

AVALIAÇÃO DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS EM AMBIENTE PROTEGIDO EM TERESINA, PI

A. G. Mendes¹, A. S. Andrade Junior², E. A. Bastos³, R. Maschio⁴

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência de ambientes cobertos com malha de sombreamento de 50% sobre as variáveis ambientais: temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (RS) e evapotranspiração (ETo), por meio de regressão linear. O trabalho foi realizado no período de 01/07/2007 a 29/02/2008, na área do viveiro de produção de mudas da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí (05°02'06,4"S; 42°47'58"W; 74 m). Obtiveram-se os seguintes coeficientes lineares (L) e R² para as variáveis: T (L = 1,0604 e R² = 0,8210; UR (L = 0,4436 e R² = 0,7614); RS (L = 0,4368 e R² = 0,8772) e ETo (L = 0,5099 e R² = 0,7044). A ETo dentro do telado foi mais afetada pela RS do que pela T e UR.

PALAVRAS-CHAVE: telado, dados climáticos, evapotranspiração.

GREENHOUSE WEATHER DATA EVALUATION IN TERESINA, PIAUI STATE

SUMMARY: This work was conducted to evaluate the influence of greenhouse with shading screen of 50%, on the weather variables: air temperature (T), air relative humidity (UR), global solar radiation (RS) and evapotranspiration (ETo) through linear regression. The weather data were collected during the period of 01/07/2007 at 29/02/2008, in greenhouse in the Embrapa Middle-North, in Teresina, Piaui State, Brazil (05°02'06"S; 42°47'58"W and 74 meters above sea level). Were obtained linear coefficient (L) and R², respectively, to T (L = 1.0604 and R² = 0.8210; UR (L = 0.4436 and R² = 0.7614); RS (L = 0.4368 and R² = 0.8772) and ETo (L = 0.5099 and R² = 0.7044). The ETo inside of the greenhouse was more affected by RS than T e UR.

KEYWORDS: greenhouse, weather data, evapotranspiration.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a área cultivada sob plástico é de cerca de dois mil hectares. Apenas no Estado de São Paulo, de acordo com levantamento realizado em 1995, pela Associação dos Engenheiros Agrônomos, havia 897 hectares de estufas, 59% dos quais se destinavam à produção de hortaliças e 39% à produção de plantas ornamentais (GUISELINI & SENTELHAS, 2004). É registrada uma tendência de crescimento no Brasil, pois as vantagens são grandes. O uso do plástico possibilita o aproveitamento de pequenas áreas com alta produtividade e qualidade, além de significativa redução no desperdício de água e aplicação de agrotóxicos.

¹ Agrônomo, Bolsista DTI II/CNPq, Embrapa Meio-Norte, CEP 64006-220, Teresina, PI; Fone: 086 32251141 Ramal 203, guarana@cpamn.embrapa.br

² Pesquisador, D.Sc, Irrigação, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Bolsista PQ – CNPq

³ Pesquisador, D.Sc, Irrigação, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁴ Graduando em Agronomia, Bolsista FUNCAMP, UFPI, Teresina, PI.

Os índices climáticos são fatores variáveis com o ambiente. OLIVEIRA (1995) destaca que, sob ambiente protegido, os maiores problemas enfrentados pelos agricultores são: as altas temperaturas do ar; a elevada umidade do ar; a ocorrência freqüente de doenças e pragas e, principalmente, a falta de informações a respeito do manejo do microclima.

FARIAS et al. (1993), avaliando cultivares de alface em ambiente protegido, bem como o microclima formado por modelos distintos de estufas plásticas (arco e capela), em Ilha Solteira, SP, verificaram que os valores de temperatura máxima foram entre 3 e 5 °C mais elevados nas estufas que na testemunha sem proteção plástica.

Segundo SEEMANN (1979) a temperatura do ar no interior do ambiente protegido é variável, principalmente, com o seu tamanho e volume, com o tipo de cobertura, com a abertura ou não de janelas e cortinas, com o ângulo de incidência dos raios solares e com a cobertura do solo. Entretanto, as temperaturas mínimas e médias são pouco afetadas, ocorrendo o maior efeito sobre as temperaturas máximas.

SEEMANN (1979) e FARIAS et al. (1993) destacam que os valores de umidade relativa do ar são inversamente proporcionais à temperatura do ar e muito variáveis no interior do ambiente protegido. Com o aumento da temperatura, durante o período diurno, a umidade relativa diminui no interior da estufa, tornando-se igual ou inferior à umidade observada externamente. Durante a noite, a umidade relativa aumenta, ficando próxima de 100%, devido à queda acentuada de temperatura verificada neste período e à retenção de vapor d'água pela cobertura plástica (SENTELHAS & SANTOS, 1995; BURIOL, 2000; FURLAN, 2001).

TAZZO et al (2004) afirmam que a evapotranspiração é modificada no interior de estufas plásticas devido à alteração do microclima em razão da cobertura plástica, da forma de manejo das aberturas desses ambientes e da espécie cultivada.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a influência de ambientes cobertos com malha de sombreamento (preta – 50%) sobre as variáveis ambientais: temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e evapotranspiração, nas condições climáticas de Teresina, PI.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de 01/07/2007 a 29/02/2008, na área do viveiro de produção de mudas da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí (05°02'06"S; 42°47'58"W; 74 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Thornthwaite, é sub-úmido seco, mega-térmico, com excedente hídrico moderado no verão (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

O telado foi construído de colunas de concreto armado de 2 metros de altura, armação de ferro galvanizado em forma de arco semicircular, mureta de alvenaria de 60 cm de altura, piso de cimento e, coberto e cercado por malha de sombreamento de 50% de cor preta.

Os dados foram adquiridos de uma estação agrometeorológica automática Weather Hawk, localizada dentro do telado, que fornece leituras a cada 12 minutos, dos dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar por meio de sensor de termo-resistente (ETC HM2000), radiação solar global através de um piranômetro de silício. Os dados foram coletados através do programa Virtual Weather Hawk, em notebook através de conexão física (cabo com entrada e saída: porta RS-232). Os dados comparativos externos foram obtidos através de estação agrometeorológica automática, distante cerca de 200 m do telado, que fornece dados climáticos médios e parciais no intervalo de 15 minutos, composta por datalogger CR-510 da Campbell Scientific Inc. e um conjunto de sensores de temperatura e umidade relativa do ar (HygroclipS3/RotronicMOK3-03-XX), piranômetro de silício (Li200X Pyranometer), velocidade e direção do vento (03001-L R. M. Young Wind Sentry Set) e pluviômetro (TE525-series tipping bucket rain gauge).

Para a comparação entre os ambientes, os elementos climáticos diários utilizados foram: temperatura do ar (T) (°C), umidade relativa do ar (UR) (%), radiação solar global (RS) (MJ/m²), medidas diretamente, e evapotranspiração (ETo) (mm/dia), calculada utilizando o método de Penman-Monteith. Foi realizada uma regressão linear para determinação de uma equação que os correlaciona. O coeficiente de correlação determina o grau de relação entre as variáveis, ou seja, procura determinar quão bem uma equação linear, ou de outra espécie, descreve ou explica a relação entre as variáveis. Para os valores de X foram utilizados os dados climáticos da estação agrometeorológica automática externa ao telado, e os de Y, os dados climáticos da estação dentro do telado. Procedeu-se, também, a análise de regressão linear múltipla envolvendo todos os elementos climáticos para estimativa da ETo no interior do telado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média do ar (T, °C) no ambiente protegido foi 6,04% maior do que no ambiente externo para todo o período avaliado (Figura 1a), com $R^2 = 0,821$ (Tabela 1), significando que 82,10% dos valores de temperatura do telado são influenciados diretamente pela temperatura externa. Comportamento semelhante foi observado por MILLS et al. (1990), FARIAS et al. (1993) e PEZZOPANE (1995).

A variação da temperatura do ar dentro de ambientes protegidos é função do seu balanço de energia, portanto, o aquecimento e o resfriamento não dependem somente dos processos de incidência da radiação solar, mas também da reflexão e re-irradiação dos objetos no interior do ambiente, convecção e condução por meio da cobertura e laterais, renovação de ar, evapotranspiração e troca do calor com o solo (CERMEÑO, 1993). GUISELINI e SENTELHAS (2004) concluiu que nos ambientes cobertos pelo plástico leitoso associado às malhas de sombreamento, essa elevação é, em média, da ordem de 3 °C.

Tabela 1. Coeficientes angular e R^2 das equações de regressão obtidas para cada elemento climático. Teresina, PI, 2007.

Índices Climáticos	Coefficiente Angular	R^2
Temperatura (a)	1,0604	0,8210
Umidade Relativa (b)	0,4436	0,7614
Radiação Solar Global (c)	0,4368	0,8772
Evapotranspiração (d)	0,5099	0,7044

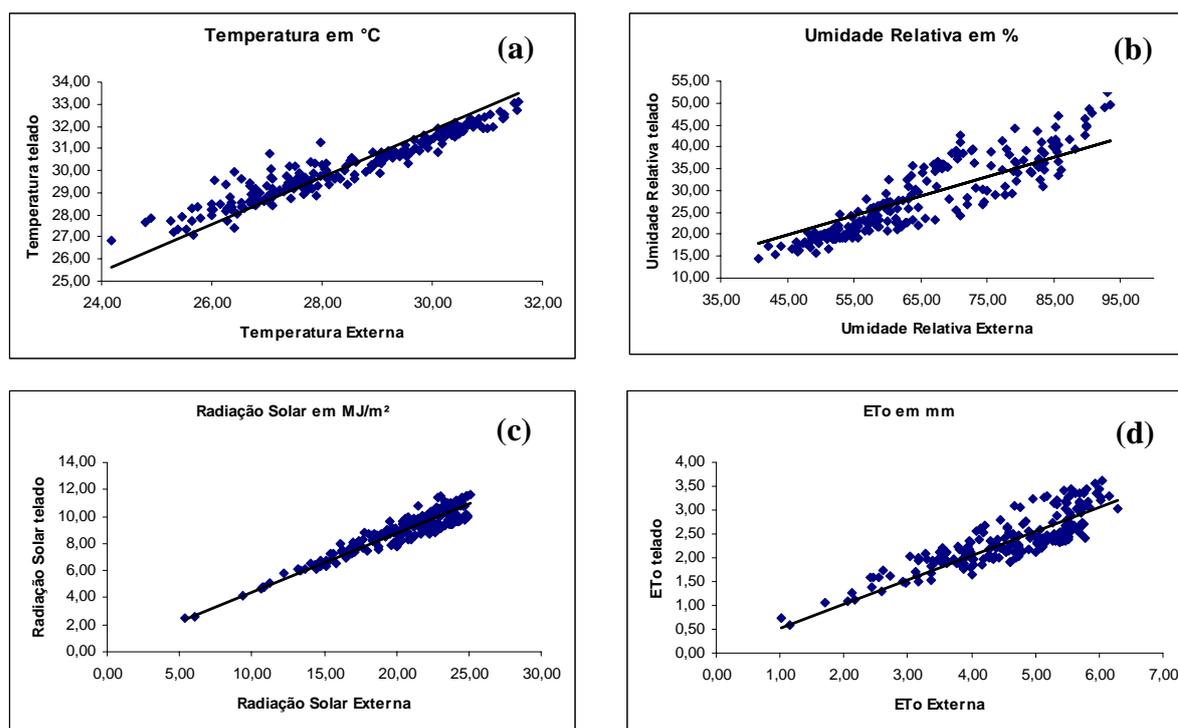


Figura 1. Correlação entre os elementos climáticos internos e externos ao telado: temperatura (a), umidade relativa (b), radiação solar global (c) e evapotranspiração (d).

A variação da umidade relativa do ar (UR) no interior de ambientes protegidos depende, principalmente, da temperatura do ar e da ventilação. Essa baixa umidade dentro do telado deve-se ao piso de concreto e a falta de entradas de ar que promovessem um menor acúmulo de calor dentro do telado. Em 76,14% dos casos, a umidade relativa do ar (UR) no interior do telado tem valores 44,4% da UR externa (Figura 1b).

A radiação solar não é somente uma fonte de energia, mas também um estímulo governando o condicionamento do desenvolvimento e às vezes funciona como um fator estressante; muitos processos do desenvolvimento são controlados pela radiação solar, como a germinação, o crescimento direcionado e a forma externa da planta (LARCHER, 2000). Esse índice obteve alta correlação ($R^2 = 87,72\%$) e a constante angular de 0,4368 (Figura 1c), significando que em 87,72% das relações, a radiação interna foi 43,68% da radiação solar global externa, mostrando que a eficiência de sombreamento da malha é superior a 50%.

A análise de regressão linear múltipla gerou duas equações de estimativa da ETo dentro do telado (ETo_T, mm), com base nos elementos climáticos do telado (T_T , UR_T e RS_T) e externos (T_E , UR_E e RS_E):

$$ETo_T = 0,0361 T_T - 0,0177 UR_T + 0,198 RS_T \quad (R^2 = 0,9878) \quad (1)$$

$$ETo_T = 0,0681 T_E - 0,0107 UR_E + 0,056 RS_E \quad (R^2 = 0,9824) \quad (2)$$

A ETo estimada dentro do telado foi de 50,99% da ETo externa (Figura 1d), em 70% dos casos analisados. A análise de regressão linear múltipla mostrou que a ETo no telado foi mais influenciada pela RS e menos pela T e UR do ar (equação 1). Em termos práticos, pode-se estimar a ETo dentro do telado com base nas medidas dos elementos climáticos externos (equação 2).

CONCLUSÕES

A T interna do telado foi 6,0% maior que a T externa. A UR interna foi 44,4% da UR externa. A RS interna foi 43,7% da RS externa. A ETo dentro do telado foi mais afetada pela RS do que pela T e UR, podendo ser estimada por modelos empíricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A. BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. **Classificação climática do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 86p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86).
- BURIOL, G.A. et al. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, R.S. v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.
- CERMEÑO, Z.S. **Cultivo de plantas hortícolas em estufa**. Litexa-Portugal: Ed.Lisboa, 1993. 366 p.
- 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, RS, 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**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. 146 p. (Tese Doutorado)

- GUISELINI, C. SENTELHAS, P. C. **Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido I: Efeito na temperatura e na umidade do ar.** Rev. Bras. Agrometeorologia, v. 12, n. 1, p. 9-17, 2004.
- LARCHER, W. **O Ambiente das plantas.** In: Ecofisiologia Vegetal. São Carlos, RiMa, 2000, p.1-65.
- 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, Montpellier, France, n. 281, p. 83-94, 1990.
- OLIVEIRA, M.R.V. **O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 30, n. 8, p. 1049-1060, 1995.
- PEZZOPANE, J.E.M. et al. Radiação líquida e temperatura de folha no interior de estufa com cobertura plástica, durante o período noturno. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v. 3, p. 1-4, 1995.
- SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: Seemann, **Journal Agrometeorology.** New York: Springer-Verlag, 1979. p. 165-178.
- SENTELHAS, P.C.; SANTOS, A.O. Cultivo Protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 108-115, 1995.
- TAZZO, I. F.; HELDWEIN, A. B.; STRECK, N.A.; GRIMM, E. L.; MAASS, G. F; PIVETTA, C. R. **Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura para o pimentão cultivado em estufa plástica na primavera.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 275-281, 2004.