

TRANSMISSIVIDADE DO POLIETILENO À RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL

Simone Vieira de ASSIS¹, João Francisco ESCOBEDO²

RESUMO

A radiação solar é um importante fator climático responsável pelo crescimento e desenvolvimento das plantas. Quando se mede a radiação solar em ambiente protegido, como estufas ou casas de vegetação, mais atenção deve ser dada devido a cobertura plástica exercer um efeito redutor, diminuindo a sua transmissividade. A avaliação da transmissividade tem sido objetivo de várias pesquisas no sentido de obter informações não só com relação às características óticas dos filmes plásticos, como também quantificar o percentual dessa radiação que atravessa o filme plástico e que é disponível para os cultivos agrícolas. O principal objetivo deste trabalho foi a obtenção da transmissividade da radiação solar que foi medida em estufas de polietileno, com orientações diferenciadas, através do uso de piranômetros que foram instalados dentro e fora das estufas. A orientação leste-oeste apresentou transmissividade entre 66 % e 78 %, permitindo que mais de 70 % da radiação fosse transmitida durante 11 meses, enquanto que a norte-sul variou entre 55 % e 77 %. De modo geral, houve um prevalectimento da estufa leste-oeste sobre a norte-sul em torno de 9 %.

INTRODUÇÃO

A avaliação da transmissividade da radiação solar em estufas de polietileno tem merecido destaque nos estudos sobre a complexidade com relação à intensidade e quanto ao seu aproveitamento pelos cultivos agrícolas.

No início do século 19, foram feitos estudos sobre a forma ideal de um ambiente protegido, cujo material de cobertura seria o vidro e foi observado que uma cobertura hemisférica proporcionaria transmissão máxima da radiação. Com relação à orientação, no final da década de 40, pesquisas foram desenvolvidas para verificar qual a melhor orientação e em 1957, foi evidenciado que estufas orientadas na direção leste-oeste eram mais eficientes na transmissão da

1 Depto de Meteorologia/Fac. Met./UFPEl – Pelotas/RS CEP 96 010-900

E-mail:assis@ufpel.tche.br

2 Depto de Ciências Ambientais/FCA – UNESP – Botucatu/SP

radiação solar e até os dias atuais esta orientação tem sido amplamente adotada (Harnett et al, 1979). É importante que o formato do teto e o material usado para cobertura obstrua o mínimo possível a radiação solar global no período de menor incidência.

Os pesquisadores citados no parágrafo anterior, mediram a radiação solar global em quatro tipos de estufas cobertas com vidro, sendo duas com múltiplos-vãos, orientadas nas direções leste-oeste e norte-sul; outra no estilo convencional (chamada de Bella Unión, no Brasil); e uma quarta estufa com teto no estilo água-furtada (com janelas no teto), sendo as duas últimas orientadas na direção leste-oeste. As transmissões da radiação solar das estufas foram comparadas e os resultados confirmaram que o alinhamento leste-oeste teve melhor desempenho do que o norte-sul, tanto para estufas com múltiplos-vãos quanto para vão simples. Além disso, houve vantagem, em termos de produção, do cultivo de tomate e de pepino.

Alpi & Tognoni (1984) concluíram que a radiação incidente ao atravessar a cobertura plástica pode atingir valores superiores a 75 % da radiação solar externa.

Durante a estação de crescimento da cultura de tomate, em Almeria, Castilla et al (1990) calcularam a transmissividade da radiação solar, medida em estufas de polietileno e obtiveram valores entre 52 % e 87 %.

Neste trabalho discute-se os valores da transmissividade da radiação solar global em estufas tipo túnel, de polietileno de baixa densidade, nas orientações norte-sul e leste-oeste.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no Departamento de Física e Biofísica/IB da UNESP de Botucatu - campus Rubião Junior, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 22^o 54' Sul e Longitude 48^o 27' Oeste, durante o período de sete de dezembro de 1995 a vinte de dezembro de 1996.

As estufas foram construídas nas duas orientações Norte-Sul (NS) e Leste-Oeste (LO) nas seguintes dimensões: 5,0 metros de largura por 7,0 metros de comprimento, com 35 m² de área; altura total (até a cumeeira) 4,0 metros; altura do pé direito, 2,0 metros; porta com 1,80 metro de altura e uma área externa com 25 m². A cobertura das estufas era do tipo túnel com estrutura metálica que se apoiava sobre mourões com 2,0 metros de altura e com espaçamento horizontal de 2,5 metros. O material usado para cobertura foi o filme plástico de polietileno de baixa densidade, com 100 micra de espessura, aditivado anti-ultra violeta, o qual permite um tempo de vida maior das estufas.

A radiação global foi monitorada em três pontos por três piranômetros protótipos instalados em cada estufa, em locais previamente determinados de forma que a estrutura das estufas não concorresse para sombreamento sobre os mesmos. A radiação global externa foi monitorada por um piranômetro Eppley cujo fator de calibração é igual a 8,13 $\mu\text{Vm}^2 \cdot \text{W}^{-1}$.

Todos os radiômetros usados para medida da radiação solar global foram ligados a um sistema de aquisição de dados DATALOGGER modelo 21X da CAMPBELL, com 32 canais. O sistema foi programado para receber informações de 5 em 5 segundos, armazenar estas informações durante 5 minutos e depois então, automaticamente, calcular a média desses valores armazenados.

Os fatores de calibração correspondentes aos piranômetros protótipos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Fator de calibração dos piranômetros protótipos

Piranômetros	Fator de calibração ($\mu\text{Vm}^2.\text{W}^{-1}$)
P (1) (estufa leste-oeste)	16.14
P (2) (estufa leste-oeste)	14.76
P (3) (estufa leste-oeste)	14.10
P (4) (estufa norte-sul)	13.85
P (5) (estufa norte-sul)	14.31
P (6) (estufa norte-sul)	14.23

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como definida por Critten (1985), a razão entre a integral da irradiância interna e a integral da irradiância externa, ambas da radiação solar global, é chamada de transmissividade.

No Quadro 2, tem-se os valores médios mensais da radiação solar global e da transmissividade calculadas para as orientações norte-sul e leste-oeste e nas Figuras 1 e 2, a representação gráfica da variação anual da radiação solar global e da transmissividade nas duas estufas, respectivamente.

Quadro 2: Variação anual da transmissividade da energia solar global

Meses	G. ext. (MJ.m^{-2})	G. L-O (MJ.m^{-2})	Transmis. L-O (%)	G. N-S (MJ.m^{-2})	Transmis. N-S (%)
Dezembro(95)	20,37	15,96	78	15,32	75
Janeiro	19,17	14,77	77	14,26	74
Fevereiro	18,42	14,25	77	12,99	71
Março	17,62	12,96	74	10,26	58
Abril	16,97	12,87	76	10,15	60
Maió	13,69	10,36	76	8,82	64
Junho	13,20	9,84	75	8,37	63
Julho	14,27	10,63	74	8,76	61
Agosto	17,06	12,52	73	9,34	55
Setembro	16,45	12,55	76	12,62	77
Outubro	19,91	14,21	71	13,59	68
Novembro	20,48	14,03	69	11,96	58
Dezembro(96)	19,01	12,51	66	11,24	59
MÉDIA	17,43	12,88	74	11,36	65

Na estufa leste-oeste a radiação solar foi superior àquela obtida na norte-sul, entre 3% e 25%. As diferenças maiores foram observadas entre os meses de março e agosto, período em que o sol apresenta baixos ângulos de elevação solar e, a orientação leste-oeste apresentou-se mais vantajosa do que a norte-sul.

Na Figura 1, no mês de setembro, os valores de radiação solar global foram praticamente iguais nas duas estufas e isto pode ser conferido através do valor da transmissividade para esse mês.

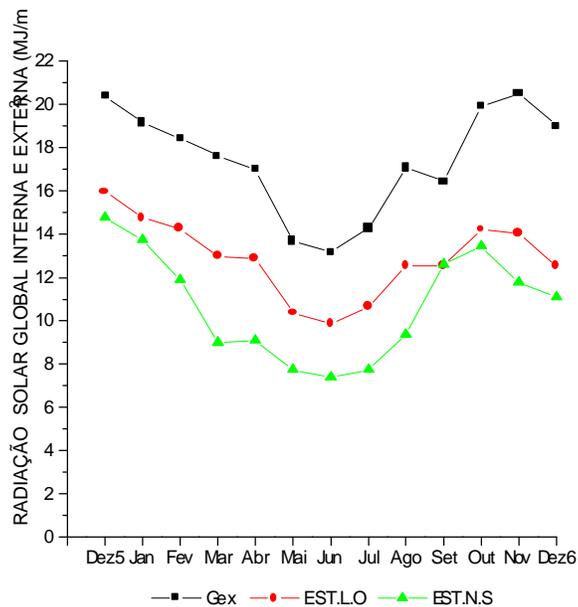


Figura 1. Variação anual da energia solar global externa e interna

A média anual mostra o prevalecimento da transmissividade da estufa leste-oeste sobre a norte-sul em 9%.

Os meses de março a agosto foram os que apresentaram maiores diferenças na transmissividade. Comparando-se as duas orientações, esta diferença variou entre 3% e 18%. Uma cobertura plástica que permite a passagem de 70% a 90% da radiação solar global proporciona um microambiente favorável ao desenvolvimento vegetal, fornecendo energia suficiente para processos tais como fotossíntese, evapotranspiração e outros, e contribui para elevação da temperatura interna do ar através da convecção, principalmente no inverno.

A estufa orientada na direção leste-oeste apresentou transmissividades entre 66% e 78%, e a estufa norte-sul, entre 55% e 77%. Enquanto que a orientação leste-oeste permitiu que mais de 70% da radiação solar fosse transmitida, através da cobertura plástica, durante 11 meses, a orientação norte-sul só possibilitou esta transmissão durante poucos meses. Estes valores foram

próximos dos encontrados por Martin et al (1982), Grafiadelis (1985) e Camacho et al (1995) que foram entre 78 % a 82 %; 75 % e entre 65 % e 89 %, respectivamente.

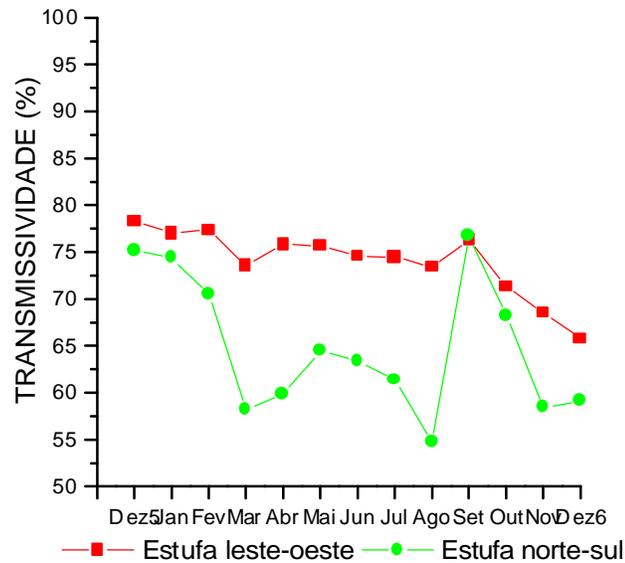


Figura 2. Transmissividade de energia solar global nas orientações leste-oeste e norte-sul

CONCLUSÃO

A transmissividade da radiação solar global dentro das estufas variou na faixa de 55% a 77% na orientação norte-sul e entre 66 % e 78 %, na leste-oeste, sendo que durante 11 meses a orientação leste-oeste transmitiu acima de 70 % da radiação global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALPI, A., TOGNONI, F. *El cultivo en invernadero*. Lisboa: Presença, 1984. 196p (Abstract n.942402582).

CAMACHO, M.J., ASSIS, F.N., MARTINS, S.R., MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.3, p.19-24, 1995.

CASTILLA, N., ELIAS, F., FERERES, E. Caracterizacion de condiciones climaticas y de relaciones suelo-agua-raiz en el cultivo enarenado del tomate en invernadero en Almeria. *Investigacion Agraria Produccion y Proteccion Vegetales*, v.5, n.2, p.259-71, 1990. (Abstract n.930322707)

CRITTEN, D.L. The effect of house length on the light transmissivity of single and multispan greenhouses. *Journal Agricultural Engineering Research*, v.32, n.2, p.167-72, 1985.

GRAFIADELIS, M. A study of greenhouse covering plastic sheets. *Acta Horticulturae*, v.170, p.133-42, 1985.

HARNETT, R.F., SIMS, T.V., BOWMAN, G.E. Comparison of glasshouse types and their orientation. *Experimental Horticulturae*, v.31, p.59-66, 1979.

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*, n.308, p.185-9, 1982.