

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 3, p. 1-4, 1995.

Aprovado para publicação em 22/02/95.

RADIAÇÃO LÍQUIDA E TEMPERATURA DE FOLHA NO INTERIOR DE ESTUFA COM COBERTURA PLÁSTICA, DURANTE O PERÍODO NOTURNO¹.

NET RADIATION AND LEAF TEMPERATURE NOCTURNAL INSIDE PLASTIC GREENHOUSE

José Eduardo Macedo Pezzopane², Mário José Pedro Júnior³, Altino Aldo Ortolani³ e Newton Meyer⁴.

RESUMO

Considerando que a caracterização microclimática no interior de estufas ainda é pouco conhecida, nas regiões Sul e Sudeste do País, na execução deste trabalho procurou-se verificar as variações da radiação líquida e da temperatura das folhas de seringueira durante o período noturno, provocadas por esse ambiente parcialmente protegido. Foi possível observar que a perda de energia radiante durante o período noturno foi sempre menor no interior da estufa, principalmente em noites de céu limpo. A temperatura das folhas foi sempre maior no interior da cobertura plástica, em dias nublados ou não.

Palavras-chave: estufa, radiação líquida, temperatura de folha.

SUMMARY

Microclimatic measurements in a plastic greenhouse were carried out during the winter season, in Campinas (Brazil), with special attention to the net radiation and leaf temperature of *Hevea sp.*. For the experimental local conditions the radiation loss in the greenhouse was always lower than outside, resulting in an increasing of night leaf temperature under protected conditions.

Key words: greenhouse, net radiation, leaf temperature.

¹Parte da dissertação do primeiro autor como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Agrometeorologia (ESALQ/USP)

²Eng^o Florestal, MS, Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo, C.P. 16, CEP 29500-000, Alegre, ES.

³ Eng^o Agrônomo, DR, Seção de Climatologia Agrícola (IAC), C.P. 28, CEP 13001-970, Campinas, SP. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

O uso de estufa coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) tem crescido muito, principalmente nas Regiões Sul e Sudeste do País, como alternativa de proteção às adversidades meteorológicas.

De acordo com TAPIA (1981) e ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE (1988) o PEBD transmite até 80% de radiação de onda longa, e sendo assim o efeito estufa, ou seja, a retenção de ondas longas, seria pequeno. Outros tipos de plásticos, os chamados "plásticos térmicos", como, por exemplo, aqueles que contém o copolímero EVA, tem transparência menor à radiação de onda longa, diminuindo assim a perda noturna de energia, evitando a queda acentuada da temperatura do ar (MARTIN et al., 1982; BRUN & LAGIER, 1983; ROBLEDO DE PEDRO, 1987; GILBY, 1989; MOUGON et al., 1989).

Apesar da alta transparência, de acordo com BURIOL et al. (1993), em noites de temperaturas baixas, uma pequena redução na perda de energia radiante pode ser significativa na taxa de resfriamento do ar.

Considerando que a caracterização microclimática no interior de estufas ainda é pouco conhecida, nas Regiões Sul e Sudeste do País, na execução deste trabalho procurou-se verificar as variações da radiação líquida e da temperatura das folhas durante o período noturno, provocadas por esse ambiente parcialmente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Centro Experimental de Campinas do Instituto Agrônomo (latitude: 22° 54' S, longitude: 47° 05' W e altitude: 669 m). As medidas foram realizadas em dois canteiros de porta-enxertos ensacolados de seringueira, com cerca de 0,4 m de altura, sendo as linhas espaçadas de 1,0 m. Um canteiro foi instalado no interior de uma estufa e o outro a céu aberto.

As medidas foram realizadas no ano de 1993, em uma noite com céu limpo (6 de outubro), outra nublada (8 de setembro) e duas parcialmente nubladas (9 e 10 de setembro).

Utilizou-se uma estufa com telhado em arco, coberta com polietileno de baixa densidade (PEBD), com 0,1 mm de espessura. As laterais foram fechadas com o mesmo material, mas com 0,05 mm de espessura.

Na determinação da radiação líquida foi utilizado um radiômetro tipo "net pyrradiometer", fabricado por Middleton & Co. Pty Ltda. As medidas foram realizadas no centro de cada canteiro, a um metro de altura, no período noturno em intervalos de 30 minutos.

⁴ Engº Agrônomo, estagiário da Seção de Climatologia Agrícola (IAC).

A determinação da temperatura das folhas foi feita através de um termômetro infra-vermelho modelo HPM-D (Pyrovar Digital). As observações foram realizadas sempre em folhas do terço superior da planta, totalmente expostas e posicionadas no sentido horizontal. As medidas eram feitas com intervalo de uma hora, com cinco repetições, em diferentes folhas de plantas situadas na parte central do canteiro.

A temperatura do ar foi medida com termômetro de resistência de platina, instalado em um microabrigo a 0,5 m de altura situado no centro de cada canteiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a ausência da radiação solar no período noturno, o balanço de radiação passa a ser controlado apenas pelas trocas de energia emitida pela superfície e pela contra-radiação (energia emitida pela atmosfera em direção da superfície terrestre), o que resulta em valores negativos de radiação líquida (GEIGER, 1961; MONTEITH, 1973).

Analisando a Figura 1 é possível observar que a perda de energia radiante é menor no interior da estufa, tanto em noite com céu limpo, nublada ou parcialmente nublada. Na figura 1a, noite com céu limpo, no período das 19 às 23 horas, a perda de energia variou, em média, de 76 W.m^{-2} no canteiro externo para 35 W.m^{-2} no canteiro dentro da estufa, evidenciando uma troca de energia radiante entre a cobertura plástica e a superfície.

As medidas efetuadas em noite nublada (Figura 1b) mostraram que, devido a maior contra-radiação atmosférica (GEIGER, 1961; VIANELLO & ALVES, 1991), a radiação líquida passa a ser menos negativa, ainda assim, apresenta valores diferentes no interior da estufa quando comparados com a condição exterior.

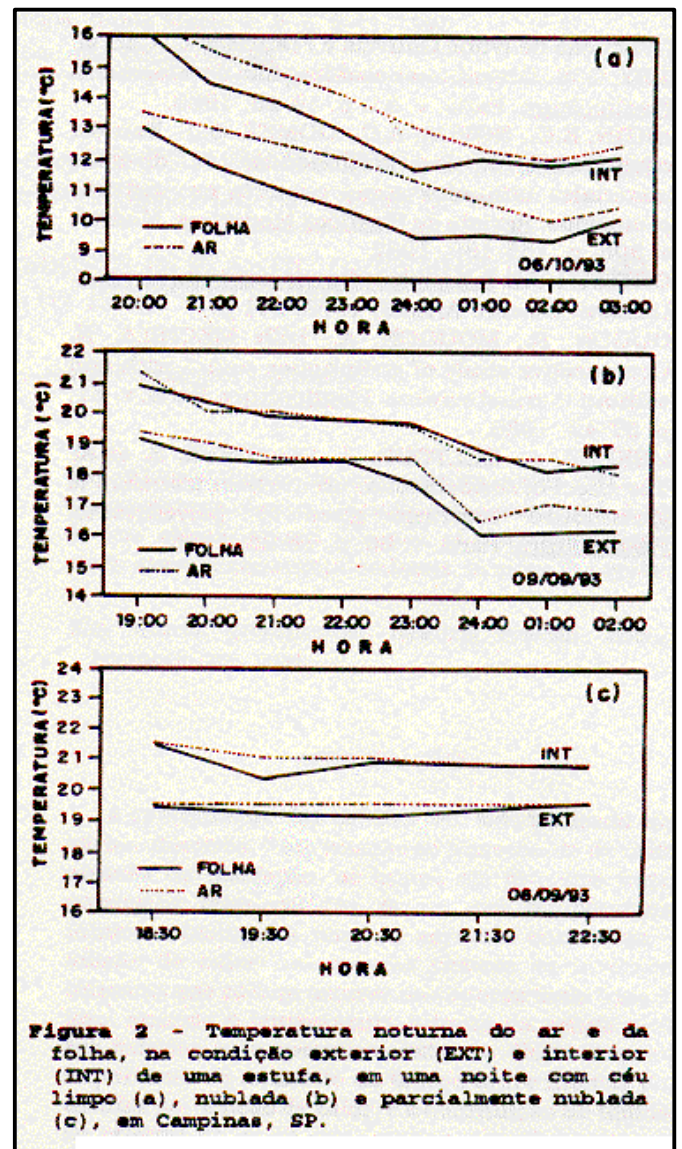
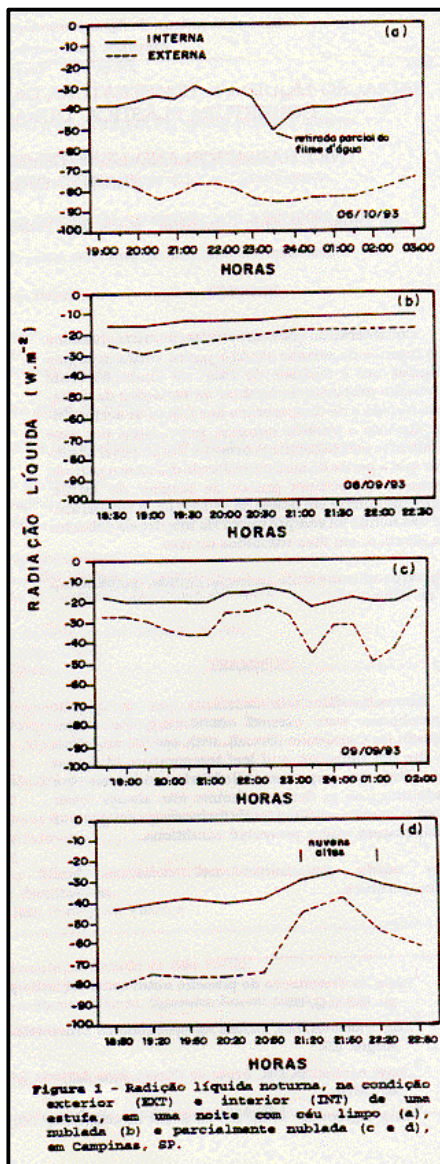
Em noite com céu limpo (Figura 1a), logo após as 23 horas, um filme d'água junto a lâmina plástica, formado desde as primeiras horas da noite, foi parcialmente removido. Na determinação posterior (23h 30min) a radiação líquida ficou mais negativa, mostrando que o filme d'água também estava contribuindo na retenção de energia radiante, no ambiente da estufa. Comportamento semelhante foi observado por NIJSKENS *et al* (1985).

Em noites que ocorreu uma alternância entre céu limpo e nublado foi observada uma flutuação maior nos valores de radiação líquida no canteiro testemunha (Figuras 1c e 1d). Na figura 1d, a partir das 21 horas, com o aparecimento de nuvens altas, houve uma diminuição na perda de energia muito menor no interior da estufa comparada ao ambiente externo. Na figura 1c, noite parcialmente nublada, foi possível notar um aumento instantâneo na perda de energia no canteiro aberto, às 23 e a 1 hora, quando a nebulosidade diminuiu.

Durante a noite, devido a radiação líquida negativa, as superfícies passam a atuar como um

sumidouro de energia, ou seja, quanto mais negativa a radiação líquida mais a superfície pode resfriar o ar adjacente e o solo, a fim de equilibrar o balanço energético. Sendo assim, o balanço de radiação menos negativo no interior da estufa pode provocar uma queda menos acentuada na temperatura do ar e do solo próximo a superfície.

A temperatura da folha no período noturno é controlada basicamente pela ação do vento e pelo balanço de radiação (SUTHERLAND, 1980).



Na Figura 2 são apresentadas curvas de temperatura noturna das folhas e do ar, comparando valores obtidos no interior da estufa com os do canteiro desprotegido. As curvas permitem verificar que nas três noites de observação, a temperatura da folha no interior da estufa foi sempre maior, tanto para a noite com céu limpo (Figura 2a) como para aquelas nubladas (Figuras 2b e 2c). Esse comportamento é devido, principalmente, ao balanço de radiação menos negativo no interior da cobertura plástica, além da ausência de advecção e da energia liberada no processo de formação de orvalho, que foi bem mais intenso

na estufa.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições experimentais permitiram chegar as seguintes conclusões:

A perda de energia radiante no interior da estufa é menor quando comparada com condição exterior.

A temperatura das folhas é sempre maior no interior da cobertura plástica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUN, R., LAGIER, J. Plastics materials for covering unheated greenhouse. **Plasticulture**, Paris, v. 58, p. 3-10, 1983.
- BURIOL, G.A., SCHNEIDER, F.M., ESTEFANEL, V. et al. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente da baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 43-49, 1993.
- GEIGER, R. **Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo**. 3ª ed., Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1961. 556 p. (Tradução de Ivone Gouveia e Francisco C. Cabral)
- GILBY, G.W. Greenhouse cladding film development. **Plasticulture**, Paris, v. 81, p. 19-28, 1989.
- MARTIN, E.C., NOVOA, A.C., GOMEZ, S.J. Estudio comparativo de las propiedades de diversos materiales utilizados como cubierta en cultivos protegidos. **Revista de Plasticos Modernos**, Madrid, v. 308, p. 185-189, 1982.
- MONTEITH, J.L. **Principles of environmental physics**. Londow: Edward Arnold, 1973. 241 p.
- MOUGON, R., MOUGON, A., BEN MECHILA, N. Comparative study of greenhouse covers with and without thermal screens. **Plasticulture**, Paris, v. 81, p. 37-42, 1989.
- NIJSKENS, J., DELTOUR, J., COUTISSE, S. et al. The effect of condensation on the heat transfers of greenhouse covering: glass or polyethylene. **Plasticulture**, Paris, v. 66, p. 19-25, 1985.
- ROBLEDO DE PEDRO, F. **Laminas de polietileno y copolimero EVA para usos en agricultura**. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca Y Alimentacion, 1987. 20 p. (Hojas Divulgadoras, 2)
- ROBLEDO DE PEDRO, F., VICENTE, L.M. **Aplicacion de Los Plasticos en la Agricultura**. 2ª ed., Madrid: Mundi-Prensa, 1988. 573 p.
- SUTHERLAND, R.A. A short-range objective nocturnal temperature forecasting model. **J. App.**

Meteorol., Boston, v. 21, p. 247-255, 1980.

TAPIA,G.J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de Plásticos Modernos**, Madrid, v. 295, p. 75-82, 1981.

VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 449 p.