

PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO TIPO CEREJA EM CASA-DE-VEGETAÇÃO SOB DIFERENTES COBERTURAS PLÁSTICAS E SOLUÇÕES NUTRITIVAS

ESTER HOLCMAN¹, PAULO CESAR SENTELHAS², SIMONE DA COSTA MELLO³.

¹ Mestranda do Programa de Física do Ambiente Agrícola, da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

² Prof. Dr. do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

³ Prof. Dr. do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 22
a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo
Horizonte – MG.

RESUMO: Em regiões de intensa radiação solar e elevadas temperaturas, os produtores de tomate procuram limitar a radiação solar no interior das casas-de-vegetação para reduzir a temperatura, principalmente por meio de malhas aluminizadas. Porém, o uso dessas malhas provoca diminuição da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no interior do ambiente protegido, reduzindo a taxa de assimilação de CO₂ pelas plantas. O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência da cobertura com filme fotosseletivo em ambientes protegidos na produtividade do tomateiro. Uma casa-de-vegetação foi dividida em dois ambientes distintos. O ambiente I foi coberto com filme plástico anti-UV e com uma malha termo-refletora (40%) disposta internamente. O ambiente II foi coberto com filme plástico difusor (55%). No Ambiente II houve uma maior disponibilidade de energia e maiores temperaturas, resultando num maior número de frutos pequenos (47%), maior número de frutos grandes (56,6%), maior peso médio de frutos pequenos (9,5%) e grandes (6,0%) e maior produção por planta (50,1%) do que no Ambiente I.

PALAVRAS-CHAVE: tomateiro, produtividade, casa-de-vegetação, coberturas plásticas, microclima.

CHERRY TOMATO YIELD IN GREENHOUSES UNDER DIFFERENT PLASTIC COVERING AND NUTRITIVE SOLUTIONS

ABSTRACT: In the regions with intense solar radiation and high temperatures, it is common to reduce the solar radiation and temperature, mainly by using aluminated covers. However, the use of these covers reduces photosynthetic active radiation (PAR) inside the greenhouses and consequently the CO₂ assimilation rate by plants. The objective of the present study was to evaluate the influence of different covers on the tomato yield in greenhouses. A greenhouse was divided in two environments. The environment I was covered with plastic film anti-UV and with thermo-reflective mesh (40%) disposed internally. The environment II was covered with diffusive plastic film (55%). Environment II had more availability of solar energy and higher temperatures, resulting in greater number of small fruits (47%) and big fruits (56.6%), greater average weight of small (9.5%) and big (6.0%) fruits, and higher production per plant (50.1%), in comparison to environment I.

KEYWORDS: tomato, yield, greenhouses, plastic covers, microclimate.

INTRODUÇÃO: A produção de tomate em casa-de-vegetação é fortemente influenciada pela radiação solar incidente sobre a cultura. Cockshull et al. (1992) observaram correlação positiva entre a produtividade e a radiação solar, sendo que para cada 2 kg de frutos

produzidos foram necessários 100 MJ de radiação solar incidente. De acordo com a FAO (1990), o valor de $8.4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ foi estabelecido como limite mínimo de radiação solar para culturas hortícolas tropicais. Por outro lado, são poucas as pesquisas sobre limites superiores de radiação solar, acima dos quais a produção dessas culturas se torna reduzida. De fato, no verão, as restrições climáticas à planta são atribuídas principalmente aos efeitos de altas temperaturas sobre a fotossíntese e a respiração (Lapuerta, 1995; CTFIL, 1995). É comum limitar a radiação solar no interior das casas-de-vegetação por meio de malhas aluminizadas. Porém, o uso dessas malhas provoca diminuição da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no interior do ambiente protegido, reduzindo a taxa de assimilação de CO_2 pelas plantas. Sandri et al. (2003) encontraram valor médio de $5.0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ de radiação solar incidente em tomateiro sob túnel sombreado, ou seja, abaixo do limite estabelecido pela FAO, demonstrando que, provavelmente, outras variáveis climáticas como temperatura do ar, são essenciais para a determinação do potencial de crescimento da cultura sob condições climáticas limitantes. Baseado nisso, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos fatores microclimáticos proporcionados por diferentes tipos de coberturas plásticas na produtividade do tomateiro, considerando-se diferentes variedades e soluções nutritivas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento, realizado no período de agosto à janeiro de 2008, foi instalado na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba, SP, em ambiente protegido do tipo arco, com 7 m de largura, 50 m de comprimento, altura do pé-direito de 4 m e altura central de 5,2 m.

O ambiente protegido foi dividido em duas partes iguais, sendo coberto com filmes plásticos diferentes. O primeiro ambiente foi coberto com filme de polietileno de baixa densidade anti-UV aliado à malha termo-refletora de 40% (Ambiente I). No segundo ambiente instalou-se um filme plástico difusor (Ambiente II). 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 grande parte da radiação ultravioleta e infravermelha seja refletida. Portanto, o plástico permite a redução da radiação infra-vermelha, resultando em temperaturas mais amenas no interior do ambiente protegido. Nas laterais foram instaladas telas pretas com 50% de sombreamento.

Foram adotadas duas variedades distintas de tomate tipo cereja, ambas cultivadas em solo. As mudas do tomateiro foram transplantadas para os locais definitivos no espaçamento de 0,4 m entre plantas e 1,2 m entre linhas e conduzidas com duas hastes. O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento. Cada planta recebeu diariamente, de forma parcelada (4 vezes ao longo do dia), 1,5 L de água, o que corresponde a uma lâmina de irrigação diária de 1,7 mm. A fertirrigação foi realizada cinco vezes por semana. Utilizou-se duas soluções nutritivas (A e B), com relação K/N diferentes. As soluções A e B possuem, respectivamente, relação K/N de 2:1 e 3:1. As soluções nutritivas foram alteradas, de acordo com as exigências da planta no decorrer do ciclo.

As medidas das condições microclimáticas no interior de cada ambiente foram obtidas por meio de sensores instalados na posição central de cada um deles. Esses sensores permaneciam conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados modelo CR23X (Campbell Sci.) obtendo, de forma contínua, dados de temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR%), radiação solar global (Qg), saldo de radiação (Rn) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em cada ambiente. Cada bloco foi composto por quatro tratamentos, em um esquema fatorial 2 x 2: T1 = solução nutritiva A e variedade *Sweet Grape* (AV1); T2 = solução nutritiva A e variedade *Sweet Million* (AV2); T3 = solução nutritiva B e variedade *Sweet Grape* (BV1) e T4 = solução nutritiva B e variedade *Sweet Million* (BV2). Os frutos produzidos em cada um dos tratamentos, em cada ambiente, foram classificados de acordo com o tamanho, contados e pesados para a determinação do peso médio do fruto produzido e da produtividade final.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A Tabela 1 apresenta os valores médios de radiação solar global dos dois ambientes estudados e do ambiente externo. Observa-se que o valor de Qg no Ambiente II é bem maior do que a do Ambiente I. Isso se deve ao fato de que o plástico anti-UV associado à malha de sombreamento provoca significativa redução da entrada de radiação solar ao 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 promovidas pela cobertura plástica. A transmitância da radiação solar no interior do ambiente protegido foi maior no Ambiente II (66,9%), ou seja, mais energia chegou às plantas nesse ambiente.

Tabela 1 - Valores médios de radiação solar global ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) nos dois ambientes estudados: Ambiente I = plástico anti-UV associado a malha termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.

Qg ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$)			Transmitâncias (%)	
Amb I	Amb II	Amb externo	Amb I	Amb II
7,1	11,4	17,1	41,9	66,9

Observando-se a Tabela 2, verifica-se que a RFA média transmitida ao interior do Ambiente II ($2,1 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) é aproximadamente 60% maior do que a RFA transmitida para o interior do Ambiente I ($1,3 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$). Obviamente, isso ocorreu em função da maior transmissão de Qg ao interior do Ambiente II em relação ao Ambiente I. Pandorfí (2006) verificaram que a RFA em ambientes cobertos com plástico e tela aluminizada colocada internamente e externamente foram reduzidas para 28,8% e 20,6% da RFA do ambiente externo, respectivamente, o que se confirma neste estudo.

Tabela 2 – Valores médios de radiação fotossinteticamente ativa ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) nos dois ambientes estudados: Ambiente I = plástico anti-UV associado a malha termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.

RFA ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$)			Transmitâncias (%)	
Amb I	Amb II	Amb externo	Amb I	Amb II
1,3	2,1	6,2	21,8	34,7

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios, mínimos e máximos de temperatura do ar, nos ambientes protegidos e na condição externa. Nota-se que os dois ambientes protegidos estudados possuem T superior ao ambiente externo. Isso ocorre devido ao fato da cobertura plástica reter energia na forma de calor sensível dentro do ambiente protegido, fazendo com que a temperatura do ar se eleve. Entre os dois ambientes protegidos, o Ambiente 1 é o que retém maior quantidade de energia, por possuir em seu interior uma associação de duas coberturas plásticas. Além disso, no Ambiente I, entre a cobertura plástica anti-UV e a malha

de sombreamento termo-refletora há a formação de um “bolsão de ar quente”, que faz com que a temperatura do ar no Ambiente I se eleve ainda mais.

Tabela 3 – Valores médios, mínimos e máximos de Temperatura do ar (°C) nos dois ambientes estudados durante o ciclo do tomateiro. Sendo: Ambiente I (Amb I)= plástico anti-UV associado à malha termo-refletora e Ambiente II (Amb II) = plástico difusor.

	Temperatura do ar (°C)				
	Amb I	Amb II	Amb externo	ΔT Amb I	ΔT Amb II
Média	20,5	19,5	19,0	1,5	0,5
Máxima	30,2	27,9	25,8	4,4	2,1
Mínima	12,8	12,4	13,0	-0,2	-0,6

A Tabela 4 apresenta os valores médios, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) para os dois ambientes estudados e o ambiente externo. Os dois ambientes apresentaram UR% menor em relação ao ambiente externo, o que está associado à elevação da T.

Tabela 4 – Valores médios, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) nos dois ambientes estudados durante o ciclo do tomateiro. Sendo: Ambiente I = plástico anti-UV associado à malha termo-refletora e Ambiente II = plástico difusor.

	Umidade Relativa do Ar (%)		
	Amb I	Amb II	Amb externo
Média	66,8	75,6	77,2
Máxima	95,6	99,1	99,1
Mínima	34,1	41,7	48,2

A Tabela 5 apresenta os dados de produtividade obtidos ao longo do ciclo do tomateiro. As plantas cultivadas no Ambiente II obtiveram rendimentos superiores às plantas do Ambiente I. As condições microclimáticas do Ambiente II promoveram um aumento de 47% no número de frutos pequenos, 56,6% no número de frutos grandes, 9,5% e 6,0% no peso médio de frutos pequenos e grandes, respectivamente, e de 50,1% na produção por planta. Isto se deve à maior disponibilidade de energia que o plástico difusor proporciona às plantas. Analisando-se as variedades isoladamente, concluiu-se que a variedade *Sweet Million* (V2) obteve resultados mais satisfatórios em relação à variedade *Sweet Grape*, produzindo maior número de frutos (11,3%), maior peso médio dos frutos (1,7%) e produção por planta (7,8%). Aliando-se os fatores climáticos, genéticos e nutricionais, observa-se que o tratamento mais produtivo foi o T4 (5,9 kg planta⁻¹) do Ambiente II, referente à solução B e à variedade *Sweet Million*, sendo aproximadamente 97% superior ao T1 do Ambiente I, que apresentou a menor produtividade (3,0 kg/planta).

CONCLUSÕES: A utilização de plástico difusor como cobertura, durante a época do ano na qual o experimento foi conduzido, resultou em expressivos aumentos na produção do tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. No entanto, estudos em outras épocas de plantio deverão ser realizados para se comprovar os resultados do plástico difusor e de sua interação com a cultura e sua nutrição, sob diferentes condições climáticas.

Tabela 5 – Produtividade do tomateiro, para cada um dos quatro tratamentos: T1 - solução A e variedade *Sweet Grape* (AV1); T2 - solução B e variedade *Sweet Grape* (BV1); T3 - solução A e variedade *Sweet Million* (AV2) e T4 - solução B e variedade *Sweet Million* (BV2).

Tratamento	Número de frutos				Peso médio dos frutos					
	Pequenos		Grandes		Pequenos		Grandes		kg/planta	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	161	248	207	326	5,8	6,4	10,4	11,5	3,00	4,79
2	160	189	242	404	6,3	7,0	11,7	12,3	3,55	5,06
3	195	285	202	311	5,9	6,3	11,3	11,5	3,27	4,70
4	165	280	289	431	6,4	7,0	11,6	12,4	3,80	5,90

AGRADECIMENTOS: À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela bolsa de estudos concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS:

- COCKSHULL, K.E. Crop environments. *Acta Horticulturae*, 312:7-85,1992.
- CTIFL, Centre Technique Interprofessionel des Fruits e des Légumes. *Maîtrise de la conduite climatique*. Paris: CTIFL, 1995. 127 p.
- FAO. *Protected cultivation in the Mediterranean climate*. Rome: FAO, 1990. 313 p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 90).
- LAPUERTA, J.C. Anatomia y fisiologia de la planta. In: NUEZ, F., (Coord.) *El cultivo del tomate*. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. p. 43-91.
- PANDORFI, C.G. Manejo de cobertura de ambientes protegidos: alterações micrometeorológicas e efeitos na produção e na qualidade de gérbera. Tese de Doutorado ESALQ/USP, Universidade de São Paulo. 95 p, 2006.
- SANDRI, M.A.; ANDRIOLO, J.L.; WITTER, M; DAL ROSS, T. Effect of shading on tomato plants grow under greenhouse. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 642-645, outubro-dezembro 2003.