

INFLUÊNCIA DA CULTURA DO PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) NOS ELEMENTOS AMBIENTAIS EM AMBIENTE PROTEGIDO

Marcelo Augusto de Aguiar e Silva

João Francisco Escobedo

Emerson Galvani

Setor de Ciências Ambientais, Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. CP 237, CEP: 18603-970. E-mail: aguiaresilva@fca.unesp.br

1 RESUMO

No presente trabalho foram avaliados os elementos ambientais: temperatura do solo, temperatura e umidade relativa do ar, nas condições de ambiente protegido (coberto com polietileno) e de campo, num período sem cultura (solo sem cobertura vegetal) e num outro com a cultura do pimentão, em anos diferentes, nas condições climáticas de Botucatu, SP. O híbrido de pimentão utilizado foi o Margarita, que apresenta frutos vermelhos quando maduros. A temperatura do solo foi monitorada por dois sensores eletrônicos instalados a 0,1m de profundidade, sendo um na condição de ambiente protegido e outro na condição de campo, e a temperatura e umidade do ar foram monitoradas por dois sensores eletrônicos instalados a 2m de altura (ambiente protegido e campo). O efeito do pimentão alterando o microclima de cultivo foi observado na temperatura do solo, que apresentou menores valores do índice no período com a cultura, uma vez que o dossel funcionou como uma barreira física que impediu que a radiação solar chegasse ao solo. Os valores encontrados para o índice da temperatura e umidade relativa do ar no período sem a cultura foram muito próximos aos encontrados no período com a cultura, não caracterizando o efeito do pimentão sobre essas variáveis.

UNITERMOS: Influência da cultura, temperatura do solo, temperatura e umidade do ar, pimentão.

AGUIAR E SILVA, M. A.; ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. INFLUENCE OF BELL PEPPER CROP (*Capsicum annuum* L.) ON GREENHOUSE ENVIRONMENTAL VARIABLES

2 ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of bell pepper on climatic variables such as air temperature and relative humidity as well as soil temperature. The measurements were obtained under greenhouse and field environmental conditions taking into account two soil cover situations: without vegetation and with bell pepper crop (Margarida hybrid). The research was carried out in an experimental area of the Environmental Sciences Section of the Natural Resource Department, FCA/UNESP, Campus of Botucatu-SP, from June 1st to September 5th 1999 (without

crop) and June 1st to September 5th 2000 (with crop). Soil temperature was monitored by two electronic sensors installed at 0,1 meter depth, inside and outside the greenhouse. Air temperature and relative humidity were monitored by two electronic sensors installed at 2m height, inside and outside the greenhouse. The effect of bell pepper on crop microclimate was evidenced by soil temperature which showed index mean values 1.04 (without crop) and 0.95 (with crop). Crop canopy acted as a physical barrier blocking solar radiation. Air temperature and relative humidity mean indexes did not present significant differences between periods with and without crop.

KEYWORDS: Soil temperature, air temperature, air relative humidity, bell pepper.

3 INTRODUÇÃO

A produção agrícola fica comprometida em algumas épocas do ano devido às temperaturas extremas, a ação do vento e as precipitações excessivas, que limitam o uso do solo, privando os agricultores de obterem maiores lucros. Esses elementos climáticos limitam o aproveitamento do solo para o cultivo de hortaliças em apenas alguns meses do ano (CAÑIZARES, 1998). Com o intuito de reduzir essas limitações, é cada vez maior a utilização de ambientes protegidos na produção de hortaliças.

O ambiente protegido é responsável por várias alterações nos diversos elementos meteorológicos, tornando viável a produção de vegetais em épocas ou locais cujas condições climáticas são críticas. Muitos trabalhos mostram que as modificações microclimáticas, causadas pelo uso de ambientes protegidos, acarretam em aumento na produção agrícola, como os de Farias et al. (1993), Heldwein et al. (1995) e Scatoloni (1996).

Segundo Melo (1997), no Estado de São Paulo, dentre as culturas de importância econômica cultivadas em ambiente protegido, o pimentão é a olerícola mais cultivada, uma vez que é a cultura que tem melhor se adaptado ao ambiente protegido no estado.

Com relação à faixa ideal de temperatura para um bom desenvolvimento das plantas de pimentão, Siviero & Bernardoni (1990) e Pereira (1990) concordam que a temperatura deve variar entre 16°C e 30°C. Pádua et al. (1984) recomenda temperatura do solo em torno de 17°C para o desenvolvimento

e crescimento das plantas. Com relação a umidade relativa do ar, há maior crescimento da planta em condições de alta umidade relativa. A combinação de baixa umidade relativa com altas temperaturas, causa um déficit de água na planta, ocorrendo morte de gemas, queda de flores e formação de frutos pequenos.

Como pode-se observar, os estudos relacionados a ambientes protegidos visam, na sua grande maioria, quantificar a influência dos elementos meteorológicos na qualidade e quantidade da produção final nesses ambientes. Não se observa na literatura trabalhos objetivando avaliar o efeito inverso, ou seja, qual seria a influência nos elementos ambientais que a cultura exerceria no microclima de cultivo.

O presente trabalho objetivou avaliar os elementos ambientais temperatura do solo, temperatura e umidade relativa do ar, nas condições de campo e ambiente protegido coberto com polietileno, em um período sem cultura (solo sem cobertura vegetal), e um período com a cultura do pimentão, em anos diferentes. Objetivou ainda, avaliar a influência da cultura do pimentão no microclima de cultivo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Recursos Naturais, Setor Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de

Botucatu, localizada no município de Botucatu, Estado de São Paulo. A área experimental apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 22° 51'S; longitude de 48° 26'W e altitude de 786m.

A área experimental constitui-se de duas parcelas, com dimensões e orientação idênticas, uma na condição de ambiente protegido e a outra na condição de campo. O ambiente protegido construído foi um tipo arco não-climatizada, modelo PLANTPROTEC 700, com área de 140m², sendo 7,0m de largura por 20,0m de comprimento, com laterais a 2,2m acima do nível do solo e arco central de 4,0m. O polietileno utilizado foi de 100µm de espessura e nas laterais utilizou-se malha preta de polietileno (sombrite) com redução de 50% da radiação solar. O ambiente protegido foi orientado, predominantemente, no sentido leste-oeste geográfico.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico A moderado textura média, segundo EMBRAPA (1999). O controle de plantas daninhas foi feito por capinas manuais, sempre que necessário.

O sistema de irrigação utilizado foi o de tubos gotejadores, trabalhando com 5,0m.c.a. (metros de coluna d'água) e vazão por gotejador de 1,0L h⁻¹. O espaçamento entre os gotejadores na linha de plantio foi de 0,30m, utilizando-se apenas um tubo por linha de plantio. Para evitar o entupimento dos tubos gotejadores e conseqüente variação da lâmina de água que devia ser aplicada, utilizou-se de um filtro de placas.

O controle da irrigação foi efetuado baseando-se no Método Empírico de Camargo (CAMARGO & CAMARGO, 1983). A escolha desse método deveu-se ao fato de não termos disponíveis as medidas de velocidade do vento na condição de ambiente protegido.

Segundo Klosowski (2001), o valor do coeficiente da cultura (kc) para o pimentão no período analisado (1ª colheita - 105 dias após o transplantio) nas condições climáticas de Botucatu, SP, foi de 0,7.

O híbrido do pimentão utilizado foi o Margarita, que apresenta frutos vermelhos quando maduros. As plantas foram conduzidas com crescimento livre (sem poda), isto quer

dizer que, só foram realizadas desbrotas de ramos ladrões, deixando que todos os outros ramos se desenvolvessem.

Para o monitoramento da temperatura e da umidade do ar, foram instalados a 2 metros de altura dois sensores eletrônicos marca Vaisala, modelo HMP 45C, um na condição de ambiente protegido e outro na condição de campo. Esses sensores fornecem medidas de temperatura do ar em °C e de umidade relativa do ar em %. O sensor Vaisala foi instalado em um micro abrigo evitando assim a incidência de radiação solar direta e da chuva sobre o sensor.

A temperatura do solo foi monitorada por dois sensores eletrônicos CSI modelo 107B, instalado a 0,1 m de profundidade, sendo instalado na linha central de plantio, um na condição de ambiente protegido e outro na condição de campo. O sensor fornece as medidas de temperatura do solo em °C.

Com o objetivo de quantificar o efeito da cultura do pimentão sobre os elementos ambientais temperatura do solo, temperatura e umidade relativa do ar, calculou-se um índice entre esses elementos. Esse índice é adimensional e foi determinado através da relação entre o elemento ambiental estudado na condição de ambiente protegido e o mesmo elemento na condição de campo, obtendo-se assim um índice para o período sem cultura e outro índice para o período com a cultura do pimentão.

$$I = \frac{\text{Elemento Ambiental (ap)}}{\text{Elemento Ambiental (cp)}}$$

onde I é o índice dos elementos ambientais, obtido pela relação entre esses elementos nas condições de ambiente protegido (ap) e campo (cp).

Como os dados foram obtidos em duas épocas distintas, pois o período sem cultura foi de 01/06 a 30/11/99, totalizando 6 meses de dados com solo sem vegetação, e o período com a cultura foi de 15/02 a 05/09/00, aproximadamente 8 meses de ciclo da cultura, necessitou-se minimizar o efeito da sazonalidade, para poder comparar estes dois períodos diferentes e tentar quantificar como a cultura alterou esses elementos. Para tanto, o

período utilizado foi coincidente, mas em anos diferentes, sendo de 01/06 a 05/09/99 para o período sem cultura e de 01/06 a 05/09/00 para o período com a cultura, totalizando assim 97 dias de dados para cada período.

Os valores encontrados para a temperatura do solo, temperatura e umidade relativa do ar, nas condições de ambiente protegido e campo, foram testados através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

(97 dias) foi de 310,40mm. O total da precipitação pluviométrica durante o período foi de 224,30mm, sendo 78,70mm aproveitados pela cultura do pimentão. Durante esse período a condição de campo recebeu 23 irrigações, num total de 231,70mm. Para a condição de ambiente protegido o consumo hídrico da cultura foi de 248,32mm, recebeu um total de 32 irrigações com uma frequência de irrigação de 3 dias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Necessidades hídricas da cultura.

Sendo o experimento dividido em dois períodos, sem cultura (solo sem cobertura vegetal) e com a cultura do pimentão, a irrigação somente se fez necessária no período com a cultura (01/06 a 05/09/00).

Na condição de campo o valor médio do consumo total de água para o período analisado

5.2 Temperatura do solo

O Quadro 1 mostra que no período sem cultura os valores de temperatura do solo no ambiente protegido foram superiores aos encontrados no campo e que existiu diferença significativa entre estas condições para os valores mínimos e médios. Ao contrário, no período com a cultura do pimentão, os valores foram superiores na condição de campo, e apresentaram valores significativamente diferentes para os valores médios e máximos.

Quadro 1. Análise estatística através do teste de Tukey dos valores mínimos, médios e máximos de temperatura do solo em condições de ambiente protegido (ap) e campo (cp) ao longo do período sem e com cultura.

| Temperatura do Solo (°C) (Sem Cultura) | | | | | | Temperatura do Solo (°C) (Com Cultura) | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Mínima | | Média | | Máxima | | Mínima | | Média | | Máxima | |
| ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp |
| 19,61a | 18,32b | 22,64a | 21,89b | 26,34a | 26,15a | 17,51a | 17,95a | 20,01a | 21,04b | 23,04a | 25,04b |

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No período sem a cultura, quando o solo se encontrava sem cobertura vegetal, parte da radiação solar que chegava a superfície, aquecia o solo e era registrado pelo sensor que estava instalado a 0,1m de profundidade. Neste período sem a cultura implantada, não se utilizou irrigação, ficando a condição de campo sujeita a incidência de precipitação, o mesmo não acontecendo com o ambiente protegido, que se manteve “seco” durante todo o período. A maior causa de variação da temperatura na

superfície do solo é a alteração da intensidade da radiação solar. Mesmo a intensidade da radiação solar sendo menor no interior do ambiente protegido que a verificada na condição de campo, a temperatura do solo mínima, média e máxima, em média, foi superior na condição de ambiente protegido. Segundo Alfonsi & Sentelhas (1996), o solo se comporta como um reservatório de grande capacidade térmica. Durante as horas de brilho solar, há entrada de energia no solo, devido à

incidência de raios solares sobre este, o que aumenta sua temperatura. No período noturno há uma gradual perda dessa energia, do solo para a atmosfera, que foi acumulada durante as horas de brilho solar (resfriamento do solo). Na condição de ambiente protegido a perda da energia foi menor que a perda no campo, devido à barreira física que o ambiente protegido proporcionou, diminuindo a incidência de ventos, menor perda de energia, fazendo com que na média a temperatura do solo fosse maior nessa condição. Ao contrário, no período com a cultura do pimentão, a condição de ambiente protegido apresentou menores valores de temperatura no solo, o que pode ser explicado pelo sombreamento do solo pelo dossel da cultura (Figura 1), que apresentou maior desenvolvimento nessa condição, e conseqüente diminuição da incidência da radiação solar direta sobre o solo, diminuindo assim a energia disponível na linha de plantio onde estava instalado o sensor. No dia 01/06/00, primeiro dia do período de análises com a cultura do pimentão, o dossel da cultura encontrava-se em pleno desenvolvimento vegetativo, atingindo seu índice máximo de área foliar no dia 11/07 e 27/06/00 nas condições de ambiente protegido e campo, respectivamente.

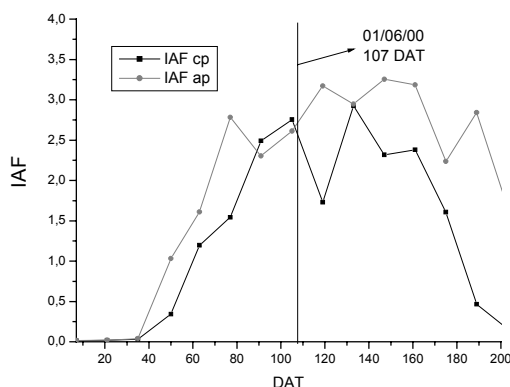


Figura 1. Índice de área foliar para as condições de ambiente protegido (IAF ap) e campo (IAF cp) durante todo o ciclo da cultura do pimentão.

Nas Figuras 2 e 3 estão representadas as curvas do índice da temperatura mínima e máxima diária do solo, para o período sem cultura e com cultura do pimentão. A variação do índice da temperatura média diária do solo está representada na Figura 4.

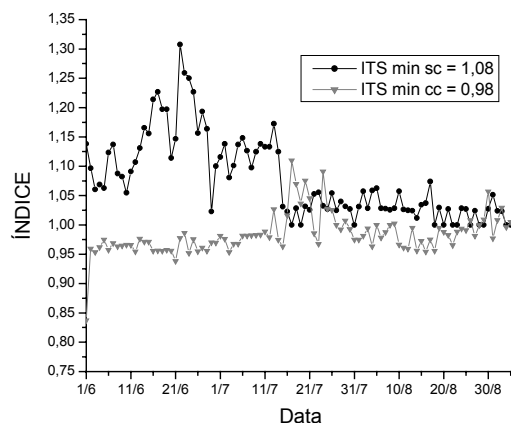


Figura 2. Variação do índice da temperatura mínima diária do solo, para o período sem cultura (ITS min sc) e com cultura do pimentão (ITS min cc), no período coincidente de 97 dias (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

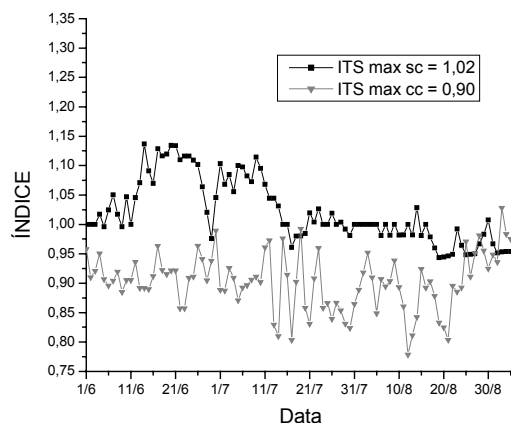


Figura 3. Variação do índice da temperatura máxima diária do solo, para o período sem cultura (ITS max sc) e com cultura do pimentão (ITS max cc), no período coincidente de 97 dias (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

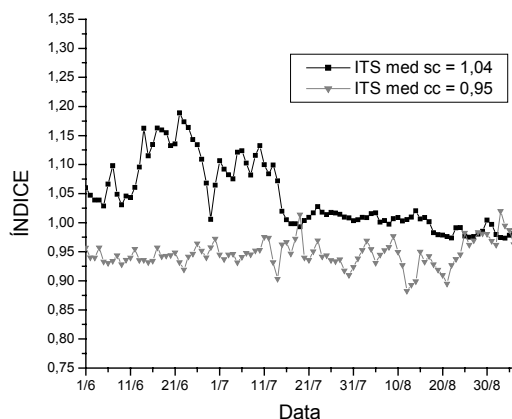


Figura 4. Variação do índice da temperatura média do solo para o período sem cultura (ITS med sc) e com cultura do pimentão (ITS med cc), no período de 01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00.

Observa-se que o índice da temperatura mínima, média e máxima diária do solo foi menor no período com a cultura do pimentão. Sendo a temperatura do solo função da radiação solar global (principalmente da componente direta) que atinge a superfície, e a quantidade de radiação que atingiu a superfície do solo foi menor no período com cultura, devido ao sombreamento do solo pelo dossel da cultura do pimentão, o índice da temperatura do solo para os valores mínimo, médio e máximo, foi menor no período com a cultura do pimentão. No período sem a cultura, como os valores da temperatura do solo na condição de ambiente protegido foram superiores aos encontrados no campo (Quadro 1), e como o índice foi obtido dividindo-se os valores obtidos no ambiente protegido pelos obtidos no campo, os valores do índice foram superiores.

Observa-se também nas Figuras 2, 3 e 4 que, de uma maneira geral, as curvas do índice da temperatura do solo mínima, média e máxima diária no período com cultura apresentaram uma menor variação quando

comparado com o período sem cultura. No período sem cultura há picos do índice nos primeiros dias de análise. Esses picos devem-se a ocorrência de precipitação pluviométrica neste período (Figura 5). Quando da ocorrência de chuvas o solo na condição de campo apresentava sua superfície molhada, conseqüentemente, seus valores de temperatura diminuídos. Ao contrário, o solo na condição de ambiente protegido mantinha-se seco, mantendo sua temperatura superior. Sendo o índice obtido dividindo-se os valores da condição de ambiente protegido pelos obtidos no campo, em dias com ocorrência de precipitação os valores do índice apresentavam valores extremos.

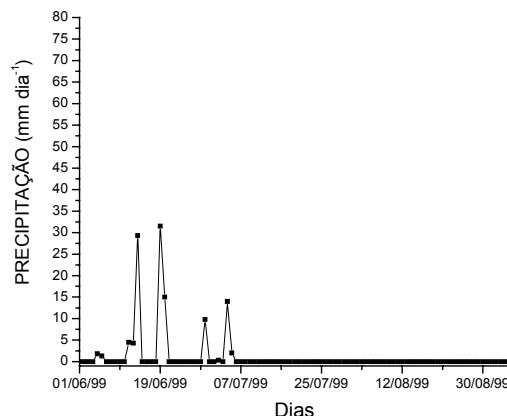


Figura 5. Precipitação pluviométrica para o período de 01/06 a 05/09/99.

5.3 Temperatura e umidade relativa do ar

O Quadro 2 mostra os valores médios da temperatura do ar mínima, média e máxima, no período sem e com cultura do pimentão, nas condições de ambiente protegido (ap) e campo (cp).

Quadro 2. Análise estatística através do teste de Tukey dos valores mínimos, médios e máximos de temperatura do ar em condições de ambiente protegido (ap) e campo (cp) ao longo do período sem e com cultura.

| Temperatura do Ar (°C) (Sem Cultura) | | | | | | Temperatura do Ar (°C) (Com Cultura) | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Mínima | | Média | | Máxima | | Mínima | | Média | | Máxima | |
| ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp |
| 13,76a | 13,98a | 19,61a | 19,22a | 27,30a | 25,29b | 14,89a | 15,29a | 20,28a | 19,85a | 28,48a | 25,78b |

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tanto no período sem quanto no período com a cultura, observa-se não existir diferença significativa entre as condições de ambiente protegido e campo, para os valores médios e mínimos da temperatura do ar a 2m, sendo essa diferença somente observada nos valores máximos. Isto demonstra que o ambiente protegido não apresentou o efeito térmico desejado, uma vez que esse proporcionou um acréscimo na temperatura máxima do ar, e manteve praticamente igual, entre as condições de ambiente protegido e campo, a temperatura média e mínima. Temperaturas do ar superiores no ambiente protegido devem-se, durante as horas de brilho solar, a um gradiente de temperatura do ar que ocorre na condição de ambiente protegido, sendo que os menores valores são encontrados próximos a superfície do solo, e à medida que se aproximava do teto, os valores de temperatura do ar atingiram seus valores máximos (ALPI & TOGNONI, 1991). Como os sensores foram instalados a 2 metros do solo, houve um acúmulo de calor próximo a cobertura do ambiente protegido. No período noturno, parte da energia acumulada foi perdida devido a transmissividade de calor pelo polietileno e principalmente pelo sombrite lateral, mas na média do dia, o valor encontrado na condição de ambiente protegido foi superior ao encontrado na condição de campo. A água aplicada via irrigação não foi suficiente para alterar a temperatura do ar, uma vez que esta foi aplicada diretamente ao solo, próximo ao sistema radicular da planta (sistema de gotejo), na quantidade suficiente para repor as necessidades hídricas da cultura.

Nas Figuras 6 e 7 estão representadas as variações do índice para as temperaturas do ar mínima e máxima diária, respectivamente, em

um período coincidente de 97 dias (01/06 a 05/09/99 e de 01/06 a 05/09/00). O índice da temperatura média diária do ar está representado na Figura 8. De uma maneira geral, os valores obtidos para os três índices (temperatura do ar mínima, média e máxima) foram muito próximos entre os períodos sem e com cultura.

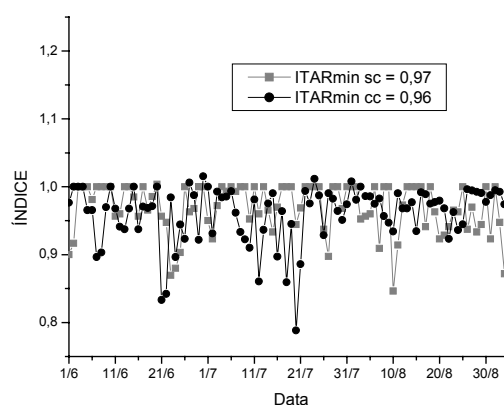


Figura 6. Variação do índice da temperatura mínima diária do ar, para o período sem cultura (ITAR min sc) e com cultura (ITAR min cc), no período estudado (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

No período sem a cultura, o valor da temperatura média diária do ar na condição de ambiente protegido foi 2% superior ao valor da temperatura encontrada no campo e para o período com a cultura, foi 1% superior ao valor da temperatura média diária do ar obtida na condição de campo.

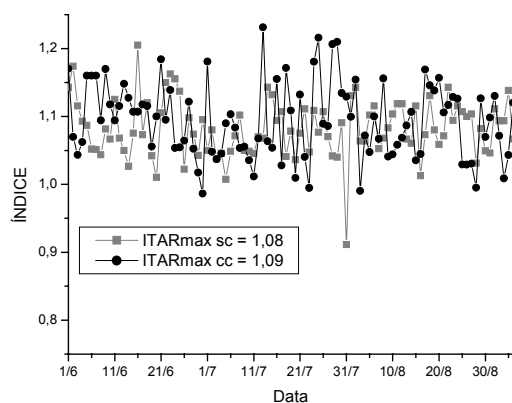


Figura 7. Variação do índice da temperatura máxima diária do ar, para o período sem cultura (e ITAR max sc) e com cultura (ITAR max cc), no período estudado (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

O índice obtido para temperatura mínima diária do ar mostra que, para o período sem cultura, a condição de ambiente protegido foi 3% inferior a temperatura encontrada a campo, e para o período com a cultura, a temperatura mínima diária do ar na condição de ambiente protegido foi 4% inferior a temperatura na condição de campo. Para o período sem a cultura, a temperatura máxima diária do ar na condição de ambiente protegido foi 8% superior à temperatura a campo e para o período com a cultura, foi 9% superior ao valor obtido na condição de campo.

O índice das temperaturas mínimas, médias e máximas diárias do ar para o período sem e com cultura do pimentão, apresentaram

diferenças muito pequenas, o que não caracteriza o efeito da cultura do pimentão sobre o microclima, e torna difícil qualquer afirmativa com relação ao efeito da cultura alterando a temperatura do ar. Efetivamente a cultura do pimentão não influenciou o índice da temperatura do ar.

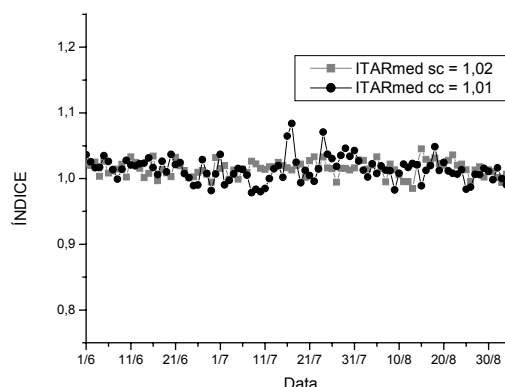


Figura 8. Variação do índice das temperaturas médias diárias do ar para um período coincidente de 01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00, no período sem cultura (ITAR med sc) e com cultura do pimentão (ITAR med cc).

Os valores médios da umidade relativa do ar mínima, média e máxima, nas condições de ambiente protegido (ap) e campo (cp), no período sem e com cultura do pimentão, estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Análise estatística através do teste de Tukey dos valores mínimos, médios e máximos de umidade relativa do ar em condições de ambiente protegido (ap) e campo (cp) ao longo do período sem e com cultura.

| Umidade Relativa do Ar (%) | | | | | | Umidade Relativa do Ar (%) | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (Sem Cultura) | | | | | | (Com Cultura) | | | | | |
| Mínima | | Média | | Máxima | | Mínima | | Média | | Máxima | |
| ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp | ap | cp |
| 40,32a | 44,20b | 65,75a | 67,12a | 87,37a | 87,84a | 41,10a | 46,37b | 66,36a | 67,90a | 87,18a | 87,30a |

Valores seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Diferenças significativas entre as condições de ambiente protegido e campo somente são observadas nos valores mínimos de umidade relativa do ar, tanto no período sem quanto no período com a cultura. Fato este que corrobora com os valores máximos de temperatura do ar (Quadro 2), mostrando existir uma relação inversa entre temperatura e umidade relativa do ar (PEREIRA et al., 1997). O ar apresenta maior capacidade de retenção de vapor d'água com o aumento da temperatura, este funciona então, como um reservatório que se expande/contrai com o aumento/decréscimo da temperatura. Os menores valores de umidade relativa do ar encontrados na condição de ambiente protegido podem estar relacionado com o aumento da temperatura, associado a uma baixa renovação do ar. O polietileno retém essa energia térmica fazendo com que a umidade relativa do ar mantenha-se baixa.

Os valores de umidade relativa do ar, tanto para as condições de ambiente protegido como de campo, são muito variáveis e estão diretamente relacionadas aos valores de temperatura do ar. A medida que a temperatura do ar aumenta, há uma diminuição da umidade relativa, mostrando uma relação inversamente proporcional. Do mesmo modo que a quantidade de água aplicada via irrigação não foi suficiente para alterar a temperatura do ar, esta não alterou a umidade relativa.

Os índices para o período estudado da umidade relativa mínima e máxima diária do ar, estão representados nas Figuras 9 e 10, respectivamente. Observa-se que os índices da umidade relativa mínima e máxima do ar foram superiores no período com a cultura. No período sem a cultura, a umidade relativa mínima na condição de ambiente protegido foi 10% inferior a umidade obtida a campo e no período com cultura, a umidade relativa mínima na condição de ambiente protegido foi 9% inferior a obtida na condição de campo. No período sem a cultura, a umidade relativa máxima na condição de ambiente protegido apresentou o mesmo valor da umidade relativa a campo e para o período com a cultura, a umidade relativa máxima obtida na condição de ambiente protegido foi 1% superior à obtida na condição de campo.

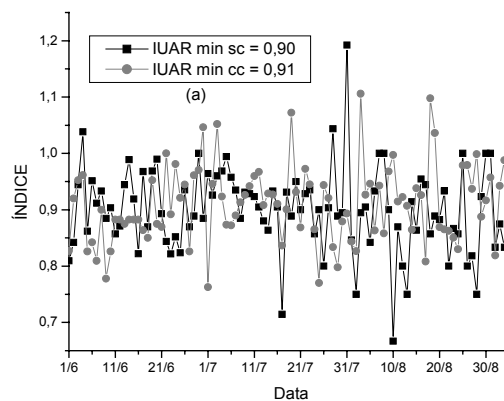


Figura 9. Variação do índice da umidade relativa mínima do ar para o período sem cultura (IUAR min sc) e com cultura do pimentão (IUAR min cc), no período estudado (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

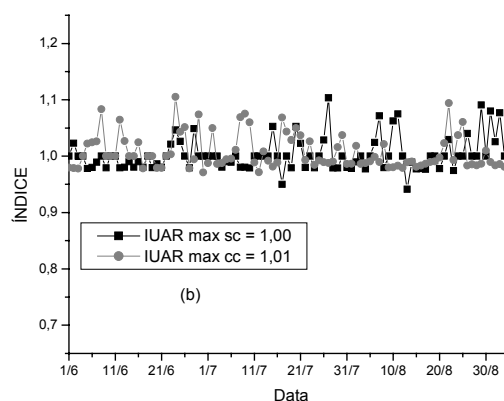


Figura 10. Variação do índice da umidade relativa máxima do ar para o período sem cultura (IUAR max sc) e com cultura do pimentão (IUAR max cc), no período estudado (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

O índice da umidade relativa média diária do ar não apresentou diferença entre os períodos sem cultura e com cultura (Figura 11). O valor médio do índice foi de 0,99 para os dois períodos.

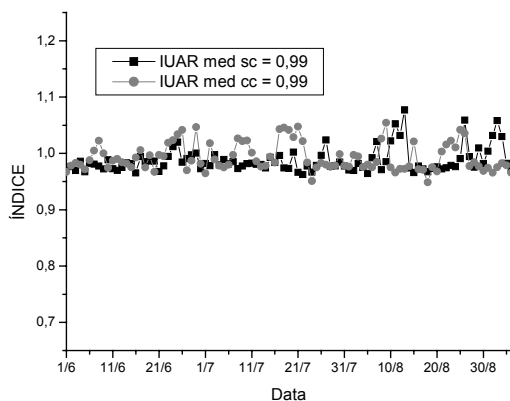


Figura 11. Variação do índice da umidade relativa média do ar no período sem cultura (IUAR med sc) e com cultura do pimentão (IUAR med cc), para o período estudado (01/06 a 05/09/99 e 01/06 a 05/09/00).

Como discutido anteriormente o ar apresenta maior capacidade de retenção de vapor d'água com o aumento da temperatura, deste modo, os índices da umidade relativa mínima, média e máxima do ar não apresentaram diferenças entre o período sem e com cultura do pimentão, do mesmo modo que o índice da temperatura do ar. O que mostra que a cultura do pimentão não contribuiu para alterar os índices destas variáveis.

Os valores encontrados para os elementos ambientais temperatura do ar, do solo e umidade relativa do ar, podem não representar o que realmente está acontecendo no microclima de cultivo. Isto pode estar relacionado com erros na amostragem, quantidade e posição dos aparelhos de medidas. O que parece mais razoável é a obtenção de um perfil de temperaturas e umidades, do solo e do ar, em várias alturas e profundidades e em diferentes locais em cada condição. A sensação, do ponto de vista físico, é que há diferença entre as condições de campo e ambiente protegido, mas essa diferença nem sempre foi registrada pelo sensor.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e analisados ao longo dos períodos sem e com cultura do pimentão (híbrido Margarita), pode-se concluir que:

- A temperatura do solo no período sem cultura foi superior na condição de ambiente protegido, ao contrário, no período com a cultura, valores superiores foram encontrados na condição de campo;
- O efeito da cultura do pimentão alterando o microclima de cultivo foi observado na temperatura do solo, que apresentou menores valores do índice no período com a cultura, uma vez que o dossel funcionou como uma barreira física que impediu que a radiação solar atingisse o solo;
- Para os dois períodos, sem e com cultura, a temperatura do ar foi superior na condição de ambiente protegido para os valores médios e máximos. A condição de campo apresentou valores superiores somente para os valores mínimos. Mostrando que o ambiente protegido não apresentou o efeito térmico desejado;
- A umidade relativa do ar mostrou se comportar de maneira inversa a temperatura do ar, e apresentou valores superiores na condição de ambiente protegido, para o período sem e com cultura;
- Os valores encontrados para o índice da temperatura e umidade relativa do ar no período sem cultura foram muito próximos aos encontrados no período com a cultura, não caracterizando o efeito do pimentão sobre essas variáveis;
- A quantidade de água aplicada via irrigação não foi suficiente para induzir modificações significativas na temperatura e umidade relativa do ar. A temperatura do solo possivelmente foi alterada pela água adicionada pela irrigação, mas essa alteração não pode ser quantificada por esse experimento.

7 AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) por intermédio do processo de número 99/06770-3.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R.; SENTELHAS, P.C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 57-61, 1996.
- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo em invernadero**. 3.ed. Madri: Mundi-Prensa, 1991. 347 p.
- CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Teste de uma equação simples da evapo(transpi)ração potencial baseado na radiação solar extraterrestre e na temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 1993, Campinas. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1993. p. 229-244.
- CANIZARES, K.A.L. A cultura do pepino. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Ed. Unesp, 1998. p. 195-256.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- FARIAS, J.R.B. 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.
- HELDWEIN, A.B. et al. Efeito da cobertura plástica sobre a temperatura mínima do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p. 304-306.
- KLOSOWSKI, E.S. **Determinação do consumo de água em cultura de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambiente protegido**. 2001. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- MELO, A.M.T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. 1997. 112 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- PÁDUA, J.G.; CASALI, V.W.D.; PINTO, C.M.F. Efeitos climáticos sobre o pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 11-13, 1984.
- PEREIRA, A.L. **Cultura do pimentão**. Fortaleza : Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1990. 49 p.
- SCATOLONI, M.E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos**. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- SIVIERO, P.; BERNARDONI, M. Un tutto perperone. **L’ Informatore Agrario**, Verona, v. 46, n.1, p. 73-82, 1990.