

APLICAÇÃO DE UM ALBEDÔMETRO NO BALANÇO DE RADIAÇÃO DA CULTURA DE ALFACE (*Lactuca sativa*, L) EM ESTUFA DE POLIETILENO

Valéria de Almeida FRISINA¹; João Francisco ESCOBEDO²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o balanço de radiação durante o ciclo da cultura de alface (*Lactuca sativa* L., cv. Verônica) em uma estufa tipo túnel com cobertura de polietileno (100 µm), comparado a uma área externa. O saldo de radiação (SR) foi monitorado por um saldo radiômetro REBs e as radiações global (rG) e fração da global refletida (rR) foram medidas por albedômetros construídos na Estação de Radiometria Solar de Botucatu/SP. Na aquisição dos dados foi utilizado um DATALOGGER CAMPBELL 21X, programado para efetuar leituras geradas a cada 5 segundos e armazenar a média de 300 leituras. Os resultados mostraram que, durante o ciclo da alface, o saldo de radiação total teve comportamento similar fora e dentro da estufa, correspondendo, em média, a 59.96% da radiação global na área externa e a 69.36% no interior da estufa.

INTRODUÇÃO

Em vários países, as estufas de polietileno têm sido amplamente utilizadas na produção de culturas agrícolas, por fornecerem microclimas amenos, livres de excessos de chuvas e radiação solar. No Brasil, a produção em casas de vegetações também está ganhando espaço, despertando o interesse de vários pesquisadores em estudar os parâmetros físicos e agrometeorológicos no interior das estufas, modificados por suas coberturas plásticas (SOUZA, 1996; FARIAS, 1993; BURIOL, 1995 e CAMACHO, 1995).

Objetivou-se no presente trabalho, realizar um estudo do balanço de radiação no interior da estufa de polietileno, durante o ciclo da cultura de alface.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação de Radiometria Solar de Botucatu/SP, com coordenadas geográficas 22°54' sul e 48°27' oeste, a uma altitude de 850m. As condições climáticas locais apresentam uma temperatura média anual do ar de 20.6°C; precipitação média anual de 1506.3 mm e evapotranspiração média anual de 692 mm. As áreas utilizadas no cultivo da alface foram duas: em ambiente externo com 35 m² e a segunda, em ambiente fechado, dentro de uma estufa de polietileno, também com 35 m². A casa de vegetação utilizada foi uma estufa tipo túnel com cobertura de polietileno (100 µm), de cor levemente esverdeada, com as seguintes dimensões: 7 m de comprimento; 5 m de largura e 4 m de altura do pé direito.

A variedade de alface (*Lactuca sativa*, L) utilizada foi a Verônica, cultivar de verão, com folhas crespas. As sementes peletizadas foram semeadas em bandejas de isopor, com o substrato "plantimax hortaliças HA", e adubadas à base de nitrato de amônio e nitrato de potássio. No plantio, utilizou-se espaçamento 0.30m x 0.30m nos dois ambientes e o ciclo teve uma duração de 42 dias (de 01/09/96 a 11/11/96).

As radiações global e fração da radiação global refletida externas e internas foram monitoradas por dois albedômetros construídos na Estação de Radiometria Solar de Botucatu, com fatores de calibração: $K_{rGex} = 8.13 \times 10^{-6} \text{ Vm}^2/\text{W}$; $K_{rRex} = 12.86 \times 10^{-6} \text{ Vm}^2/\text{W}$; $K_{rGin} = 15.30 \times 10^{-6} \text{ Vm}^2/\text{W}$; $K_{rRin} = 15.30 \times 10^{-6} \text{ Vm}^2/\text{W}$. Através da diferença entre as radiações global e refletida, foram obtidos os saldos de radiação de ondas curtas (SRoc = rG - rR). O saldo de radiação total foi monitorado por dois saldo radiômetros REBs com fatores de calibração fornecidos pela fábrica, iguais a $K_{SRex} = 75.80 \times 10^{-6} \text{ Vm}^2/\text{W}$ e $K_{SRin} = 79.50 \times 10^{-6} \text{ Vm}^2/\text{W}$. O saldo de radiação de ondas longas foi obtido pela diferença entre o saldo de radiação total e o saldo de radiação de ondas curtas (SRol = SR - SRoc).

¹ Estudante de pós-graduação em Energia na Agricultura/FCA/UNESP/Botucatu/SP.

² Departamento de Ciências Ambientais/FCA/UNESP/Botucatu/SP; CP 237; TEL (014) 8213883; FAX (014) 821 3438.

O sistema de aquisição de dados constituiu-se de uma UNIDADE de ARMAZENAMENTO e uma CENTRAL de PROCESSAMENTO de dados, compostos por um DATALOGGER 21X da CAMPBELL de oito canais interligado a uma placa MULTIPLEX AM 416 de 32 CANAIS e a um microcomputador 486 DX2. Os dados foram coletados na frequência de 1 Hz e armazenados na forma de média de 300 leituras ou 5 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 (a e b) mostra curvas das radiações global (rG), refletida (rR), saldo de radiação de ondas longas (SRol) e saldo de radiação total (SR) para um dia de céu parcialmente limpo (09/11/96), monitoradas nas áreas externa ("ex") e interna à estufa ("in"), respectivamente.

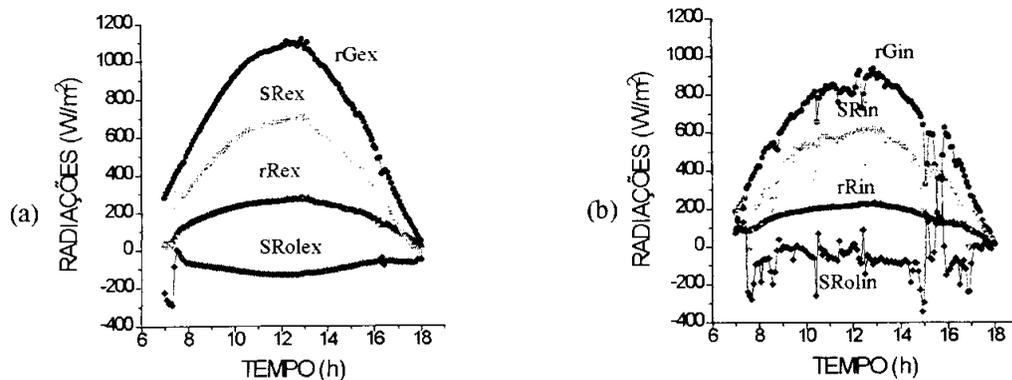


Figura (1): Curvas das radiações global, refletida, saldo de radiação de ondas longas e saldo de radiação total para um dia de céu parcialmente limpo (09/11/96), na área externa (a) e estufa (b).

A área integrada abaixo das curvas forneceu os valores das energias correspondentes às radiações: $rG_{ex} = 29,38 \text{ MJ/m}^2$; $rG_{in} = 23,85 \text{ MJ/m}^2$; $rR_{ex} = 7,53 \text{ MJ/m}^2$; $rR_{in} = 6,22 \text{ MJ/m}^2$; $SR_{ex} = 15,89 \text{ MJ/m}^2$; $SR_{in} = 15,11 \text{ MJ/m}^2$; $SR_{olex} = -5,96 \text{ MJ/m}^2$ e $SR_{olin} = -2,52 \text{ MJ/m}^2$.

A figura 2 (a e b) mostra curvas das radiações global, refletida, saldo de radiação de ondas longas e saldo de radiação total para um dia de céu nebuloso (03/11/96), monitoradas nas áreas externa e interna à estufa, respectivamente.

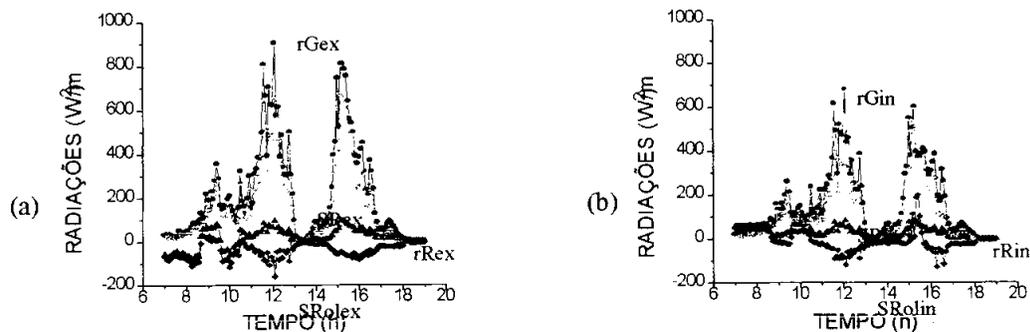
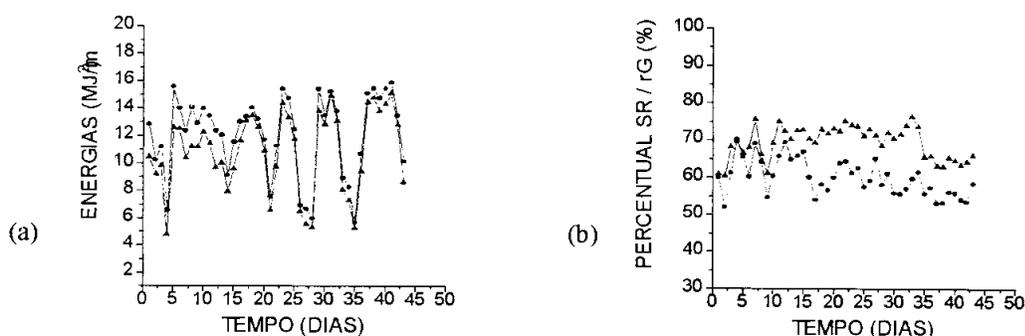


Figura (2): Curvas das radiações global (●), refletida (Δ), saldo de radiação de ondas longas (○) e saldo de radiação total (▽) para um dia de céu nebuloso (03/11/96), na área externa (a) e estufa (b).

Os valores das energias correspondentes às radiações no dia 03/11/96 foram: $rG_{ex} = 10,23 \text{ MJ/m}^2$; $rG_{in} = 8,03 \text{ MJ/m}^2$; $rR_{ex} = 3,07 \text{ MJ/m}^2$; $rR_{in} = 1,96 \text{ MJ/m}^2$; $SR_{ex} = 5,69 \text{ MJ/m}^2$; $SR_{in} = 5,25 \text{ MJ/m}^2$; $SR_{olex} = -1,47 \text{ MJ/m}^2$ e $SR_{olin} = -0,82 \text{ MJ/m}^2$.

A figura (3a) mostra os valores de energias dos saldos de radiação durante os 42 dias do ciclo da alface externa e interna. A figura (3b) mostra os valores do saldo de radiação em relação à radiação global.



Figura(3): a)Curvas de energias diária (MJ/m^2) do saldos de radiação total externo SR_{ex} e interno SR_{in} durante o ciclo da cultura: b) Curva dos percentuais $\text{SR}_{\text{ex}}/\text{rG}_{\text{ex}}$ e $\text{SR}_{\text{in}}/\text{rG}_{\text{in}}$ ("•" = ex; "Δ" = in).

A figura (3a) mostra, através dos valores de energias, que os saldos de radiação na cultura externa e interna apresentaram comportamentos similares, sendo ligeiramente maiores na cultura externa. A variabilidade dos valores das energias são consequências das variações de densidade de fluxo da radiação global durante o experimento, apresentando os limites entre $6,53 \text{ MJ/m}^2$ e $15,40 \text{ MJ/m}^2$ para a cultura externa e $4,76 \text{ MJ/m}^2$ e $14,35 \text{ MJ/m}^2$ para a cultura interna. Em termos de valores médios, o saldo de radiação externo apresentou valor de $12,10 \text{ MJ/m}^2$ com desvio padrão de $2,94$ e o interno, média de $10,84 \text{ MJ/m}^2$ e desvio padrão de $2,92$. Estatisticamente, estes valores podem ser considerados iguais.

De acordo com a figura (3b), pode-se observar que o percentual do saldo de radiação em relação à radiação global, nos dois meios, foi crescente ao longo dos dez primeiros dias e apresentou, posteriormente, uma ligeira tendência de decréscimo. Do 10° dia até o 20° , os percentuais permaneceram relativamente constantes e, a partir do 25° dia, ocorreu uma ligeira tendência de decréscimo.

Em termos médios, o percentual do saldo de radiação em relação à radiação global foi de $59,96\%$ com coeficiente de variação $4,78$ para a cultura externa e $69,36\%$ com coeficiente de variação de $4,40$ para a cultura interna. Estatisticamente, os valores podem ser considerados ligeiramente diferentes.

CONCLUSÕES

O saldo de radiação externo apresentou, durante o ciclo da alface, energia diária média de $12,10 \text{ MJ/m}^2$ com coeficiente de variação $2,94$ e o interno, média de $10,84 \text{ MJ/m}^2$ e coeficiente de variação $2,92$, podendo, estatisticamente ser considerados iguais. O percentual do saldo de radiação em relação à radiação global foi de $59,96\%$ com coeficiente de variação $4,78$ para a cultura externa e $69,36\%$ com coeficiente de variação de $4,40$ para a cultura interna, o que estatisticamente representou valores ligeiramente diferentes.

BIBLIOGRAFIA

- BURIOL, G.A.STREECK, N.A.; PETRY et al. Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.
- CAMACHO, M.J.; ASSIS, F.N.; MARTINS, S.R. Avaliação de Elementos Meteorológicos em Estufa Plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 3, p. 19-24, 1995
- FARIAS, J.R.B. et al. Efeitos da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 1, n.1, p. 31-36, 1993.
- SOUZA, J.L. Saldo Radiômetro com Termopilha de Filme Fino e Aplicação no Balanço de Radiação e Energia em cultivo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) com e sem cobertura de polietileno. **Tese de doutorado**. FCA/UNESP/BOTUCATU/SP. 174 p., 1996.
- Apoio Financeiro: FAPESP (95/6952-3; 95/7022-0).