

Temperatura do ar no interior e exterior de ambientes protegidos

Air temperature inside and outside protected environments

Gertrudes Macáriode Oliveira^{1*}, Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão², Ruy de Carvalho Rocha³

Resumo: Comparou-se a temperatura do ar observada em diferentes ambientes cobertos com telas: termo refletora, sombreamento branca, sombreamento preta e cromatinete difusor com aquela observada no campo aberto. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, no município de Juazeiro, no período de 06 de agosto a 02 de dezembro de 2006. Para cada ambiente foi montada uma estrutura tipo “Sombreiro”, com 10 m de largura, 24 m de comprimento e pé direito de 3 m e coberta com as diferentes telas. No centro de cada ambiente foram efetuadas medidas de temperatura a 1,5 m da superfície, bem como, na estação meteorológica automática situada a 40 m. Sob cada ambiente, bem como a campo aberto foi cultivado o tomateiro. Durante o período estudado, todos os ambientes apresentaram temperatura máxima superior ao ambiente externo e a maior diferença, foi observada sob a tela de sombreamento branca, 1,6°C; todos os ambientes apresentaram temperatura mínima um pouco inferior à observada no cultivo a campo aberto; a maior transmitância da radiação solar global através da tela de sombreamento branca foi determinante para temperaturas mais elevadas nesse ambiente.

Palavras-chave: telas de sombreamento, condições climáticas, transmitância da radiação solar

Abstract: We Compared to air temperature observed in different environments covered with screens: term reflective, white shading, black shading and diffuser cromatinete with that observed in the open field. The experiment was conducted at the experimental field of the Department of Technology and Social Sciences of the University of the State of Bahia, at Juazeiro city, in the period from August 6 to December 2, 2006. For each environment has assembled a "Sombreiro" type structure, with 10 m wide, 24 m long and right foot of 3 m and covered with the different screens. In the center of each environment have been made the temperature measures 1.5 m from the surface, as well as in automatic meteorological station located 40 m. In each environment, as well as open field was cultivated tomato plant. During the period studied, all environments presented maximum temperature exceeds the external environment and the largest difference was observed under the white shading screen, 1.6° C; all environments presented a minimum temperature slightly lower than the observed in cultivation open field; the higher transmittance of global solar radiation through white shading screen was crucial to higher temperatures in this environment.

Keywords: shading screens, weather conditions, the transmittance of solar radiation

INTRODUÇÃO

Condições climáticas favoráveis são determinantes para o sucesso da produção agrícola. Sabe-se que cada espécie tem exigências específicas quanto às condições climáticas para expressar o seu máximo potencial produtivo. Segundo Melo et al. (1988), quando se associam genótipos com alto potencial produtivo e manejo de condições ambientais favoráveis, obtêm-se elevados índices de produtividades, proporcionando incrementos de 25 a 40% no rendimento devido à maturação precoce, melhor uniformidade, maior vigor inicial e desenvolvimento, melhor qualidade de frutos, resistência a doenças e capacidade de adaptação mais ampla.

Dentre as condições climáticas, a temperatura do ar é o principal elemento climático que influencia o desenvolvimento e crescimento das espécies vegetais, sendo algumas vezes, um fator limitante, exercendo

influência direta nas funções vitais tais como: germinação, crescimento, transpiração, respiração, floração e frutificação. De acordo com Filgueira (2000), a variação desse elemento meteorológico condiciona, não só o crescimento e desenvolvimento das plantas, mas também a ocorrência de pragas e doenças. Duarte et al. (2011) relatam que, para qualquer espécie vegetal, o conhecimento da variação da temperatura do ar no local em que a cultura é cultivada, mostra-se imprescindível, visto que a planta depende dela em todas as suas fases fenológicas. Para Gurgel et al. (2006), em muitos ambientes, uma mesma espécie de planta pode estar sujeita a ampla variação estacional e até mesmo, a flutuações diárias consideráveis de temperatura do ar.

Uma prática que tem sido adotada para minimizar os efeitos adversos do clima, como forma de se obter aumento de produtividade agrícola, é a utilização de ambientes protegidos, o qual, quando usado corretamente,

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 21/01/2012; aprovado em 23/07/2012

¹ Doutora em Recursos Naturais, Professora Adjunta do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Av. Edgard Chastinet, s/n, São Geraldo, CEP 48900-000, Juazeiro, BA, gemoliveira@uneb.br*

² Meteorologista, Doutor, Professor Adjunto do Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Juazeiro, BA, mario.miranda@univasf.edu.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto do DTCS/UNEB, Juazeiro, BA, rocharuy@uol.com.br

possibilita produtividades superiores às observadas em campo aberto. Cermeño (1990) afirma que a produtividade em ambiente protegido pode ser 2 a 3 vezes maior que as observadas no campo e com qualidade superior. De acordo com Sentelhas Santos (1995), no cultivo protegido ocorrem alterações microclimáticas que favorecem e protegem as culturas, possibilitando melhores condições de desenvolvimento e produção das plantas.

Para Seemann (1979), a temperatura do ar no interior do ambiente protegido pode variar de acordo com seu volume e tamanho, bem como, com o tipo de cobertura, abertura ou não de janelas e cortinas, com a cobertura do solo e a incidência da radiação solar. Em termos do tipo de cobertura, Silva (1999) e Queiroga et al. (2001) destacam que têm sido crescente a utilização de telas de sombreamento denominadas sombrite, objetivando regularizar a produção, contornando problemas relacionados à elevada temperatura e irradiância, fatores característicos de regiões tropicais. Quanto a utilização de estufas, Silva et al. (2003) colocam que apesar de inúmeras vantagens, essas comportam-se insatisfatoriamente sob o ponto de vista térmico, uma vez que durante o dia ocorrem temperaturas elevadas, que dificilmente são evitadas pela ventilação natural e, à noite, com frequência, ocorrem temperaturas inferiores às críticas das plantas cultivadas.

Novo et al. (2008), afirma que o emprego de telas de sombreamento se destaca entre as técnicas utilizadas para a diminuição da temperatura, por ser uma das soluções de menor custo econômico. Várias pesquisas mostram o efeito de redução da temperatura no interior dos cultivos cobertos com tela termorefletora proporcionando ganhos de produtividade. Oliveira et al. (2009), relatam que usando tela termorefletora houve um incremento de fotossíntese que propiciou cerca de 26% a 40% de precocidade na formação de mudas citrícolas. Os autores citam ainda que, se for adequadamente manejado, a tela termorefletora pode obter ganhos de mais de 40% de precocidade.

O uso de telas traz modificações no ambiente de cultivo, pois reduz a taxa de ventilação em razão da sua resistência à corrente de ar. Como consequência, há redução na velocidade dos ventos no interior dos abrigos e aumento do gradiente de temperatura (BELTRÃO et al., 2002; FURLAN; FOLEGATTI, 2002; TERUEL, 2010). A redução da advecção no interior de ambientes protegidos atenua os processos de troca de energia e massa de ar com

o ambiente externo provocando, ainda, aumento da umidade relativa do ar (CUNHA; ESCOBEDO, 2003; REISSER JÚNIOR et al., 2003; TERUEL, 2010). Diante da importância da temperatura do ar para o crescimento e desenvolvimento das plantas; e considerando que o uso de telas de sombreamento modifica o microclima, o presente trabalho objetivou comparar a temperatura do ar em diferentes ambientes protegidos, com a observada a campo aberto, na região de Juazeiro, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura do ar utilizados neste estudo foram obtidos durante experimento realizado no período de 06 de agosto a 02 de dezembro de 2006, conduzido no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia, no município de Juazeiro (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m). O clima da região segundo a classificação de Köppen é BSw_h, semiárido; a precipitação média anual é de 540 mm; a temperatura média anual de 26,7 °C, a mínima 20,9 °C e a máxima 32,9 °C; nos meses mais quente, outubro e novembro, a temperatura média chega a 34,0 °C e no mês mais frio, julho, 18,6 °C.

Quatro estruturas tipo “Sombreiro” com 10m de largura, 24m de comprimento e pé direito de 3m foram montadas e cobertas com diferentes telas: tela termorefletora 40% (TTR), tela de sombreamento branca 40% (TSB), tela de sombreamento preta 40% (TSP) e tela cromatinada difusora 40% (TCD). Os sensores de temperatura foram instalados no centro de cada cobertura (Figura 1), conectados a um sistema automático de coleta de dados (micrologger CR21X), programado para efetuar leituras, a cada segundo, médias a cada 30 minutos, bem como, médias, máximas e mínimas diárias. Os dados de temperatura do ar em cada ambiente protegido foram comparados com aqueles a campo aberto (CCA), obtidos na estação meteorológica automática, situada a 40 m da área experimental, programada também para efetuar leituras nos mesmos intervalos. Sob cada ambiente, bem como a céu aberto foi cultivado o tomateiro. Os dados diários de temperatura média, máxima e mínima de cada ambiente foram correlacionados com os dados obtidos a campo aberto, através de regressão linear simples.



Figura 1. (A) Coberturas: tela termo refletora, tela de sombreamento branca, tela de sombreamento preta e tela cromatinete difusor. (B) Sensores de temperatura do ar

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentado o comportamento da temperatura máxima média diária ao longo do período estudado. Verifica-se na figura, que o ambiente coberto com tela de sombreamento branca (TSB) foi o que apresentou em média, temperatura mais elevada, enquanto os menores valores foram observados no cultivo a campo aberto (CCA). Nota-se ainda na Figura 2, que sob todos os ambientes, a temperatura máxima foi maior do que a

campo aberto. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira (2002), estudando a influência de materiais de cobertura com diferentes níveis de perfuração, comparados com ambientes a céu aberto. Também, Caliman et al. (2005) verificaram que a temperatura do ar em ambiente protegido foi superior à do campo aberto; e afirmaram que este fator afeta diversos processos biológicos da planta, em especial o crescimento e produção.

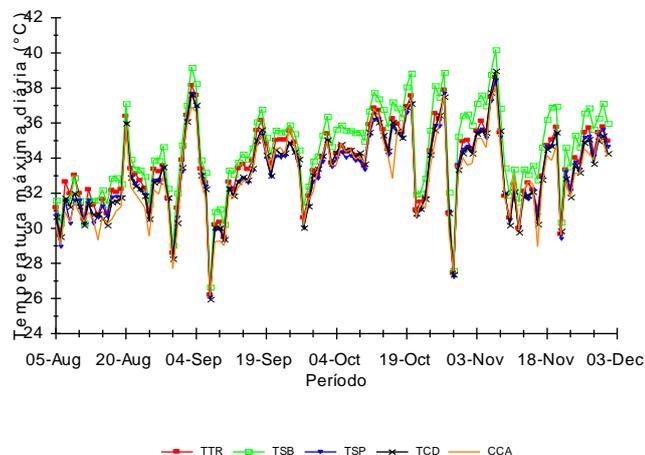


Figura 2. Temperatura do ar máxima média diária, sob as diferentes coberturas e a campo aberto, durante o período experimental

Em termos de temperatura média diária, observa-se na Figura 3, que o ambiente coberto com tela de sombreamento branca apresentou temperatura mais elevada que os demais. Por outro lado, a temperatura mínima média diária (Figura 4) sob todas as coberturas, foi menor do que a campo aberto. Fato semelhante também foi constatado por Buriol et al. (1993), ao comparar dados

do interior de estufa com dados de ambiente externo. Segundo Seemann (1979), o ambiente protegido produz maior influência nas temperaturas máximas, não afetando tanto as temperaturas mínimas e médias. Temperatura máxima mais elevada em ambiente protegido, certamente está associada, à fraca ação do vento no interior desses ambientes.

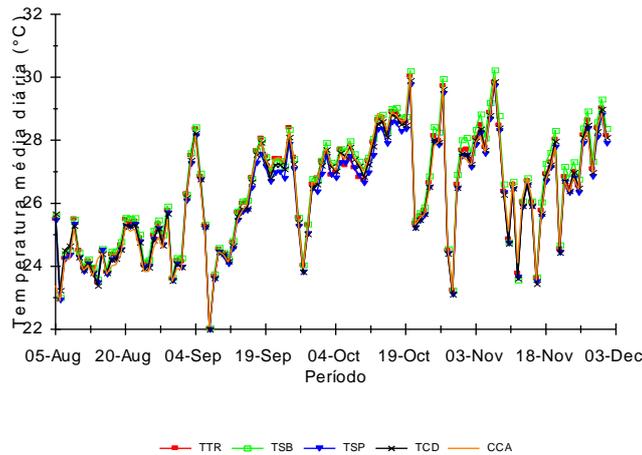


Figura 3. Temperaturo do ar média diária, sob as diferentes coberturas e a campo aberto, durante o período experimental

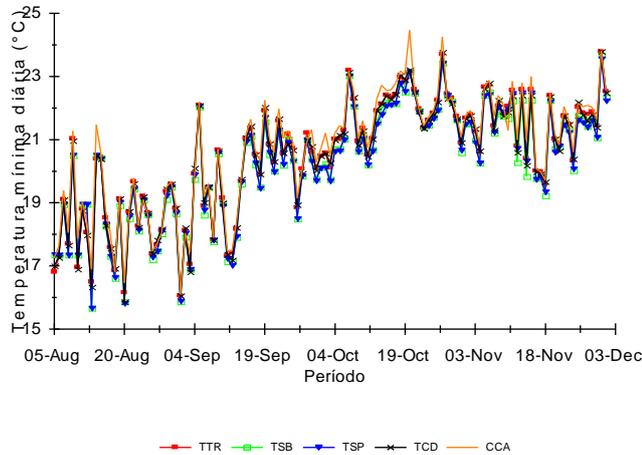


Figura 4. Temperaturo do ar mínima média diária, sob as diferentes coberturas e a campo aberto, durante o período experimental

Na Tabela 1 observa-se o período estudado, a média dos valores máximos, médios e mínimos da temperatura do ar em cada ambiente. Conforme pode ser constatado na tabela, a temperatura máxima diária sob o ambiente coberto com tela de sombreamento branca, ao longo do período foi em média, 1,3 °C maior do que nos ambientes cobertos com tela de sombreamento preta e cromatínete difusor; 0,9°C em relação ao ambiente coberto com tela termo refletora; e 1,6°C maior do que a campo aberto. Esse mesmo valor foi encontrado por Evangelista (1999), ao comparar a temperatura do interior de ambiente protegido com o ambiente externo. Em

termos das temperaturas média e mínima, as diferenças observadas foram pequenas. Esses resultados estão de acordo com Scatolini (1996) que relata maior efeito da cobertura plástica sobre as temperaturas máximas, com valores de 1,2°C a 4,4°C acima das observadas externamente. Em relação às temperaturas mínimas do ar, Buriol et al. (1993) afirmam que essas tendem a ser iguais ou ligeiramente superiores à observada externamente, sendo afetadas pelo manejo da ventilação das estufas durante o dia, por meio de abertura e fechamento de cortinas laterais.

Tabela 1. Média dos valores máximos, médios e mínimos da temperatura do ar sob os ambientes cobertos com: tela termo refletora (TTR); tela de sombreamento branca (TSB); tela de sombreamento preta (TSP); tela cromatínete difusor (TCD); e cultivo a campo aberto (CCA). Período: 06 de agosto a 02 de dezembro de 2006. Juazeiro, BA

Temperatura (°C)	TTR	TSB	TSP	TCD	CCA
Máxima	33.6	34.5	33.2	33.2	32.9
Média	26.3	26.5	26.2	26.3	26.3
Mínima	20.5	20.3	20.3	20.5	20.7

O maior valor da temperatura máxima média diária durante o período experimental foi observada no dia 08/11, chegando a 40,2 °C sob o ambiente coberto com TSB; 39,0 °C para o ambiente com TCD; 38,6 °C para TTR; 38,5 °C para TSP; e 38,1 para CCA. Alvarenga (2004)relata que temperaturas do ar superiores a 35 °C podem causar danos àcultura do tomateiro como: redução drástica na porcentagemde germinação, morte prematura das plântulas, menor crescimento das plantas, menor aproveitamento de nutrientes e clorose das folhas, queda das flores, prejuízo na polinização,abortamento e queima dos frutos.

A comparação entre os dados médios diários de temperatura do ar média, máxima e mínima observados

sob os diferentes ambientes e àqueles observados a campo aberto são apresentados nas Figuras de 5 a 7, respectivamente. Conforme pode ser constatado através das figuras, as equações de regressão e os respectivos valores de R² indicam a existência de alta correlação entre os dados; o menor coeficiente de determinação foi R² = 0,9253 para a variável temperatura máxima, sob o ambiente coberto com tela de sombreamento branca (Figura 6B). Vásquez et al. (2005) comparando dados de temperatura média diária obtidos em ambiente protegido e ambiente externo,concluíram que não houve correlação, encontrando um coeficiente de determinação de 0,7624.

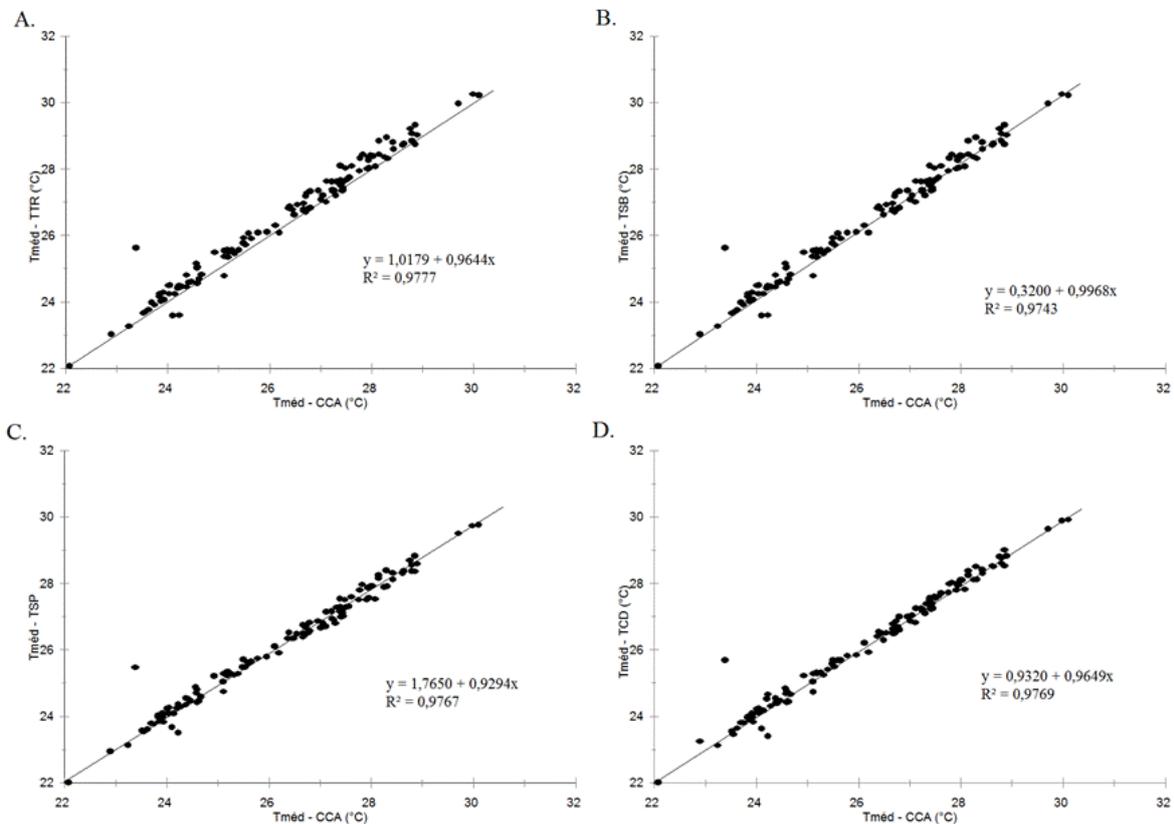


Figura 5. Correlação entre os dados da temperatura média diária sob os diferentes ambientes e a campo aberto (CCA). A. Tela termo refletora (TTR); B. Tela de sombreamento branca (TSB); C. Tela de sombreamento preta (TSP); D. Tela cromatínete difusor (TCD)

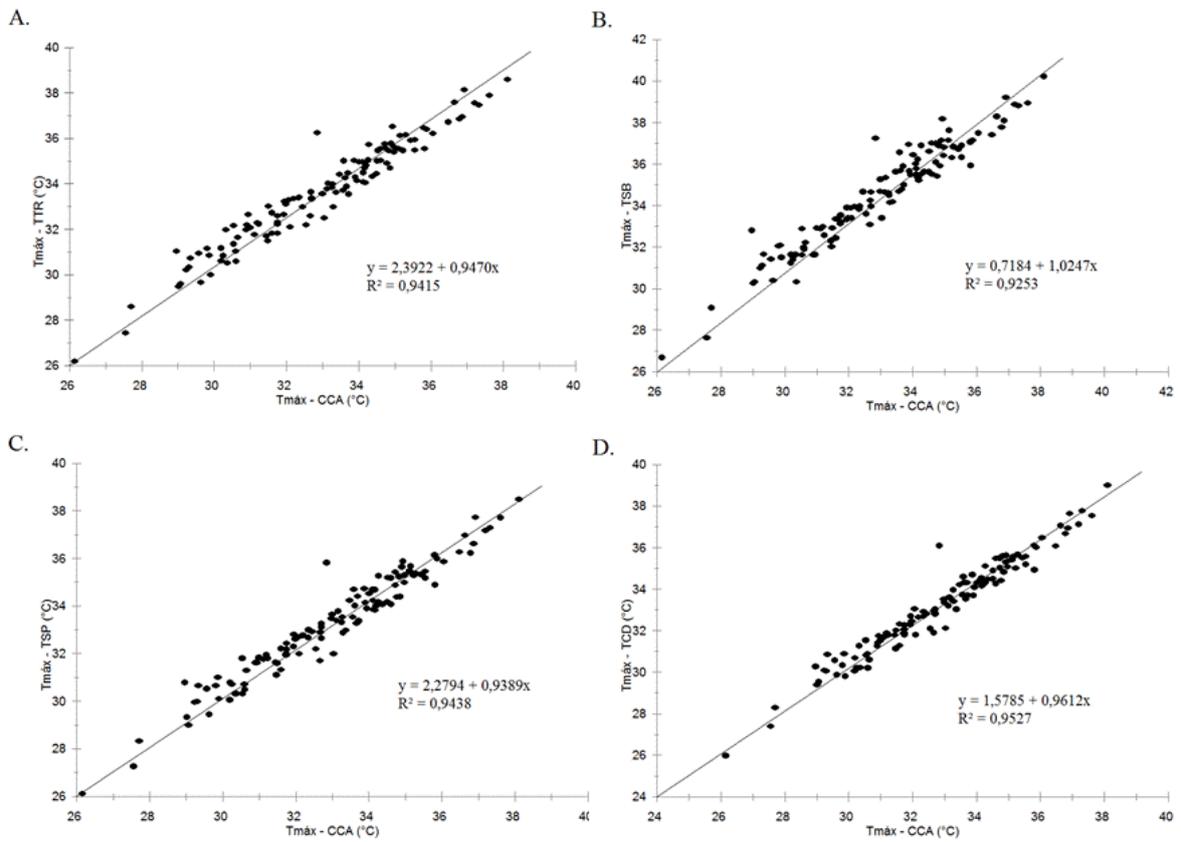


Figura 6. Correlação entre os dados da temperatura máxima média diária sob os diferentes ambientes e a campo aberto (CCA). A. Tela termo refletora (TTR); B. Tela de sombreamento branca (TSB); C. Tela de sombreamento preta (TSP); D. Tela cromatinete difusor (TCD)

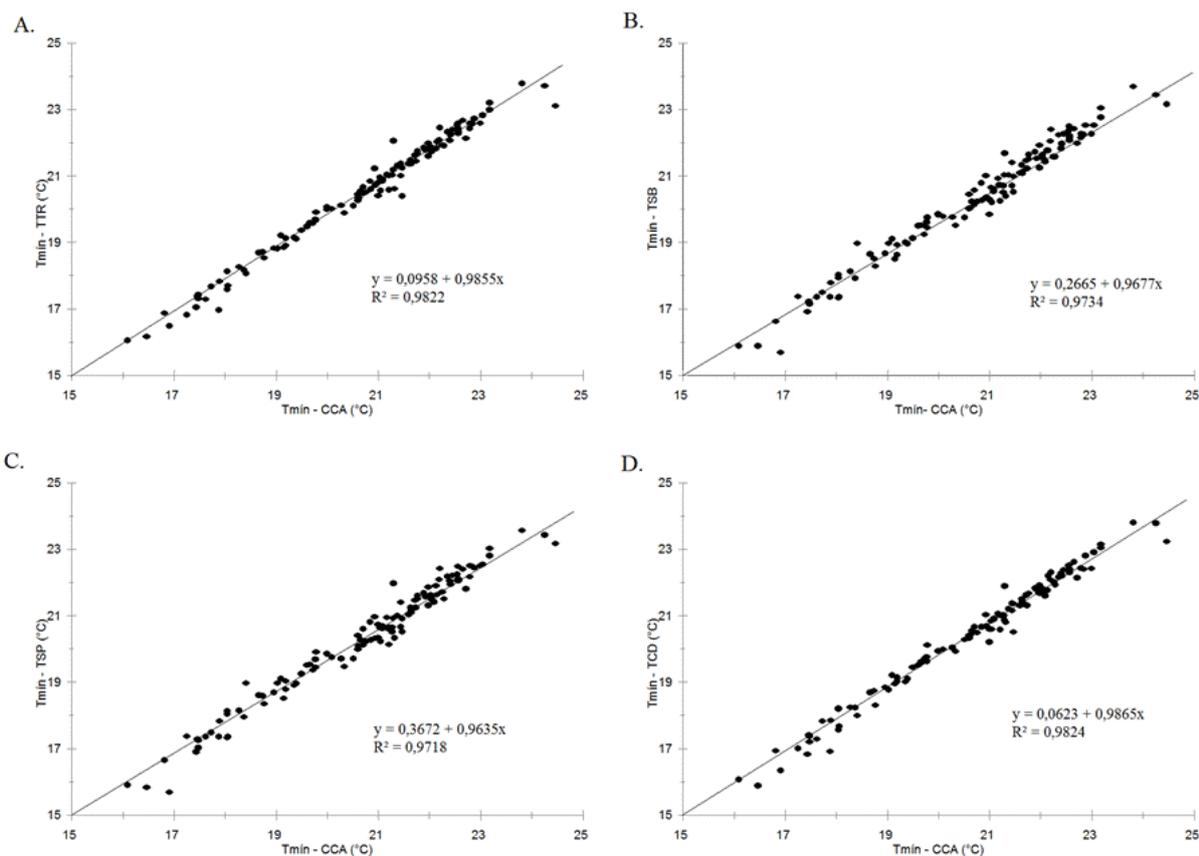


Figura 7. Correlação entre os dados da temperatura mínima média diária sob os diferentes ambientes e a campo aberto (CCA). A. Tela termo refletora (TTR); B. Tela de sombreamento branca (TSB); C. Tela de sombreamento preta (TSP); D. Tela cromatinete difusor (TCD)

CONCLUSÕES

1. Nos ambientes protegidos a temperatura máxima diária foi superior a de campo aberto, e a maior diferença foi observada sob a tela de sombreamento branca, 1,6°C;

2. Em média, em todos os ambientes, as temperaturas apresentaram-se dentro da faixa considerada ideal para o desenvolvimento do tomateiro;

3. Em todos os ambientes, a temperatura mínima foi um pouco menor do que a observada no cultivo a campo aberto;

4. A maior transmitância da radiação solar global através da tela de sombreamento branca foi determinante para temperaturas mais elevadas nesse ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R. **Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia.** Lavras: UFLA, 2004. 400p.

BELTRÃO, N. E. de M. et al. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, p.547-552, 2002.

BURIOL, G. A. et al. Modificação na temperatura mínima do ar causado por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 1, p. 43-49, 1993.

CALIMAN, F.R.B. et al. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.255-259, 2005.

CERMEÑO, Z.S. **Estufas instalação e manejo.** Lisboa: Litexa, 1990. 355p.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura do pimentão. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.11, p.15-26, 2003.

- DUARTE, L. A. et al. Alterações na temperatura do ar mediante telas nas laterais de ambientes protegidos cultivados com tomateiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.148-153, 2011.
- EVANGELISTA, A.W.P. **Avaliação de métodos de determinação da evapotranspiração, no interior da casa de vegetação**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p.135-136.
- FURLAN, R. A.; FOLEGATTI, M. V. Distribuição vertical e horizontal de temperaturas do ar em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.93-100, 2002.
- GURGEL, M.T. et al. Comportamento da temperatura do ar na cultura da videira em ambiente protegido. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2006.
- MELLO et al. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F1 de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 5-6, 1988.
- NOVO, A.A.C. et al. Influência do sombreamento sobre o crescimento e teores de nitrato em hortaliças folhosas em hidroponia. **Revista Universo Acadêmico**, Nova Venécia, v.13, 2008. Disponível em: <http://www.univen.edu.br/universo_academico_13.asp>. Acesso em 01/02/2012.
- OLIVEIRA, J.R. et al. Cultivos agrícolas utilizando telas coloridas e termo-refletoras. In: I Jornada Científica e VI FIPA do CEFET Bambuí, 1, 2009, Bambuí. **Anais...** Bambuí: CEFET, 2009.
- PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.
- QUEIROGA, R.C.F. et al. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.192-196, 2001.
- REISSER JÚNIOR, C. et al. Alterações morfológicas do tomateiro em resposta à redução de radiação solar em ambientes de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, p. 7-14, 2003.
- SCATOLINI, M.E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos**. 1996. 71 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1996.
- 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**, v.1, n.1, p.108-115, 1995.
- SILVA, V.F. **Cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas**. 1999. 25p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Mossoró: UFERSA/ESAM, 1999.
- SILVA et al. Comportamento da temperatura do ar sob condições de cultivo em ambiente protegido. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**. Curitiba, v.1, n.1, p. 51-54, 2003.
- TERUEL, B. J. Controle automatizado de casas de vegetação: variáveis climáticas e fertigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.237-245, 2010.
- VÁSQUEZ, M. A. N. et al. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.25, n.1, p.137-143, 2005.