela 41), a interação ‘Cultivar x Ambiente’ foi significativa a 5%. Os frutos grandes das duas cultivares foram significativamente diferentes entre si (observando as letras minúsculas na coluna da Tabela 41). Em relação ao ambiente, nenhuma das cultivares apresentou diferenças significativas no diâmetro transversal quando cultivadas no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) ou Ambiente II (plástico difusor).

Tabela 41 – Diâmetro médio transversal dos frutos grandes pelo Teste de Tukey (5%), para a interação ‘Cultivar x Ambiente’. Sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Amb II = plástico difusor

Cultivar	Ambiente *		CV (%)	R ²
	I	II		
<i>S. Grape</i>	2,29 aA	2,36 aA	2,41	0,937
<i>S. Million</i>	1,98 bB	1,97 bB		

* As médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna e por letras maiúsculas distintas na mesma linha diferem entre si ($p < 0,05$)

Observa-se na Tabela 42 que tanto frutos pequenos quanto grandes apresentaram diâmetros longitudinais significativamente diferentes em cada ambiente (obs: as diferenças estão expostas ao longo das linhas). O Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora), por apresentar menor incidência de radiação solar em seu interior, levou o tomateiro a produzir frutos de menor diâmetro.

Tabela 42 – Diâmetro médio total longitudinal (cm) dos frutos em cada um dos ambientes, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor

ø longitudinal dos frutos	Ambiente *		CV (%)	R ²
	I	II		
Pequenos	2,35 b	2,48 a	3,33	0,962
Grandes	3,05 b	3,18 a	2,63	0,978

* As médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ($p < 0,05$)

Peso dos frutos

Assim como o número médio de frutos, o peso médio dos frutos pequenos (Tabela 43) e grandes (Tabela 44) foi maior no Ambiente II em comparação ao Ambiente I. O incremento foi de 9,3% no peso de frutos pequenos e de 6,2% no peso dos frutos grandes.

Tabela 43 – Peso médio (g) dos frutos pequenos em cada um dos ambientes estudados, sendo:

Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor

Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
II	6,66 a	8,02	0,536
I	6,09 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Tabela 44 – Peso médio (g) dos frutos grandes em cada um dos ambientes estudados, sendo:

Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor

Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
II	11,91 a	5,65	0,568
I	11,21 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05).

4.4.2 Produtividade

Pelo teste de Tukey confirma-se que as produtividades (kg planta⁻¹) dos tomateiros dos dois ambientes estudados foram significativamente diferentes (Tabela 45). Os tomateiros cultivados no Ambiente II (plástico difusor) foram os mais produtivos. O nível de sombreamento do Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) influenciou negativamente na produtividade do tomateiro.

Tabela 45 – Produtividade média (kg planta⁻¹) dos tomateiros, em cada ambiente estudado, nos

dois ciclos, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora e Ambiente

II = plástico difusor

Ciclo	Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
1°	II	5,11 a	16,18	0,606
	I	3,41 b		
2°	II	4,33 a	7,26	0,910
	I	3,06 b		

* As médias seguidas de letras distintas em cada ciclo diferem entre si (p<0,05).

4.4.3 Qualidade dos frutos

Teor de sólidos solúveis (°Brix)

A Tabela 46 apresenta os valores médios de °Brix dos frutos de cada cultivar em cada um dos ambientes estudados. Pelo Teste de Tukey (5%), verificou-se que não houve diferença significativa entre os ambientes com relação ao °Brix.

Tabela 46 – °Brix médio dos frutos de tomate das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million* nos dois ambientes estudados nos dois ciclos de cultivo, sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termo-refletores e Amb II = plástico difusor

Ciclo	Cultivar	°Brix	
		Amb I	Amb II
1°	<i>Sweet Grape</i>	8,2	7,9
	<i>Sweet Million</i>	8,2	8,3
2°	<i>Sweet Grape</i>	9,7	9,7
	<i>Sweet Million</i>	8,4	8,3

Acidez total titulável (ATT)

A acidez apresentou diferenças significativas em relação aos Ambientes I e II (Tabela 47). Verifica-se que o Ambiente I influenciou o aumento da acidez dos frutos de tomate. Em função das condições microclimáticas no Ambiente II (principalmente temperatura do ar superior ao ambiente externo), a maturação dos frutos era mais acelerada. Assim, provavelmente os frutos colhidos no Ambiente II estavam mais maduros do que os frutos do Ambiente I, apresentando menor acidez.

Tabela 47 – Porcentagem média de acidez para os frutos dos tomateiros cultivados nos diferentes ambientes estudados, no 2º ciclo de cultivo, sendo: Ambiente I = plástico anti-UV + tela termo-refletora; Ambiente II = plástico difusor

Ambiente	Média *	CV (%)	R ²
I	0,536 a	6,77	0,696
II	0,487 b		

* As médias seguidas de letras distintas diferem entre si (p<0,05)

Sabor

A relação SST/ATT entre os frutos colhidos no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora) e no Ambiente II (plástico difusor) não apresentaram diferenças significativas pelo Teste de Tukey a 5%, pois o °Brix médio também não foi significativamente diferente entre os ambientes.

Teor de vitamina C

O teor de vitamina C apresentou diferenças significativas na interação ‘Ambiente x Cultivar’, como pode ser visto na Tabela 48. Nesta Tabela, as letras minúsculas das colunas representam o teste de Tukey para a diferenciação entre cultivares e as letras maiúsculas, ao longo das linhas, diferenciam as médias do teor de vitamina C dos frutos de cada um dos ambientes estudados. O teor médio de vitamina C apresentou diferença significativa entre os cultivares somente no Ambiente I (plástico anti-UV + tela termo-refletora). Entre os ambientes, a cv *Sweet Grape* obteve maior média no Ambiente II (plástico difusor). No entanto, o coeficiente de variação do teste foi elevado (CV>20%), o que limita a obtenção de conclusões definitivas sobre os teores de vitamina C.

Tabela 48 - Teores médios de vitamina C (mg ácido ascórbico 100g⁻¹) para frutos das cultivares *Sweet Grape* e *Sweet Million*, em cada um dos ambientes estudados, durante o 2º ciclo de cultivo do tomateiro cereja. Sendo: Amb I = plástico anti-UV + tela termorefletora; Amb II = plástico difusor

Cultivar	Ambiente *		CV (%)	R ²
	I	II		
<i>S. Grape</i>	15,416 bB	23,860 aA	17,75	0,588
<i>S. Million</i>	22,403 aA	22,435 aA		

* As médias seguidas de letras minúsculas distintas na mesma coluna e por letras maiúsculas distintas na mesma linha diferem entre si (p<0,05)

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que:

- a) A temperatura do ar entre os ambientes protegidos foram muito semelhantes e dentro da faixa ideal de cultivo do tomate.
- b) A umidade relativa do ar dentro dos ambientes protegidos foi ligeiramente inferior à encontrada no ambiente externo. O ambiente sob o plástico difusor apresentou os menores valores de umidade relativa do ar;
- c) As transmitâncias de radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa foram bem superiores no ambiente sob o plástico difusor do que no ambiente com a tela termo-refletora;
- d) O saldo de radiação sob o plástico difusor foi praticamente igual ao saldo observado no ambiente externo, em função do maior efeito do plástico no aprisionamento de parte da radiação de onda longa dentro do ambiente protegido;
- e) O plástico difusor promoveu um maior número de frutos por planta, entre as cultivares e as soluções nutritivas, a *Sweet Grape* e a relação 2:1 de K:N produziram o maior número de frutos.
- f) A cv *Sweet Million* obteve o maior peso de frutos, tanto pequeno quanto grandes.
- g) O plástico difusor promoveu um aumento no diâmetro do fruto de tomate, sendo significativa a interação entre ‘Cultivar x Ambiente’ e as cultivares apresentaram diferenças significativas de diâmetro longitudinal por terem formatos diferentes;
- h) A produtividade foi bem superior no cultivo sob o plástico difusor e a cv *Sweet Million* foi a mais produtiva;
- i) O valor médio de °Brix apresentou diferenças significativas para os fatores ‘Cultivar’ e ‘Nutrição’, sendo que o maior °Brix foi encontrado na cv *Sweet Grape* e na relação 2:1 de K:N;
- j) O ambiente sob o plástico anti-UV associado à tela-termo-refletora e a cv *Sweet Million* obtiveram os maiores teores de acidez do fruto;
- k) Para a cv *Sweet Grape*, o ambiente sob o plástico difusor teve efeito no incremento do teor de vitamina C;
- l) O plástico difusor promoveu aumento da produtividade do tomateiro tipo cereja, para duas épocas do ano distintas, em função de suas características de transmissividade à radiação solar e do comportamento térmico.

m) De maneira geral, a melhor produtividade do tomateiro tipo cereja foi obtida sob o plástico difusor, utilizando-se a cultivar *Sweet Million* e a solução nutritiva com relação K:N de 2:1. Quanto às características qualitativas, mais pesquisas devem ser feitas para avaliar o efeito das diferentes coberturas plásticas na qualidade dos frutos de tomate tipo cereja.

REFERÊNCIAS

- ABAK, K.; BASÇETINÇELİK, A.; BAYTORUN, Ö. Influence of double plastic cover and the thermal screens on greenhouse temperature, yield and quality of tomato. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 366, p. 149-154, 1994.
- ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 361, p. 245-257, 1994.
- ADAMS, P.; MASSEY, D.M. Nutrient uptake by tomatoes from recirculating solutions. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6, 1984, Lunteren. **Proceedings...** Lunteren: International Society of Soilless Culture, 1984. p. 71-79.
- AL-SHAIBANI ALLI, M.H.; GREIG, J.K. Effects of storage and cultivar on some quality attributes of tomatoes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount, v. 104, n. 6, p. 800-812, 1979.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 47 p.
- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 26-33, 2000. Suplemento.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11th ed. Washington, 1992. 1115p.
- BAILLE, A.; LÓPEZ, J.C.; CABRERA, J.; GONZALEZ-REAL, M.M.; PÉREZ-PARRA, J. Characterization of the solar diffuse component under “parral” type greenhouses. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 614, p. 341-346, 2003.
- BORGUINI, R.G.; SILVA, M.V. O conteúdo nutricional de tomates obtidos por cultivo orgânico e convencional. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, n. 45, p. 41-46, 2007.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.
- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MEDEIROS, S.L.P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p. 43-49, 1993.
- BURIOL, G.A.; RIGHI, E.Z.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.

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 Vicosá. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 255-259, 2005.

CAMACHO, M.J.; ASSIS, F.N.; MARTINS, S.R.; MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19-24, 1995.

CAMPOS, F.M. **Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando a preservação de vitamina C e carotenóides**, 2006. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Nutrição) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N.; OLIVEIRA, C.A.S.; REIS, N.V.B.; FONTES, R. Fatores de evapotranspiração do tanque Classe A e níveis de fertirrigação com nitrogênio e potássio afetando o cultivo protegido de tomate: resumo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 78, 1996.

CARRIJO, O.A.; SILVA, H.R.; REIS, N.V.B.; MEDEIROS, M.A.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Avaliação de cultivares de tomate tipo "cluster" sob cultivo protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO SOBRE UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICO NA AGRICULTURA, 2.; SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES, 1., 2000, São Pedro. **Anais...** Brasília: SOB; UNESP, FCAV, 2000. p. 704-706.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**: manual técnico. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1990. 121p.

CASTILLA, N. **Invernaderos de plástico: tecnología y manejo**. Madrid: Mundi-Prensa, 2005. 462 p.

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

CASTILLA PRADOS, N. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 1995. p. 189-225.

CERMEÑO, Z. S. **Estufas**: instalação e manejo. Lisboa: Litexa, 1990. 355 p.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Composição química do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) em diferentes estádios de maturação. **Revista de Olericultura**, Campinas, v. 16, p. 194-198, 1976.

COCKSHULL, K.E. Crop environments. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 312, p. 7-85, 1992.

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

COLARICCIO, A.; EIRAS, M.; CHAVES, A.L.R ; HARAKAVA, R. ; ARAUJO, J. ; CHAGAS, C.M. Caracterização do *Tomato Chlorotic Spot virus* isolado de jiló no Vale do Paraíba Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 285-291, 2002.

COOK, W.P.; SANDER, D.C. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. **HortScience**, Mont Vernon, v. 26, n. 3, p.250-252, 1991.

CRAWFORD, A. Mc. **Alimentos: seleção e preparo**. Rio de Janeiro: Record, 1966. 387 p.

CUNNINGHAM, K. **Tomato products situation and outlook**. Shari: FAS Attaché Report Web, 2004. 3 p.

CUNHA, A.R. **Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambientes protegido e campo**. 2001. 128 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

DAVIES, J.N.; MAW, G.A. Metabolism of citric and malic acids during ripening of tomato fruit. **Journal of Science Food Agriculture**, Oxford, v.23, p.969-976, 1972.

DAVIS, M.; DINHAM, B.; WILLIAMSON, S. Sustainable tomato production, pest management notes. **Pesticides Action Network**, London, v. 13, p. 22-29, 2002.

DIEZ NICLOS, J. Tipos varietables. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 1995. p. 93-129.

DRECHMER, P.A.O. **Comportamento e correção da radiação solar difusa obtida com o anel de sombreamento**. 2005. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2005.

ELOI, W.M. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. 2007. 110 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FAO. **Irrigation drainage and salinity: an international source book**. Paris; London: UNESCO; Hutchinson, 2006. 253p.

_____. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 22 nov. 2009.

FARIA JUNIOR, M.J.A.; SOUZA, R.A.R. de; HORA, R.C. da. Cultivo de alface em ambiente protegido, sob diferentes níveis de sombreamento, em duas épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 232-233, 2000.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A. Efeito da cobertura plástica sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 31-36, 1993.

FERNANDES, A.A. **Fontes de nutrientes influenciando o crescimento, a produtividade e a qualidade de tomate, pepino e alface, cultivados em hidroponia**. 2000. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 564-570, dezembro 2002.

FERREIRA, M.D.; FRANCO, A.T.O.; KASPER, R.F.; FERRAZI, C.O.; HONÓRIO, S.L.; TAVARES, M. Post-harvest quality of fresh-marketed tomatoes as a function of harvest periods. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 6, n.5, p. 446-451, 2005.

FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S.; LAZZARI, E.N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.1, p. 329-335, 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: CERES, 1982. 357 p.

FINCH, D.A.; BAILEY, W.G.; MCARTHUR, L.J.B.; NASITWITWI, M. Photosynthetically active radiation regimes in a southern African savanna environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 122, p. 229-238, 2004.

FONTES, P.C.R.; SAMPAIO, R.A.; MANTOVANI, E.C. Tomato yield and potassium concentrations in soil and in plant petioles as affected by potassium fertirrigation, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 575-580, 2000.

FRISINA, V.A.; ESCOBEDO, J.F. Balanço de radiação e energia da cultura de alface em estufa de polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1775-1786, 1999.

FURLAN, R.A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos**. 2001. 146 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

GALVANI, E. **Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) em ambiente protegido e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão**. 2001. 124 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho", Botucatu, 2001.

GIORDANO, L.B.; RIBEIRO, C.S.C. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. 11 p.

GRIERSON, D.; KADER, A.A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (Ed.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986. v. 6, p. 241-280.

GUILHERME, D.O.; PINHO, L.; COSTA, C.A.; ALMEIDA, A.C.; PAES, M.C.D.; RODRIGUES, R.L.A.; CAVALCANTI, T.F.M.; FILHO, S.C.T.; MENEZES, J.B.C.; SALES, S.S. Análise sensorial e físico-química em frutos de tomate cereja orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, S171-S175, 2008.

GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura**. 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P.C. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido I: efeito na temperatura e na umidade do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 9-17, 2004.

GUSMÃO, S.A.L. de; PÁDUA, J.G.; GUSMÃO, M.T.A. de; BRAZ, L.T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo “cereja” em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 572-573, 2000a.

_____. Efeito da cobertura do solo com filme de polietileno e da densidade de plantio na produção de tomateiro tipo “cereja”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 571-572, jul. 2000. Suplemento.

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

HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; DALMAGO, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A. Variação vertical de temperatura do ar no interior de estufas plásticas. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, Buenos Aires, v. 1, n. 1, p. 35-42, 2001a.

HEWITT, J.D.; DINAR, M.; STEVENS, M.A.S. Strength of fruits of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount, v. 107, p. 896-900, 1982.

HIGUTI, A.R.O. **Produção de tomate em função da “vibração” das plantas**. 2008. 67 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, , 2008.

HO, L.C.; ADAMS, P. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. Hydroponic and transplant production. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 396, p. 33-44, 1995.

HOBSON, G.E. How the tomato lost its taste. **New Scientist**, London, v. 119, p. 46-50, 1988.

HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato, In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 405-442.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/default.shtm>>. Acesso em: 22 nov. 2009.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 103, n. 1, p. 6-13, 1978.

KALUNGU, J.W. **Respostas do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio e cobertura do solo em ambiente protegido**. 2008. 80 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 73, p. 341-51, 1999.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Ed.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. São Paulo: UNESP, 1998. p. 257-319.

LOWER, R.I.; THOMPSON, A.E. Sampling variation of acidity and solids in tomatoes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Beltsville, v. 89, p. 512-552, 1966.

MACHADO, M.A.R.; OLIVEIRA, G.R.M.; PORTAS, C.A.M. Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, New York, v. 255, p. 333-341, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. 1992. 65 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1992.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MENCARELLI, F.; SALTVEIT Jr., M.E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1988.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4th ed. Berne: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MILLIS, P.J.W.; SMITH, I.E.; MARAIS, G.A. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based in microclimatic mesuraments of protected environments. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 281, p. 83-93, 1990.

MINAMI, K.; HAAG, H.P. **O tomateiro**. São Paulo: Fundação Cargill, 1989. 397 p.

MITCHELL, J.R.P.; SHENNAN, C.; GRATTAN, S.R.; MAY, D.M. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, n. 2, p. 215-221, 1991.

MOBAYEN, R.G. Germination of citrus of tomato seeds in relation to temperature. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 55, p. 291-297, 1980.

MONTERO, J.I.; CASTILLA, N.; GUTIERREZ de RAVÉ, E.; BRETONES, F. Climate under plastic in the Almeria area. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 17, p. 227-234, 1985.

NAGAI, H. Avanços obtidos com o melhoramento genético do tomate no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1., 1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1989. p. 88-101.

NASCIMENTO, A.L.C.; SILVA, I.J.O. da. Influência de diferentes alturas de estufas nas condições do microclima interno. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 7., 1999, Piracicaba. **SIICUSP/Agropecuária...** Piracicaba: ESALQ, 1999. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO FILHO, M.F.; MOURA, M.A.L.; SOUZA, D.K.S.; BRAGA, M.B. Caracterização microclimática em diferentes estufas plásticas com hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 488-490.

PANDORFI, C.G. **Manejo de cobertura de ambientes protegidos: alterações micrometeorológicas e efeitos na produção e na qualidade de gérbera**. 2006. 95 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PAPADOPOULOS, A.P.; HAO, X. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 70, p. 165-78, 1997.

- PAPADOPOULOS, A.P.; ORMROD, D.P. Plant spacing effects on light interception by greenhouse tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, p. 1197-1208, 1988.
- PEET, M.M.; WILLITS, D.H.; GARDNER, R. Response of ovule development and post pollen production processes in male-sterile tomatoes to chronic, sub-acute high temperature stress. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 48, n. 306, p. 101-11, 1997.
- PEREIRA, E.R. **Cultivo da rúcula e do rabanete em túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- PEZZOPANE, J.E.M. **O uso de estufa com cobertura plástica e de quebra-ventos na produção de porta-enxertos de seringueira, na região de Campinas, SP**. 1994. 87 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.
- PEZZOPANE, J.E.M.; OLIVEIRA, P.C. de; REIS, E.F. dos; LIMA, J.S.S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 9-15, jan./abr. 2004.
- PEZZOPANE, J.E.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A.; MEYER, N. Radiação líquida e temperatura de folha no interior de estufa com cobertura plástica, durante o período noturno. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 1-4, 1995.
- PICHA, D.H. Sugar and organic acid content of cherry tomato fruit at different ripening stages. **HortScience**, Alexandria, v. 2, p. 94-96, 1987.
- PINHO, L.P.; PAES, M.C.D.; ALMEIDA, A.C.; COSTA, C.A.; GLORIA, M.B.A.; RODRIGUES, R.J.A.; GUILHERME, D.O.; MARTINS, I.S. Composição centesimal e análise físico-química do tomate cereja cultivado em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 177-182, 2008.
- PONCE, J. **Mexican greenhouse**. Fresh Américas/ Fine Produce for USA. p. 10-11. Series 2008. Disponível em :<<http://www.freshamaricas-digital.com/freshamericas/200812>>. Acesso em: 18 ago. 2009.
- PRADOS, N.C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: necesidades hídricas y extracción de nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno**. 1986. 195 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Caja Rural Provincial, Almería, 1986.
- 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, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003

RAIJ, B. van. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1990. 45 p.

RICIERI, R.P., ESCOBEDO, J.F. Radiação solar global e difusa em estufas túneis com cobertura de polietileno. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 15-28, 1996.

RESENDE, J.M. **Qualidade pós-colheita de dez genótipos de tomate do grupo multilocular**. 1995. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

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

ROCHA, P.K. **Desenvolvimento de bromélias cultivadas em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. 2002. 84 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ROCHA, R.C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro**. 2007. 105 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

SALVETTI, M.G. **O polietileno na agropecuária brasileira**. 2. ed. São Paulo: Poliolefinas, 1983. 154 p.

SAMPAIO, R.A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. 1996. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio no solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 136-139, 1998.

_____. Composição química e qualidade de frutos do tomateiro em função da adubação potássica. **Ciência Agrícola**, San Jose de las Lajas, v. 5, p. 65-73, 2000.

SAPERS, G.M.; PHILLIPS, J.G.; PANASIUK, O.; CARRÉ, J.; STONER, A.K.; BARKSDALE, T. Factors affecting the acidity of tomatoes. **HortScience**, Mount Vernon, v. 13, n. 2, p. 187-189, 1978.

SASAKI, J.L.S.; SENO, S. Importância da adubação na qualidade de algumas olerícolas (alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate). In: SÁ, M.E.; BUZZETI, C. (Coord.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. cap. 19, p. 331-343.

SCATOLINI, M.E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos**. 1996. 71 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SEEMAN, J. Greenhouse climate. In: _____. **Agrometeorology**. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 167-178.

SELINA, P.; BLEDSOE, M.E. **Greenhouse/hothouse hydroponic tomato timeline**. Liverpool: Village Farms, 2002. 8 p.

SENTELHAS, P.C.; SANTOS, A.O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 108-115, 1995.

SENTELHAS, P.C.; BORSATTO, R.S.; MINAMI, K. Transmissividade da radiação solar em estufas cobertas com filmes de PVC azul e transparente. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 157-162, 1999.

SENTELHAS, P.C.; VILLA NOVA, N.A.; ANGELOCCI, L.R. Efeito de diferentes tipos de cobertura em miniestufas na atenuação da radiação solar e da luminosidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 479-481.

SERRANO, T.D.; GUZMÁN, E.E.; RECIO, A.F.; GARCÍA, J.C.J.; GÁLVEZ, J.L.; CANO, A.S. **Los filmes plásticos en la producción agrícola**. Madrid: Mundi-Prensa, 2001. 320 p.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 5. ed. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1995. 342 p.

SHI, J.X.; LE MAGHER, M.; LIPTAY, A.; WANG, S.L. Chemical composition of tomatoes as affected by maturity and fertigation practices. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v. 22, p. 147-156, 1999.

SHIRAHIGI, F.H. **Produtividade e qualidade de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido**. 2009. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SINCLAIR, T.R.; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 98-105, 1989.

SINCLAIR, T.R.; SHIRAIWA, T.; HAMMER, G.L. Variation in crop radiation-use efficiency with increased diffuse radiation. **Crop Science**, Madison, v. 32, p. 1281-1284, 1992.

SOUZA, D.K.S.; LOPES, M.J.A.; NASCIMENTO FILHO, M.F. 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...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p. 339-41.

STEIDLE NETO, A.J.; RIBEIRO, A.; ZOLNIER, S.; LEITE, F.P. Variabilidade sazonal da relação entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global na Bacia do Rio Doce, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 427-31, 2006.

STEIDLE NETO, A.J., ZOLNIER, S., MAROUELLI, W.A., CARRIJO, O.A. Razão entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global no cultivo do tomateiro em casa-de-vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 626–631, 2008.

TANAKA, M.; GENTA, H. **Control del medio ambiente baja invernadero y tunel plastico**. Salto: Estacion Experimental de Citricultura, 1982. 61 p.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; MELO, A.M.T.; RIBEIRO, I.J.A. Avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro Genótipos de tomate do tipo “cereja”. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PESQUISAS E TENDENCIAS, 2003, Campinas. Campinas: UNICAMP, 2003. p. 82-83.

URBAN, L. **Introduction a la production sous serre: la gestion du climat**. Paris: Tec-Doc, 1997. t. 1

VASQUEZ, M.A.N.; FOLEGATTI M.V.; DIAS, N.S. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.

VIANA, T.V.A. **Evapotranspiração obtida com o sistema razão de bowen e um lisímetro de pesagem em ambiente protegido**. 2000. 98 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

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

VONK-NOORDEGRAAF, C.; WELLES, G.W.H. Product quality. In: BAKKER; J.C.; BOT, G.P.A.; CHALLA, H.; VAN DE BRAAK. **Greenhouse climate control: an integrated approach**. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 1995. p. 92-97.

WINSOR, G.W. Some factors affecting the quality and composition of tomatoes. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 93, p. 335-341, 1979.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)