

CONSUMO D'ÁGUA DO TOMATEIRO TIPO SALADA EM ESTUFA PLÁSTICA¹

CROP WATER CONSUMPTION OF SALAD TOMATO IN PLASTIC GREENHOUSE¹

Luís Carlos Marcon Dalsasso², Arno Bernardo Heldwein³, Galileo Adeli Buriol^{3,4}, Flavio Miguel Schneider³, Nereu Augusto Streck³, Genei Antonio Dalmago⁵

RESUMO

A quantificação das necessidades hídricas das espécies cultivadas em estufas plásticas é importante para o uso racional da água. O objetivo deste trabalho foi determinar o consumo d'água do tomateiro, híbrido Monte Carlo, com base no balanço hídrico do solo. As determinações de consumo d'água foram feitas através do balanço hídrico do solo simplificado para as condições da estufa plástica. Os resultados mostraram que o consumo d'água do tomateiro foi de 247 mm e de 189 mm para o cultivo de primavera e de outono, respectivamente. Na primavera, o consumo d'água do tomateiro aumentou de 2 mm por semana após o transplante até valores próximos 30 mm por semana no período da 17^a até a 19^a semana após transplante. No outono o consumo d'água do tomateiro se manteve oscilando em torno de valores próximos de 11 mm por semana nas primeiras 12 semanas após o transplante e em torno de 9 mm por semana da 13^a até a 16^a semana após o transplante, decrescendo drasticamente para valores próximos de 4 mm no período da 17^a até a 21^a semana após transplante.

Palavras-chave: consumo d'água, balanço hídrico, tomateiro, estufa plástica.

SUMMARY

¹ Pesquisa financiada pela FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul) e UFSM (Universidade Federal de Santa Maria).

² Aluno do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, bolsista da CAPES.

³ Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, UFSM. 97119-900 Santa Maria, RS. Email: heldwein@super.ufsm.br.

⁴ Bolsista do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

⁵ Aluno do Curso de Agronomia, UFSM, bolsista PIBIC-CNPq/UFSM.

Crop water consumption in greenhouses is an important parameter which little investigated in Brazil. The objective of this experiment was to determine the water consumption for tomato crop grown in greenhouses of 240 m² under black plastic mulch and drip irrigation. Some water balance components were determined. Results demonstrated that tomato water consumption was 247 mm for spring growth and 189 mm for fall growth. For spring growth the water consumption increased during crop cycle ranging from 2 mm after seedling transplant to values near 30 mm per week from the 17th to the 19th week. For fall growth tomato the weekly water consumption remained near 11 mm during the 12 first weeks after seedling transplant, decreased to 9 mm from the 13th to the 16th week when decreased drastically and then remained near 4 mm in the lasts 5 weeks.

Key words: water consumption, water balance, tomato, plastic greenhouse.

INTRODUÇÃO

O consumo d'água pelas plantas depende fundamentalmente da quantidade de água disponível no solo e da demanda atmosférica. A demanda atmosférica é condicionada principalmente pela radiação solar, velocidade do vento, temperatura e déficit de saturação do ar. Todos esses elementos sofrem alterações no interior das estufas, resultando em diferença de consumo d'água em relação ao ambiente externo.

Já se tem resultados de consumo d'água para a maioria das espécies cultivadas extensivamente, bem como para diversas espécies de hortaliças, em ambiente natural (DOORENBOS & KASSAM, 1979; FAPOHUNDA, 1992; LIMA et al, 1994). É necessário também que seja determinado o consumo d'água das espécies cultivadas em ambientes protegidos, uma vez que esta tecnologia está sendo muito utilizada na Região Sul do Brasil. As plantas no interior das estufas estão num ambiente diferente do externo. Nelas o consumo d'água é menor, principalmente pela atenuação que ocorre na densidade de fluxo da radiação solar incidente e da menor velocidade de renovação do ar junto às plantas (ROBLEDO & MARTIN, 1981; REISSER Jr., 1991; BURIOL et al, 1995). Além disso, é usual, em estufas, utilizar-se a técnica da cobertura do solo com “mulching” de polietileno preto, a qual também reduz a evaporação, pois a área de solo exposta ao ar torna-se menor e, ainda, a área de solo irrigada está coberta pelo “mulching”. Este é um fator adicional que também altera o consumo d'água em relação ao ambiente externo onde, geralmente, esta técnica é pouco utilizada. MANCINE & CALIANDRO (1989) ao medirem a evapotranspiração máxima (ET_m) do tomateiro em lisímetros instalados no interior de casas de vegetação, obtiveram valores que variaram de 132 a 272 mm ao longo do ciclo conforme o ano. Num experimento similar em estufa plástica conduzido ao logo de três anos por CASTILLA & FERERES (1990) encontraram valores de ET_m

que variaram de 288 a 356 mm por ciclo. Estes dois trabalhos mostram que mesmo em condições similares o consumo d'água pode apresentar variação apreciável.

Dentre as dificuldades que os produtores da região de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul (RS) tem encontrado, ao adotarem o cultivo em estufas plásticas, destaca-se a falta de dados específicos sobre o uso racional da água e o desconhecimento da evapotranspiração dos cultivos neste ambiente. Assim, a irrigação nas estufas ainda é feita empiricamente. Neste sentido, o trabalho objetivou determinar o consumo de água do tomateiro cultivado em estufa plástica através do balanço hídrico do solo, para servir de subsídio ao uso racional da água nessa cultura.

MATERIAL E MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos com o tomateiro, híbrido Monte Carlo, em estufa plástica na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29°43'23" S, longitude: 53°43'15" W e altitude: 95 m). Santa Maria está situada na Região Fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul que, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Cfa, subtropical úmido sem estação seca e com a temperatura média do mês mais quente maior do que 22 °C.

O solo no local onde foram instaladas as estufas pertence à unidade de mapeamento Santa Maria, classificado como podzólico bruno acinzentado de textura média. Na área das estufas o solo apresenta uma camada compactada (pé de arado) na profundidade de 20 à 33 cm, com densidade aparente média de 1,66 g cm⁻³. As estufas, orientadas no seu comprimento na direção norte-sul, tinham 240 m² de área e cobertura em arco, com pé-direito de 2 m e altura no centro de 3,5 m. As laterais, fechadas com cortinas plásticas móveis, apresentavam um vão livre de 1,0 m de largura na parte superior para a ventilação quando estavam abertas. As portas, localizadas nas extremidades, possuíam uma área de 5 m², que, em condições de temperatura muito elevada, acima de 30 °C, também ficavam abertas. Tanto a cobertura como as laterais e frontais foram fechadas com filme de polietileno de baixa densidade transparente (PEBD), com espessura de 100 µm.

A adubação do solo foi feita com base nos resultados da análise do solo, aplicando 1,5 vezes a dosagem recomendada oficialmente pelos laboratórios de análise de solos para condições de cultivo a campo. Além disso, para cada novo cultivo, aplicou-se 1 kg de cama de aviário compostada por m² de superfície.

Antes do transplante, foram feitos camalhões com aproximadamente 10 cm de altura e 40 cm de largura na sua base, sobre os quais foram estendidos tubos gotejadores para irrigação. Estes

ficaram instalados sob “mulching” plástico preto de PEBD com 35 µm de espessura colocado numa faixa de 50 cm de largura sobre os camalhões, onde foram implantadas as fileiras das plantas.

A produção de mudas foi feita no sistema de bandejas com substrato, sendo o transplante efetuado em 02 de agosto de 1995 e 28 de fevereiro de 1996. Utilizou-se espaçamento de 0,3 m entre plantas na fileira e de 1,0 m entre as fileira, obtendo-se assim uma população de 33.333 plantas/ha, em 10 fileiras de plantas, orientadas no sentido do comprimento da estufa.

A condução das plantas foi feita em haste única através de fios de ráfia sustentados por arame liso de aço a 2 m de altura. Procedeu-se a poda apical logo acima da 7^a ou 8^a inflorescência, quando as hastes das plantas ultrapassavam a altura dos fios de arame. Os tratos culturais, como desbrotas, desfolhamento abaixo da primeira inflorescência, e o controle fitossanitário foram feitos de acordo com as necessidades da cultura.

A tensão da água no solo, para o controle do teor de umidade, foi medida com o auxílio de tensiômetros de cápsula porosa e coluna de mercúrio, instalados na profundidade de 10 cm, com um tensiômetro em cada uma das 10 fileiras de plantas. Além disso, em três repetições a tensão da água no solo foi determinada também nas profundidades de 25, 35, 40 e 45 cm no primeiro experimento (segundo semestre de 1995) e nas profundidades de 20, 30, 40, 45 e 50 cm no segundo experimento (primeiro semestre de 1996), para a determinação do gradiente de potencial hidráulico, além do teor de umidade no solo nas respectivas profundidades. Estas informações foram usadas na determinação da variação da densidade de fluxo d'água no limite inferior do perfil (drenagem profunda ou ascensão capilar). As leituras dos tensiômetros foram feitas sempre nas primeiras horas da manhã e a fluxagem, para a eliminação das bolhas de ar, ao entardecer.

A decisão de irrigar ou não irrigar foi tomada para cada fileira de plantas com base na tensão da água no solo e condições de demanda atmosfera reinantes às 9 horas e previsão empírica (ou oficial quando disponível) do tempo para o referido dia, conforme critérios apresentados na Tabela 1. A lâmina de água a ser aplicada no solo de cada fileira de plantas foi definida com base no teor de umidade do solo (θ em $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), estimado a partir da tensão matricial do solo (Ψ_m), em hPa, conforme a curva característica da água no solo obtida por STRECK (1994):

$$\theta = (10,34 - \log \Psi_m) 21,167^{-1} \quad (1)$$

A determinação do consumo de água foi feita pelo cálculo do balanço hídrico do solo, simplificado para as condições de estufa. Em função da cobertura da estufa, foi desprezado o componente escoamento superficial e a entrada de água no solo por precipitação. Uma vez que estava programado

manter o teor de umidade do solo (θ) acima do valor correspondente à tensão de 400 hPa e a superfície do solo foi coberta por “mulching” plástico, adotou-se como condição de contorno um valor médio de drenagem (D). No entanto, ao verificar-se que os valores da drenagem foram bem inferiores aos da evapotranspiração máxima (ET_m) devido aos pequenos gradientes de potencial hidráulico na camada limite e considerando que, o produtor rural deve computar também a perda de água por este componente do balanço hídrico ao determinar a necessidade de irrigação, adotou-se também esta condição de contorno (ET_m >>> D). Assumiu-se então que a soma ET_m + D é igual à necessidade de água de irrigação da cultura, denominando-a de “consumo d’água” (CONS) da cultura. A equação do balanço hídrico ficou então simplificada a:

$$\text{CONS} = I - \Delta A \quad (2)$$

onde “I” é a água aplicada por irrigação e “ ΔA ” é a variação no armazenamento de água no solo.

A condutividade hidráulica do solo foi calculada a partir do umidade volumétrica do solo no nível considerado. Para o cálculo de “D”, o gradiente finito de potencial hidráulico ($\Delta\Psi_h \Delta z^{-1}$) foi calculado entre 25 cm e 35 cm de profundidade em 1995 e entre 20 e 30 cm de profundidade em 1996 e utilizou-se a equação finita de cálculo:

$$D = K(\theta) \Delta\Psi_h \Delta z^{-1} \quad (3)$$

adotando-se a função de $K(\theta)$ obtida por FRANKE (1990) a cerca de 500 m do local dos experimentos:

$$K(\theta) = 9,2393 \cdot 10^{-9} e^{(42,0338 \cdot \theta)} \quad (4)$$

A tensão da água no solo foi mantida dentro dos padrões pré-determinados, ou seja, de 100 a 300 hPa e menor que 400 hPa.

O controle da quantidade de água irrigada foi feito através de dois hidrômetros tipo unijato por estufa, com vazão de 1,5 m³ h⁻¹, sendo um para cada cinco fileiras de plantas. A distribuição da água de irrigação foi controlada com a colocação de registros individuais para a 1^a e a 10^a fileira de plantas e para cada um dos outros pares de fileiras de plantas intermediárias.

Para a avaliação micrometeorológica dos ambientes das estufas, nas duas épocas do ano, foram feitas leituras diárias das temperaturas mínima e máxima do ar, com termômetro de mínima e de

máxima, respectivamente, e o registro contínuo da temperatura e da umidade relativa do ar, com termohigrógrafos instalados, no interior de miniabrigos no centro das estufas, a 1,5 m da superfície do solo.

Ao término do experimento abriram-se duas trincheiras onde se localizavam as respectivas fileiras de plantas medindo cada uma 50 cm x 50 cm x 50 cm. Nelas foi realizada uma avaliação visual da distribuição do sistema radicular das plantas, após a lavagem de uma camada de solo de 5 cm x 50 cm x 50 cm ao longo do perfil com jato d'água. Também aproveitou-se o local para coletar amostras de solo para determinação da densidade aparente, nas profundidades de 10 cm, 25 cm e 45 cm. As amostras de solo foram coletadas nestas profundidades pois havia uma camada compactada entre os 20 cm e 33 cm.

A evapotranspiração potencial (ETP_{Pen}) foi estimada pelo método de PENMAN (1948), a partir de elementos determinados na estação meteorológica, sendo o balanço de radiação (Q^*) estimado através da equação de BRUNT-PENMAN (BRUNT, 1934; OMETTO, 1981).

Tabela 1. Critérios para a tomada de decisão de irrigar e definição da dotação.

Condições: Tensão da água no solo (cm H ₂ O)	Demanda hídrica às 9 h			Previsão do tempo para o dia*	Dotação (mm dm ⁻¹ **)
	Neb	U ₁₀	UR%		
> 350	qq	qp	qp	qq	2,5
200 a 350	< 50%	> 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	2,5
	> 50%	> 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	1,5
	< 50%	< 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	2,0
	< 50%	> 2 m s ⁻¹	>70	bom ou pn	2,0
	< 50%	< 2 m s ⁻¹	>70	bom ou pn	1,8
	> 50%	> 2 m s ⁻¹	>70	bom ou pn	1,2
100 a 200	< 50%	> 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	1,3
	> 50%	> 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	0,8
	< 50%	< 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	1,0
	< 50%	> 2 m s ⁻¹	>70	bom ou pn	1,0
	< 50%	< 2 m s ⁻¹	>70	bom ou pn	0,9
	> 50%	> 2 m s ⁻¹	>70	bom ou pn	0,6
50 a 100	< 50%	> 2 m s ⁻¹	<70	bom ou pn	1,0

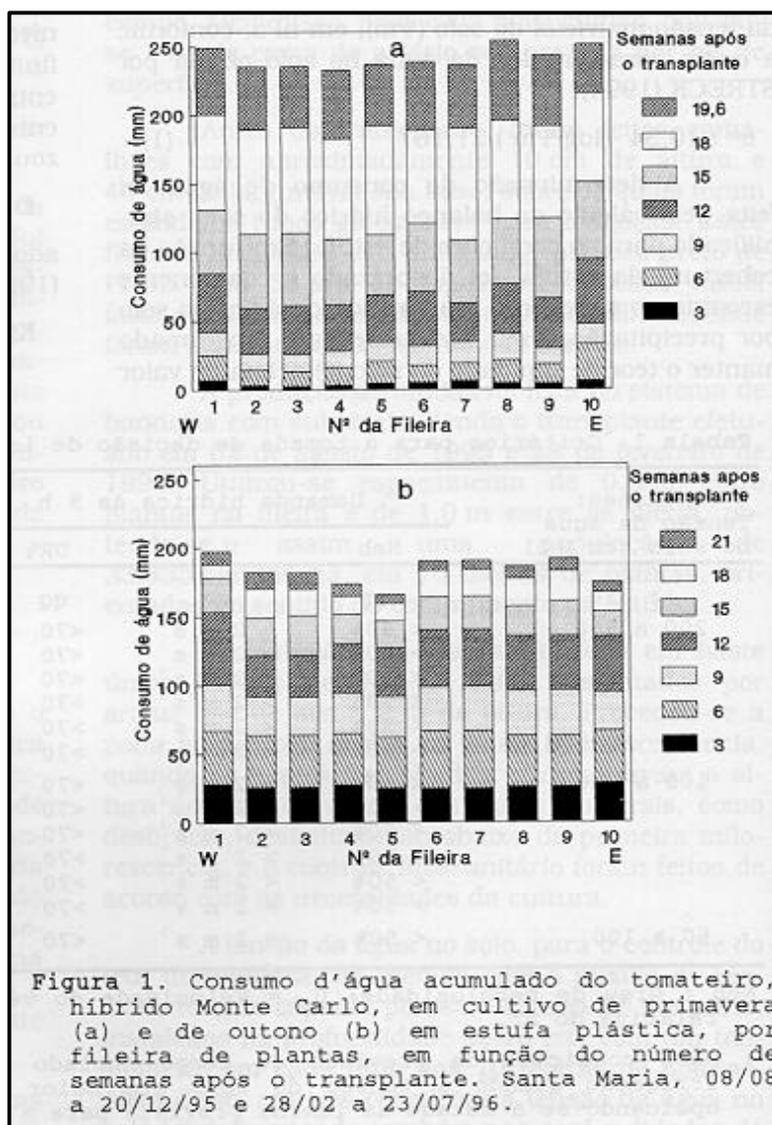
Neb = Grau de nebulosidade; U₁₀ = Velocidade do vento à 10 m de altura; UR = Umidade relativa do ar.

* para condições de previsão de tempo nublado e/ou com chuvas somente foi feita irrigação quando a tensão do solo era maior do que 200 cm de coluna de água, aplicando-se a metade da lâmina prevista para a previsão de tempo bom;

** dm= decímetro de profundidade do sistema radicular da cultura; qq = qualquer condição; pn = Parcialmente nublado.

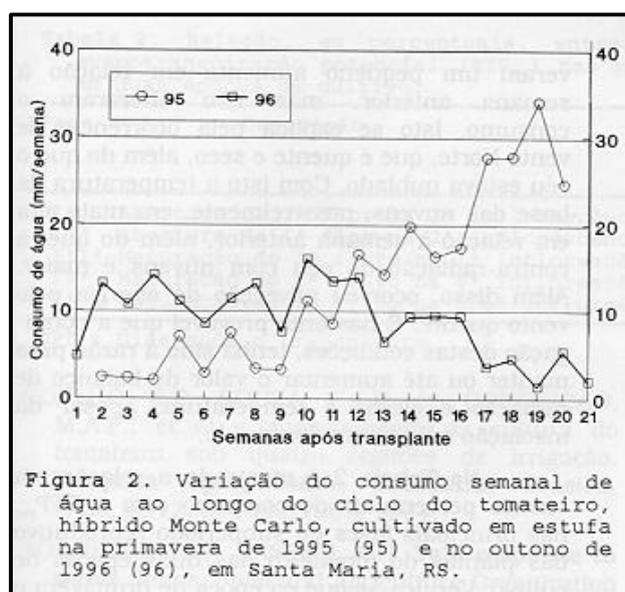
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de tomateiro, híbrido Monte Carlo, cultivado na primavera, em estufa plástica, apresentaram um consumo de 247 mm num período de 19,6 semanas, perfazendo um consumo médio diário de 1,80 mm (Figura 1a). Para o experimento de outono, ocorreu um consumo de 189 mm num período de 21 semanas, com um consumo médio diário de 1,29 mm (Figura 1b). Não houve diferença significativa de consumo d'água entre as fileiras de plantas em ambas as épocas (Figura 1).



No final do experimento verificou-se visualmente que aproximadamente 80 % das raízes se concentravam nos primeiros 20 cm superficiais do solo, o que também foi constatado por COELHO et al (1994). Por esta razão e devido ao solo apresentar uma camada compactada (pé de arado) aproximadamente dos 20 cm aos 33 cm de profundidade, é que o balanço hídrico foi feito até a profundidade de 20 cm para o plantio de primavera e até 25 cm para o plantio de outono.

Comparando o consumo de água do tomateiro nas duas épocas (Figura 2), verifica-se que este foi maior e crescente ao longo do ciclo na primavera. Isto se explica pela demanda atmosférica crescente de agosto à dezembro, com um período de seca nos meses de outubro, novembro e dezembro associada ao concomitante aumento do tempo em que a estufa permanecia aberta para ventilação e ao crescimento das plantas. O consumo menor no outono em relação a primavera e quase constante da 2^a à 16^a semana após o transplante se explica provavelmente porque no início do ciclo, apesar da demanda atmosférica ainda ter sido elevada, as plantas eram menores e à medida que as plantas cresceram, podendo apresentar um maior consumo d'água, a demanda atmosférica foi gradativamente se tornando menor em função da diminuição disponibilidade de radiação solar e da temperatura. O tempo em que a estufa ficava aberta também foi diminuindo nesta época. Assim, o consumo semanal d'água manteve-se oscilando em torno de uma média de 11 mm por semana ao longo de 12 semanas após o transplante, reduzindo para, em média, 9 mm entre a 13^a e a 16^a semana. Nas últimas 5 semanas houve uma redução acentuada para em torno de 4 mm, devido ao frio intenso e à pouca disponibilidade de radiação solar e, conseqüentemente, também devido à abertura das estufas pouco freqüente e por tempo reduzido.



O consumo d'água do tomateiro para cultivo a campo segundo DOORENBOS & KASSAN (1979) oscila entre 400 (clima úmido) e 600 mm (clima seco) e segundo LIMA et al (1994) para as condições do período de seca em Teresina é de 479 mm, muito similar aos 470 mm medidos por FAPOHUNDA (1992) na Nigéria. O valor determinado para as condições de estufa foi menor do que os valores encontrados na literatura para cultivo a campo e, portanto, conforme o esperado teoricamente, uma vez que a demanda atmosférica dentro da estufa é cerca de 30% menor, conforme verificaram REISSER Jr. (1991) e FARIAS et al (1994), trabalhando com alface e feijão-vagem, respectivamente. Os resultados

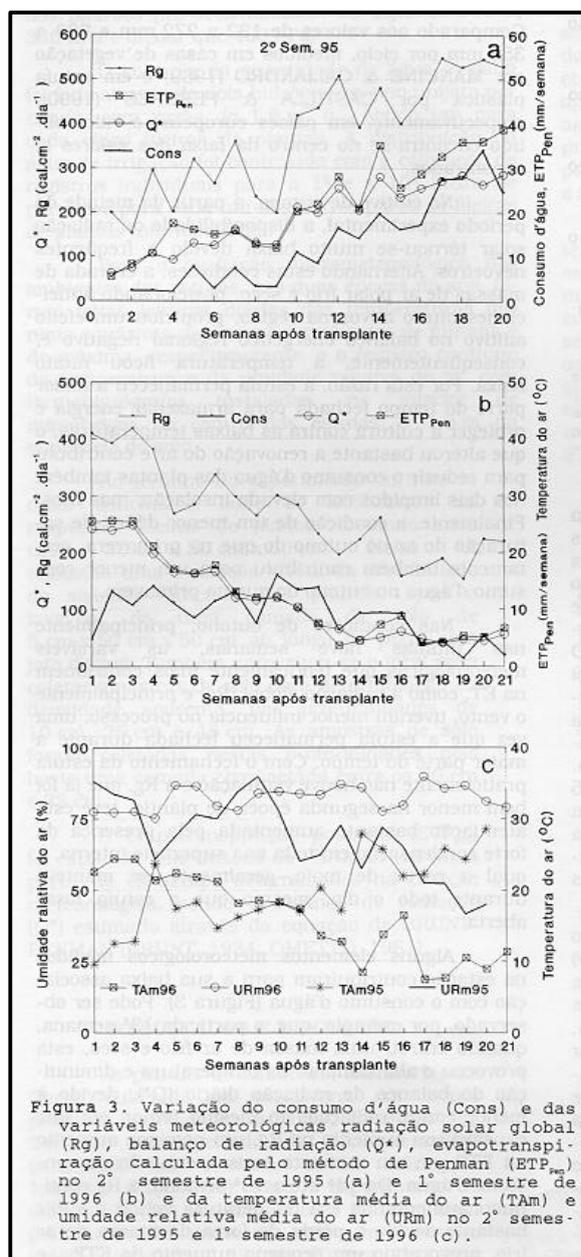
obtidos neste trabalho mostram que, para o tomateiro cultivado na primavera e no outono em estufa, o consumo d'água foi, respectivamente, cerca de 38 % e 53 % menor do que os 400 mm indicados para clima úmido em condições de campo por DOORENBOS & KASSAN (1979). Comparado aos valores de 132 a 272 mm e 288 a 356 mm por ciclo, medidos em casas de vegetação por MANCINE & CALIANDRO (1989) e em estufa plástica por CASTILLA & FERERES (1990), respectivamente, em países europeus, o valor obtido encontra-se no centro da faixa dos valores lá encontrados.

No cultivo de outono, a partir da metade do período experimental, a disponibilidade de radiação solar tornou-se muito baixa devido a freqüentes nevoeiros. Alternando estas condições, a entrada de massas de ar polar frio e seco, posicionando anticiclones muito ativos na região, propiciou um efeito aditivo no balanço energético regional negativo e, conseqüentemente, a temperatura ficou muito baixa. Por esta razão, a estufa permaneceu a maior parte do tempo fechada para armazenar energia e proteger a cultura contra as baixas temperaturas, o que alterou bastante a renovação do ar e contribuiu para reduzir o consumo d'água das plantas também nos dias límpidos com elevada insolação, mas frios. Finalmente, a condição de um menor déficit de saturação do ar no outono do que na primavera, certamente também contribuiu para um menor consumo d'água no outono do que na primavera.

Nas condições de outono, principalmente nas últimas nove semanas, as variáveis meteorológicas que teoricamente mais contribuem na ET, como a radiação global (R_g) e principalmente o vento, tiveram menor influência no processo, uma vez que a estufa permaneceu fechada durante a maior parte do tempo. Com o fechamento da estufa praticamente não houve ventilação e a R_g , que já foi bem menor na segunda época de plantio, teve esta atenuação bastante aumentada pela presença da forte condensação em toda sua superfície interna, a qual a partir de maio, geralmente, se manteve durante todo o dia, mesmo que a estufa fosse aberta.

Alguns elementos meteorológicos medidos na estação contribuíram para a sua baixa associação com o consumo d'água (Figura 3). Pode ser observado, por exemplo, que, a partir da 13ª semana, quando entrou uma massa de ar frio e seco, esta provocou o abaixamento da temperatura e diminuição do balanço de radiação diário (Q^*), devido à menor contra-irradiação, ao mesmo tempo em que causava um aumento na R_g , um pequeno aumento na ETP_{Pen} e um aumento mais acentuado no consumo d'água. Da 14ª até a 15ª semana, a R_g continuou aumentando e a temperatura voltou a subir bastante devido à perda de força da massa de ar frio, provocando um pequeno aumento da ETP_{Pen} e do Q^* , porém não alterando o consumo. Na 16ª semana ocorreu um fenômeno atípico em que, apesar da insolação e da radiação solar global médias da semana terem diminuído, a temperatura, o balanço de radiação (Q^*) e, conseqüentemente, a ETP_{Pen} , tiveram um pequeno aumento em relação à semana anterior, mas não alteraram o consumo. Isto se explica pela ocorrência de vento Norte, que é quente e seco, além do que o

céu estava nublado. Com isto a temperatura da base das nuvens, possivelmente, era mais alta em relação à semana anterior, além do que, a contra-radiação do céu com nuvens é maior. Além disso, ocorreu advecção de energia pelo vento quente. É bastante provável que a conjugação destas condições, tenha sido a razão para manter ou até aumentar o valor do balanço de radiação e elevar a temperatura, apesar da insolação e R_g terem diminuído.



Na Tabela 2 é mostrada a relação em termos percentuais do consumo com a ETP_{Pen} nas principais fases do subperíodo reprodutivo das plantas do tomateiro nas duas épocas de cultivo. Verifica-

se que na época de primavera o consumo d'água do tomateiro neste subperíodo se manteve entre 30 e 80% da evapotranspiração potencial. Já no outono o consumo variou entre 59 e 144% da ETP_{Pen} .

Outro fator que contribuiu para reduzir a associação entre o consumo de água dos cultivos de outono e as variáveis meteorológicas ocorreu na 17ª semana, quando a temperatura voltou a cair devido à entrada de nova frente fria, dissipando apenas parcialmente as nuvens e aumentando um pouco a R_g , ao mesmo tempo em que reduziu um pouco a ETP_{Pen} e o Q^* (menor contra-radiação da atmosfera devido ao céu e as nuvens serem bastante frias). Neste mesmo período o consumo d'água foi fortemente reduzido, não só pelas condições descritas, mas também pela falta de ventilação da estufa, que devido à baixa temperatura, permaneceu fechada.

Tabela 2. Relação, em percentuais, entre o consumo d'água do tomateiro (Cons) e a evapotranspiração potencial (ETP_{Pen}) nas principais fases do desenvolvimento das plantas em duas épocas de cultivo.

Fase	Descrição	2º Semestre de 1995		1º Semestre de 1996	
		DPT	Percentual	DPT	Percentual
Iº	Abertura da 1ª flor na 1ª inflorescência	38	30	31	59
IIº	Abertura da 1ª flor na 2ª inflorescência	48	36	38	66
IIIº	Maturação do 1º fruto na 1ª inflorescência	85	56	75	144
IVº	Maturação do 1º fruto na 4ª inflorescência	118	74	105	137
Vº	Maturação do 1º fruto na 5/6ª inflorescência	125	80	125	81

DPT = Dias após o transplante

BIBLIOGRAFIA

- BRUNT, D. **Physical and dynamical meteorology**. Londres, Cambridge U. P., 1934 p.
- BURIOL, G.A., STRECK, N.A., PETRY, C., et al. Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.
- CASTILLA, N., FERERES, E. The climate and water requirements of tomatoes in unheated plastic greenhouses. **Agricultura Mediterranea**, Bologna, v. 120, n. 3, p. 268-274, 1990.
- COELHO, E.F., SOUZA, V.A.B. de, CONCEIÇÃO, M.A.F., et al. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 12, p. 1959-1968, 1994.
- DOOREMBOS, J., KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 194 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 33).
- FAPOHUNDA, H.O. Irrigation frequency and amount for okra and tomato using a point source sprinkler system. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam. v. 49, n. 1/2, p. 25-31, 1992.

- FARIAS, J.R.B., BERGAMASCHI, H., MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 17-22, 1994.
- FRANKE, A.E. **Evapotranspiração real na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Baronesa, sob três níveis de manejo da umidade do solo**. Santa Maria, RS. Universidade Federal de Santa Maria, 1990, 93 p., (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, CCR, UFSM, 1990.
- LIMA, M.G. de, LEAL, F.R., SETUBAL, J.W. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura para o tomateiro em Teresina-PI. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 29-32, 1994.
- MANCINI, L., CALIANDRO, A. The effect of irrigation method and regime on greenhouse salad tomatoes. **Irrigazione e Drenaggio**, Bologna, v. 36, n. 4, p. 70-73, 1989.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo, Ed. Agr. Ceres Ltda., 1981, 425 p.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proc. Royal Soc., Ser. A**, v. 193, p. 120-145, 1948.
- REISSER Jr., C. **Evapotranspiração de alface em estufa plástica e ambiente natural**. Santa Maria, 1991. 78 p. (Dissertação de Mestrado em Irrigação e Drenagem), Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, CCR, UFSM, 1991.
- ROBLEDO, F.P., MARTIN, L.V. **Aplicación de los plásticos en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 552 p.
- STRECK, N.A. **Modificação na temperatura do solo causada pela solarização em estufa plástica**. Santa Maria, RS, 1994. 78 p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia), Curso de Pós-Graduação em agronomia, CCR, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.