

# Utilização de diferentes filmes plásticos como cobertura de abrigos para cultivo protegido

José Weselli de Sá Andrade<sup>1\*</sup>, Max Farias Júnior<sup>2</sup>, Marliana Araújo de Sousa<sup>1</sup> e Anísio Corrêa Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnologia em Produção de Grãos, Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Verde, Rod. Sul Goiânia, km 1, 75900-000, Rio Verde, Goiás, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: weselli@ibest.com.br

**RESUMO.** O presente projeto foi desenvolvido na Faculdade de Engenharia – Unesp, Campus de Ilha Solteira, no município de Ilha Solteira, Estado de São Paulo. Estudou-se o comportamento do ambiente em duas condições de ambiente protegido, com cobertura plástica do solo e em solo nu. Avaliaram-se as médias, por quinquídio, dos valores médios, máximos e mínimos diários de temperatura e umidade relativa do ar. As médias, por quinquídio, dos: valores médios diários de déficit de saturação de vapor d'água; dos totais diários de densidade de fluxo de radiação; das transmitâncias à radiação, em cada abrigo e as regressões lineares para estimativa dos totais diários de radiação no interior dos abrigos, em função do total diário de radiação em campo aberto. O ambiente protegido reduziu em relação ao campo aberto a densidade de fluxo de radiação solar, com maior intensidade, no abrigo coberto com filme plástico térmico difusor de luz. O maior efeito dos abrigos ocorreu sobre as temperaturas máximas, tendo maiores valores a estufa coberta com filme de polietileno convencional. Não ocorreram diferenças para umidade relativa do ar entre as estufas. O mulching plástico preto aumentou a temperatura do solo a 6 e 12 cm de profundidade.

**Palavras-chave:** polietileno, ambiência, microclima.

**ABSTRACT.** Use of different greenhouses plastic film as cover. This project was developed in the Faculty of Engineering - Unesp, Campus of Ilha Solteira, in the municipality of Ilha Solteira – São Paulo State. We studied the environmental behavior under two conditions of protected environment, with plastic covering the soil and bare soil. It was evaluated the quinquidial averages, averages values, maximum and minimum daily temperature and relative humidity; quinquidial averages of the daily average values of deficiency of saturation of water vapor; the density of total daily flow of radiation; from transmission to radiation in each shelter and the linear regressions to estimate the total daily radiation inside the shelter, according to the daily total radiation in field open. The protected environment reduced, in relation to the open field, the density of flow of solar radiation, with higher intensity in the shelter covered with thermal plastic film light-diffuser. The greatest effect of shelters occurred on the maximum temperature, with higher values the greenhouse covered with a conventional polyethylene film. There were no differences for air relative humidity between greenhouses. The black plastic mulching increased the soil temperature at 6 and 12 cm depth.

**Keywords:** polyethylene, environment, microclimatic.

## Introdução

A Olericultura brasileira tornou-se um importante *agribusiness*, estimado em mais de US\$ 4 bilhões no seu valor agregado (COSTA, 2000). Atualmente, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido é uma atividade que se encontra em franca expansão no Brasil, e a principal vantagem consiste na possibilidade de produção nos períodos de entressafra, permitindo maior regularização da oferta e melhor qualidade dos produtos. Inúmeros são os

trabalhos em que se obteve êxito com o emprego desta técnica dentre eles: Fernandes et al. (2004) com a cultura do manjeriço; Gama et al. (2008) com pimentão; Mota et al. (2008) com videiras.

No campo, é limitado o manejo dos fatores ambientais, consistindo fundamentalmente em ajustar as culturas ao ambiente, por meio da determinação de épocas de cultivo, da eficiência do uso da água e da busca de resistência a fatores adversos como ventos, excesso ou escassez de chuvas, dentre outros (ANDRIOLO, 2000).

O emprego do polietileno difusor de luz como cobertura de ambientes protegidos, interfere no microclima alterando os balanços de radiação e energia (CUNHA et al., 2002), possibilitando o desenvolvimento de espécies vegetais de interesse econômico que sem essa cobertura plástica, tornar-se-iam inviáveis pelas adversidades ambientais. De acordo com Sousa et al. (2002), os filmes difusores de luz apresentam em sua composição aditivos controladores da radiação solar, os quais estão diretamente relacionados à adequação das temperaturas. Todavia, são escassos no Brasil resultados de pesquisa com relação às alterações causadas pelo polietileno difusor de luz sobre alguns elementos meteorológicos, entre os quais, o saldo de radiação, a temperatura e a umidade relativa do ar.

Para Papadakis (2000), o material de cobertura ideal deveria permitir 100% de transmissividade à radiação fotossinteticamente ativa (RFA), compreendida na faixa de comprimento de ondas entre 0,4 e 0,7  $\mu\text{m}$ , aquela efetivamente utilizada pelas plantas durante o processo de fotossíntese. Experimento conduzido por Cunha et al. (2002), sobre estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido e a céu aberto com a cultura do pimentão, observaram que no balanço de energia, o cultivo protegido apresenta menor quantidade de radiação líquida disponível, e com isso, menores perdas de energia, tanto na evaporação da água quanto no aquecimento do ar próximo à superfície, com conseqüente economia de água e condições mais favoráveis para o crescimento e desenvolvimento da cultura.

A cobertura plástica do solo é outra técnica que tem importante contribuição à produção mundial de alimentos, pois protege contra intempéries, preservando sua estrutura, concorrendo para a manutenção da umidade e maior controle sobre plantas invasoras. Porém, ao se cobrir o solo, também são alterados parâmetros importantes do microclima, como a temperatura do solo, cujas amplitudes variam com a absorvidade e condutividade térmica do material utilizado na cobertura. Além disso, a temperatura do solo influi na evaporação da água ali presente e no crescimento de microrganismos, fatores esses que, diretamente, também influenciam no consumo de água e no crescimento e desenvolvimento da cultura (GONÇALVES et al., 2005).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivos: a) caracterizar o ambiente interno de uma estufa coberta com filme térmico difusor de luz, comparado àquele de abrigo coberto com filme convencional de polietileno de baixa densidade, bem como ao verificado em campo aberto, por

determinação de algumas variáveis microclimáticas, dentre elas: densidade de fluxo de radiação global, temperatura e umidade relativa do ar; b) avaliar a temperatura do solo com cobertura de filme plástico e em solo nu.

## Material e métodos

O presente projeto foi desenvolvido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia – Unesp, Campus de Ilha Solteira, com latitude 20° 22'S, longitude 51° 22' W e altitude de 330 m, no município de Ilha Solteira, Estado de São Paulo. O clima da região na classificação climática de Köppen é do tipo Megatérmico, caracterizado como subúmido, com pouca deficiência hídrica, calor bem distribuído durante o ano, estiagem no inverno, média anual de temperatura em torno de 24,1°C e precipitação média anual de 1.400 mm (HERNANDEZ et al., 1995).

Estudou-se o comportamento do ambiente em duas condições de ambiente protegido (estufa arco coberta com filme de polietileno normal e estufa arco coberta com filme térmico difusor de luz) e de cobertura plástica do solo (filme de polietileno de baixa densidade preto) e em solo nu. Foram utilizadas duas estufas com orientação leste – oeste, dimensões de 5,2 x 15,0 m, pé direito de eucalipto com 2,8 m de altura e teto em forma de arco, construído com canos de aço galvanizado de 1" de diâmetro. Uma estufa foi coberta com filme de polietileno transparente normal de 100  $\mu\text{m}$  de espessura e a outra coberta com filme térmico difusor de luz de 150  $\mu\text{m}$  de espessura. As laterais das estufas foram cercadas com filme plástico, até 1,0 m de altura, e, com tela de sombreamento de 50%, entre 1,0 e 2,5 m.

As avaliações realizadas foram:

### Avaliações de microclima

Foram medidas a densidade de fluxo de radiação global, temperatura e umidade relativa do ar, em cada um dos abrigos e em campo aberto, no decorrer de todo o experimento, e a temperatura do solo, em cada parcela, a 6 e 12 cm de profundidade, em dias de céu claro, nas estufas.

No ambiente protegido, para obtenção dos dados de radiação, foram utilizados piranômetros com célula de silício, modelo SP Lite, da SCI-TEC Instruments, com respostas a comprimentos de onda entre 400 e 1.100 nm, com valor máximo de resposta em 900 nm, instalados no centro, a 2 m de altura. Para determinação da temperatura e umidade relativa, foram empregados sensores modelo HMP45C, da Vaisala, com faixa de leitura entre -39,2 e 60°C, e entre 0 e 100%, com precisão de  $\pm 2\%$ , entre 0 e 90%, e de  $\pm 3\%$ ,

de 90 a 100% de umidade relativa, instalados em abrigos apropriados para proteção contra incidência direta da radiação solar. Todos os registros foram efetuados por um sistema de aquisição de dados multicanais CR10X, da Campbell Scientific. Os dados referentes ao campo aberto, foram coletados por uma estação climatológica da Área de Hidráulica e Irrigação (Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos), situada a cerca de 300 m do local do ensaio, composta, entre outros recursos, por piranômetro com célula de silício, modelo LI 200-X, da LI-COR, com respostas a comprimentos de onda entre 400 e 1.100 nm; sensor de temperatura e umidade, modelo HMP45C, da Vaisala; e sistema de aquisição de dados multicanais CR23X, da Campbell Scientific. A partir dos dados medidos, foram determinados: a) as médias, por quinquídio, dos valores médios, máximos e mínimos diários de temperatura do ar; b) de umidade relativa do ar; c) dos valores médios diários de déficit de saturação de vapor d'água, estimados a partir de:

$$DS = e_s - e \tag{1}$$

$$e_s = \frac{\exp\left(57,96 - \frac{6731}{(t + 273,15)} - 4,796 \cdot \ln(t + 273,15)\right)}{1000} \tag{2}$$

$$e = \frac{e_s \cdot UR}{100} \tag{3}$$

em que:

- DS – Déficit de saturação de vapor d'água (kPa);
- $e_s$  – pressão de saturação de vapor d'água (kPa). Calculado conforme apresentado por Hanan (1998);
- $e$  – pressão atual de vapor d'água (kPa);  $t$  – temperatura média diária do ar (°C);
- UR – umidade relativa média diária do ar (%).

Realizaram-se médias, por quinquídio, dos totais diários de densidade de fluxo de radiação; das transmitâncias à radiação, em cada abrigo; regressões lineares para estimativa dos totais diários de radiação no interior dos abrigos em função do total diário de radiação em campo aberto, utilizando-se o método dos quadrados mínimos.

Para a determinação da temperatura do solo, foi empregado um termômetro digital, modelo SOLO-

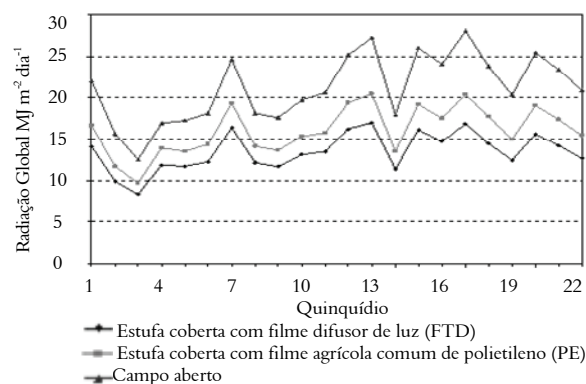
TERM 1200, da Solotest, com uso de sonda de inserção. Na Tabela 1, estão apresentados os dados de temperatura média do ar, densidade de fluxo de radiação, insolação, vento e precipitação, dos dias em que apresentavam céu claro.

### Resultados e discussão

Resultados das avaliações microclimáticas:

#### Radiação Solar

Houve menor disponibilidade de radiação no abrigo coberto com filme térmico difusor de luz (FTD), em comparação com aquele coberto com filme de polietileno convencional (PE), como ilustrado na Figura 1.



**Figura 1.** Variação da radiação global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), por quinquídio, em estufa coberta com filme térmico difusor de luz (FTD), em estufa coberta com filme convencional de polietileno (PE) e em campo aberto, no período de 19/8 a 6/12/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

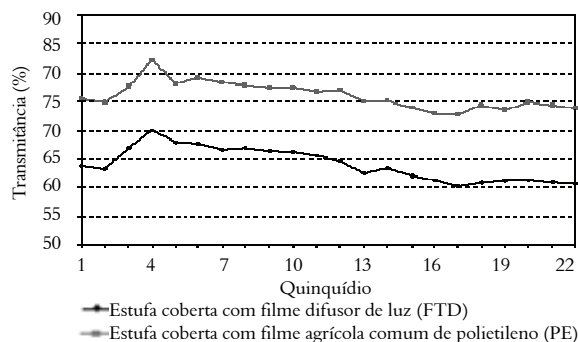
Os valores médios de densidade de fluxo de radiação, entre 19/8 e 6/12/2000 foram de 13,5; 16,1 e 21,2  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ , respectivamente na estufa coberta com FTD, polietileno convencional e em campo aberto. Este resultado esteve associado à menor transmissividade do filme térmico difusor de luz, em comparação com o filme agrícola comum de polietileno, como destacado na Figura 2.

As diferenças de transmissividade entre os materiais estudados deveram-se, provavelmente, às diferenças de espessura dos filmes, de aditivos empregados e dos processos de fabricação, como discutido por Sousa et al. (2002) e Evangelista e Pereira (2001).

**Tabela 1.** Temperatura média do ar, densidade de fluxo de radiação, insolação, vento e precipitação nos dias 24/8 e 23/9/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

Dia	Temperatura média do ar(°C)			Densidade de fluxo de radiação ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ )			(1)	(1)	(1)
	E FTD	E PE	CA	E FTD	E PE	CA			
24/8/2000	39,0	39,9	36,0	13,8	16,3	21,7	10,5	5,5	0,0
23/9/2000	35,7	37,2	35,7	16,4	19,2	24,7	10,5	6,3	0,0

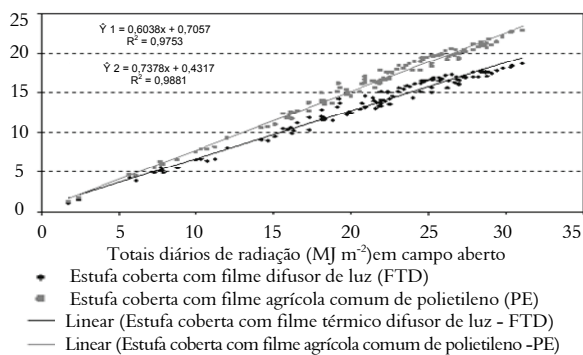
(1)Dados obtidos pela Estação Meteorológica, do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Área de Irrigação e Drenagem – FEIS/Unesp. E FTD - Estufa com cobertura de filme térmico difusor de luz. E PE - Estufa com cobertura de polietileno normal. CA- Campo aberto.



**Figura 2.** Transmissividade média, por quinquídios, em estufa coberta com filme térmico difusor de luz e em estufa coberta com filme convencional de polietileno, no período de 19/8 a 6/12/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

As curvas de regressão linear que descrevem a disponibilidade de radiação no interior dos abrigos, em função dos níveis de radiação em campo aberto, assim como as equações que descrevem as referidas curvas são apresentadas na Figura 3.

As regressões obtidas demonstram que são possíveis estimativas precisas da radiação disponível no interior de abrigos para cultivo protegido, a partir de medidas em campo aberto, hoje, relativamente comuns, na maioria das estações climatológicas em operação, como já verificado e discutido por Pires et al. (2004) e Cunha et al. (2001).

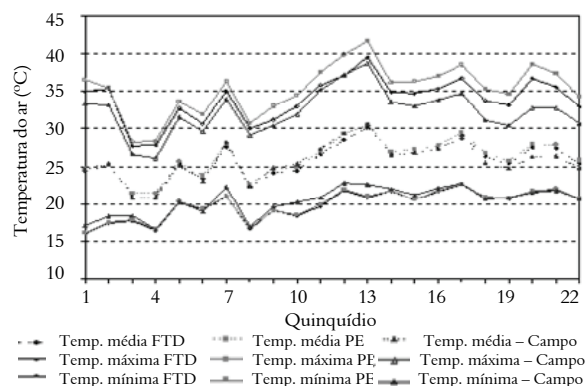


**Figura 3.** Correlação dos totais diários de radiação global em estufa coberta com filme térmico difusor de luz (Y1) e em estufa coberta com filme convencional de polietileno (Y2), em função dos totais diários de radiação em campo aberto (x), no período de 19/8 a 6/12/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

### Temperatura do ar

A temperatura média do ar não foi influenciada pelo tipo de cobertura plástica, como mostrado na Figura 4, com valores muito próximos entre os abrigos e aqueles medidos em campo aberto. Os valores médios, por quinquídio, de temperatura do ar variaram entre 21,3 e 30,2°C, na estufa coberta com filme térmico difusor de luz (FTD); de 21,5 a 30,5°C, naquela coberta com filme convencional de polietileno; e entre 20,8 e 30,7°C, em campo aberto.

Foram observadas diferenças sensíveis entre as temperaturas máximas do ar obtidas nos abrigos e aquelas observadas em campo aberto, resultados semelhantes aos de Sousa et al. (2002) e Evangelista e Pereira (2001), bem como diferenças entre os valores médios das máximas verificados nos abrigos (Figura 4). As médias, por quinquídio, das máximas variaram entre 27,7 e 39,6°C, na estufa coberta com FTD; de 28,2 a 41,7°C, na estufa com filme agrícola comum; e entre 26,1 a 38,7°C, em campo aberto. O comportamento térmico em ambiente protegido, em relação às temperaturas máximas teve estreita relação com a radiação incidente e com a menor movimentação de ar nos abrigos, visto que a ventilação foi restringida pelas telas plásticas que fechavam as laterais. O mesmo foi observado por Martelletto et al. (2008), em estudo sobre cultivo orgânico do mamoeiro em diferentes ambiente de proteção (estufa com cobertura de plástico, estufa sombreada com cobertura adicional de sombrite e telado com cobertura exclusiva de sombrite, todas em comparação com uma área de cultivo em ambiente natural), observaram que a temperatura do ar no interior da estufa foi sempre superior à dos demais ambientes de cultivo. Não foram constatadas diferenças entre as temperaturas mínimas do ar, no que diz respeito às médias e valores absolutos, como indicado na Figura 4. Os valores mínimos médios, por quinquídio, situaram entre 16,0 e 22,6°C; 16,1 e 22,7°C; e 16,5 e 22,9°C, respectivamente, nos abrigos cobertos com filme térmico difusor de luz e filme de polietileno comum, e em campo aberto.



**Figura 4.** Variação, por quinquídios, das temperaturas médias, máximas e mínimas do ar, em estufa coberta com filme térmico difusor de luz (FTD), estufa coberta com filme convencional de polietileno (PE) e campo aberto, entre 19/8 a 6/12/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

Esperava-se que o filme térmico difusor de luz, por ser aditivado com bloqueadores à radiação infravermelho, que reduzem as perdas por irradiação, proporcionasse comportamento térmico distinto daquele verificado, com temperaturas

mínimas mais elevadas do que aquelas da estufa coberta com filme de polietileno convencional. Provavelmente, as perdas de calor por convecção, por meio das telas plásticas, aliado ao pequeno volume de ar dos abrigos, devem ter sido determinantes para obtenção de valores semelhantes de temperatura mínima.

#### Umidade relativa do ar e déficit de saturação de vapor d'água

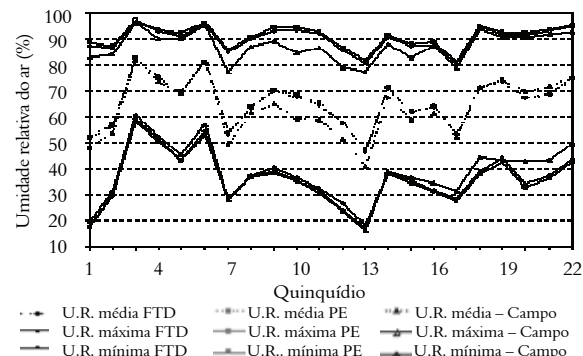
As variações da umidade relativa do ar estão representadas na Figura 5. As médias, por quinquídio, situaram entre 46,7 e 82,4%, na estufa coberta com FTD; entre 47,2 e 82,6%, no abrigo com cobertura convencional; e entre 41,0 e 81,8% em campo aberto, sem grandes diferenças entre os ambientes. Entretanto, experimento conduzido por Radin et al. (2003), sobre eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes, sendo eles: estufa de plástico com e sem tela lateral e campo, observou diferença significativa para umidade relativa do ar, em que nos ambientes de estufa apresentaram maior umidade relativa do ar.

No que se refere aos valores médios, por quinquídio, de umidade relativa máxima, foi constatado que estes variaram entre 80,3 e 96,5%; de 81,2 a 97,3%; e entre 77,4 e 96,2%, respectivamente, nos abrigos cobertos com filme térmico difusor de luz (FTD) e polietileno agrícola comum, e em campo aberto (Figura 5), denotando que a variação da umidade nos ambientes estudados, nos horários de menor temperatura, foram bastante similares, em decorrência do comportamento térmico semelhante dos mesmos.

Estes resultados diferem dos obtidos por Evangelista e Pereira (2001), sobre efeito da cobertura plástica de casa-de-vegetação sobre elementos meteorológicos em Lavras, Estado de Minas Gerais, ao observar que os valores de umidade relativa máxima foram maiores dentro da casa-de-vegetação.

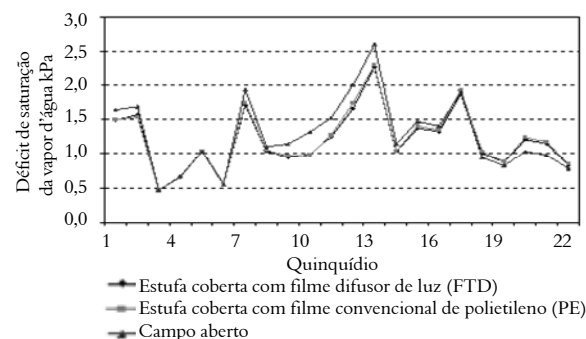
Os valores médios, por quinquídio, de umidade relativa mínima apresentaram variação similar entre os abrigos, não denotando efeito do tipo de cobertura sobre esta variável, cujos valores não diferiram dos observados em campo aberto (Figura 5). Estes resultados são discordantes dos observados por Evangelista e Pereira (2001), em que os resultados observados para umidade relativa mínima no interior da casa-de-vegetação foram menores que externamente (campo). Os valores mínimos atingiram graduações

bastante baixas, indicando grande demanda evaporativa nas horas mais quentes do dia.



**Figura 5.** Variação, por quinquídios, das umidades relativas médias, máximas e mínimas do ar, em estufa coberta com filme térmico difusor de luz (FTD), estufa coberta com filme convencional de polietileno (PE) e campo aberto, entre 19/8 a 6/12/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

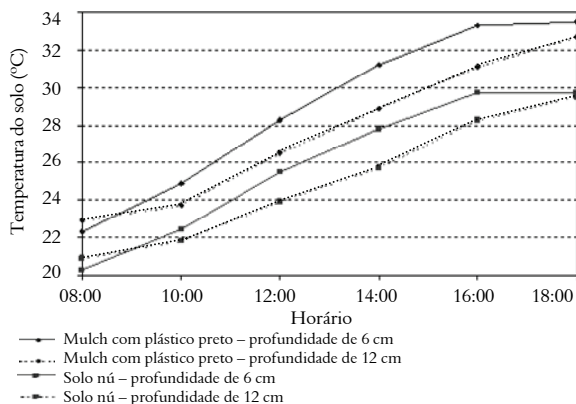
De fato, em níveis muito baixos de umidade relativa do ar, o déficit de saturação de vapor pode atingir valores inadequados ao bom desenvolvimento das culturas, afetando negativamente a fotossíntese e a transpiração, por concorrer pelo aumento da condutância estomática. A variação dos valores médios do déficit de saturação de vapor d'água (Figura 6) encontraram-se, na maior parte do período de avaliação, acima de 1,0 kPa, acima dos limites considerados ideais (0,2 a 1,0 kPa) por Alpi e Tognoni, (1991).



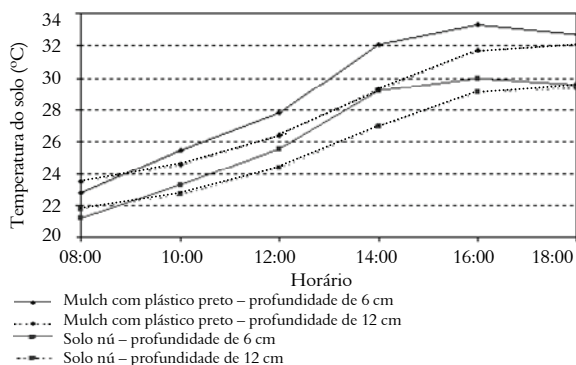
**Figura 6.** Variação, por quinquídios, dos valores médios do déficit de saturação de vapor d'água, em estufa coberta com filme térmico difusor de luz (FTD), em estufa coberta com filme convencional de polietileno e em campo aberto, entre 19/8 a 6/12/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

#### Temperatura do solo

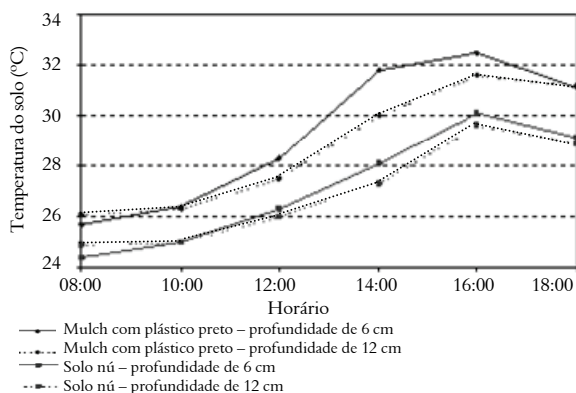
As médias de temperaturas do solo, a 6 e 12 cm de profundidade, em condições de mulch plástico e em solo nu, em estufas cobertas com filme de polietileno convencional e com filme térmico difusor de luz, nos dias 24/8 e 23/9/2000, estão apresentadas nas Figuras 7 a 10.



**Figura 7.** Variação da temperatura do solo, a 6 e 12 cm, em condições de mulching com filme de polietileno preto e solo nu, em estufa coberta com filme convencional de polietileno, em 24/8/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

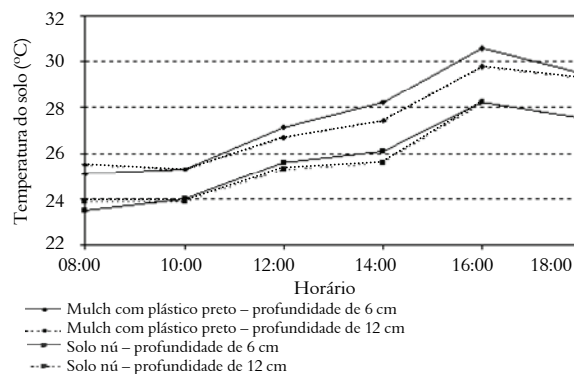


**Figura 8.** Variação da temperatura do solo, a 6 e 12 cm, em condições de mulching com filme de polietileno preto e solo nu, em estufa coberta com FTD, em 24/8/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.



**Figura 9.** Variação da temperatura do solo, a 6 e 12 cm, em condições de mulching com filme de polietileno preto e solo nu, em estufa coberta com filme convencional de polietileno, em 23/9/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

Em ambos os dias estudados, a temperatura do solo mostrou-se superior naquelas parcelas com cobertura plástica, independentemente do ambiente onde as plantas foram cultivadas, com valores, em média, entre 2 e 3°C maiores que aqueles medidos em solo nu.



**Figura 10.** Variação da temperatura do solo, a 6 e 12 cm, em condições de mulching com filme de polietileno preto e solo nu, em estufa coberta com FTD, em 23/9/2000, em Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

Estes resultados são concordantes com afirmações de Pires et al. (2004) e Barros et al. (2004). De acordo com Ham et al. (1993), este comportamento das temperaturas do solo em mulching plástico preto, está relacionado à grande absorção de radiação de ondas curtas pelo material de cobertura, aliada à redução nas perdas de radiação de ondas longas pelo solo pelo uso de cobertura plástica sobre o solo.

## Conclusão

Após análise e interpretação dos resultados obtidos, e considerando as condições em que se desenvolveu esta pesquisa, pode-se concluir que: o ambiente protegido reduziu, em relação ao campo aberto, a densidade de fluxo de radiação solar, com maior intensidade, no abrigo coberto com filme plástico térmico difusor de luz; o maior efeito dos abrigos ocorreu sobre as temperaturas máximas, com os maiores valores obtidos na estufa coberta com filme de polietileno convencional; não ocorreram diferenças para umidade relativa do ar entre as duas estufas; o mulching plástico preto aumentou a temperatura do solo, a 6 e 12 cm de profundidade.

## Referências

- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo em invernadero**. 3. ed. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1991.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, supl., p. 26-33, 2000.
- BARROS, B. C.; PATRÍCIO, F. R. A.; LOPES, M. E. B. M.; FREITAS, S. S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V. M. A.; TESSARIOLI NETO, J.; GHINI, R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 253-259, 2004.

- COSTA, C. P. Olericultura brasileira: passado, presente e futuro. **Horticultura Brasileira**, v. 18, supl., p. 7-14, 2000.
- CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. Balanço de energia em pimenteiro sob cultivo protegido e a campo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 159-167, 2001.
- CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. Estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 735-743, 2002.
- EVANGELISTA, A. W. P.; PEREIRA, G. M. Efeito da cobertura plástica de casa-de-vegetação sobre os elementos meteorológicos em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 952-957, 2001.
- FERNANDES, P. C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; MARQUES, M. O. M. Cultivo de manjerição em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 260-264, 2004.
- GAMA, A. S.; LIMA, H. N.; LOPES, M. T. G.; TEIXEIRA, W. G. Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 121-125, 2008.
- GONÇALVES, A. O.; FAGNANI, M. A.; PERES, J. G. Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno azul no consumo de água da cultura da alface cultivada em estufa. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 622-631, 2005.
- HAM, J. M.; KLUITENBERG, G. J.; LAMONT, W. J. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, n. 2, p. 188-93, 1993.
- HANAN, J. J. **Greenhouses: advanced technology for protected horticulture**. Boca Raton: CRC Press, 1998.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Unesp, 1995.
- MARTELLETO, L. A. P.; RIBEIRO, R. L. D.; MARTELLETO, M. S.; VASCONCELLOS, M. A. S.; MARIN, S. L. D.; PEREIRA, M. B. Cultivo orgânico do mamoeiro 'Baixinho de Santa Amália' em diferentes ambientes de proteção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 662-666, 2008.
- MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T.; SANTOS, H. P.; ZANARDI, O. Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 148-153, 2008.
- PAPADAKIS, G. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for, greenhouse covering materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 77, n. 1, p. 7-38, 2000.
- PIRES, R. C. M.; FOLEGATTI, M. V.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; SAKAI, E.; PASSOS, F. A., ARRUDA, F. B.; CALHEIROS, R. O. Efeito de níveis de água, coberturas do solo e condições ambientais na temperatura do solo e no cultivo de morangueiro em ambiente protegido e a céu aberto. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 663-674, 2004.
- 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**, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003.
- SOUSA, J. W.; MARTINS, D.; CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. Alterações da temperatura e umidade relativa do ar em ambiente protegido com cobertura de polietileno difusor de luz. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2002.

*Received on April 22, 2008.*

*Accepted on May 11, 2009.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.