

ISSN 0104-1347

Temperatura e umidade do ar em ambientes protegidos cobertos com plástico transparente associado à malha termo-refletora, instalada externa e internamente

Air temperature and humidity in greenhouses covered with plastic and shading screen installed inside and outside

Cristiane Guiselini¹, Paulo Cesar Sentelhas², Héilton Pandorffi³, Ester Holcman⁴

Resumo: A floricultura é a atividade que mais tem investido em tecnologia de produção em ambiente protegido no país. No entanto, ainda faltam informações sobre a dinâmica do microclima dos ambientes protegidos, principalmente no que se referem à regulação da temperatura e da umidade relativa do ar, elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Em função disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da disposição da malha de sombreamento termo-refletora instalada externa e internamente em ambiente protegido coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD), cultivado com gérbera, na temperatura (Tar) e na umidade relativa do ar (UR). O experimento foi conduzido em dois ciclos no ano de 2004, junto à área experimental do Departamento de Engenharia Rural, da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. Sensores para medida das variáveis Tar e UR foram instalados no centro dos dois ambientes. Os mesmos dados foram coletados externamente por uma estação meteorológica automática. Os resultados dos dois ciclos mostraram que houve alteração no microclima dos dois ambientes estudados. A Tar no ambiente com a malha instalada externamente foi, em média, 1,8 % (1º ciclo) e 2,5% (2º ciclo) maior do que no ambiente externo, enquanto que no ambiente com malha interna essa diferença foi de 7,7% (1º ciclo) e 8,9%. Verificou-se que durante os dois ciclos, os valores da UR média, máxima e mínima do ar no interior dos ambientes protegidos foram similares, porém ligeiramente superiores aos observados no ambiente externo. O ambiente com a malha interna registrou os maiores valores de Tar, devido ao gradiente vertical da temperatura ter sido alterado pela disposição da malha de sombreamento na altura do pé-direto. Em função disso, o ambiente com a tela instalada externamente foi o mais eficiente na redução das temperaturas dos ambientes protegidos, resultando numa maior produtividade e qualidade da gérbera.

Palavras chaves: malha de sombreamento, *Gerbera jamesonii*, microclima, plasticultura.

Abstract: Floriculture is the agricultural activity that is investing more in technology of production in protected environment in Brazil. However, there is little information about microclimate dynamics inside greenhouses, mainly for air temperature and relative humidity, essential elements to plant growth and development. Based on this, 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), cultivated with gerbera, on micrometeorological variables: air temperature (Tair) and relative humidity (RH). 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. Tair and UR sensors were installed in the center of each greenhouse. The same set of data was also measured by an automatic weather station installed outside. The results from the two experiments showed that the microclimate was changed by the different combination of covers. Tair inside greenhouse with outside shading screen

¹ Eng. Agr., Dra. em Física do Ambiente Agrícola, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP. Caixa Postal 9. Piracicaba, SP. 13418-900. <cguiseli@hotmail.com>.

² Professor Associado, Dep. de Ciências Exatas, ESALQ/USP. Caixa Postal 9. 13418-900 - Piracicaba, SP.

³ Professor Adjunto, Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE. 52171-900 Recife, PE.

⁴ Aluna de Graduação em Engenharia Agrônoma da ESALQ/USP - Bolsista FAPESP.

was 1.8% (first cycle) and 2.5% (second cycle) greater than outside conditions, while Tair inside the greenhouse with shading screen installed inside was 7.7% (first cycle) and 8.9% (second cycle) greater than outside. During the two crop cycles, average, maximum and minimum RH inside the greenhouses were very similar to the values measured outside. The highest Tair observed in the greenhouse with the thermal screen installed inside was due to the change of the temperature vertical profile caused by the screen. In function of that, the greenhouse with shading screen installed outside was more efficient for reducing greenhouse temperature, which resulted in a greater yield and quality of gerbera plants.

Key words: thermal shading screen, *Gerbera jamesonii*, microclimate, plasticulture.

Introdução

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais vem acompanhando a tendência mundial de expansão. As exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais atingiram US\$ 2,158 milhões em agosto de 2004, superando em 7,3% o valor exportado no mesmo mês do ano anterior. No acumulado do ano, as exportações nacionais do segmento somaram US\$ 16,597 milhões, valor esse que supera em 26,3% os resultados obtidos no período de janeiro a agosto de 2003 (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005).

Segundo AKI (1997), a produção brasileira de flores se concentra em épocas de maior demanda, como o Dia das Mães, Finados e Natal. De qualquer forma, CASTRO (1998) alerta que o segmento da floricultura apresenta ainda uma série de problemas, dentre os quais se destaca a insuficiência de instituições e recursos humanos dedicados ao ensino e à pesquisa em floricultura.

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.

Guiselini & Sentelhas (2004) verificaram que as malhas 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 malhas, causando assim, valores de temperatura do ar, próximo aos sensores, maiores do que no ambiente sem malha de sombreamento. Além disso, algumas malhas termo-refletores têm capacidade de conservar energia no ambiente (HANAN, 1998). Porém, o principal objetivo delas durante o dia é evitar o incremento de temperatura, por meio do sombreamento (NIJSKENS et al. 1985). Silva et al. (1991) realizaram estudo para avaliar a temperatura em ambiente protegido com e sem a utilização de malhas termo-refletores e concluíram que o uso desse material aumenta significativamente a quantidade de luz difusa e reduz a temperatura do ar.

Atualmente, o mercado dispõe de diversos tipos de materiais de cobertura para ambientes protegidos, especialmente plásticos e malhas de sombreamento. Dentre as malhas de sombreamento, as termo-refletores são as mais utilizadas na plasticultura. Essas malhas, além de promoverem o sombreamento, possuem algumas características que as diferem das malhas negras. As malhas metalizadas por alumínio em ambas as faces (termo-refletores), promovem a conservação de energia no ambiente, reflexão de parte da energia solar, resultando em menores temperaturas no verão e maiores temperaturas no inverno, além de propiciar proteção contra geadas. Os fios das malhas são retorcidos, o que promove a difusão da radiação solar incidente, aumentando assim a eficiência de captura da luz pelas plantas e, conseqüentemente, a eficiência da fotossíntese (LEITE & FAGNANI, 2005). Porém, a influência dessa malha de sombreamento nos elementos meteorológicos e, conseqüentemente, no crescimento e no desenvolvimento das plantas ainda é pouco conhecido, já que isso depende da coloração do material, da porcentagem de sombreamento, do manejo e da disposição das telas. Em função disso, este trabalho teve como objetivo

avaliar a influência da disposição de malhas de sombreamento termo-refletora instalada externa e internamente em ambiente protegido, coberto com polietileno de baixa densidade, cultivado com gérbera, nas variáveis temperatura e umidade relativa do ar.

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, cujas coordenadas geográficas são: 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 – 150 mm) (Figura 1).

Os tratamentos utilizados foram: a) Tratamento 1 (Ambiente 1) - utilização de malha de sombreamento termo-refletora (50%) recobrendo a superfície externa do PEBD, e b) Tratamento 2 (Ambiente 2) - utilização da malha de sombreamento termo-refletora (50%) instalada internamente à altura do pé direito. Durante os experimentos, os ambientes protegidos se

encontravam cultivados com gérbera (*Gerbera jamesonii*). Os plantios foram realizados nos dias 16/02 e 13/08/2004 respectivamente para o 1° e 2° ciclos, os quais foram finalizados após 11 semanas. No interior de cada um dos ambientes foram colocados 240 vasos, divididos em 6 bancadas com 40 vasos cada, dispostos em 4 linhas de 10 vasos. Para garantir o pleno desenvolvimento da cultura, adotaram-se os seguintes tratos culturais: limpeza de folhas danificadas por injúrias, tratos fitossanitários e retirada de eventuais plantas daninhas. A fertirrigação das plantas foi feita manual e individualmente para cada vaso, uma vez ao dia, pela manhã, com aplicações alternadas de duas soluções nutritivas diferentes, de modo a atender as necessidades nutricionais da cultura. As soluções foram aplicadas com o auxílio de um jarro graduado de 2 L, que possuía na sua parte inferior um registro para a dosagem da irrigação, que foi aplicada de acordo com a demanda hídrica das plantas, calculada com base nos dados de evapotranspiração da gérbera obtidos por Guiselini (2002).

A fim de se avaliar e caracterizar as condições micrometeorológicas dos tratamentos adotados, registros contínuos de dados meteorológicos foram obtidos utilizando-se sistemas automáticos de coleta de dados, instalados nos dois tratamentos. Simultaneamente, as mesmas variáveis foram obtidas numa estação meteorológica automática, localizada no posto agrometeorológico pertencente ao Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, situado a cerca de 1 km de distância, em linha reta, da área experimental.

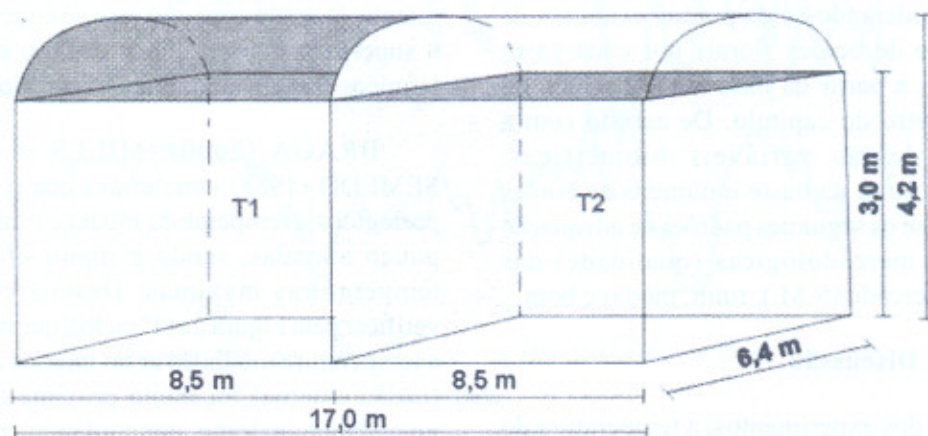


Figura 1. Representação esquemática dos ambientes protegidos, suas dimensões e os tratamentos adotados: T1 - termo-refletora externa; T2 - termo-refletora interna.

Os dados de temperatura do ar (Tar) e umidade relativa do ar (UR) foram obtidos por meio de psicrômetros de termopar aspirado, desenvolvidos por MARIN et al. (2001). Nesse sensor, a aspiração é feita por ventiladores utilizados em micro-computadores ("coolers") e as temperaturas são determinadas por dois termopares do tipo T (cobre-constantan), sendo um para a medida da temperatura do bulbo seco (Ts) e outro para a temperatura do bulbo úmido (Tu). Os psicrômetros foram conectados a sistemas de aquisição de dados, modelos CR10 da Campbell Sci. Os dados foram obtidos ao longo da condução do ciclo da cultura. Os sensores foram instalados no centro geométrico de cada ambiente estudado, a 1,5 m de altura da superfície do solo, conforme recomendação de FURLAN (2001).

O efeito das coberturas utilizadas foi avaliado com relação à temperatura e umidade relativa do ar comparando-se os dados coletados nos ambientes protegidos com aqueles medidos externamente. Foram levados em consideração os valores médios, máximos e mínimos registrados nos ambientes protegidos e no ambiente externo. Neste caso, as diferenças médias dos valores registrados entre os dois ambientes e a condição externa foram determinadas, assim como a relação entre elas, estabelecidas pela análise de regressão, para todo período, na escala de 15 minutos.

Seguindo-se a mesma metodologia adotada por GUISELINI et al. (2005), as seguintes variáveis biométricas foram avaliadas de modo a se caracterizar o crescimento e o desenvolvimento das plantas: número de folhas por vaso; diâmetro e altura da planta, considerando-se os pontos extremos da planta; número de botões florais por cada vaso; altura da haste, a partir da base até a inserção do capítulo; diâmetro do capítulo. De acordo com a combinação dessas variáveis biométricas, especialmente altura da haste e número de botões florais, definiu-se os seguintes padrões de adequação às exigências mercadológicas (qualidade) das plantas: sem mercado (S.M.), ruim, médio e bom.

Resultados e Discussão

Ao longo dos experimentos, a temperatura do ar (Tar) sempre foi superior no interior dos dois ambientes protegidos quando comparada aos valores obtidos no ambiente externo (Figura 2), concordando

com resultados obtidos por FARIAS et al. (1993); FURLAN (2001); GUISELINI & SENTELHAS (2004); MARTINEZ GARCIA (1978); MILLS et al. (1990); PRADOS, (1986); ROBLEDO & MARTIN (1981) e SOUSA et al. (2005).

Mesmo sendo o ambiente 1 o que resultou em uma quantidade de energia maior em seu interior, foi o ambiente 2 que registrou as maiores temperaturas do ar. As diferenças da temperatura do ar entre os ambientes estudados e o ambiente externo (ΔT_{ar}) registradas no interior dos ambientes 1 ($\Delta T_{ar,1}$) e 2 ($\Delta T_{ar,2}$) foram respectivamente de 1,2 °C (1º Ciclo) e 1,4 °C (2º Ciclo), o que se deve ao gradiente vertical da temperatura do ar (ALPI & TOGNONI, 1991; BURIOL et al. 1997; FURLAN, 2001; GALVANI, 2001 e GUISELINI & SENTELHAS, 2004) e à disposição diferenciada da malha de sombreamento (GUISELINI; SENTELHAS, 2004). Segundo esses autores, durante o dia, os menores valores de Tar são encontrados próximos ao solo e à medida que se aproxima do ponto mais alto da superfície interna da cobertura plástica, a Tar atinge seus valores máximos.

A Tar no interior do ambiente protegido é variável também de acordo com o seu tamanho e/ou volume e com o tipo de cobertura (SEEMANN, 1979). Sendo assim, o Ambiente 1, tendo a malha disposta externamente, possuía um maior volume de ar entre os sensores e o teto, enquanto que no Ambiente 2, com a malha disposta internamente, esse volume era menor já que a malha exercia uma barreira parcial ao movimento convectivo do ar quente, fazendo com que esse se concentrasse entre a superfície e a tela. Isso resultou em gradientes térmicos diferenciados entre os ambientes estudados.

BRAGA (2000); MILLS et al. (1990) e SEMEDO (1988) concluíram que para ambientes protegidos a temperatura média e mínima do ar são pouco afetadas, sendo o maior efeito sobre as temperaturas máximas. Desta forma, pode-se verificar pela Figura 2a (1º ciclo), que na escala diária a temperatura média do ar no interior do ambiente 1 (malha externa) foi muito próxima da encontrada no ambiente externo, concordando com os autores citados acima. Porém, no Ambiente 2 (malha interna) registrou-se os maiores valores, revelando que os fatores associados ao gradiente vertical de

temperatura e ao volume de ar no interior do ambiente foram responsáveis por uma variação diferenciada da temperatura do ar, durante o dia.

No caso das temperaturas mínimas, não houve diferença significativa entre o interior dos ambientes protegidos e o ambiente externo (Figura 2b). Isso

evidencia a incapacidade do filme plástico associado às malhas de sombreamento em proporcionar um armazenamento de calor durante a noite, devido às perdas de energia por emissão de ondas longas, o que também foi obtido por SOUSA et al. (2005). Como no interior dos ambientes protegidos a temperatura mínima foi praticamente igual à

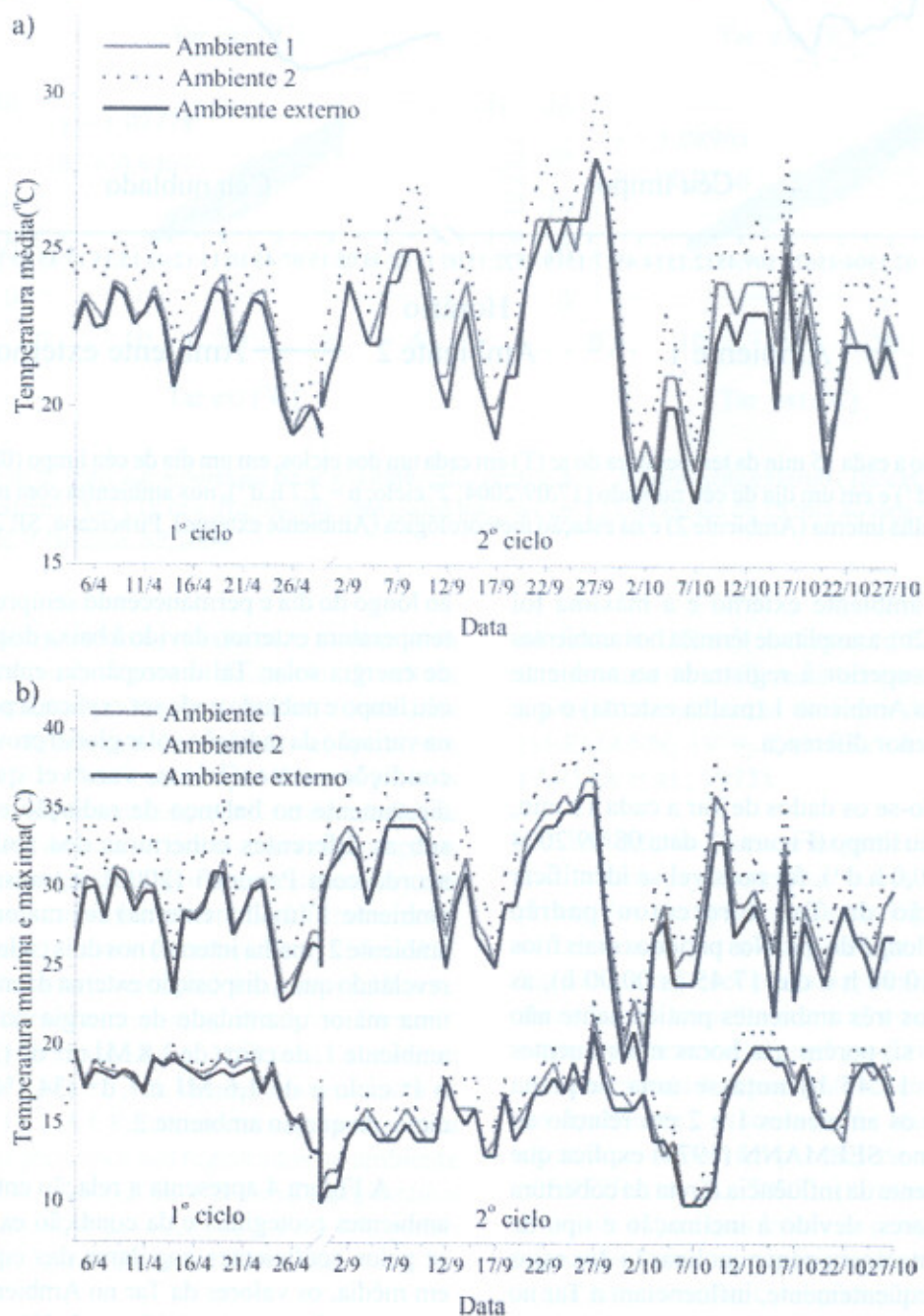


Figura 2. Variação diária da: a) temperatura média do ar (°C), b) temperatura mínima e máxima do ar (°C), no decorrer dos dois ciclos experimentais (1º e 2º Ciclo), nos ambientes com a malha externa (Ambiente 1), malha interna (Ambiente 2) e na estação meteorológica (Ambiente externo). Piracicaba, SP, 2004.

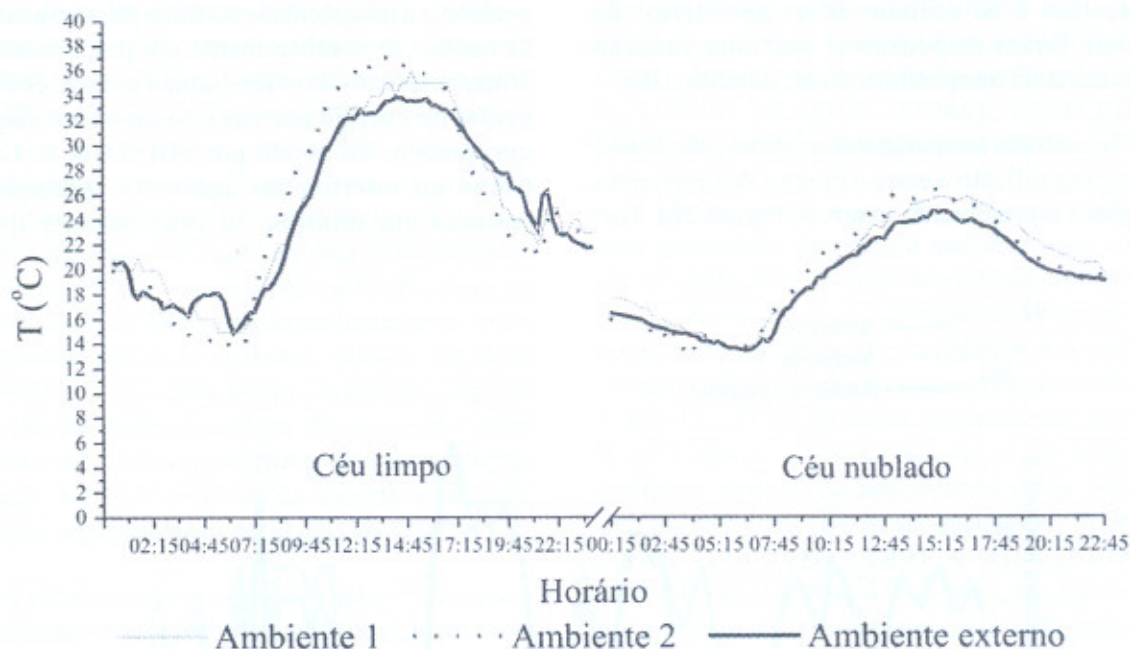


Figura 3. Variação a cada 15 min da temperatura do ar (T) em cada um dos ciclos, em um dia de céu limpo (08/09/2004; 2º ciclo; $n = 10,0 \text{ h.d}^{-1}$) e em um dia de céu nublado (17/09/2004; 2º ciclo; $n = 2,7 \text{ h.d}^{-1}$), nos ambientes com malha externa (Ambiente 1), malha interna (Ambiente 2) e na estação meteorológica (Ambiente externo). Piracicaba, SP, 2004.

encontrada no ambiente externo e a máxima foi superior (Figura 2b), a amplitude térmica nos ambientes protegidos foi superior à registrada no ambiente externo, sendo o Ambiente 1 (malha externa) o que apresentou a menor diferença.

Analisando-se os dados de Tar a cada 15 min, em um dia de céu limpo (Figura 3), data 08/09/2004 (2º ciclo; $n = 10,0 \text{ h.d}^{-1}$), foi possível se identificar que a variação da Tar apresentou padrão diferenciado ao longo do dia. Nos períodos mais frios (das 00:15 às 10:00 h e das 17:45 às 00:00 h), as temperaturas dos três ambientes praticamente não diferiram entre si, porém nas horas mais quentes (das 10:00 às 17:45 h) nota-se uma pequena diferença entre os ambientes 1 e 2 em relação ao ambiente externo. SEEMANN (1979) explica que tal fato é decorrente da influência direta da cobertura e dos raios solares, devido à inclinação e tipo de material, que interagem com a inclinação dos raios solares e, conseqüentemente, influenciam a Tar no ambiente protegido ao longo do dia.

Já em um dia nublado (Figura 3), as temperaturas tenderam, assim como no ambiente externo, a se manterem mais amenas, não apresentando diferenças

ao longo do dia e permanecendo sempre próximas à temperatura exterior, devido à baixa disponibilidade de energia solar. Tal discrepância entre os dias de céu limpo e nublado pode ser explicada pela alteração na variação da radiação solar global provocada pelas condições atmosféricas, variável que interfere diretamente no balanço de radiação e de energia sob as diferentes coberturas dos ambientes. De acordo com Pandorfí (2006), a transmitância no ambiente 1 (malha externa) foi maior do que no ambiente 2 (malha interna) nos dois ciclos estudados, revelando que a disposição externa da malha garante uma maior quantidade de energia no interior do ambiente 1, de cerca de $1,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (34,5%) para o 1º ciclo e de $1,6 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (34,1%) para o 2º ciclo, do que no ambiente 2.

A Figura 4 apresenta a relação entre a Tar dos ambientes protegidos e da condição externa. Nota-se pelos coeficientes angulares das equações, que em média, os valores da Tar no Ambiente 1 (malha externa) foram de 1,8% a 2,5% superiores, considerando-se respectivamente o 1º e o 2º ciclos (Figura 4a e b), enquanto que no Ambiente 2 (malha interna), essa diferença foi da ordem de 7,7% a 8,9% (Figura 4c e d).

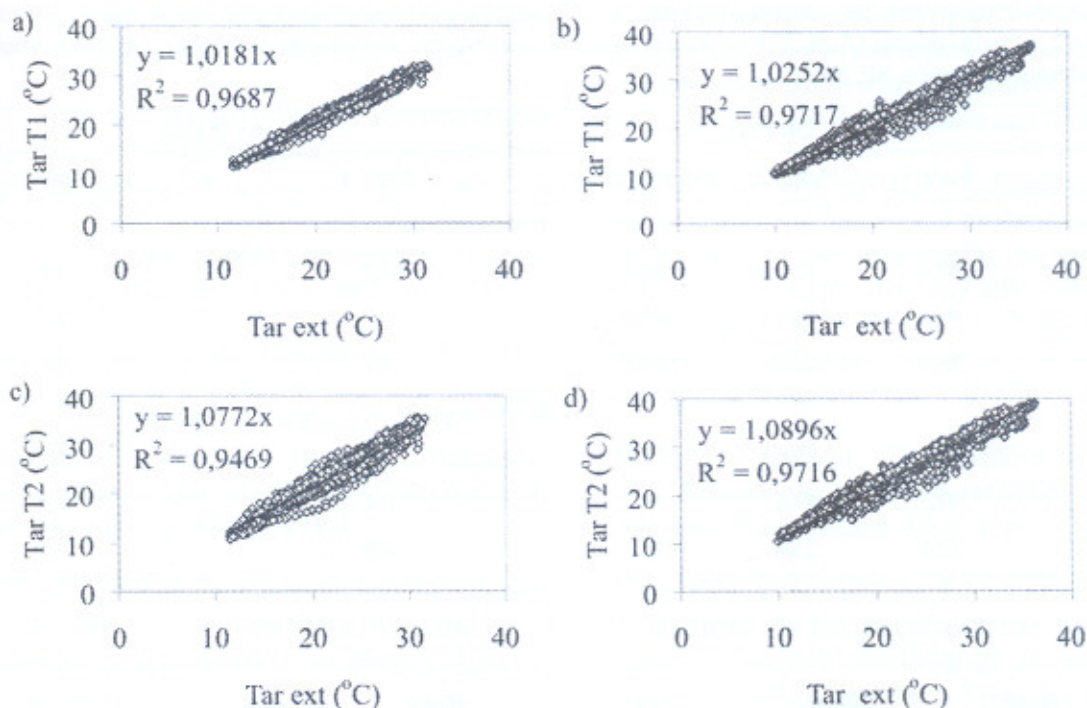


Figura 4. Relação entre a temperatura do ar nos ambientes protegidos e no ambiente externo (Tar ext): (a e b) ambiente com malha externa (Tar T1); (c e d) ambiente com malha interna (Tar T2), na escala de 15 min ao longo dos 1º e 2º ciclos experimentais. Piracicaba, SP, 2004.

Os valores médios, máximos e mínimos da umidade relativa do ar para os dois ciclos da cultura são apresentados na Tabela 1, assim como suas respectivas diferenças em relação ao ambiente externo (ΔUR). Verificou-se que durante os dois ciclos, os valores da umidade relativa média, máxima e mínima do ar no interior dos ambientes protegidos foram similares, porém ligeiramente superiores aos observados no ambiente externo. A UR mínima foi a que apresentou maior diferença no 1º ciclo. ΔUR no Ambiente 1 (malha externa) foi igual a 8,1% e no Ambiente 2 (malha interna) igual a 5,6%. Para o 2º ciclo, observou-se valores de ΔUR para UR mínima da ordem de 6,8% e 7,7%, respectivamente para os Ambientes 1 e 2. A UR máxima foi a que apresentou valores mais próximos aos registrados no ambiente externo. Já os valores da UR média registrados revelaram um ΔUR da ordem de 3,1 a 3,4%, para o 1º ciclo, e de 2,5 a 3,6%, para o 2º ciclo.

Nota-se pela Tabela 1 que a umidade relativa média, máxima e mínima do ar apresentaram variações inversas às das temperaturas média, máxima e mínima do ar (Figura 2 b). Isso se deve

ao fato da UR ser inversamente proporcional à temperatura do ar, já que a temperatura condiciona a pressão de saturação de vapor do ar atmosférico (SEEMANN, 1979, TANAKA & GENTA, 1982; FARIAS et al., 1993).

As diferenças entre as gérberas cultivadas nos dois ciclos experimentais e nos dois ambientes protegidos são apresentadas na Figura 5. Levando-se em conta que a temperatura média do ar foi ligeiramente menor e a radiação solar global maior no ambiente 1 (malha externa), no decorrer dos dois ciclos experimentais e que a produtividade potencial de uma cultura é dependente da energia disponível no ambiente, associada às outras variáveis climáticas, como a temperatura do ar e o fotoperíodo (PEREIRA et al., 2002), pode-se afirmar que o ambiente 1, teve quantidade de energia e temperatura mais adequadas às exigências da gérbera, já que foi o que proporcionou condições para uma maior taxa de fotossíntese bruta das plantas, resultando em uma maior taxa de fotossíntese líquida e, por consequência, em plantas de qualidade ligeiramente melhor.

Tabela 1. Umidade relativa média, máxima e mínima (%), no 1º ciclo experimental, nos ambientes protegidos com malha externa (Amb. 1), malha interna (Amb. 2) e na estação meteorológica (Amb. externo) e as diferenças (ΔUR) em relação ao ambiente externo. Piracicaba, SP, 2004.

	UR (%)			ΔUR (%)	
	Amb. 1	Amb. 2	Amb. Externo	Amb. 1	Amb. 2
Primeiro Ciclo					
Média	85,4	85,7	82,3	3,1	3,4
Max	99,6	99,8	99,4	0,2	0,4
Min	64,9	62,4	56,7	8,1	5,6
Segundo Ciclo					
Média	75,5	76,6	73,0	2,5	3,6
Max	97,7	97,8	97,4	0,4	0,5
Min	52,5	53,4	45,7	6,8	7,7

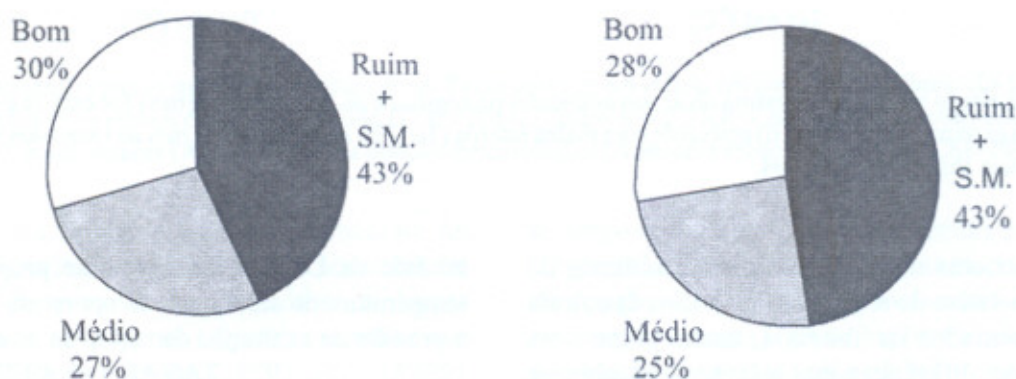


Figura 5. Porcentagem média dos padrões de qualidade visual gérbera (ruim+S.M. médio e bom) observados: a) ambiente 1 (malha externa) e b) ambiente 2 (malha interna). Piracicaba, SP, 2004

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir que os dois ambientes protegidos registraram temperaturas superiores às obtidas no ambiente externo. O Ambiente 2, com a malha termo-refletores instalada internamente registrou os maiores valores de Tar, o que se deveu à alteração do gradiente vertical da temperatura interno causado pela malha na altura do pé direito. As maiores diferenças foram observadas para a temperatura máxima, não havendo alterações significativas em relação às temperaturas média e mínima. As umidades relativas média, máxima e mínima

do ar não apresentaram alterações significativas entre os ambientes analisados e o ambiente externo. Sendo assim, pode-se afirmar que a tela instalada externamente foi mais eficiente na redução das temperaturas dos ambientes protegidos, contribuindo para uma maior produtividade e qualidade da gérbera.

Referências Bibliográficas

AKI, A. Sobre o novo comportamento para os diversos agentes da cadeia de flores em um mercado de oferta. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 8-12, 1997.

- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. 3.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1991. 347 p.
- BRAGA, M.B. **Manejo da irrigação e orientação geográfica de estufas na produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.
- BURIOL, G.A. et al. Gradiente vertical de temperatura do ar no interior de estufas plásticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 471-472.
- CASTRO, C.E.F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 4, n. 1/2, p. 1-46, 1998.
- FARIAS, J.R. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993.
- FURLAN, R.A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambiente protegido**. 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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.
- 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.
- HANAN, J. **Greenhouse: advanced technology for protected horticulture**. Boca Raton: CRC Press, 1998. 242 p.
- JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. **Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2005.
- 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.
- MARIN, F.R. et al. Construção e avaliação de psicrômetro aspirado de termopar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 839-844, 2001.
- MARTINEZ GARCIA, P.F. **Características climáticas do los invernaderos de plástico**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1978. 48 p. (Hojas Técnicas, 19)
- MILLS, P.J.W.; SMITH, I.E.; MARAIS, G. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected environments. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 281, p. 83-94, 1990.
- NIJSKENS, J. et al. A. Radiation transfer through covering materials, solar and thermal screens of greenhouses. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 35, p. 229-242, 1985
- PANDORFI, C.G. **Manejo da cobertura de ambientes protegidos: alterações micrometeorológicas e efeitos na produção e na qualidade da gerbera**. 2006. 95 p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- PRADOS, N.C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados em Almeria: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno**. 1986. 195 p. Tesis

(Doutorado) - Caja Rural Provincial, Almería, 1986.

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

SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: SEEMANN, J. **Agrometeorology**. New York: Springer-Verlag, 1979, p. 165-178.

SEMEDO, C.M.B. **A intensificação da produção hortícola**. 3.ed. Mem Martins: Europam, 1988. 192 p.

SILVA, A.M.; MIGUEL, A. Thermal radiation inside a single span greenhouse with a thermal screen.

Journal of Agricultural Engineering Research, Edinburgh, v. 49, n. 4, p. 289-298, 1991.

SOUSA, J.W. de, et al... Alterações do saldo de radiação, temperatura e umidade relativa do ar em ambiente protegido com cobertura de polietileno difusor de luz. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2005.

TANAKA, M.; GENTA, H. **Control del medio ambiente bajo invernadero y túnel plástico**. Salto, Uruguai; Estación Experimental de Citricultura, 1982. 61p.