

ISSN 0104-1347

Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura para o pimentão cultivado em estufa plástica na primavera

Maximum evapotranspiration and crop coefficient of sweet pepper in plastic house during spring

Ivonete Fátima Tazzo¹, Arno Bernardo Heldwein², Nereu Augusto Streck³, Edenir Luis Grimm⁴,
Guilherme Fabiano Maass⁵ e Carina Rejane Pivetta⁵

Resumo – Determinou-se a evapotranspiração máxima (ETm) e o coeficiente de cultura (Kc) para o pimentão (*Capsicum annuum*, L.) cultivado na primavera em estufa plástica. Os experimentos foram realizados nos períodos de 12/08 a 12/12/2000 e 11/08 a 02/12/2001. As plantas foram espaçadas 0,3m entre si e 1,0m entre fileiras, tutoradas por fio de rafia e conduzidas em haste única, sendo a poda das ramificações realizada na segunda bifurcação. A ETm foi determinada diariamente desde o transplante das plantas até o final da colheita dos frutos através de lisímetros de drenagem com solo e com substrato. Os valores diários da ETm foram ajustados ao valor médio do índice de área foliar (IAF) de todas repetições de lisímetros. A tendência de variação da ETm acompanhou o incremento do IAF até o valor máximo e, após, apresentou tendência de decréscimo. Os valores diários máximos de ETm ocorreram aos 84 dias após o transplante (3,61mm) e 83 dias após o transplante (4,75mm) nos anos de 2000 e 2001, respectivamente. A ETm total, na primavera de 2000, foi de 157,2mm com média de 1,29mm.dia⁻¹, para um ciclo de 123 dias, e na primavera de 2001, a ETm totalizou 172,6mm com média de 1,51mm para um ciclo de 117 dias. O coeficiente de cultura (Kc) diário no ano de 2000 variou entre 0,08 e 1,85, e no ano de 2001, seus valores diários variaram entre 0,04 a 1,67. Com as curvas de tendência obteve-se um valor máximo de Kc de 0,90 e 1,07 próximo aos 100 dias após o transplante, para 2000 e 2001, respectivamente.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, evapotranspiração máxima, coeficiente de cultura, estufa plástica.

Abstract - Maximum evapotranspiration (ETm) and the crop coefficient (Kc) of Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in plastic greenhouse during spring were determined. Experiments were carried out from 12/08/2000 to 12/12/2000 and from 11/08/2001 to 02/12/2001. Plant spacing was 0.3m x 1.0m. Plants were pruned and a single stem was left. ETm was determined daily from transplanting to the end of the fruits harvesting filled using lysimeters with natural soil and with an artificial soil. Daily values of ETm were adjusted to an average leaf area index (LAI) of all lysimeters replications. The ETm trend followed the increase in LAI up to a maximum value and decreased afterwards. Maximum daily ETm values occurred at 84 days after transplanting (3.61mm) and at 83 days after transplanting (4.75mm) during 2000 and 2001, respectively. Total ETm during 2000 was 157.2mm (mean daily ETm of 1.29mm.day⁻¹ during a 123-day cycle) and in 2001 was 172,6mm (mean daily ETm of 1.51mm.day⁻¹ during a 117-day cycle). During 2000, Kc varied from 0,08 to 1.85 whereas during 2001, Kc varied from 0,04 to 1.67, with maximum estimated by the trend line of 0.90 in 2000 and 1.07 in 2001.

Key words: *Capsicum annuum*, evapotranspiration, crop coefficient, plastic house.

¹Eng. Agr., Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM. Bolsista Capes.

²Prof. Tit., Dr, Dept°. de Fitotecnia – UFSM, 97105-900 Santa Maria-RS, heldwein@ccr.ufsm.br, bolsista PQ/CNPq.

³Prof. Adj., PhD, Dept°. de Fitotecnia – UFSM, 97105-900 Santa Maria-RS, nstreck1@smail.ufsm.br.

⁴Aluno do curso de Agronomia da UFSM, bolsista FAPERGS.

⁵Aluno do curso de Agronomia da UFSM, bolsista BIC/CNPq

Introdução

O cultivo, em estufas plásticas, é uma alternativa para garantir a produção de espécies olerícolas durante a maior parte do ano na Região Sul do Brasil. Conforme Melo (1997), apud AGUIAR E SILVA et al. (2003), dentre as culturas de hortaliças de importância econômica, o pimentão é a mais cultivada em estufa plástica no Estado de São Paulo, em razão da sua adaptação ao ambiente protegido. Em razão das alterações que ocorrem dentro da estufa plástica, a cultura do pimentão tem um maior crescimento e desenvolvimento ocorrendo uma maior produção e qualidade superior dos frutos (CUNHA & ESCOBEDO, 2003).

A quantificação adequada da água a ser fornecida para a cultura do pimentão é de fundamental importância para evitar condições de estresse por excesso ou deficiência hídrica, aos quais essa cultura é muito sensível (CERMEÑO, 1978; CAIXETA, 1984), principalmente nos cultivos em ambientes modificados por coberturas plásticas, nos quais toda demanda hídrica deve ser suprida por irrigação.

A evapotranspiração é modificada no interior de estufas plásticas devido à alteração do microclima em razão da cobertura plástica, da forma de manejo das aberturas desses ambientes e da espécie cultivada. Segundo DALMAGO et al. (2003), para um cultivo de outono, os valores de ET_m obtidos nos minilímetros de drenagem com solo ou com substrato podem ser utilizados para o manejo da irrigação das plantas cultivadas tanto em substrato como no solo, desde que consideradas as diferenças em índice de área foliar das plantas entre os meios de cultivo.

As determinações da evapotranspiração máxima (ET_m) e do coeficiente de cultura (K_c) fornecem informações importantes para o monitoramento correto das necessidades hídricas das espécies vegetais. DALMAGO et al. (2003), num cultivo de outono, obtiveram valores médios diários de ET_m de 1,21mm e os valores médios de K_c nos diferentes subperíodos de desenvolvimento do pimentão variaram de 0,04 até 1,06. Para o período de primavera, essa informação ainda não está disponibilizada para as condições da Região Central do Rio Grande do Sul. No entanto, HELDWEIN et al. (2001), demonstraram que a demanda atmosférica é bem superior na primavera se comparada com a de outono. Segundo esses autores, a época do ano, a espécie cultivada e o

crescimento da parte aérea das plantas afetam a evaporação no interior das estufas plásticas e, portanto, também afetam a evapotranspiração.

DALSASSO (1997) obteve um consumo d'água para a cultura do tomateiro de 247mm (1,80 mm dia⁻¹) cultivado na primavera e de 189mm (1,29 mm dia⁻¹) cultivado no outono, sendo que o K_c na primavera variou de 0,2 até 0,8 e no outono variou de 0,20 a 1,40, mostrando que na primavera a demanda hídrica para essa cultura é maior e que o K_c não se mantém igual para épocas de plantio diferentes. Resultados de VALANDRO (1999) e VALANDRO (2003) de experimentos com tomateiro e de REISSER Jr. (1991) com alface confirmam que a evapotranspiração diária dos cultivos de hortaliças realizados em estufa plástica é maior na primavera do que no outono. Além dessa variação entre épocas do ano, a ET_m também pode apresentar variação entre anos para uma mesma época do ano. Em cultivos de meloeiro nas primaveras de 1996, 1997 e 1998, CARON & HELDWEIN (2000) mediram um total de consumo de água no ciclo de 209,6mm (1,9 mm dia⁻¹), 166,8mm (1,7 mm dia⁻¹) e 159,1mm (1,3 mm dia⁻¹), respectivamente. Essas variações são mais um indicativo de que a determinação do valor real da ET_m da cultura do pimentão, em estufa na primavera, é de fundamental importância para o correto manejo da irrigação nessa época e ambiente.

O objetivo neste trabalho foi determinar a evapotranspiração máxima (ET_m) e o coeficiente de cultura (K_c) do pimentão cultivado no período de primavera em estufa plástica nas condições climáticas da Depressão Central em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W e altitude: 95m), no período de 12/08 a 12/12/2000 e 11/08 a 02/12/2001. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes sem estação seca definida (MORENO, 1961). O solo foi classificado como "Argissolo Vermelho Distrófico Arênico" (EMBRAPA, 1999).

A estufa possuía 24m de comprimento, alinhamento Norte – Sul, e 10m de largura, com altura

de 3m na parte central e 2m de pé-direito. A cobertura, em forma de arco, foi recoberta por um filme plástico transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100 μ de espessura. O manejo das cortinas e portas, nas extremidades para a ventilação foi realizado conforme a condição meteorológica do dia. Nos dias em que ocorria precipitação ou vento forte, essas permaneciam fechadas ou apenas abria-se a porta do lado oposto à direção do vento.

As plantas de pimentão, híbrido VIDI F1, foram transplantadas sobre camalhões construídos com aproximadamente 0,10m de altura e 0,30 m de largura, recobertos com “mulching” de filme opaco de PEBD de cor preta. O espaçamento foi de 0,30m entre plantas e 1,0 m entre fileiras, obtendo-se dez fileiras de plantas na estufa, as quais ficaram orientadas no sentido do seu comprimento consistiam as plantas de bordadura para as plantas dos lisímetros. As plantas foram conduzidas em haste única, tutoradas por um fio de ráfia, realizando-se a desbrota total dos ramos emergentes abaixo da primeira bifurcação. As ramificações das bifurcações foram podadas na sua 2ª bifurcação, deixando-se um mínimo de sete folhas e um fruto por ramificação. O controle de pragas e doenças foi eventual, sendo realizado somente quando necessário.

A *ETm* do dossel de plantas foi determinada, em base diária (mm dia⁻¹), por meio de lisimetria. Em 2000, utilizaram-se oito minilísímetros preenchidos com solo (*ML*) e três lisímetros com substrato (*LS*), totalizando 11 repetições. No ano de 2001, utilizaram-se nove repetições, sendo seis *ML* e três *LS*.

Os *ML* foram instalados no alinhamento e altura dos camalhões, sob o “mulching” para reduzir a evaporação da água do solo e obter uma condição similar aos cultivos com mulching plástico, em estufa, realizados na região e similar a das plantas de bordadura alinhadas nos camalhões. No centro de cada *ML*, foi transplantada uma planta e foram instalados dois tensiômetros, a 0,10 e 0,20m de profundidade, para o monitoramento diário do potencial matricial da água no solo (*Ym*). O valor da variação de armazenamento de água (ΔA) para o dia “n” foi calculado pela diferença entre o armazenamento de água no solo determinado na manhã do dia “n+1” e no dia “n”.

Os *ML* foram irrigados manualmente no início da manhã, entre 8h e 9h, sendo o volume de água quantificado com uma proveta graduada. A tomada de decisão para irrigar ou não e a lâmina de água a ser

fornecida no dia, foram definidas com base no *Ym* a 0,10m de profundidade, nas condições de demanda hídrica atmosférica no momento da irrigação e crescimento das plantas, conforme os critérios adotados por DALSSASSO et al. (1997), mantendo-se o *Ym* entre -100 e -400hPa no interior dos *ML*. No solo, as plantas de bordadura nos camalhões foram irrigadas por gotejamento sob “mulching” plástico, adotando-se os mesmos critérios que para os *ML*. A drenagem na base dos *ML* foi realizada por meio de um sistema extrator a vácuo, sendo a água extraída do solo por cápsulas porosas instaladas no fundo dos *ML*, conectadas à bomba de vácuo e ao reservatório coletor por meio de tubos de nylon indeformáveis. A *ETm* foi calculada pela equação simplificada do balanço hídrico do solo para as condições de contorno definidas para os minilísímetros (DALMAGO et al., 2003).

Os lisímetros de substrato (*LS*) eram constituídos de 5 plantas cultivadas em um volume individual de cinco litros de substrato embalado em sacolas plásticas, as quais foram alinhadas em uma calha de drenagem de PVC (VALANDRO et al., 1999). Nos *LS*, devido ao pequeno volume de substrato, realizaram-se duas irrigações diárias. A primeira irrigação do dia foi feita pela manhã entre as 8h e 9h, e a segunda no início da tarde. A água foi fornecida durante o tempo necessário para a saturação completa do substrato, a qual ocorria cerca de 2 a 3 min após o início da drenagem do excesso de água. Quantificou-se o volume irrigado pela diferença de nível da solução no reservatório cilíndrico, medido num visor tubular externo, fixado sobre uma régua graduada em mm. A *ETm* nos *LS* do dia “n” foi determinada pela diferença entre o volume irrigado e drenado da segunda irrigação do dia “n” somada à diferença da primeira irrigação do dia “n+1”. A cada semana realizou-se uma irrigação com solução nutritiva adaptada para a cultura do pimentão (DALMAGO, 2001). A construção dos *ML* e *LS*, bem como a sua sistemática de instalação, manutenção e manejo, são descritos em VALANDRO et al. (1999) e DALMAGO et al. (2003).

Em todas as folhas das plantas cultivadas nos *ML* e em uma planta de cada *LS*, mediu-se semanalmente o comprimento máximo (cm) e calculou-se a respectiva área foliar por meio de uma função potencial (DALMAGO, 2001). A partir desses dados, determinou-se o índice de área foliar (*IAF*) em cada meio de cultivo. No mesmo intervalo de tempo e nas mesmas plantas, determinou-se a altura (*Altpl*) e o seu

número de folhas (N_f). Os valores diários de I_{AF} , Al_{tpl} e N_f no intervalo das medições, foram obtidos por interpolação a partir do ajuste de equações em função do número de dias após o transplante (DAT). Determinou-se a data da abertura da primeira flor e do início de colheita dos frutos para caracterizar os subperíodos do transplante ao início da floração ($T-IF$), início da floração ao início da colheita ($IF-IC$) e início da colheita ao final da colheita ($IC-FC$).

Os valores de ET_m obtidos com os dois tipos de lisímetros (2 métodos de lisimetria – ML e LS) foram ajustados para um mesmo índice de área foliar, considerado o valor médio padrão do respectivo dia, para fins de comparação. Os valores de evapotranspiração obtidos em cada método foram divididos pelo I_{AF} das respectivas plantas, e posteriormente, foram multiplicados pelo I_{AF} médio do conjunto de todas as plantas cultivadas sob as condições dos dois métodos de determinação da ET_m . Os valores de evapotranspiração máxima da cultura do pimentão, a serem utilizados nos modelos de regressão, foram determinados a partir dos valores médios obtidos nos lisímetros de drenagem com substrato e minilísimetros de drenagem com solo, corrigidos para o I_{AF} médio padrão, obtendo-se então uma média diária dos mesmos.

No interior da estufa, num abrigo meteorológico a 1,5m acima do solo, e na estação meteorológica, localizada a cerca de 100m de distância a sul da estufa, registraram-se continuamente a temperatura e a umidade relativa do ar com termohigrógrafos. Com base nessas variáveis, calculou-se o déficit de saturação do ar (d). Pela razão entre o valor medido da ET_m e a evapotranspiração de referência (ET_o), ambas em $mm \cdot dia^{-1}$, calcularam-se o K_c diário e o seu valor médio para os subperíodos $T-IF$, $IF-IC$ e $IC-FC$. A ET_o foi estimada pelo método de Penman-Monteith, conforme PEREIRA *et al.* (1997) a partir dos elementos meteorológicos determinados na estação meteorológica pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME) do Ministério da Agricultura, instalada a cerca de 100m a sul da estufa. Por meio de curvas de tendência obtiveram-se os valores matemáticos máximos de K_c para os dois anos.

Resultados e discussão

O valor médio diário da evapotranspiração máxima ajustada para um mesmo índice de área foliar

padrão, determinado para cada dia, considerando todo o ciclo de desenvolvimento das plantas na primavera, foi de 1,19 e 1,23mm nos minilísimetros de solo ($ET_{m_{ML}}$) para 2000 e 2001, respectivamente (Figura 1). Nos lisímetros de drenagem com substrato ($ET_{m_{LS}}$), a ET_m foi de 1,33 $mm \cdot dia^{-1}$ em 2000 e 1,59 $mm \cdot dia^{-1}$, em 2001. O valor total da ET_m do pimentão, na primavera de 2000 (123 DAT), foi de 157,2mm com média diária de 1,28 mm, e para a primavera de 2001 (117 DAT), foi de 172,6mm com média diária de 1,48mm, considerando-se os valores ajustados para o índice de área foliar médio (Figura 2).

Os resultados apresentados na Figura 2, mostram que houve variação da ET_m entre anos e entre subperíodos. Uma das causas da variação total de ET_m entre anos nos subperíodos foi a diferença de duração dos mesmos. Nos anos de 2000 e 2001 a duração foi, respectivamente, de 42 e 13 dias para o subperíodo $T-IF$, 35 e 86 dias para o subperíodo $IF-IC$ e de 46 e 18 dias para o subperíodo $IC-FC$. A menor duração do subperíodo $T-IF$ no ano de 2001 ocorreu em razão do atraso no transplante devido ao crescimento insatisfatório das plantas, que mesmo assim, acumularam soma térmica. Isso ocorreu devido à deficiência em nutrientes causada pela sua lixiviação do substrato em função da excessiva irrigação fornecida por um sistema de irrigação por aspersão automático que se encontrava em avaliação experimental. Devido a esse atraso no transplante ocorreu uma menor duração desse subperíodo em razão das plantas atingirem mais rapidamente a soma térmica necessária para iniciar a floração após o transplante. Fato seme-

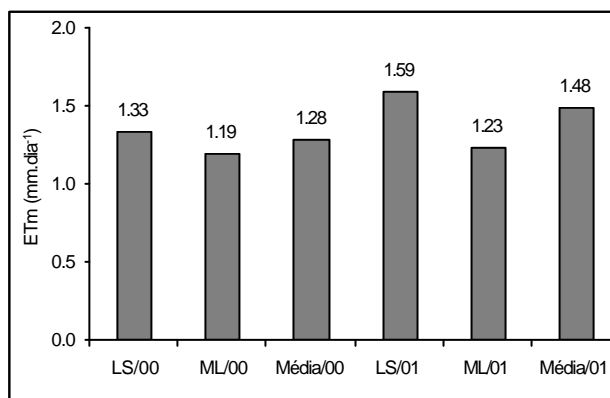


Figura 1. Evapotranspiração máxima (ET_m), determinada em lisímetros de drenagem com substrato (LS), minilísimetros de drenagem com solo (ML), corrigida para o mesmo índice de área foliar médio, e sua média entre os dois tipos de lisímetros (Média) nos anos 2000 (00) e 2001 (01), em Santa Maria, RS.

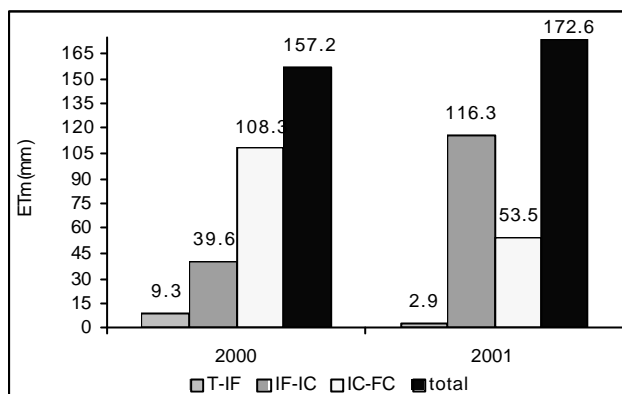


Figura 2. Evapotranspiração máxima (ETm) do pimentão em estufa plástica nos subperíodos, transplante - início da floração (T-IF), início da floração - início da colheita (IF-IC) e início da colheita - final da colheita (IC-FC), na primavera de 2000 e 2001, respectivamente, em Santa Maria, RS.

lhante foi verificado por CARON (1999) e CARON & HELDWEIN (2000) em experimento realizado com melão cultivado na primavera em estufa plástica. No ano de 2001, apesar das plantas de pimentão iniciarem a floração 13 dias após o transplante, a fixação dos frutos não ocorreu nas três primeiras semanas, devido ao pequeno IAF e à baixa temperatura, prolongando assim o subperíodo IF-IC.

A ETm na primavera de 2000 apresentou tendência de incremento ao longo de todo o período de cultivo do pimentão, alcançando um valor máximo de 3,61mm aos 100 DAT. Na maior parte desse período, a demanda atmosférica foi menor do que em 2001, ocorrendo vários períodos chuvosos prolongados, com baixa insolação, nos quais a estufa permaneceu fechada por mais tempo. Em razão disso, a ETm apresentou valores menores do que em 2001. Na primavera de 2001 a tendência da ETm foi crescente até os 79 DAT, quando ocorreu o valor máximo diário da ETm (4,75mm). Esse valor ocorreu em razão do elevado valor do déficit de saturação de vapor d'água no interior da estufa ($d=11,4\text{hPa}$). Após isso, a ETm apresentou grande variação entre os dias, mas com tendência de estabilidade da média até o final do experimento. O manejo das cortinas laterais e portas da estufa e a variação das condições meteorológicas, ora de alta ora de baixa demanda evaporativa, foram as principais determinantes das flutuações dos valores diários observados nas curvas de evolução da ETm ao longo do ciclo nos dois anos (Figura 3).

A relação entre a ETm e o IAF foi linear até um IAF de aproximadamente $1,0\text{m}^2\text{m}^{-2}$ e, acima de

$1,0\text{m}^2\text{m}^{-2}$, não houve relação (Figura 4). DALMAGO et al. (2003), trabalhando com pimentão no período de outono, obtiveram uma relação linear até IAF de $1,4\text{m}^2\text{m}^{-2}$, porém os valores, a partir de $1,0\text{m}^2\text{m}^{-2}$ já apresentavam significativa oscilação entre dias e pouca correlação com o IAF. No primeiro subperíodo, o IAF foi o fator mais importante no incremento da ETm, enquanto que, no segundo, a influência das condições de demanda atmosférica predominaram, uma vez que o IAF não apresentou variação acentuada, principalmente após os 80 DAT ($\text{IAF}>1,2\text{m}^2\text{m}^{-2}$).

Os valores diários de coeficiente de cultura na primavera de 2000 variaram de 0,08 e 1,85 e na primavera de 2001, variaram de 0,04 a 1,67 (Figura 5). Para os dois anos, os menores valores de Kc ocorreram nos primeiros DAT, devido à pequena área foliar das plantas da cultura e da cobertura do solo com mulching, apesar das condições de demanda hídrica serem elevadas para a época. O valor extremo de Kc na primavera de 2000 ocorreu aos 84 DAT e na primavera de 2001 aos 109 DAT, porém em ambos os anos a tendência matemática apresentou valores máximos de 0,90 e 1,07 em torno dos 100 DAT. As flutuações negativas dos valores de Kc em relação à linha de tendência ocorreram em razão do fechamen-

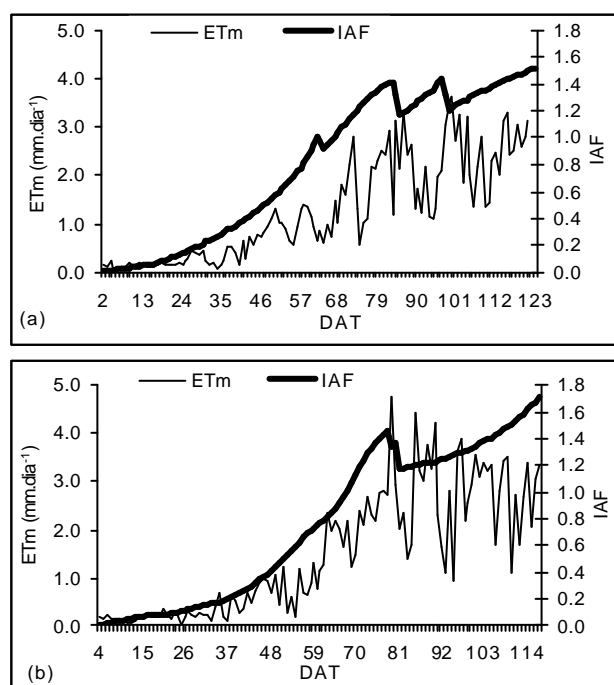


Figura 3. Evapotranspiração máxima (ETm) e índice de área foliar (IAF) da cultura do pimentão cultivado em estufa plástica na primavera de 2000 (a) e 2001 (b), em função dos dias após o transplante (DAT).

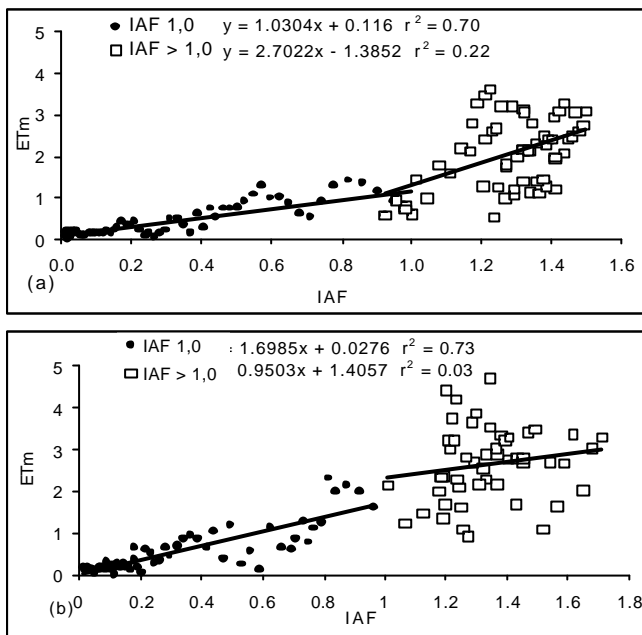


Figura 4. Relação da evapotranspiração máxima (ETm) com o índice de área foliar (IAF) para a cultura do pimentão cultivado em estufa plástica na primavera de 2000 (a) e 2001 (b). Santa Maria, RS.

to das estufas no período diurno em razão da baixa insolação e frio ou com precipitação. A redução da relação entre a ETm e a evapotranspiração de refe-

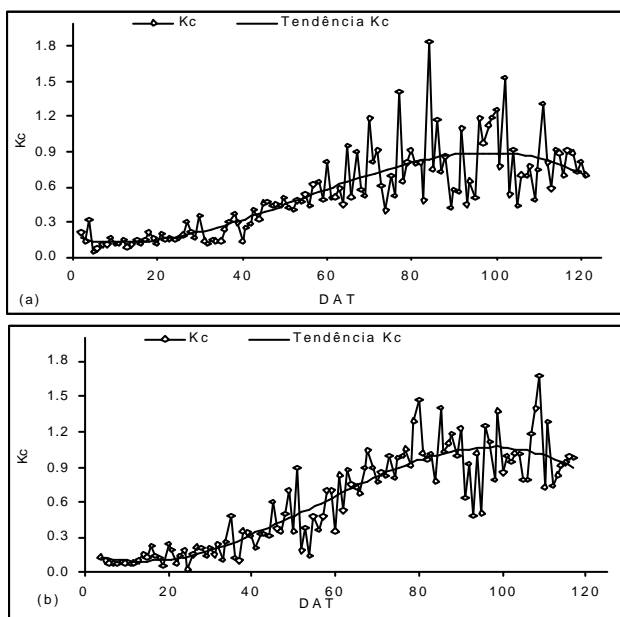


Figura 5. Coeficiente de cultura (Kc) e sua tendência ao longo do ciclo de desenvolvimento do pimentão (DAT) cultivado em estufa plástica no período da primavera de 2000 (a) e 2001 (b). Santa Maria, RS.

rência provavelmente tenha como causa a diminuição da capacidade evaporativa pelo impedimento da dissipação do vapor d'água em razão da estanqueidade do ar, aumentando a umidade relativa no interior da estufa (DALMAGO, 2001). Apesar dos erros das flutuações negativas em relação à linha de tendência do Kc estes podem ser compensados pelas variações positivas dos dias subsequentes (DALMAGO *et al.*, 2003; STRECK *et al.*, 2003).

O Kc apresentou ajuste aceitável com o IAF ($R^2 = 0,64$ e $0,80$, para 2000 e 2001, respectivamente), conforme pode ser observado na Figura 6. Verifica-se que o Kc apresentou melhor ajuste até o IAF atingir 1,0. Após esse valor, não houve ajuste entre Kc e IAF. Conforme DALMAGO *et al.* (2003), os valores médios de Kc representados pela linha de tendência são adequados para a estimativa da irrigação diária da cultura do pimentão, pois esta responde melhor à quantidade moderada de umidade no solo do que ao excesso (CERMEÑO, 1978).

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERGS e à Petroquímica Triunfo S.A pelo financiamento parcial desta pesquisa e a FAPERGS e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica, de pós graduação e de

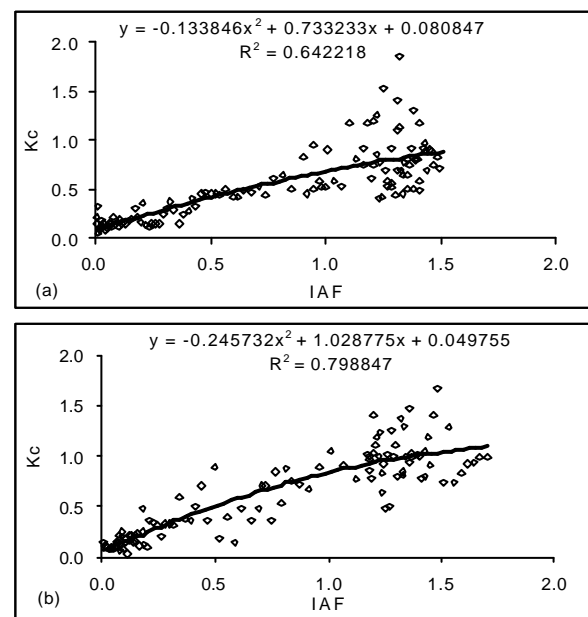


Figura 6. Relação entre o coeficiente de cultura (Kc) e o índice de área foliar (IAF), na primavera de 2000 (a) e na primavera de 2001 (b) da cultura do pimentão cultivado em estufa plástica. Santa Maria, RS.

pesquisa concedidas no período de realização deste trabalho.

Referências bibliográficas

AGUIAR E SILVA, M.A, et al. Efeito da cultura do pimentão sobre os elementos energéticos em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 215-220, 2003.

CAIXETA, T.J. Irrigação nas culturas de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 35-37, 1984.

CARON, B.O. **Consumo d'água e coeficiente de cultura do meloeiro cultivado em estufa plástica**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFSM, 1999.

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.

CERMEÑO, Z.S. **Cultura de plantas hortícolas em estufa**. Lisboa: Lixeta, 1978. 360 p.

CUNHA, A.R. da; ESCOBEDO, J.F., Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 15-26, 2003.

DALMAGO, G.A. **Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001. 165 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFSM, 2001.

DALMAGO, G.A. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 33-41, 2003.

DALSASSO, L.C.M. **Consumo de água e coeficiente de cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, M.) e do pepineiro (*Cucumis sativus*, L.) cultivados em estufa plástica**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), curso de Pós-Graduação em Agronomia/UFSM, 1997.

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.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações/ Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

HELDWEIN, A.B. et al. Evaporação d'água em estufas plásticas e sua relação com o ambiente externo: 2 - Efeito da espécie cultivada e da época do ano nos valores obtidos com minitanques. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 43-49, 2001.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 46 p.

PEREIRA, A.R. et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 217 p.

REISSER Jr., C. **Evapotranspiração de alface em estufa plástica e em ambiente natural**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991. 78 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM.

STRECK, L. et al. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 43-52, 2003.

VALANDRO, J. **Transpiração do tomateiro cultivado fora do solo em estufa plástica e sua relação com os elementos meteorológicos e parâmetros de crescimento**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Marias, 1999. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFSM.

VALANDRO, J. et al. Dispositivo lisimétrico simples para determinar a transpiração das hortaliças cultivadas fora do solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 189-193, 1999.

VALANDRO, J. **Respostas fisiológicas do tomateiro cultivado sob diferentes níveis hídricos do substrato, em ambiente protegido**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2003. 66 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFPel.