



## COEFICIENTE DE EXTINÇÃO DA LUZ EM DOSEL DE TOMATE CEREJA CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Marcela C. Santos<sup>1</sup>, Marcos F. Jorge<sup>2</sup>, Leonardo D. B. Silva<sup>3</sup>, José Leonaldo de Souza<sup>4</sup>,  
Ricardo A. Ferreira-Júnior<sup>5</sup>, Guilherme B. Lyra<sup>6</sup>, Gustavo B. Lyra<sup>7</sup>

1 Eng. Florestal, Graduando do curso de Eng. Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, RJ

2 Eng. Agrícola, Mestrando em Fitotecnia, UFRRJ, Seropédica, RJ

3 Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia, IT/UFRRJ, Seropédica, RJ

4 Meteorologista, Prof. Associado, Instituto de Ciências Atmosféricas/UFAL, Maceió, AL

5 Eng. Agrônomo, Doutor, Centro de Ciências Agrárias/UFAL, Rio Largo, AL

6 Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Centro de Ciências Agrárias/UFAL, Rio Largo, AL

7 Meteorologista, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica, RJ

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de  
Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes,  
Universidade Federal do Pará, Belém, PA

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi determinar o coeficiente de extinção da luz num dossel de tomate cereja cultivado em condições de ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação não climatizada, localizada na área experimental da PESAGRO (22°45,5' S; 43°41' W; 34 m) situada no município de Seropédica, Rio de Janeiro. Semanalmente, no período de 25/07 a 15/08/2012, realizaram-se com um ceptômetro medidas da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos acima ( $DFFF_a$ ) e no interior ( $DFFF_{in}$ ) do dossel de tomate cereja. A partir das medidas de  $DFFF$  o ceptômetro estimou o índice de área foliar (IAF). O coeficiente de extinção ( $k$ ) foi determinado com base na lei de Beer modificada para um dossel vegetal pela relação linear entre  $[\ln(DFFF_a) - \ln(DFFF_{in})]$  e o IAF. O valor médio de  $k$  para  $DFFF$  foi de 0,78. Em ambiente protegido a cultura de tomate cereja mostra elevada interceptação da Irradiação Fotossinteticamente Ativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** densidade de fluxo de fótons fotossintéticos, índice de área foliar, coeficiente de extinção

## LIGHT EXTINCTION COEFFICIENT IN A TOMATE CANOPY CROPPING IN GREENHOUSE CONDITIONS

**ABSTRACT:** The aim of this study was to determine the light extinction coefficient in a tomato canopy cropping in greenhouse conditions. The experiment out carried in a greenhouse not heated, located in the experimental area of PESAGRO (22° 45.5' S, 43° 41' W, 34 m) at Seropédica, Rio de Janeiro State. Weekly, from 25/07 to 15/08/2012, the photosynthetic photon flux density above ( $PPFD_a$ ) and inside ( $PPFD_{in}$ ) of a tomato canopy were measured. From this measurements, the ceptometer estimated the leaf area index (LAI). The extinction coefficient ( $k$ ) was determined based on Beer's law modified for plant canopy by the linear relationship between  $[\ln(PPFD_a) - \ln(PPFD_{in})]$  and the LAI. The mean value of  $k$  for  $PPFD$  was 0.78. In greenhouse conditions the tomato crop showed high interception Photosynthetically Active Irradiation.





**KEYWORDS:** photosynthetic photon flux density, leaf area index, extinction coefficient

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo do tomate se destaca entre as olerícolas, com produção agrícola de três milhões de toneladas anuais, em aproximadamente 60 mil hectares de área cultivada (GIORDANO et al., 2000). O estado do Rio de Janeiro contribui para essa produção com cerca de 200 mil toneladas de frutos de tomate para consumo *in natura*. O tomate cereja se destaca entre as espécies consumidas *in natura*, principalmente pelo seu aroma e sabor (adocicado). Essa variedade apresenta alto valor comercial, sendo cultivado frequentemente em condições de ambiente protegido. O ambiente protegido altera as condições físicas do ambiente de cultivo (temperatura e umidade do ar, radiação solar e fotossinteticamente ativa - RFA), em função da interação dos elementos meteorológicos com sua estrutura e, ou cobertura (FARIA et al., 1993). A radiação solar e suas componentes são os principais elementos alterados em cultivos protegidos (REIS et al., 2012). A irradiância solar global no interior do ambiente protegido é menor que à irradiância solar global externa ( $R_g$ ), devido à reflexão e à absorção de  $R_g$  pela cobertura e estrutura. Contudo, a componente difusa ( $R_d$ ) é maior no interior da casa de vegetação, devido ao espalhamento da radiação, decorrente, principalmente, da interação com a cobertura (WILSON et al., 1992). Como  $R_d$  é multidirecional, essa penetra com maior eficiência no dossel, e pode compensar em parte, a atenuação de  $R_g$  pela cobertura. Além disso, a maior  $R_d$  contribui para o aumento da radiação fotossinteticamente ativa no interior do ambiente. Assim, o objetivo do presente trabalho foi determinar a densidade de fluxos de fótons fotossintéticos (DFFF) acima e abaixo do dossel de tomate cereja e o seu coeficiente de extinção em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um cultivo de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum*), cv. Perinha Água Branca, em casa de vegetação não climatizada. A casa de vegetação estava instalada na estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO) em Seropédica, estado do Rio de Janeiro (22°45,5' S; 43°41' W; 34 m). A estrutura era do tipo cobertura em arco, coberta com plástico agrícola de 150 Micra e aluminet, e nas laterais sombrite (50%). A casa de vegetação tinha dimensões de 8 x 20 m, e assim área de 160 m<sup>2</sup>. A maior dimensão da estrutura estava orientada no sentido SW-NE.

O tomate cereja foi transplantado para vasos de 12 L, com substrato composto de mistura homogênea nas proporções 3:2:1 de argila:areia:substrato comercial, onde permaneceu até o final do ciclo. O substrato comercial foi o Top Garden do tipo “solo base” como condicionador de solo e 2% de composto orgânico de compostagem de bagaço de cana, por meio de gongolos. Os vasos foram dispostos de forma a proporcionar espaçamento de 0,70 m entre linhas e 0,60 entre plantas, o que resultou em um “stand” de 23.800 plantas por hectare. As linhas estavam alinhadas no sentido SW-NE. O cultivo foi conduzido em regime de irrigação por gotejamento. No manejo da irrigação foi adotado um turno de rega (TR) fixo e equivalente a doze horas, com





objetivo de manter o substrato na capacidade de campo. No manejo nutricional, realizou-se a calagem (calcário dolomítico, PRNT 95,0%) e a adubação de plantio, termofosfato 16,5% de  $P_2O_5$  e sulfato de potássio 50,0% de  $K_2O$ .

No período de 25/07 a 15/08/2012 realizaram-se semanalmente campanhas de medidas de densidade de fluxo de fótons fotossintéticos acima ( $DFFF_a$ ) e no interior ( $DFFF_{in}$ ) do dossel de tomate cereja com um ceptômetro (AccuPAR LP80, Decagon Devices, Inc.). As observações foram realizadas sempre no mesmo horário (12 HL), para evitar a influência de outros fatores nas medidas (e.g. ângulo de elevação solar, sombreamento da estrutura). O ceptômetro utilizado era composto por um sensor quantum independente e uma sonda de 86,5 x 2 cm, ao longo da qual estão dispostos 80 sensores quantum (amplitude de 0 – 2500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e resolução de 1  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Para as medições da  $DFFF_{in}$ , a sonda foi posicionada entre duas linhas de plantio no interior do dossel, próximo a superfície superior do vaso, de forma a medir a  $DFFF$  na área imediatamente abaixo e entre as linhas de plantio. Simultaneamente, o sensor quantum independente foi posicionado em uma superfície horizontal e com horizontes livres, próximo e acima do dossel para medir a  $DFFF_a$ . Para cada campanha, realizaram-se medidas da  $DFFF_{in}$  em oito diferentes posições dentro do dossel de cada parcela, sendo que a cada quatro, as medidas foram registradas para estimar uma média da  $DFFF_a$ ,  $DFFF_{in}$  e o Índice de Área Foliar (IAF). As medidas foram realizadas em duas diferentes parcelas, o que totalizou para cada campanha quatro médias dessas variáveis. O ceptômetro estima o IAF baseado nas medidas de  $DFFF_{in}$  e  $DFFF_a$  e em outras variáveis relacionadas a arquitetura do dossel (distribuição da área foliar) e a radiação solar (ângulo zenital e a fração da irradiância solar direta e irradiância proveniente de outras fontes, como difusa ou mesmo refletida por outras superfícies). A distribuição de área foliar é definida como a distribuição do ângulo foliar no interior do dossel e varia entre culturas e deve ser fornecida ao ceptômetro. As variáveis relacionados a radiação foram determinadas pelo próprio ceptômetro. A distribuição da área foliar foi estimada como a razão entre o máximo comprimento do eixo horizontal e o vertical da projeção da área do dossel em um plano hipotético horizontal e vertical, respectivamente. O comprimento do eixo horizontal e vertical foi medido em 10 plantas na primeira campanha (25/07).

O coeficiente de extinção ( $k$ ) foi determinado com base na Lei de Beer, aplicada a um dossel vegetal por Monsi e Saeki (2005), conforme a equação abaixo:

$$DFFF_{in} = DFFF_a \exp(-k \text{ IAF}) \quad (01)$$

Os valores médios de  $[\ln(DFFF_a) - \ln(DFFF_{in})]$  foram plotados no eixo das ordenadas (Y) em relação a IAF, no eixo das abscissas (X), assim, ao se ajustar uma regressão linear simples, forçada a passar na origem ( $Y = \beta_1 X$ ) o  $k$  médio foi determinado como o coeficiente angular da regressão ( $\beta_1 = k$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de fluxo de fótons fotossintéticos acima do dossel variou entre 197 ( $\pm 44,4$ )  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (01/08) e 401,8 ( $\pm 73,4$ )  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (08/08), e coeficiente de variação



(CV) com amplitude entre 7 (25/07) a 22% (01/08) (Figura 1). Os extremos de DFFF acima do dossel foram 146 e 464  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . A DFFF no interior do dossel apresentou médias entre 60 ( $\pm 19,4$ )  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (01/08) e 151,5 ( $\pm 8,5$ )  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (25/07) e CV entre 6% (25/07) e 32% (01/08). Os extremos foram 39 e 161  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . A tendência da fração transmitida de DFFF ( $\text{DFFF}_a/\text{DFFF}_{in}$ ) foi diminuir com o aumento do índice de área foliar, com seria de se esperar, com fração de 0,44 (IAF = 1,08) a 0,26 (IAF = 1,66).

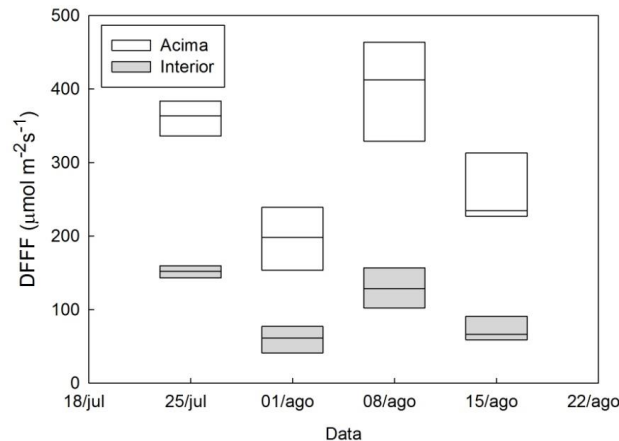


Figura 1 – Box-plot da Densidade de Fluxo de Fótons Fotossintéticos (DFFF) acima e no interior do dossel de tomate cereja cultivado em casa de vegetação.

As medidas foram realizadas para um IAF entre 1,08 e 1,66. Pela análise de variância, a regressão linear entre  $[\ln(\text{DFFF}_a) - \ln(\text{DFFF}_{in})]$  e o IAF foi significativa ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ). O coeficiente de determinação foi elevado (0,96), o que indicou que o modelo explica a maior parte da variabilidade dos dados de DFFF acima e abaixo do dossel em função do IAF (Figura 2). Essa regressão resultou em coeficiente de extinção médio para o tomate cereja cultivado em ambiente protegido de 0,78 ( $\pm 0,01$ ).

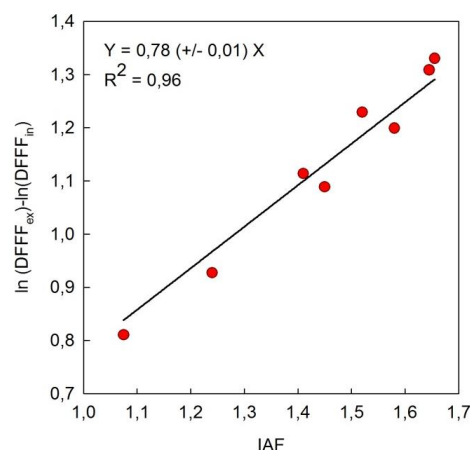


Figura 2 – Relação linear entre a diferença do logaritmo da densidade de fluxos de fótons fotossintéticos acima ( $\text{DFFF}_a$ ) e no interior ( $\text{DFFF}_{in}$ ) do dossel e o índice de área foliar (IAF) do tomate cereja cultivado em ambiente protegido.



Radin et al. (2003), também com a cultura de tomate cultivada em campo e em ambiente protegido (com sombrite na lateral e sem lateral), determinou coeficiente de extinção médio de 0,57, com valores entre de 0,38 a 0,94. Também para a cultura do tomate, Warren Wilson et al. (1992) obtiveram k de 0,63, enquanto Bertin & Heuvelink (1993) obtiveram valor médio de 0,80 em condições de casa de vegetação. Entretanto, estes diferentes valores de coeficiente de extinção, podem ser explicados pelo fato de que o processo de interceptação da radiação varia no tempo, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, e no espaço, devido à distribuição espacial da área foliar. Destaca-se também que essas diferenças podem ser devido às diferenças da qualidade da luz no ambiente externo e interno do ambiente protegido, do espectro considerado na determinação do k, como por exemplo, medida da transmitância considerando a radiação solar global é maior que a medida no faixa espectral da radiação fotossintética.

## CONCLUSÕES

O coeficiente de extinção da luz o tomate cereja cultivado em ambiente protegido é de 0,78. Em ambiente protegido a cultura de tomate cereja mostra elevada interceptação da Irradiação Fotossinteticamente Ativa.

## REFERÊNCIAS

- BERTIN, N.; HEUVELINK, E. Dry-matter production in a tomato crop: comparison of two simulation models. **Journal of Hort. Sci.**, v.68, p.995-1011, 1993.
- FARIAS, J. D., BERGAMASCHI, H. D., MARTINS, S. D., Berlato, M. A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Rev. Bras. de Agromet.**, v. 1, 31-36, 1993.
- GIORDANO, L de B.; SILVA, J.B.C. da; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J.B. de; GIORDANO, L.de B. Tomate para processamento industrial. Brasília: EMBRAPA. p. 36-59, 2000.
- MONTEITH, J., Unsworth, M. **Principles of environmental physics**. 2 ed. Great Britain: Edward Arnold, 1990. 291p.
- RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER, C.; BARNI, N. A.; MATZENAUER, R.; DIDONÉ, I. A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 38, p. 1017-1023, 2003.
- REIS, L.S.; SOUZA, J.L.; AZEVEDO, C.A.V, LYRA, G.B.; FERREIRA JUNIOR, R.A.; LIMA, V.L.A. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v.16, p.739–744, 2012.





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
*Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013*  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



WILSON, J.; WARREN, D. W.; HAND, M. A. HANNAH. Light interception and photosynthetic efficiency in some glasshouse crops. *Journal of experimental botany*. v. 43, p363-373, 1992.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013  
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto  
CEP 66075-900 Guamã. Belém - PA - Brasil  
<http://www.sbagro.org.br>

