

# AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE RADIAÇÃO SOLAR EM AMBIENTE PROTEGIDO CULTIVADO COM TOMATEIRO

ROBERTO CHAVES DA SILVA<sup>1</sup>; EDILENE BARBOSA DA SILVA<sup>2</sup> CRISTIANE GUISELINI<sup>3</sup>, DIMAS MENEZES<sup>4</sup>, HÉLITON PANDORFI<sup>3</sup>

1 Engenheiro Agrícola e Ambiental, Depto. de Tecnologia Rural, UFRPE /Recife – PE roberto.chaves@msn.com

2 Engenheiro Agrônomo, Depto. de Agronomia, UFRPE /Recife – PE

3 Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr., Depto. de Tecnologia Rural, UFRPE/Recife - PE

4 Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr., Depto. de Agronomia, UFRPE/Recife - PE

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari – ES.

**RESUMO:** Objetivou-se com esse trabalho avaliar o microclima de um ambiente protegido quanto à disponibilidade de radiação solar global em relação ao limite trófico do tomateiro. O experimento foi conduzido no Departamento de Agronomia da UFRPE, em Recife-PE, em um ambiente protegido com 6,0 m de largura, 40 m de comprimento, 3,0 m de pé direito e 4,5 m de altura total e cobertura plástica de polietileno de baixa densidade (PEBD), cultivado com tomateiro. Foi monitorada a variação radiação solar ( $Q_g$ ), no interior do ambiente protegido e no ambiente externo, por meio de sensores meteorológicos, diariamente por um período de 46 dias. Os resultados da  $Q_g$  foram de 54% da radiação observada externamente, a  $Q_g$  teve valor médio na ordem de  $7,65 \text{ MJm}^{-2} \text{ período}^{-1}$ . Com esses resultados foi possível concluir que na maioria dos dias a disponibilidade de  $Q_g$ , para o tomateiro, esteve abaixo do limite trófico da cultura.

**PALAVRAS CHAVES:** cultivo protegido, agrometeorologia, microclima.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the microclimate of a greenhouse on the availability of solar radiation in relation to tomato trophic limit. The experiment was conducted at the Department of Agronomy from UFRPE, Recife-PE, in a protected environment which measurements are 6.0 m wide, 40 m long, 3.0 m in ceiling and 4.5 m in height, and low density polyethylene plastic (LDPE) coverage, with cultivated tomato. Variation on solar radiation ( $Q_g$ ) was monitored daily, inside the greenhouse and in the external environment, through meteorological sensors for a period of 46 days. The  $Q_g$  results were 54% of the radiation observed outside, which had a mean value of around  $7.65 \text{ MJm}^{-2} \text{ period}^{-1}$ . According to the results, the availability of  $Q_g$ , for tomato, was below the limit of thophic culture on most of the days.

**KEY WORD:** protected cultivation, agrometeorology, microclimate

**INTRODUÇÃO:** As alterações físicas promovidas pelos ambientes protegidos nos diferentes elementos meteorológicos permitem que determinadas culturas possam ser cultivadas com aumento da qualidade, da produtividade e da sanidade, atendendo à demanda comercial com encurtamento do ciclo e redução da quantidade de fertilizantes e defensivos. Tais alterações podem ser também desfavoráveis, causando aquecimento excessivo ou redução acentuada da luminosidade, o que pode levar à redução da produtividade e da qualidade das plantas (GUISELINI et al., 2010).

Características da cobertura plástica como a espessura, idade, sujeira (SANTOS et al 2004) aspereza (POLLET et al., 2005) a adição de partículas durante os processos de manufatura (ESPÍ et al. 2006) e fatores intrínsecos referentes à condensação de gotas d'água e a deposição de poeira (POLLET e PIETERS, 2002; POLLET et al., 2005) fazem com que a incidência da

radiação solar seja menor em cultivos protegidos do que em campo aberto. Um fator relevante da cobertura plástica utilizada em ambientes protegido é o seu efeito difusor da radiação solar transmitida, que difundi a radiação de forma homogênea para o interior do ambiente beneficiando as plantas. Cabrera (2009) salienta que quanto mais uniforme e bem distribuída à radiação solar dentro do ambiente protegido, melhor será o rendimento e desenvolvimento da produção.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o microclima de um ambiente protegido quanto a disponibilidade de radiação solar global em relação ao limite trófico do tomateiro.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O monitoramento foi realizado junto à área experimental do Departamento de Agronomia, Área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no Recife-PE, com latitude de 8°10'52'' S e longitude de 34°54'47'' W, no período de maio a junho de 2010 totalizando 46 dias.

O experimento foi instalado em um ambiente protegido cultivado com tomateiro e com as seguintes dimensões e características construtivas: 6,0 m de largura, 40 m de comprimento, 3,0 m de pé direito e 4,5 m de altura total, cobertura tipo duas águas, coberto por plástico difusor de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 150 µm de espessura, vedação lateral com rodapé de 10 cm em alvenaria. O tomateiro foi cultivado em vaso e sistema de condução da cultura com uma haste por planta, de forma a proporcionar frutos graúdos. A fertirrigação foi realizada pelo método de gotejamento, com um gotejador por planta.

Para caracterizar o microclima do ambiente protegido foram realizados registros contínuos dos dados meteorológicos utilizando sensores de radiação solar (Qg), temperatura do ar (Tar) e umidade relativa conectado ao um sistema automático de aquisição de dados e para o ambiente externo, por meio de uma estação meteorológica automática, localizada próxima a área do experimento (100 m).

Para os dados de radiação solar global, obtidos no ambiente protegido e externamente, determinou-se a transmitância da cobertura utilizada por meio do cálculo das médias diárias de Qg e pelo cálculo do coeficiente angular das regressões geradas entre os valores de Qg interno e externo. Além disso, foram avaliadas as variações diárias de Qg a cada 60 minutos, ao longo de todo o monitoramento e para dias com diferentes características de nebulosidade, céu limpo e nublado 22/05/2010 e 06/07/2010, respectivamente. Foi também foi comparado a variação da radiação solar em relação ao limite trófico da cultura do tomateiro, para a avaliação do ambiente protegido.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** No ambiente protegido, ao longo de todo o monitoramento a radiação solar global foi menor no interior do ambiente protegido do que externamente, totalizando 183,54 MJm<sup>-2</sup>período<sup>-1</sup> e 330,78 MJm<sup>-2</sup>período<sup>-1</sup>, respectivamente, essa redução se deve ao fato de que a cobertura plástica reflete e absorve a radiação, diminuindo assim a incidência de radiação solar no interior do ambiente protegido (PEREIRA, 2002).

A radiação solar global no interior do ambiente protegido, apresentou um valor médio diário da ordem de 7,65 MJm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> (Tabela 1) variando entre 3,01 MJm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> e 10,2 MJm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> ficando abaixo do limite trófico para a cultura do tomateiro, que, segundo a FAO (1990), é de 8,4 MJm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>.

Tabela 1 – Valores médios da radiação solar global (MJ.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>) no ambiente protegido (Amb. Interno) e na estação metereologica (Amb. Externo) e transmitância da cobertura em relação à estação meteorológica (Amb. externo).

Qg (MJ.m <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> )		Transmitância (%)
Amb. Interno	Amb. Externo	Ambiente Protegido

A transmitância da radiação solar representou 54% da radiação solar externa, com variações de 45% a 50%. Essa variação se deve a diversos fatores como a nebulosidade (ESPÍ et al., 2006), tipo de cobertura (CRITTEN & BAILEY, 2002) a idade e sujeira (SANTOS 2004) do material de cobertura.

Na Figura 1 observa-se a variação da radiação solar diária interna e externa que é semelhante, sendo que os valores de transmitâncias mais baixas ocorreram devido à nebulosidade, havendo uma aproximação dos valores externos aos internos, enquanto os maiores valores de transmitância ocorreram em dia de céu limpo, tendo um uma maior diferença entre valores da radiação solar nos dias sem nebulosidade. Isso mostra que a cobertura plástica tem efeito redutor da radiação solar em dias claros, porém em dias nublados esse efeito é reduzido. Sendo semelhante aos resultados registrados por Beckman (2006) em experimento realizado com tomateiro em Pelotas.

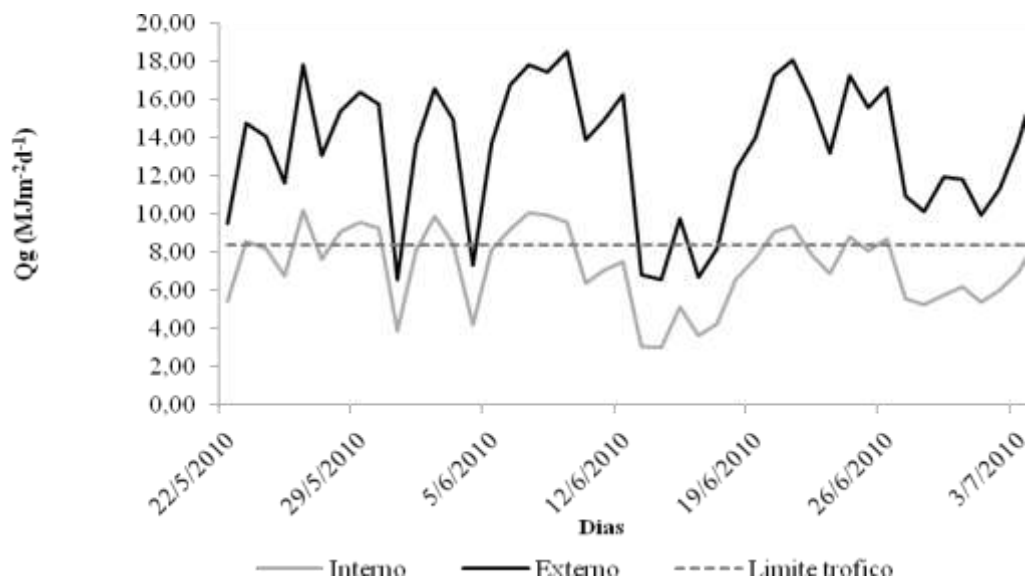


Figura 1. Variação diária da radiação solar global ( $Q_g$   $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ), no ambiente protegido (Interno), estação metrológica (Externo) em comparação ao limite trófico ( $8,4 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ) no período de 22/05/2010 a 06/07/2010. Recife, PE, 2010.

Vários autores afirmam que a sujeira presente no material de cobertura é um fator intrínseco que diminui, ao longo do tempo, a transmitância da radiação solar para o interior do ambiente protegido (GUISELINI, 2010; POLLET, 2005), sendo esse fator como um dos responsáveis para a baixa transmitância encontrada durante o monitoramento do ambiente protegido com cobertura de polietileno de baixa densidade (PEBD), se comparado com Beckman et al. (2006), que obteve 76% para PEBD e outros autores que determinaram de 70 a 80% de transmitância para o mesmo tipo de cobertura (CAMACHO 1995).

Ainda na Figura 1 pode ser observada a variação da radiação solar global interna, em comparação ao limite trófico. Durante o monitoramento a radiação solar global diária no interior do ambiente protegido foi igual e ou inferior ao limite trófico em 46 dias o que representou 65,2% dos 46 dias de monitoramento.

Analisando a variação de 60 minutos da radiação solar global (Figura 2) observa-se a mesma variação na transmitância da radiação solar externa e interna para dia de céu limpo e céu nublado. A Figura 3 mostra essa variação em que no dia de céu limpo (09/06/2010) a

transmitância foi maior do que em um dia de céu nublado (13/06/2010), 59 e 45%, respectivamente, essa diferença na transmitância deve-se ao fato da menor disponibilidade de radiação solar tanto fora como dentro do ambiente protegido.

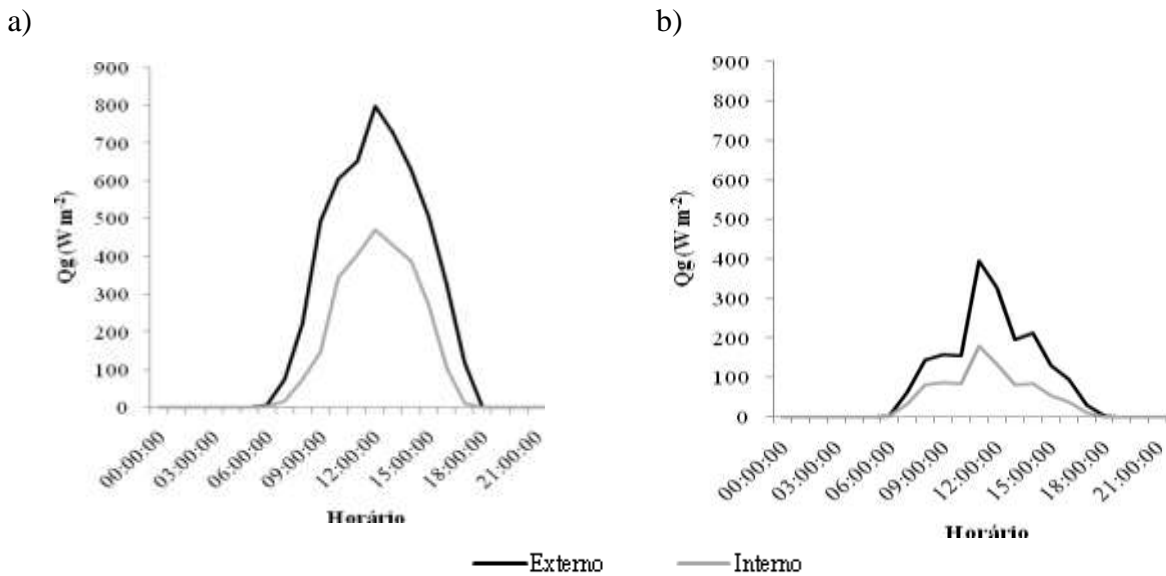


Figura 2 – Variação a cada 60 minutos da radiação solar global ( $W m^{-2}$ ) em duas situações: a) em dia de céu limpo (09/06/2010) e b) e dia de céu nublado (13/06/2010).

A baixa transmitância encontrada na cobertura de polietileno pode estar associada ao seu envelhecimento e a elevada deposição de poeira, tornando-se desse modo um fator prejudicial para o desenvolvimento do tomateiro. ANDREOLO (2000) ressalta que quanto mais dias de radiação global solar acima do limite trófico da cultura melhor aproveitamento pelos frutos, pois há menor a competição entre as partes vegetativas e os mesmos.

Na Figura 3 são apresentadas as relações entre a radiação solar global no ambiente protegido e no externo. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi da ordem de 0,97, o que indica boa associação linear entre as duas variáveis estudadas. E as transmitâncias encontradas pelo valor do coeficiente angular ( $y=0,5599x$ ), com dados de 60 minutos, foram similares ao encontrado pelos dados da variação diária da radiação solar global, confirmando os resultados apresentados na Tabela 1.

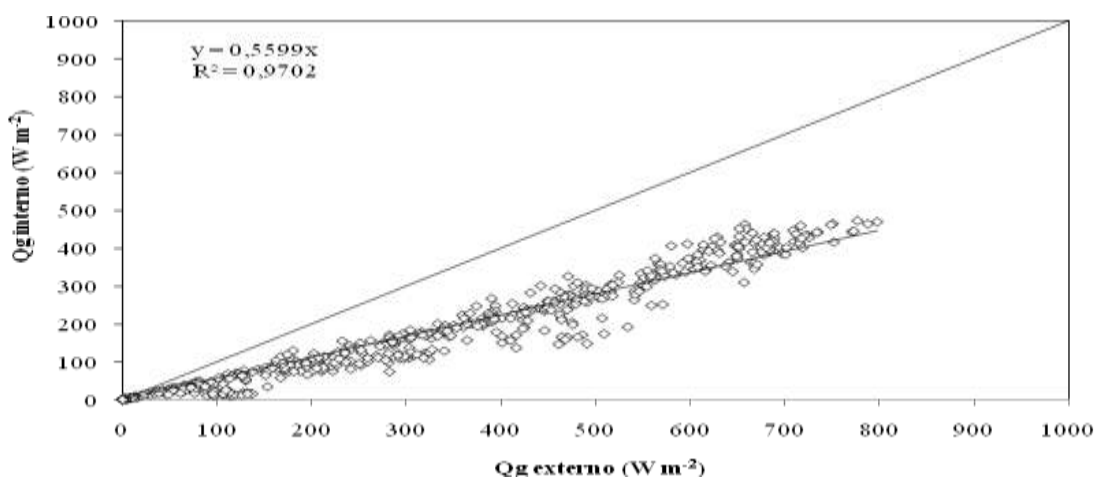


Figura 3 - Relação entre a radiação solar global ( $Qg$ ) no ambiente protegido e no ambiente externo em  $W.m^{-2}$ , na escala de 60 minutos ao longo 46 dias de monitoramento.

**CONCLUSÕES:** Conclui-se que no ambiente protegido estudado, os valores médios diários da radiação solar interna foram menores em relação ao ambiente externo com transmitância média da cobertura plástica na ordem de 54% e na maioria dos dias a disponibilidade de Qg, para o tomateiro, esteve abaixo do limite trófico.

**REFERÊNCIAS:**

- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.18, p.26-33, suplemento 2000.
- BECKMANN, M.Z.; DUARTE, G.R.B.; PAULA, V.A. de; MENDEZ, M.E.G.; PEIL, R.M.N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v.36, p.86-92 2006.
- CAMACHO, M.J. ASSIS, F.N. de., MARTINS, S.R., MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.3, n.1, p.19-24 1995.
- CRITTEN, D.L.; BAILEY, B.J. A review of greenhouse engineering developments during the 1990s, *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v. 112, p. 1-22, 2000.
- ESPÍ E; SALMERÓN A; FONTECHA A; GARCÍA ALONSO Y; REAL A I. New ultrathermic films for greenhouse covers. *Journal of Plastic Film and Sheeting*, n22, p59–68 2006.
- FAO. Protected cultivation in the Mediterranean climate. Roma: FAO, 313p. (Plant Production and Protection Paper, 90) 1990.
- GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; PANDORFI, H.; HOLCMAN. E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: Radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. *Revista Bras. Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.6, p.645–652, 2010.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C.. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária,. 478 p. 2002
- POLLET I V; PIETERS J G; DELTOUR J; VERSCHOORE R.2005. Diffusion of radiation transmitted through dry and condensate covered transmitting materials. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, n86, p177–196 2005.
- SANTOS, A. O.; PEDRO JUNIOR, M. J.; FERREIRA, M. A. Ecophysiology and yield performance of grape cabernet sauvignon cultivated under different exposures., *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 263-27, 2004.