

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA COLORAÇÃO DA COBERTURA PLÁSTICA (PVC) NA INCIDÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR NO INTERIOR DE ESTUFAS¹

Ricardo Serra BORSATTO², Paulo Cesar SENTELHAS³, Keigo MINAMI⁴.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as diferenças proporcionadas por plásticos utilizados comercialmente na cobertura de estufas. Para o estudo comparativo dos plásticos, foi utilizada uma estufa modelo "túnel alto" com as dimensões de 6,4 x 30,0 metros com 4,2 metros de pé direito, sendo coberta com PVC de espessura 150 micra, metade com cor azul e a outra metade transparente. Para a quantificação da atenuação da radiação solar, proporcionada pelo tipo de cobertura, foram utilizados um piranômetro para radiação global e um sensor quântico para radiação fotossinteticamente ativa. Foi também utilizado um luxímetro para determinar a luminosidade sob os plásticos. As medições foram realizadas em intervalos de quinze minutos sob cada plástico e posteriormente foram comparadas com as obtidas na estação meteorológica automática da ESALQ, que se situa a 300 metros da estufa, analisando-se as médias horárias. Os resultados obtidos mostram que houve uma diferença quali-quantitativa na radiação solar que incide no interior da estufa. O filme azul proporciona uma maior atenuação da radiação global e da radiação fotossinteticamente ativa medida no interior da estufa, assim como da luminosidade, respectivamente, da ordem de 35%, 40% e 30%, ao passo que sob o PVC transparente a atenuação foi da ordem de 29%, 28% e 15%. Em razão dessas diferenças constatou-se que a relação entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global foi menor sob o PVC azul (36,9%) do que sob o PVC (40,4%), o que se deve à maior reflexão do PVC azul aos comprimentos de onda na faixa de 500nm. Com relação à radiação difusa, não se constatou diferença entre as duas coberturas.

Palavras-chave: Cultivo protegido, radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa.

INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil existe uma superfície de aproximadamente 1000 hectares cobertos com estufas, as quais são utilizadas para o cultivo e produção de plantas ornamentais, hortaliças e mudas das mais variadas espécies de plantas (Oliveira, 1995)

¹ Trabalho financiado pela Empresa SANSUY do Brasil S.A.

² Estudante de Engenharia Agrônoma, ESALQ/USP, estagiário do DCE/ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: rsborsatt@carpa.ciagri.usp.br.

³ Professor Doutor, Departamento de Ciências Exatas, Setor de Física e Meteorologia, ESALQ/USP.

⁴ Professor Titular, Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP.

Conhecer cada tipo de cobertura empregada em estufas, destinadas à produção agrícola, é de extrema importância haja visto que o mercado está se tornando cada vez mais especializado e, portanto, exigindo materiais que atendam às suas necessidades.

Análises da transmissividade da radiação solar numa estufa, tais como as de Kosai (1977), Critten (1983a,b) e Kurata (1990), concluíram que a radiação solar incidente no interior de uma estufa é sempre menor se comparada com o exterior, pois ocorrem processos de reflexão e absorção pela estrutura da estufa.

Baille e Baille (1990) estudando a influência das estruturas na transmissão da radiação solar, definiram como primeiro critério, para classificar uma estufa como eficiente; a alta transmissividade da radiação solar durante o período de inverno; e como segundo critério a homogeneidade da distribuição da luz no seu interior.

Existe atualmente no mercado diversos materiais para cobertura de estufas. Roberts (1989), em uma revisão sobre materiais de cobertura de estufas, cita que desde de o início do século o vidro tem sido o material de cobertura tradicional de estufas, que com o desenvolvimento da indústria petroquímica cedeu lugar a novos materiais que o substituíram, tais como, o polietileno de baixa densidade (PEBD), o acetato de vinil etileno (EVA) e o polivinilclorídrico (PVC).

Os materiais para cobertura de estufas variam quanto à sua composição e durabilidade, fazendo com que sua utilização para as mais diversas finalidades também seja variada. Trabalho realizado por Sentelhas et al. (1997), mostra que a atenuação da radiação solar, quer seja no seu espectro total como na fração fotossinteticamente ativa e no próprio saldo de radiação, é dependente do tipo de material empregado.

Com o lançamento, no mercado, de novos produtos, é necessário que estes venham acompanhados de especificações quanto às suas características químicas (composição) e físicas (durabilidade e propriedades óticas). Com relação às propriedades óticas, é importante conhecer a influência na radiação solar, fonte primária de energia para as plantas e desencadeadora das demais variáveis ambientais, como temperatura do ar e do solo e umidade relativa.

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de dois tipos de PVC utilizados para cobertura de estufas, fabricados no Brasil, sendo um transparente e outro de coloração azul, na atenuação (absorção e reflexão) da radiação solar global, da radiação fotossinteticamente ativa, da radiação difusa e também na luminosidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Piracicaba - SP (Latitude: 22°42’S, Longitude: 47°38’W e Altitude 570m).

Os dados foram obtidos em uma estufa, tipo túnel alto, com paredes verticais, com as seguintes dimensões: largura = 6,40m; altura (pé direito) = 4,20m e comprimento = 30m. A estufa está instalada na orientação Norte-Sul e é coberta com filme plástico de PVC com 150 micra de espessura, com tratamento contra raios ultravioleta, fabricado pela empresa SANSUY do Brasil, sendo metade com PVC transparente e metade com PVC azul.

Os elementos meteorológicos avaliados no presente trabalho foram: radiação solar global (Q_g), que representa o espectro solar que atinge a superfície terrestre após os processos de interação com a atmosfera; radiação fotossinteticamente ativa (RFA), que representa a fração da Q_g compreendida entre os comprimentos de onda de 400 a 700nm, na faixa da luz visível; radiação difusa (Q_d), que representa a radiação que chega à superfície resultante dos processos de difusão, sendo também uma fração da Q_g ; e luminosidade que é a quantidade de iluminamento por unidade de área para a radiação solar detectável pelo olho humano. Para tanto foram utilizados os seguintes equipamentos:

- a) radiação solar global (Q_g): piranômetro de fotodiodo de silício da marca *LICOR*, cuja constante de calibração é igual a $109,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{mV}^{-1}$.
- b) radiação fotossinteticamente ativa (RFA): sensor quântico da marca *LICOR*, cuja constante de calibração é igual a $43,14 \text{ W.m}^{-2}.\text{mV}^{-1}$.
- c) radiação solar difusa (Q_d): piranômetro de fotodiodo de silício da marca *LICOR*, cuja constante de calibração é igual a $109,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{mV}^{-1}$, protegido por uma placa cilíndrica de coloração branca na face superior e preta na face inferior.
- d) luminosidade (LUM): luxímetro digital, modelo LD-500, da marca *ICEL*.

As leituras foram efetuadas em períodos de 8 a 10 horas, a intervalos de 15 minutos, com a utilização de um multímetro digital da marca Dower, modelo DM2020. Os equipamentos foram instalados em bancada sólida a 1m de altura sob os dois tipos de PVC dentro da estufa.

Os dados obtidos no interior das estufas foram comparados com os dados coletados por uma estação meteorológica automática localizada a 300 metros da estufa, munida dos mesmos sensores instalados no interior da estufa. Somente no caso da luminosidade as medidas eram feitas simultaneamente dentro e fora da estufa.

No período (segundo semestre de 1998) foram analisados sete dias: 30 de agosto; 09 e 11 de setembro; 15 e 17 de outubro; 22 de novembro e 16 de dezembro.

Os dados foram analisados por meio de comparação entre os observados sob os dois tipos de PVC e os observados na estação meteorológica automática. As comparações foram feitas com os valores médios horários, obtidos a partir das leituras a cada 15 minutos. Desse modo, determinou-se a atenuação média diária em termos relativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias diárias de atenuação da luminosidade e a média geral dos dias observados. Observa-se que a atenuação da luminosidade sob o plástico azul é bem maior do que sob o plástico transparente, sendo em média o dobro da ocasionada pelo plástico transparente.

Tabela 1. Atenuação da luminosidade, em porcentagem, sob o PVC transparente e azul.

Dia	PVC Transparente	PVC Azul
30/08	15	28
09/09	16	32
11/09	27	40
15/10	11	28
17/10	10	27
22/11	18	26
16/12	10	27
Média	15	30

Na Tabela 2 são apresentadas as médias diárias de atenuação da radiação global e a média geral dos dias observados. Observa-se que a atenuação da radiação global sob o plástico azul também é bem maior do que sob o plástico transparente.

Tabela 2. Atenuação da radiação global (Qg), em porcentagem, sob o PVC transparente e azul.

Dia	PVC Transparente	PVC Azul
30/08	26	33
09/09	35	42
11/09	22	30
15/10	28	38
17/10	28	32
22/11	36	41
16/12	28	32
Média	29	35

Na Tabela 3 são apresentadas as médias diárias de atenuação da radiação fotossinteticamente ativa e a média geral dos dias observados. Observa-se que a atenuação da radiação

fotossinteticamente ativa sob o plástico azul também é bem maior do que sob o plástico transparente.

Tabela 3. Atenuação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), em porcentagem, sob o PVC transparente e azul.

Dia	PVC Transparente	PVC Azul
30/08	33	43
09/09	31	45
11/09	22	35
15/10	26	42
17/10	28	42
22/11	26	30
16/12	28	40
Média	28	40

Na Tabela 4 são apresentadas as médias diárias das relações entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. Verifica-se que a relação é um pouco menor sob o plástico azul pois como foi visto na Tabela 1 e na Tabela 2 este filme barra uma proporção maior de radiação fotossinteticamente ativa do que de radiação global, isto ocorre, provavelmente, devido a reflexão da cor azul pelo filme. Já no plástico transparente a atenuação da radiação global e da radiação fotossinteticamente ativa se da, praticamente, em iguais proporções.

Tabela 4. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e a radiação solar global (RFA/Qg), em porcentagem, sob o PVC transparente e azul e na estação meteorológica automática.

Dia	PVC Transparente	PVC Azul	Estação Meteorológica
30/08	36	33	39
09/09	41	37	39
11/09	38	35	37
15/10	39	35	38
17/10	41	36	41
22/11	47	46	38
16/12	41	36	41
Média	40	37	39

Não houve diferença na quantidade de radiação difusa incidente sob os plásticos, este fato provavelmente se deveu aos filmes serem fabricados com o mesmo material e possuírem a mesma espessura.

Nas Figura 1, Figura 2 e Figura 3 verifica-se a variação da luminosidade, da radiação solar global e da radiação fotossinteticamente ativa nos três ambientes no dia 15/10/1998.

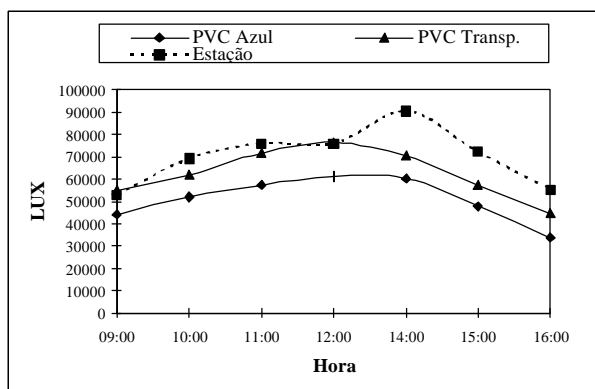


Figura 1. Variação da luminosidade sob os dois plásticos e na estação meteorológica, durante o dia 15/10/98.

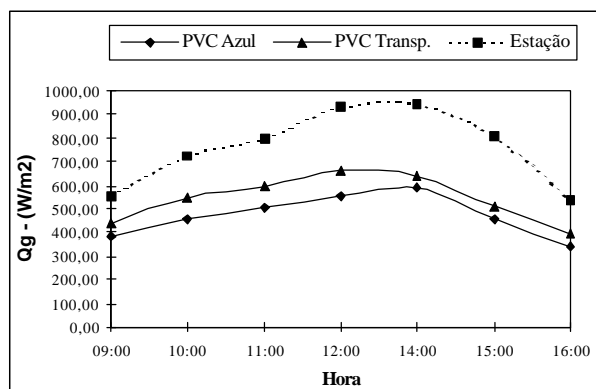


Figura 2. Variação da Qg sob os dois plásticos e na estação meteorológica, durante o dia 15/10/98.

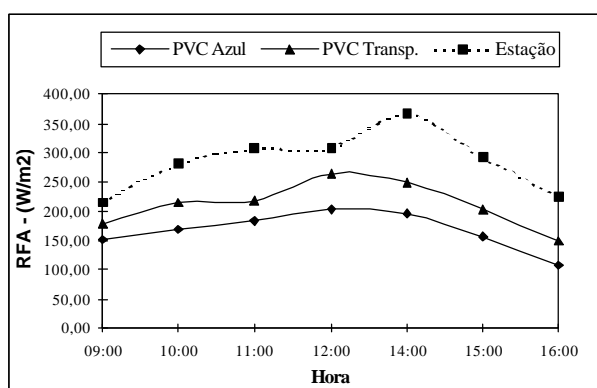


Figura 3. Variação da RFA sob os dois plásticos e na estação meteorológica, durante o dia 15/10/98.

CONCLUSÃO

Os resultados mostram que houve diferença na quantidade e na qualidade da radiação solar que incide abaixo de cada plástico. A relação entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global foi sempre menor sob o PVC azul. A atenuação da luminosidade, da radiação global e da radiação fotossinteticamente ativa foram maiores sob o PVC azul, demonstrando que este tipo de material de cobertura de estufas se adequa às culturas que exigem menor carga energética e luminosidade, sendo uma nova opção à disposição dos plasticultores brasileiros.

BIBLIOGRAFIA

- BAILLE, M. e BAILLE A. A simple model for the estimation of greenhouse transmission: influence of structures and internal equipment. **Acta Horticulturae**, **281**: 35-46, 1990.
- CRITTEN, D.C. A computer model to calculate the daily light integral and transmissivity of a greenhouse. **Journal of Agricultural Engineering Research**, **28**: 61-67, 1983a
- CRITTEN, D.C. The evaluation of a computer model to calculate the daily light integral and transmissivity of a greenhouse. **Journal of Agricultural Engineering Research**, **28**: 545-563, 1983b.
- KOSAI, T. Direct solar light transmission into single-span greenhouses. **Journal Agricultural Meteorology**, **18**: 327-338, 1977.
- KURATA, K. Role of reflection in light transmissivity of greenhose. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, **52**: 319-331, 1990.
- OLIVEIRA, M.R.V.de O emprego das casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **30**: 1049-1060, 1995.
- ROBERTS, W.J. Greenhouse glazings. **Acta Horticulturae**, **257**: 161-168, 1989.
- SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R.; VILLA NOVA, N.A. Efeito de diferentes tipos de cobertura, em mini-estufas, na atenuação da radiação solar e da luminosidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, Piracicaba, 1997. Anais. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.479-481.