



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

Marcela C. Santos¹, Marcos F. Jorge², Leonardo D. B. Silva³, José Leonaldo de Souza⁴,
Ricardo A. Ferreira-Júnior⁵, Guilherme B. Lyra⁶, Gustavo B. Lyra⁷

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 m². 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 se 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).

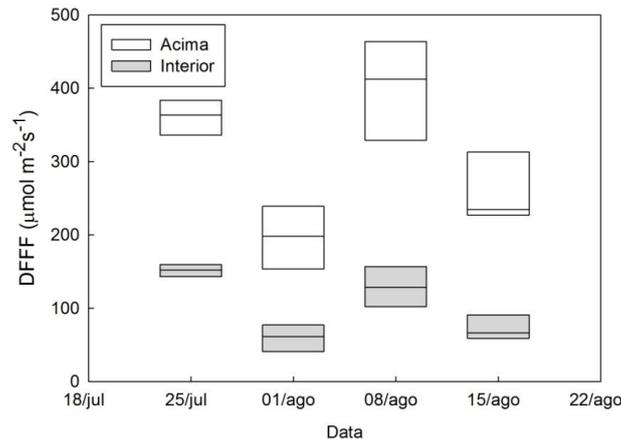


Figura 1 – Box-plot da Densidade de Fluxo de Fótons Fotossintéticos (DFFF) acima e no interior do dossel de tomate cereja cultivado em casa de vegetação.

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 ($\pm 0,01$).

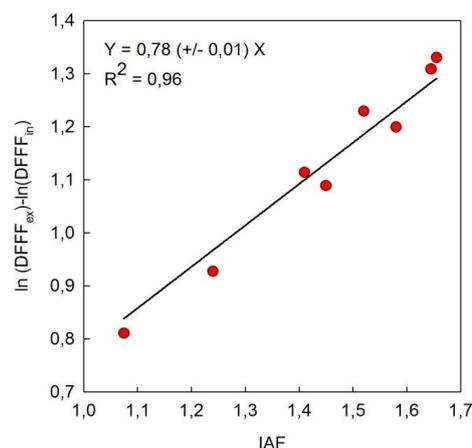


Figura 2 – Relação linear entre a diferença do logaritmo da densidade de fluxos de fótons fotossintéticos acima (DFFF_a) e no interior (DFFF_{in}) do dossel e o índice de área foliar (IAF) do tomate cereja cultivado em ambiente protegido.



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>

