

MANEJO DA COBERTURA DE AMBIENTES PROTEGIDOS: EFEITO NA RADIAÇÃO SOLAR E NA PRODUÇÃO DA GÉRBERA

Cristiane Guiselini¹, Paulo C. Sentelhas², Ester Holcman³, Héilton Pandorfí⁴,

¹Eng.a Agr.a Dr.a. PPG – Física do Ambiente Agrícola - Depto de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba; e-mail: cguiseli@hotmail.com

²Eng.o Agr.o, Dr. Prof. Associado do Depto de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba – SP; bolsista CNPq; Fone: (19) 3429-4283; e-mail: pcsentel@esalq.usp.br

³Graduanda em Agronomia, Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba - SP; bolsista FAPESP; Fone: (19) 3436-0475; e-mail: eholcman@esalq.usp.br

⁴Eng.o Agr.o, Dr. Prof. do Depto de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife - PE; e-mail: pandorfí@dtr.ufrpe.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso da malha de sombreamento (termo-refletora) instalada externa e internamente em ambiente protegido, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD), na radiação solar global (Qg) e na qualidade das plantas de gérbera. O experimento foi conduzido em dois ciclos no ano de 2004, na ESALQ/USP, em Piracicaba, SP, em um ambiente protegido, subdividido em duas partes. Os tratamentos foram diferenciados um do outro pela instalação da malha termo-refletora (50%): malha externa (A 1) e malha interna (A 2). Os resultados dos dois ciclos mostraram que a Qg variou entre os dois ambientes. Qg nos ambientes 1 e 2 foram 33,6% e 21,7% (1º ciclo) e 27,2% e 17,9% (2º ciclo) da observada externamente. Poucas diferenças foram observadas nas variáveis biométrica. No entanto, verificou-se que no A 1 houve uma maior proporção de plantas de padrão médio e bom. Entre os 1º e 2º ciclos houve diferenças na qualidade das gérberas, sendo pior no 2º ciclo, em decorrência da menor disponibilidade de energia solar. Somente as gérberas do A 1 atingiram às exigências mercadológicas.

PALAVRA-CHAVE: malha de sombreamento termo-refletora, plasticultura, *Gerbera jamesonii*.

TÍTULO: GREENHOUSE COVER MANAGEMENT: EFFECTS ON SOLAR RADIATION AND GERBERA PRODUCTION

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the influence of low density polyethylene (PEBD) as a greenhouse cover in association with thermal shading screen installed in two different positions (outside and inside) on radiation (Qg), as well as on the quality of gerbera plants. The experiment was carried out during two crop cycles in 2004 at the experimental area of the Department of Rural Engineering, ESALQ/USP, in Piracicaba, State of

São Paulo, Brazil A greenhouse was sub-divided in two parts. The greenhouse was covered with PEBD and the treatments differed from each other by the position of the thermal shading screen (50%), which was installed inside (at 3m height) and outside (re-covering the plastic cover). The greenhouse with the thermal screen installed outside was named A1 and the other with the thermal screen installed inside was named A2. Solar radiation (Q_g) inside the greenhouses was 33.6% and 21.7% (first cycle), and 27.2% and 17.9 (second cycle) in relation to the values measured outside, respectively for A1 e A2. Few differences were observed in plant parameters between the two crop cycles. However, differences in the number of flowers buttons and plant quality were detected between A1 and A2. Treatment A1 showed to be better for gerbera production, presenting plants of better quality.

KEYWORDS: thermal shading screen, plasticulture, *Gerbera jamesonii*.

INTRODUÇÃO: A fim de se garantir maior qualidade da produção e atender à sazonalidade da demanda do mercado interno, muitas vezes, faz-se necessário, na floricultura, o uso de ambientes protegidos. As alterações físicas promovidas pelos ambientes protegidos nos diferentes elementos meteorológicos permitem que determinadas culturas possam ser cultivadas com aumento da qualidade, da produtividade, da sanidade e atendendo à sazonalidade da demanda comercial. 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. Um microclima adequado para as culturas no interior dos ambientes protegidos pode ser obtido por meio de diversas técnicas, sendo as mais econômicas aquelas que empregam o uso e a combinação de diferentes tipos de materiais de cobertura. As malhas metalizadas por alumínio em ambas as faces (termo-refletoras) promovem a conservação de energia no ambiente, reflexão de parte da energia solar, resultando em menores temperaturas no verão e maiores temperaturas no inverno. Os fios das malhas são retorcidos, o que promove a difusão da radiação solar, aumentando assim a eficiência de captura de luz pelas plantas e, conseqüentemente, a eficiência da fotossíntese (LEITE; FAGNANI, 2005). Em função disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da disposição de malhas de sombreamento (termo-refletora) instaladas externa e internamente em ambiente protegido, coberto com polietileno de baixa densidade, na disponibilidade de radiação solar global e nos parâmetros de crescimento, desenvolvimento e qualidade da gérbera.

MATERIAL E MÉTODOS: Os experimentos de campo foram conduzidos na área experimental do Departamento de Engenharia Rural, da ESALQ/USP, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo (latitude de 22°42'40" S, longitude de 47°37'30" W e altitude de 546 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, denominado tropical úmido com seca no inverno (Pereira et al., 2002). Os experimentos foram instalados em um ambiente protegido tipo arco, subdividido em duas partes, que foram isoladas uma da outra com filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD). Cada subdivisão tinha 8,5 m de comprimento. O vão livre da estrutura era de 6,4 m, pé-direito de 3,0 m e altura máxima de 4,2 m. Os ambientes foram cobertos com plástico transparente (PEBD). Os tratamentos utilizados foram: a) Tratamento 1 (A 1) - utilização de malha de sombreamento termo-refletora (50%)

recobrir a superfície externa do PEBD, e b) Tratamento 2 (A 2) - utilização da malha de sombreamento termo-refletora (50%) instalada internamente à altura do pé direito (Figura 1).



Figura 1 - Vista interna dos tratamentos adotados no presente estudo: A 1 (T1) - termo-refletora externa; A 2 (T2) - termo-refletora interna (dentro do ambiente protegido). Piracicaba, SP, 2004

A gérbera (*Gerbera jamesonii*) foi cultivada em dois ciclos, os plantios foram realizados nos dias 16/02 e 13/08/2004, para os 1º e 2º ciclos respectivamente e ambos foram finalizados após 11 semanas. Sensores para medida da radiação solar global (Q_g), modelo CM3 (Kipp & Zonen) foram conectados a sistemas de aquisição de dados instalados no centro dos dois tratamentos. Simultaneamente, a mesma variável foi obtida numa estação meteorológica automática, localizada no posto agrometeorológico pertencente ao Depto. de Ciências Exatas, ESALQ/USP, situado a 2 km de distância da área experimental. Para a avaliação biométrica das plantas contou-se o número de botões florais por vaso. Aplicou-se análise estatística da variável biométrica da cultura utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) e o teste de Tukey para comparação entre as médias adotando-se dois tratamentos com 24 repetições, sendo 16 amostras. Ao final de cada ciclo foi realizado um levantamento em todo o lote de plantas de gérbera de cada tratamento quanto à qualidade, excluindo-se os vasos que não atingiram o número de botões necessários para se atender às exigências mercadológicas, pelo menos 2 botões florais abertos e um fechado, os quais foram classificados como vasos sem mercado (SM). O restante foi classificado com base numa escala visual baseada na observação da planta de melhor qualidade (Boa), passando pela de mediana (Média) até a de qualidade inferior (Ruim), ressaltando que os vasos que não atenderam as exigências mercadológicas foram classificados como vasos de qualidade ruim. Com isso ao final de cada ciclo, cada ambiente estudado apresentou um perfil de produção quanto à qualidade do produto final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 apresenta os valores médios de radiação solar global ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$) obtidos nos ambientes estudados, ao longo dos dois ciclos de cultivo. Observa-se que os valores são sensivelmente menores no interior do ambiente protegido em comparação ao ambiente externo. Nota-se que a transmitância no A 1 (malha externa) foi maior do que no A 2 (malha interna) nos dois ciclos estudados, revelando que a disposição externa da malha garante uma maior quantidade de energia no interior do A 1, em cerca de $1,8 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ (34,5%) para o 1º ciclo e $1,6 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ (34,1%) para o 2º ciclo de acréscimo em relação ao A 2. No presente estudo, utilizando-se o polietileno de baixa densidade difusor associado à malha termo-refletora, obteve-se uma maior atenuação da radiação solar global, devido não só à atenuação pela cobertura plástica, mas também ao sombreamento provocado pela malha, corroborando a afirmação de Baille (2001) de que a redução da radiação solar no interior de ambientes protegidos é intensificada com o uso de malhas de sombreamento. Comparando-se as

transmitâncias do 1º com do 2º ciclo, observa-se que houve redução pronunciada nos dois ambientes. Porém, o A 1 (malha externa) apresentou maior redução, devido à deposição de poeira no decorrer do tempo, como sendo a principal responsável pela diminuição da transmitância, que passou de 33,6% para 27,2 %, revelando uma redução de 6,4 pontos percentuais, enquanto no A 2 essa redução foi de 4,0 pontos percentuais.

Tabela 1 - Valores de radiação solar global ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$), nos 1º e 2º ciclos experimentais, nos três ambientes estudados: malha externa (A 1), malha interna (A 2) e na estação meteorológica (Amb. externo) e transmitâncias das coberturas em relação à estação meteorológica (Amb. externo). Piracicaba, SP, 2004

Ciclo	Qg ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$)			Transmitâncias (%)	
	Amb. 1	Amb. 2	Amb. externo	Amb. 1	Amb. 2
1º	5,1	3,3	15,2	33,6	21,7
2º	4,7	3,1	17,3	27,2	17,9

Na Tabela 2 são apresentadas às relações entre a radiação solar global em cada um dos ambientes e no ambiente externo, para os dois ciclos de cultivos. Nota-se que os coeficientes de determinação são elevados ($R^2 > 0,89$), o que indica boa associação linear entre as variáveis estudadas. As transmitâncias encontradas pelas regressões (valores dos coeficientes angulares) com dados de 15 minutos foram similares às encontradas pelos dados médios, confirmando os resultados apresentados na Tabela 1.

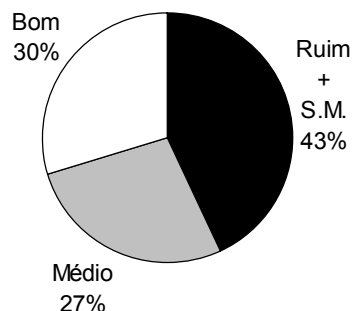
Tabela 2 - Regressões lineares entre a Qg externa e Qg T1 (ambiente 1); Qg T2 (ambiente 2), no decorrer dos 1º e 2º ciclos experimentais. Piracicaba, SP, 2004

Ambiente	1º Ciclo		2º Ciclo	
	Equações	R ²	Equações	R ²
1	$y = 0,3277x$	0,90	$y = 0,2723x$	0,96
2	$y = 0,2197x$	0,89	$y = 0,186x$	0,95

Durante o 1º e 2º ciclo da cultura, as plantas cultivadas no A 1 (malha externa) apresentaram valores médios de número botões florais superiores aos do A 2, o que também foi decorrente da maior disponibilidade de energia solar nesse ambiente. A análise das médias do número de botões florais revelou diferenças estatísticas significativas entre os ambientes nos dois ciclos da cultura. No A 1, as plantas apresentaram, em média, 3,21 e 3,02 botões florais, respectivamente no 1º e 2º ciclo da cultura. No A 2, esses valores caíram para 2,37 e 2,26 botões florais por vaso, sendo a diferença em relação ao A 1 significativa. Avaliando as gérberas quanto a sua qualidade, verificou-se que o A 1 (malha externa), para ambos os ciclos, foi o que mais favoreceu o desenvolvimento de plantas classificadas como padrão médio e bom. Comparando-se os dois ciclos, verifica-se que as diferenças entre os dois ambientes, quanto aos vasos classificados pelos padrões estipulados, foram menores no 2º ciclo. Pode-se afirmar que a diminuição da disponibilidade de energia, devido à deposição de poeira na malha externa no A 1 contribuiu para que os padrões de qualidade desse ambiente se aproximassem dos padrões apresentados no ambiente 2 (malha interna), ao longo do 2º ciclo. Contudo, nota-se na Figura 2, que ao se analisar a qualidade da gérbera pela média dos dois ciclos de cultivo, as porcentagens dos padrões verificados no A 1 ficaram muito próximas às ocorridas no ambiente 2. Levando-se em conta que

com o passar do tempo a malha de sombreamento e o PEBD sofreram alteração na sua transmitância à radiação solar, é fácil de entender que a qualidade da gérbera no 2º ciclo foi condicionada em função desse desgaste. Notadamente no A 1 (malha externa), essa disposição foi a que mais apresentou indícios de dano na malha de sombreamento, pois esta estava disposta externamente, ficando mais susceptível às intempéries do tempo, que degradaram seus componentes. Além disso, o acúmulo de poeira também contribuiu para a alteração da transmissão, reflexão e absorção do material de cobertura.

a)



b)

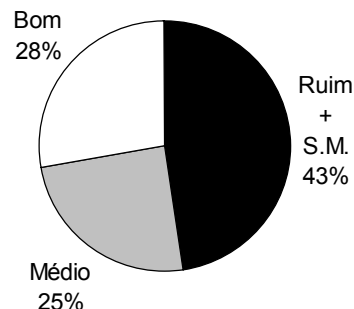


Figura 2 - Porcentagem média dos padrões de qualidade visual gérbera (ruim+S.M. médio e bom) observados: a) ambiente 1 (malha externa) e b) ambiente 2 (malha interna). Piracicaba, SP, 2004

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir que: a maior transmitância para a radiação solar global foi a promovida pela cobertura do A 1 (malha externa). Somente as gérberas presentes no A 1 (malha externa) atenderam às exigências mercadológicas, quanto ao número de botões florais.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao Engº. Agrº. Cícero Leite, da Polysack Indústrias Ltda, pelas malhas de sombreamento e ao Engº. Agrº. Emerson Steinberg, da Syngenta Seeds Ltda, pelas mudas de gérbera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BAILLE, A.; KITTAS, C.; KATSOULAS, N. Influence of whitening on greenhouse microclimate and crop energy partitioning. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.107, p.293 – 306, 2001.
- LEITE, C.A.; FAGNANI, M.A. Resposta de *Lilium longiflorum* var. São José à mudança de espectro de luz propiciado por malha de transmissão diferenciada. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. 1 CD-ROOM.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.