

# EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÁXIMA E COEFICIENTE DE CULTURA DE BERINJELA CULTIVADA EM ESTUFA PLÁSTICA

## MAXIMUM EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENT OF EGGPLANT CULTIVATED IN PLASTIC GREENHOUSE

Ivan Carlos Maldaner<sup>1</sup>, Sidinei Zwick Radons<sup>2</sup>, Anderson Rafael Webler<sup>2</sup>, Maykell Leite da Costa<sup>2</sup>, Carina Rejane Pivetta<sup>3</sup> e Arno Bernardo Heldwein<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Aluno Mestrado em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, Exbolsista FAPERGS

<sup>2</sup> Aluno Graduação em Agronomia, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Bolsista PIBIC, PRAE/UFSM e BIC CNPq, respectivamente

<sup>3</sup> Aluna de Doutorado em Agronomia, CCR, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil, Bolsista CAPES

<sup>4</sup> Dr., Agrometeorologia, Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia da UFSM, RS, E-mail: heldwein@smail.ufsm.br.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –  
Aracaju – SE

**RESUMO:** Objetivou-se determinar a evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e o coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) para a berinjela cultivada em estufas plásticas. As plantas foram cultivadas em camalhões de solo, recobertos por mulching plástico e irrigados por gotejamento. A ET<sub>m</sub> foi medida em seis repetições de minilísimetros de drenagem, contendo 20 L de substrato e uma planta. A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de Penman-Monteith. Verificou-se que na primavera a ET<sub>m</sub> e o K<sub>c</sub> aumentam no decorrer do ciclo das plantas, principalmente em função do aumento do índice de área foliar (IAF) e do saldo de radiação, alcançando as maiores médias diárias, de 3,4 mm dia<sup>-1</sup> e 0,81, respectivamente, durante a colheita.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum melongena*, demanda hídrica, cultivos protegidos, .

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determine the maximum evapotranspiration (ET<sub>m</sub>) and crop coefficient (K<sub>c</sub>) of eggplant grown in plastic greenhouse. Plants were grown in a plastic greenhouse in hills covered with plastic mulch and drip irrigation. The ET<sub>m</sub> was measured in six small lysimeters with 20 L of artificial soil and one plant. The reference evapotranspiration was estimated with the Penman-Monteith model. It was verified that in Spring ET<sub>m</sub> and K<sub>c</sub> increased during crop development cycle, mainly as a function of increasing IAF and net radiation, Reaching a maximum daily average of 3.4 mm dia<sup>-1</sup> of ET<sub>m</sub> and 0.81 of K<sub>c</sub>, during the harvest period.

**KEYWORDS:** *Solanum melongena*, water requirement, protected cropping.

**INTRODUÇÃO:** Na horticultura sustentável, é muito importante conhecer as interações entre plantas e os elementos meteorológicos, bem como a quantidade de água evapotranspirada pelas culturas, visto que a disponibilidade hídrica interfere no crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura e na qualidade do produto colhido. A evapotranspiração é governada pelas condições ambientais, principalmente as variáveis meteorológicas, e as interações que ocorrem nas relações solo-planta-atmosfera, as quais em estufas plásticas podem ser parcialmente modificadas, principalmente através do manejo das aberturas, e pelo manejo das plantas nelas cultivadas. O conhecimento da evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) permite quantificar a água transferida da área cultivada para a atmosfera a ser repostada por irrigação. A partir da medida da evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e da determinação simultânea da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), pode-se calcular o coeficiente de cultura (K<sub>c</sub>) (PEREIRA et al., 1997). No interior das estufas plásticas o ambiente é modificado, sendo

a ETm e o Kc diferentes do ambiente externo. Visto que nas estufas plásticas toda água necessária ao cultivo é fornecida por irrigação, a determinação precisa do Kc e da ETm nesse ambiente modificado é imprescindível para o adequado manejo da irrigação. Neste trabalho objetivou-se determinar a evapotranspiração máxima e os valores de coeficiente de cultura para a berinjela durante seu ciclo de desenvolvimento em estufa plástica.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado junto ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa. O solo do local é um argissolo vermelho distrófico arênico. Utilizou-se uma estufa plástica, de 240 m<sup>2</sup> de área, com cobertura em arco de polietileno de baixa densidade de 0,15 mm de espessura. Foram construídos camalhões de solo no espaçamento de 1m, recobertos por polietileno preto opaco, sob o qual foi instalado um tubo gotejador para irrigação. A evapotranspiração máxima foi medida diariamente em seis repetições de minilímetros de drenagem contendo substrato agrícola e uma planta de berinjela, distribuídos entre as demais plantas cultivadas no solo, que serviam de bordadura. Transplantaram-se as mudas na data 15/09/2006, sendo as plantas conduzidas em duas hastes sustentadas com um fio de ráfia. Realizaram-se determinações fenométricas semanais, tais como, altura das plantas e dimensão linear do limbo foliar no sentido longitudinal (C) e transversal (L), sendo os valores de C e L usados para a obtenção do índice de área foliar (IAF). As determinações fenológicas constaram do início da floração, observada aos 46 DAT (31/10), e do início da colheita observada aos 74 DAT (28/11), a qual se estendeu até 16/12/2006, data do final do experimento. A ETo foi calculada através do método de Penman-Monteith (Pereira et al., 1997), utilizando-se os dados medidos na estação meteorológica do 8° DISME/INMET, distante 60 m da estufa plástica e o Kc foi obtido da relação ETm ETo<sup>-1</sup>.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A evapotranspiração máxima diária apresentou forte relação com o índice de área foliar (IAF), pois ambas variáveis apresentaram tendência de crescimento em função do número de dias após o transplante (DAT) ao longo do período experimental (Figura 1). A tendência de aumento da ETm seguiu ao incremento do índice de área foliar, principalmente dos 20 aos 60 DAT (Figura 2), embora a ETm apresentasse flutuações diárias, devidas em parte às variações dia a dia dos elementos meteorológicos. Os valores máximos de IAF (3,63 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) e de ETm foram observados no final do período experimental (Figura 1). Essa tendência deve-se ao próprio incremento do IAF (Figuras 1 e 2) e ao gradativo aumento da demanda atmosférica desde o final do inverno até o início do verão (Figura 3), sendo também observada em cultivos protegidos primaveris de tomate (Dalsasso et al., 1997), melão (Caron & Heldwein, 2000) e abóbora italiana (Streck et al., 2003). A radiação solar e o saldo de radiação, podem ser considerados os elementos meteorológicos mais importante entre aqueles que afetam a evapotranspiração máxima dos vegetais (YANG et al., 1989; NERDERHOFF et al., 1992), porque fornecem a energia para o processo. No presente trabalho houve relação positiva entre o saldo de radiação e a ETm da berinjela ao longo do ciclo, a qual foi mais acentuada após os primeiros 40 DAT. O ajuste entre a ETm e o saldo de radiação no início do ciclo da cultura provavelmente foi menor porque a cultura apresenta um pequeno IAF e, conseqüentemente, uma baixa superfície transpirante, aumentando o erro relativo de determinação da ETm. A evapotranspiração máxima da cultura foi de 172,15 mm durante o ciclo de 92 dias, com uma média diária de 1,93 mm, sendo a ETm total abaixo da observada por Duarte et al. (2003). O maior valor de ETm foi de 5,14 mm aos 87 dias após o transplante (DAT), durante o período da colheita. Em experimentos anteriores realizados na época de outono em Santa Maria mediu-se um consumo d'água médio da berinjela de 0,96, 1,16 e 1,06 mm dia<sup>-1</sup> nos anos de 1996, 1997 e 1998, respectivamente, e no

período de primavera de 1998 foi de 1,78 mm dia<sup>-1</sup> (DRESCH et al., 1999). Duarte et al. (2003) verificaram que a ETm total no ciclo foi de 229 mm, perfazendo uma média diária de 1,74 mm, ressaltando ainda que a cultura é pouco exigente em água no período inicial de cultivo (0,85 mm dia<sup>-1</sup>) e atinge consumo máximo no subperíodo frutificação-colheita (2,90 mm dia<sup>-1</sup>). Moura et al. (2004) também observaram maior consumo d'água nesse subperíodo.

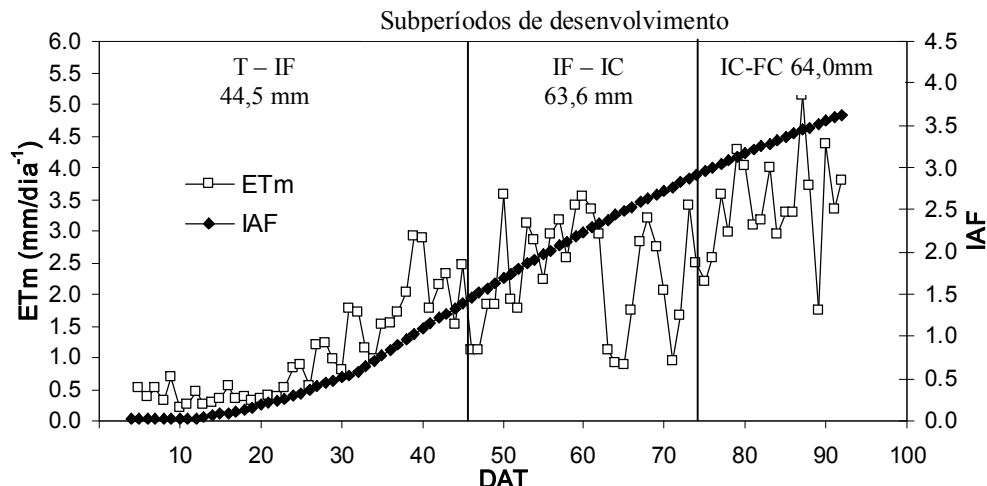


Figura 1: Evapotranspiração máxima diária (ETm) e seu total acumulado nos subperíodos de desenvolvimento, associada ao índice de área foliar (IAF), em função do número de dias após o transplante (DAT) da berinjela cultivada em estufa plástica na primavera. As siglas T-IF, IF-IC, IC-FC, representam os subperíodos do transplante ao início da floração (IF), do IF ao início da colheita e do início da colheita ao seu final, respectivamente. Santa Maria, RS, 2006.

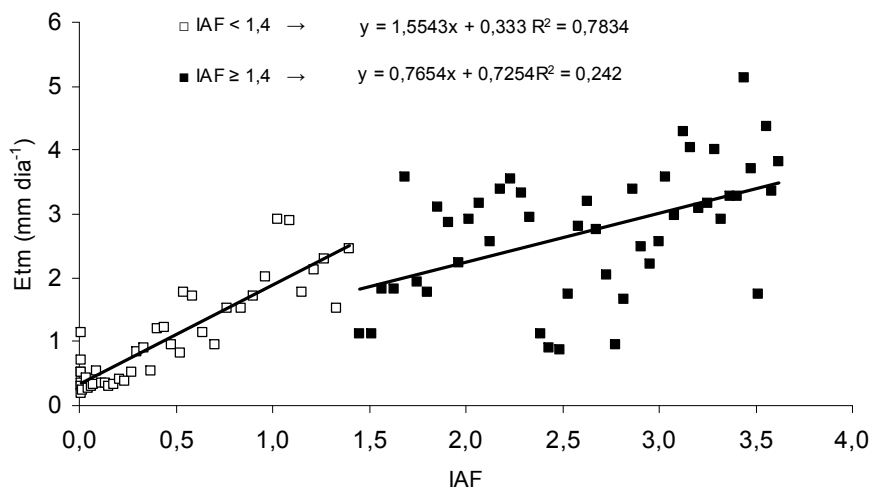


Figura 2: Evapotranspiração máxima (ETm) em função do índice de área foliar (IAF < 1,4 e IAF ≥ 1,4) da cultura de berinjela em estufa plástica na primavera. Santa Maria, RS – 2006.

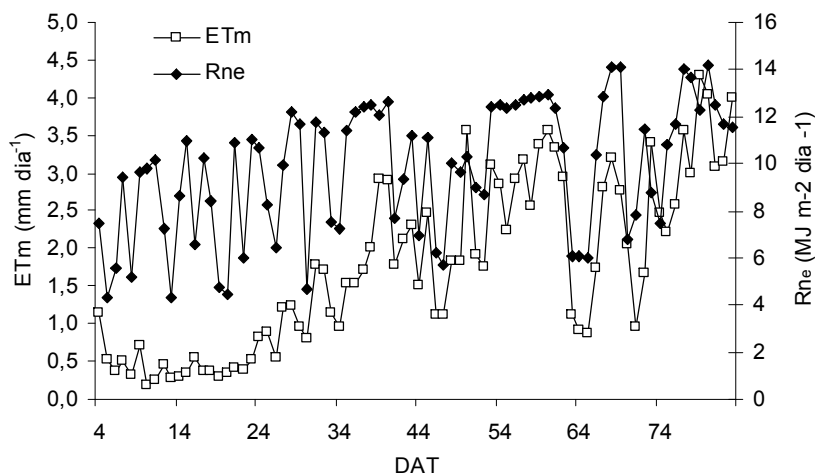


Figura 3: Evapotranspiração máxima da berinjela interna (ETm) e saldo de radiação externo à estufa plástica (Rne), em função dos dias após transplante (DAT). Santa Maria, RS – 2006.

No subperíodo do transplante ao início da floração, embora sendo o subperíodo mais longo (43 dias), a ETm nele acumulada foi a menor (44,5 mm), o que também foi verificado por Moura et al. (2004), mostrando que a cultura é pouco exigente em água no período inicial, principalmente, devido ao pequeno IAF e ao uso de mulching plástico. No subperíodo início da floração ao início da colheita, a ETm aumentou, apresentando média de  $2,36 \text{ mm dia}^{-1}$ , totalizando 63,6 mm em 27 dias. Esse maior valor é devido principalmente a um aumento do IAF e a uma maior demanda atmosférica, principalmente devido ao maior saldo de radiação. Durante o subperíodo do início ao final da colheita, a ETm acumulada foi similar a do subperíodo anterior (64,0 mm), porém ocorreu em apenas 19 dias, apresentando o maior consumo diário ( $3,37 \text{ mm dia}^{-1}$ ), fato também verificado por Moura et al. (2004). Na figura 4, verifica-se que o Kc apresentou grandes flutuações diárias no decorrer do período das determinações, mas a tendência foi de aumento no decorrer do ciclo. Inicialmente, o Kc apresentou um crescimento até os 60 DAT, após este período oscilou próximo de 0,9 até o final do período experimental, quando a linha de tendência se estabilizou. Nos 65, 71 e 72 DAT as cortinas da estufa permaneceram fechadas por mais tempo do que o normal ao longo do dia devido as freqüentes pancadas de chuva, o que associado as condições de baixa demanda hídrica, resultou em uma diminuição dos valores de ETm de forma mais acentuada que os valores de ETo no ambiente externo.

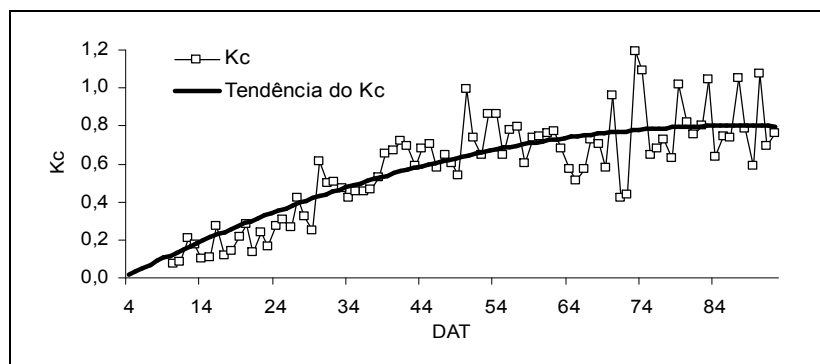


Figura 5: Valores diários do coeficiente de cultura (Kc) e sua tendência ao longo do ciclo de desenvolvimento da berinjela em dias após transplante (DAT). Santa Maria, RS, 2006.

Os valores médios e extremos do Kc obtidos para os diferentes subperíodos são apresentados na Tabela 1. O menor valor do coeficiente de cultura ocorreu nos primeiros DAT. Segundo STRECK et al. (2003), isto resulta dos baixos valores iniciais de ETm, devido a pequena área foliar da cultura e da cobertura da superfície do solo com mulching de filme plástico preto, que restringe a evaporação na superfície do solo, apesar das condições atmosféricas proporcionarem uma alta demanda hídrica. O valor máximo do Kc foi de 1,20, aos 73 DAT, em que a ETo apresentou tendência de decréscimo em relação aos dias anteriores, e o pico positivo apresentado pela ETm não esteve associado a um aumento da demanda hídrica externa à estufa, para o que não foi possível estabelecer uma causa lógica.

Tabela 1. Coeficiente de cultura para a berinjela cultivada em ambiente protegido para diferentes subperíodos de desenvolvimento das plantas. Santa Maria, RS, 2006.

Subperíodos de desenvolvimento	Coeficiente de cultura		
	Médio	Máximo	Mínimo
Transplante – Início florescimento	0,37	0,72	0,07
Início florescimento – Início colheita	0,71	1,20	0,42
Colheita	0,81	1,07	0,59

**CONCLUSÕES:** A evapotranspiração máxima da berinjela cultivada na primavera em estufa plástica aumenta com o aumento do índice de área foliar e do aumento do saldo de radiação no decorrer dessa época. O coeficiente de cultura da berinjela cultivada na primavera em estufa plástica aumenta com o número de dias após o transplante em função do aumento do índice de área foliar, mas em média é menor do que um.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- CARON, B. O., HELDWEIN, A. B. Consumo d'água e coeficiente de cultura para o meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.1, p.19-25, 2000.
- DALSASSO, L.C.M. et al. Consumo d'água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p. 61-67, 1997.
- DRESCH, L. et al. Consumo d'água da cultura da berinjela em estufa plástica. In: IN: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., 1999, Santa Maria, RS. **Anais ...**, PRPGP/UFSM, 1999. p.504.
- DUARTE, G. et al. Consumo hídrico da berinjela (*Solanum melongena* L.) em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. **Anais...**, Santa Maria, RS: SBAgro/UFSM, 2003. p. 213-214.
- MOURA, D. C. M., CARVALHO, J. A., GOMES, L. A. A. Evapotranspiração da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.) irrigada com diferentes concentrações de sais na água. **Revista Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 15, n. único, p.1-6, 2004.
- NERDERHOFF, E.M. et al. Leaf conductance and rate of crop transpiration of greenhouse grown sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) as affected by carbon dioxide. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 52, p. 283-301, 1992.
- PEREIRA, A.R. et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997, 183 p.
- STRECK, L. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, S. Maria, v.11, n.1, p. 43-52, 2003.
- YANG, X. et al. The microclimate and transpiration of greenhouse cucumber crop. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v.32, n.6, p.2143-2150, 1989.