

AValiação DA MÁXIMA EVAPORAÇÃO DE ÁGUA LIVRE NO INTERIOR DE UMA ESTUFA DE PLÁSTICO TRANSPARENTE

**Roberto SINÍCIO¹; Carlos A. de P. SAMPAIO²; William A.B. DOMMAR³;
Maurício KUSUNOKI³; José F. GAMARANO⁴**

RESUMO: Esta pesquisa determinou o potencial máximo de evaporação de água livre no interior de uma estufa de plástico e seu rendimento térmico, com ventilação e sem ventilação natural pelas laterais. O teste foi realizado para dias de céu claro, parcialmente nublado e totalmente encoberto. Os resultados mostraram que a estufa apresentou rendimento térmico variando de 3,0% a 19,2%.

PALAVRAS-CHAVE: Estufa, rendimento térmico

ABSTRACT: This research determined the potential evaporation of free water in a greenhouse and its termic income, nonaerated and with lateral aeration. The test was taken in three different days: uncloudly, partially cloudy and completely cloudy. The results showed that greenhouse presented a termic income between 3.0 and 19.2%.

KEYWORDS: Greenhouse, income termic

INTRODUÇÃO: A estufa é uma construção onde usa como material de cobertura filmes plásticos. O controle do ambiente em estufas não climatizadas é realizado pelo manejo das aberturas e o calor é obtido pelo efeito estufa. A estufa, muitas das vezes não desempenha o seu potencial térmico máximo, seja por problema de engenharia de construção, seja por manejo inadequados das aberturas para ventilação. Uma metodologia para determinar a eficiência térmica da estufa permitirá detectar problemas de engenharia na sua estrutura.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi realizado na área experimental do Centro de treinamento em Armazenagem, em Viçosa, Minas Gerais. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen é cwa (quente, temperado, chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente). Foi construído uma estufa de plástico, tipo capela, estrutura em madeira, com 10 m de comprimento, 5 m de largura e 2,2 m de pé-direito. Obteve-se convecção do ar no interior da estufa por aberturas laterais e lanternin. Foram construídos seis estaleiros de madeira e bambu, possuindo cada estaleiro três níveis. Nos testes para avaliação do

¹Engenheiro de Alimentos, Ph. D. (Pesquisador do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem-Centreinar -Campus da UFV - Av. P. H. Rolfs, s/n, CEP 36571-000, Viçosa-MG, Fone (031) 899-2783.

²Professor, Dep^{to} de Engenharia Rural - CAV- UDESC, Av Luiz de Camões, 2090- CP 281 - CEP 88520-000 - Fone (049)225-2866 Fax: (049)225-3401 - LAGES - SC.

³Engenheiro Agrícola (Bolsista de Aperfeiçoamento - CNPq).

⁴Estudante de Engenharia Agrícola (Bolsista do CNPq).

potencial de evaporação de água livre no interior da estufa, seguiu-se a metodologia proposta pelo programa CYTED-D (Programa de Ciências e Tecnologia para o Desenvolvimento), em que 30% da área total da estufa foi coberta com bandejas com água. Durante os testes foram medidas as seguintes variáveis ambientais: temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação pluviométrica, temperatura do solo a 5, 15 e 40 cm de profundidade e radiação solar global e as seguintes variáveis no interior da estufa: temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, temperatura radiante efetiva, radiação solar difusa, quantidade de água evaporada e temperatura do solo a 5, 15 e 40 cm de profundidade. O teste consistiu em preencher as bandejas com água até uma altura de 2 a 3 cm. A cada 24 horas, sempre ao por do sol fazia-se a recarga do volume de água evaporada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O Quadro 1 mostra que a transmitância média real da estufa para a radiação solar global foi de 60,0% para os três dias típicos. O maior rendimento térmico ocorreu para dia de céu totalmente encoberto com ventilação, tendo rendimentos médios para dia de céu parcialmente nublado sem ventilação e para céu claro com ventilação na estufa. Os menores rendimentos térmicos ocorreram para dias de céu encoberto e claro sem ventilação e parcialmente nublado com ventilação. Isto mostra que a estufa teve pouca capacidade para retenção de calor quando a taxa de energia incidente foi alta. Em teste de laboratório, a transmitância do plástico na zona do ultravioleta visível e perto do infravermelho entre 300 e 1100 nanômetro foi cerca de 90%. No espectro infravermelho verificou-se que o plástico não possui tratamento químico para dificultar a transmitância neste comprimento de onda, fator que contribuiu para diminuição do rendimento térmico da estufa. A Figura 1 mostra que a umidade no interior na estufa foi na maioria das vezes inferior ao ambiente. A Figura 2 mostra que a temperatura no interior na estufa foi na maioria das vezes superior ao ambiente.

CONCLUSÕES: Conclui-se que as bandejas do nível superior do estaleiro evaporaram maior quantidade de água. A temperatura ambiente interna da estufa chegou a ficar até 7 °C superior ao ambiente externo. A umidade relativa interna com ventilação foi inferior a umidade externa para todas as situações. As temperaturas do perfil do solo a 5 cm de profundidade foi na maioria das vezes superior ao ambiente na mesma profundidade. A 15 cm, a temperatura na estufa foi superior ao ambiente de 1 a 3 °C. Na profundidade de 45 cm, as temperaturas tiveram valores próximos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BELTRAN, R. G.; HUERTAS, J. I.; BONILLA, J. LÓPEZ, I. A. **Secador solar**. Dep. de Ingenieria Mecânica, Universidade de Los Andes. Bogotá, Colômbia. 1989.
- PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J. R.; MOONEY, H. A.; RUNDEL, P. W. **Plant physiological ecology: field methods and instrumentation**. New York, Chapman and Hall, 1989. 442 p.
- SGANZERLA, E. Nova agricultura: **a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1986.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva: Fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo, Nobel, 1980. 373p.

Quadro 1- Condições climáticas médias; rendimento e transmitância do plástico observadas durante o teste de evaporação de água livre das bandejas.

Dia	T _{ar} (°C)	UR _{ar} (%)	V _{vto} (m.s ⁻¹)	P _{pluv} (mm)	Rad. Solar (Wh/m ² /dia)		H ₂ O evaporada kg/m ² est/dia	Rend (%)	Tr (%)
					Amb.	Estufa			
teca	16,6	85,8	1,6	0,1	1210	1083	0,3480	19,2	89,5
tesa	20,9	76,2	1,5	5,4	2257	2009	0,1008	3,0	89,0
pnca	23,9	81,0	1,0	0,0	4923	2642	0,6360	8,7	53,7
pnsa	32,1	63,5	1,2	0,0	3215	2212	0,7112	14,8	68,8
cca	22,7	78,0	1,0	0,0	5959	2370	0,8328	9,4	40,0
csa	36,1	48,4	1,3	0,0	6312	3906	0,8000	8,5	61,9

teca e tesa- céu totalmente encoberto com e sem abertura lateral na estufa; pnca e pnsa-céu parcialmente nublado com e sem abertura lateral na estufa; cca e csa- céu claro com e sem abertura lateral na estufa; . T_{ar} e UR_{ar}- temperatura e umidade relativa do ar ambiente, respectivamente; V_{vto} - velocidade do vento; P_{pluv}- precipitação pluviométrica; Rad. Solar- energia solar; Rend- rendimento; Tr- transmitância.

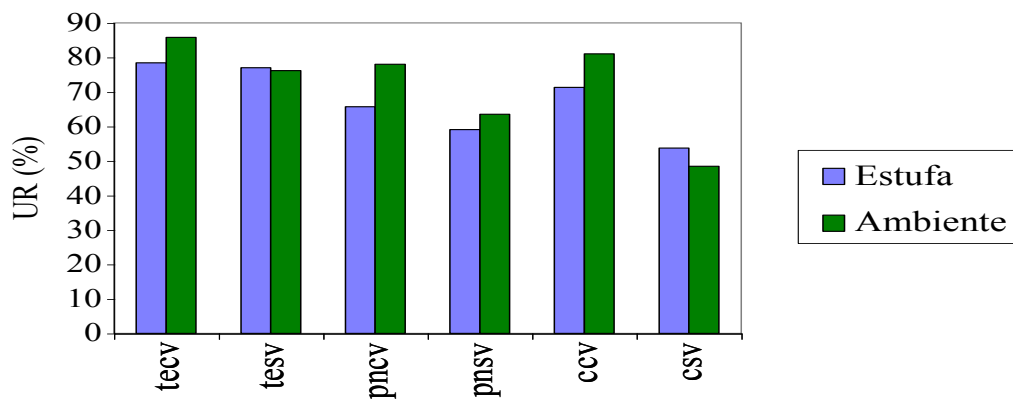


Figura 1- Umidade relativa às 9, 14 e 18 horas solar para os dias típicos.

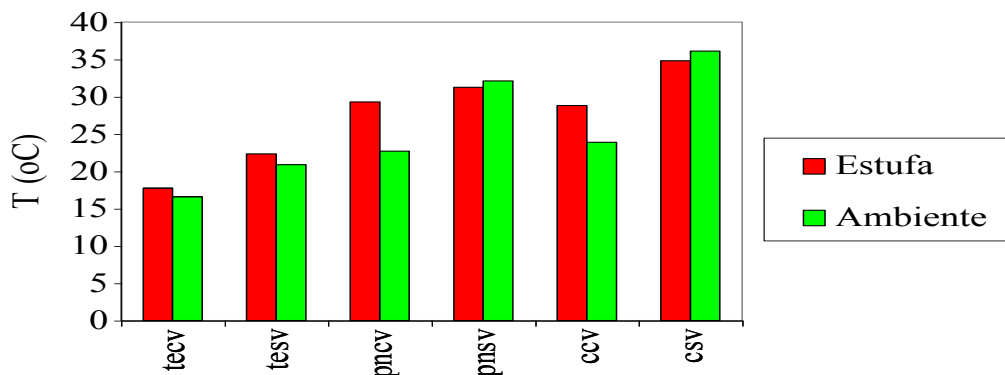


Figura 2- Temperatura às 9, 14 e 18 horas solar para os dias típicos.