

EFEITO DO USO DE OITO TIPO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DO TOMATEIRO EM TRÊS MODELOS DE ESTUFA DE CONSTRUÇÃO ARTEZANAL E SUAS RESPECTIVAS INFLUÊNCIAS MICROMETEOROLÓGICAS

Neville Vianna Barbosa dos REIS¹, Osmar Alves CARRIJO²

INTRODUÇÃO

Duas alternativas de produção agrícola sofrem das dificuldades geradas pelo plantio repetitivo no mesmo local. A produção de hortaliças e flores sob plantio protegido por estufas cobertas por agrofílmicas de plásticos e o plantio em pivô central de instalação fixa. Hoje no Brasil existe uma área estimada de 5000 hectares de estufas usadas no plantio protegido de hortaliças e flores. As estufas são em sua maioria de construção artesanal de madeira ou ferro não galvanizado e estima-se que mais de 80% tenham longevidade superior a 10 anos (Neville, 2000). As hortaliças mais plantadas em estufas são alface, tomate, pimentão e pepino, cujos ciclos culturais são relativamente curtos, propiciando a oportunidade de obter-se várias safras dessa cultura no mesmo ambiente desde que as condições de mercado lhe sejam propícias para sua realização. Entretanto a prática da monocultura traz como conseqüências o desbalanceamento de nutrientes, a toxicidade causado pelo excesso de agrotóxicos e a ocorrência de pragas e doenças. Todos estes fatores pode ocasionar uma redução drástica na produção e produtividade e rentabilidade do produtor. Com isso tem-se uma oferta menor do que a procura, desabastecimento, desestímulo do produtor, aviltamento de preços e desinteresse de consumo por parte do consumidor. A Embrapa Hortaliças preocupada com a sua missão institucional vem desenvolvendo tecnologia que permita a sobrevivência do plantio protegido de hortaliças nas condições de sócio-economia brasileira. Incluem-se entre outras, o controle de microclima com o desenvolvimento de modelos de estufas de construção artesanal que se coadune com a diversidade climática do País, bem como, o uso de substratos orgânicos produzidos a partir de recursos naturais encontrados em nossa biodiversidade (Carrijo,2002).

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças da Embrapa, em Brasília-DF com latitude de 15°56'00"; longitude:48°08'00" e altitude de 997 m. Os modelos de estufa foram capela, teto em arco e teto convectivo, ligeiramente adaptadas para reproduzirem as condições micrometeorológicas das principais regiões produtoras de hortaliças do Brasil. A cultura utilizada foi tomate, híbrido Duradoro plantado em sistema hidropônico aberto. O contentores utilizados foram bisnagas de plástico com os substratos: casca de arroz parcialmente carbonizada, casca de arroz crua, cnph, fibra de coco verde, comercial, lâ de rocha, maravalha e pó de serra (Carrijo,2002). Os tratos culturais foram os normalmente recomendados para a cultura. As estufas possuíam 8 m de largura por 50m de comprimento e altura do pé direito de 2,80 m construídas na direção dos ventos

predominantes, Nordeste-Sudoeste. Os modelos de estufa capela e teto em arco foram cortinadas de tela clarite de 50% de porosidade. Enquanto o modelo de teto convectivo foi obtido a partir da adaptação de uma estufa modelo teto em arco de dois telhados de tamanhos diferentes e convergentes, onde, o telhado maior foi inclinado em um ângulo de 33 ° e o menor a 22°. A diferença de altura dos dois telhados formou uma abertura pórtico de 80 cm de altura. Tal sistema permite a circulação de calor e massa de forma convectiva forçada. As estufas foram cobertas com plástico de polietileno de baixa densidade de 150 µm de espessura. Os parâmetros micrometeorológicos registrados foram radiação solar, umidade e temperaturas, com a utilização de sensores bimetálicos de temperatura, de umidade e de monitoração solar. A tecnologia de avaliação micrometeorológicas foram as sugeridas por Evans (1963), Bakker et ali(1995) e os de rendimento culturais, peso e número de frutos comercializáveis. Para avaliar o balanço de energia (calor) no interior dos três modelos de estufas foi analisado o transporte do fluxo de calor da superfície do solo para o interior da estufa e vice-versa em função das temperaturas, com o uso da equação de Stefan Boltzman [$\Delta E = \sigma (T_2^4 - T_1^4)$].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se as 9:00 horas uma similaridade na transmitância do fluxo solar nas densidades máxima, média e mínima entre os três modelos de estufa. Entretanto, este comportamento não foi observado as 12:00 horas quando o sol está próximo de sua passagem pelo meridiano local. Neste instante os raios solares incidem verticalmente sobre as superfícies normais. Quanto maior for o ângulo de inclinação do telhado, maior será reflexão da radiação incidente e menor a captação e transmitância de energia global para o interior da estufa. Estes resultados podem ser explicados baseado na lei de Lambert, $I = I_0 \cdot \cos \alpha$ (onde I é a radiação incidente em uma superfície normal, $\cos \alpha$ é o co-seno do ângulo formado entre os raios solares incidentes e a superfície). Esta é a razão pela qual os modelos capela e teto em arco com menor inclinação angular dos telhados (capela 22 ° e teto em arco formato parabólico invertido com ângulo de curvatura de aproximadamente 12 °) terem índice de captação de radiação global maior do que dos telhados do modelo teto convectivo com inclinações de 33° para o telhado maior e 22 ° para o telhado menor. O balanço de radiação solar no interior da estufa é semelhante ao observado a céu aberto, obviamente tomando-se em consideração as devidas modificações microclimáticas impostas pelo aprisionamento do ar. Usando a equação de Stefan Boltzman pode-se fazer as seguintes inferências:

Dos 483 watts do fluxo radioativo solar que adentraram a estufa capela às 9:00 horas e penetram no substrato até a profundidade de 5 cm, apenas 36 watts foram utilizados no processo de aquecimento do substrato, enquanto 447 watts são destinados aos processos de aquecimento, evaporação, condensação, fotossíntese e respiração das plantas. Em média foi utilizado 70 % do saldo de radiação exclusivamente no processo de evaporação (transporte de massa-vapor);

Na estufa modelo teto em arco com uma captação de 436 watts, 42 foram usados no substrato para o processo de aquecimento com um saldo de radiação 394 watts para os processos de trocas físicas;

Dos 492 watts que adentraram a estufa teto convectivo, 46 foram usados na componente de aquecimento do substrato com um saldo de 446 watts para os demais processos físicos;

Às 12:00 horas quando da passagem do sol pelo meridiano local a penetração da radiação solar fez-se de maneira quase perpendicular aos telhados das estufas, nestas circunstâncias as estufas de modelos teto convectivo e capela utilizaram toda radiação que adentrou em ambas (346 e 386 watts, respectivamente) nos processos de aquecimento, evaporação, fotossíntese e respiração não havendo compartilhamento com o componente de solo, devido, provavelmente ao melhor adensamento foliar da cultura de tomate que fazia parte do teste de substratos em sistema de hidroponia aberto. Apenas a estufa modelo teto em arco apresentou um saldo de solo de 26 watts. Em seu deslocamento na direção do ocaso, os raios solares voltaram novamente a se inclinarem, permitindo a penetração da radiação em certas parte do solo das estufas, nestas circunstâncias, observou-se saldos de radiação do componente solo de 51, 39 e 38 watts para as estufas modelos teto convectivo, teto em arco e capela respectivamente.

A análise dos dados de umidade evidenciaram que a estufa modelo teto convectivo teve valores de umidade relativa superior em 19% às observadas na estufa modelo teto em arco e de 38% em relação a estufa modelo capela, no horário das 9:00 h. Esta tendência permaneceu no horário das 12:00. Entretanto houve uma inversão às 16 horas, os maiores valores foram assumidos pelas estufas de teto em arco e capela 34 e 30% , respectivamente, ficando a estufa de teto

convectivo com o menor valor médio, 24 %. Este comportamento no transporte de massa (vapor d'água) é devido a que a estufa modelo teto convectivo atuou sob ação de uma convecção de ar forçado, corroborado pelo fato de que este modelo ter as menores temperaturas interna nos períodos de observação das 9:00 e 12:00 h. Enquanto que as estufas modelos capela e teto em arco, não possuem janela póstico para transporte de calor e massa em sua parte superior, como é o caso da estufa modelo de teto convectivo. Em suma as modificações causaram uma diminuição no coeficiente Nusselt, e a redução no transporte de energia (calor) e massa (vapor d'água).

A maior produtividade em peso (12,1 kg m⁻²) e número de frutos comerciais (103 frutos m⁻²) foi obtido com a estufa com teto convectivo;

O maior peso médio por fruto foi observado com o uso da estufa modelo capela (143,1g) que diferiu dos valores obtidos na estufas modelos teto convectivo (127,6g) e estufa teto em arco (122,3g); Os tipos de substrato, exceto a lâ de rocha e o substrato comercial, não influenciaram a produtividade e número de frutos comerciais do tomateiro. A menor produtividade obtida com o substrato comercial foi em função de um menor numero de plantas provocado por uma contaminação com murcha bacteriana.

Referências bibliográficas

EVANS, L.T. *Environmental Control of plants Growth*. London: Academic Press, 1963.449 p.

BAKKER, J.C.; BOT, G.P.A; CHALLA, H; Van de BRAAK, N.J. *Greenhouse Climate Control*. Wageningen : Wageningen Pers, 1995. 279 p.

REIS, N.V.B. dos; CARRIJO, O.A. *Material de coberturas e cortinamento: durabilidade e transparência e radiação solar*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 8p. Trabalho apresentado no 11. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000.

CARRIJO, O. A. ; LIZ, R. S. de; MAKISHIMA, N. *Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola*. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-540, 2002.

¹ Pesquisador em Agrometeorologia e Plantio Protegido de Hortaliças – Embrapa Hortaliças – Caixa Postal 218 – CEP 70359-970 – Brasília – DF - E-mail: neville@cnpq.embrapa.br

² Pesquisador em Irrigação de Hortaliças – Embrapa Hortaliças.