

EVAPORAÇÃO D'ÁGUA EM ESTUFAS PLÁSTICAS, CULTIVADAS COM DIFERENTES ESPÉCIES, E SUA RELAÇÃO VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EXTERNAS, SANTA MARIA-RS¹.

Astor Henrique NIED², Arno B. HELDWEIN³, Silvio L. SAGGIN⁴, Genei A. DALMAGO⁵

RESUMO

A evaporação d'água é uma variável que pode ser utilizada para descrever a demanda hídrica das plantas cultivadas em uma estufa plástica. Neste sentido, efetuou-se leituras diárias de evaporação medida com minitanques, instalados no interior de estufas plásticas e na estação meteorológica. Estes foram confeccionados com galões de 20 litros, para posteriormente facilitar sua utilização pelos produtores. Foram obtidos modelos de regressão para estimar a evaporação nas estufas a partir de variáveis meteorológicas e analisou-se o efeito das diferentes culturas instaladas sobre o seu comportamento. Foi verificado que a evaporação é em média 52% menor dentro das em relação ao ambiente externo e que a diferença entre os dois ambientes é afetada pela espécie e, principalmente, pela ocupação do espaço aéreo da estufa decorrente do crescimento vegetativo da cultura. As variáveis meteorológicas que melhor estimaram a evaporação nas estufas cultivadas com tomateiro foram, ETo, calculada pelo método de Penman-Monteith, radiação solar global, temperatura média do ar e velocidade média do vento a 2m de altura.

Palavras-chave: Evaporação, Plasticultura, Estimativa.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos está condicionada a fatores ambientais que em muitos casos prejudicam o desenvolvimento das plantas, fazendo com que determinadas regiões sejam importadoras de alimentos, principalmente nas entressafras. O Rio Grande do Sul é um estado que não é auto-suficiente em muitos dos produtos olerícolas que são consumidos, por apresentar um período de produção limitado por adversidades climáticas e inverno com temperaturas mínimas prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento de um grande número de espécies olerícolas (BURIOL, 1976). Uma das características desses produtos é o alto custo econômico, aliado a algumas limitações técnicas, para seu armazenamento e transporte, que não raramente são

¹ Pesquisa financiada pela FAPERGS.

² Acadêmico do Curso de Agronomia. UFSM. Bolsista Iniciação Científica PIBIC-CNPq.

³ Prof. Dr., Departamento de Fitotecnia, CCR, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Bolsista CNPq, 97119-900 Santa Maria-RS, E-mail: heldwein@ceta.ccr.ufsm.br.

⁴ Acadêmico do Curso de Agronomia. UFSM. Bolsista Iniciação Científica BIC-FAPERGS.

⁵ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM, Bolsista CCNPq.

proibitivos. O uso da técnica do cultivo de olerícolas em ambientes parcialmente modificados, principalmente por estufas plásticas, permite ao produtor ampliar o período de produção, abastecendo assim o mercado local no período de entressafra. No entanto, esta atividade requer o domínio e o conhecimento das técnicas de cultivo e manejo da cultura, bem como da construção e de manejo do ambiente modificado das estufas. Neste sentido o conhecimento do comportamento da evaporação d'água (E_o) pode ser considerado de grande importância, visto que a mesma é regida pelos mesmos elementos meteorológicos que regem evapotranspiração de uma cultura (E_{Tc}) (BERLATO & MOLION, 1983). A partir desta estreita relação entre E_o e E_{Tc} , a determinação da evaporação da água poderia ser usada para estimar as necessidades hídricas das culturas instaladas neste ambiente modificado. Para tanto, objetivou-se avaliar o comportamento da evaporação da água em estufas plásticas em função da época de cultivo e da espécie cultivada e obter índices ou modelos que descrevem sua relação com variáveis do ambiente externo às estufas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia em Santa Maria, RS (latitude = 29°42'S; longitude = 53°48'W; altitude = 95m). O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, sem estação seca e com verões quentes. Com cultivos de primavera e de outono nos anos de 1.996, 1.997 e 1.998.

Foram utilizadas quatro estufas plásticas, cobertas com polietileno de baixa densidade (PEBD), área de 240m² e pé-direito de 2,0m, instaladas no sentido norte-sul, cultivadas com diferentes espécies. A estufa 1 foi sempre cultivada com tomateiro (*Lycopersicum esculentum*). Na estufa 2 implantou-se pepineiro (*Cucumis sativus*, L.) no outono de 1996 e 1997 e tomateiro em primavera nestes mesmos anos e, no terceiro ano, meloeiro (*Cucumis melo* L) em outono e berinjela (*Solanum melongena*) de primavera. Na estufa 3 foi cultivado meloeiro na primavera e berinjela no outono em todos os anos. Na estufa 4, cultivou-se feijoeiro-de-vagem (*Phaseolus sp.* L) no outono e tomateiro na primavera. As estufas foram manejadas conforme as condições meteorológicas reinantes. Todas as culturas foram implantadas em camalhões cobertos "mulching" de PEBD preto, com espaçamento de 1,0m entre fileiras e 0,30m entre plantas, sendo irrigadas por gotejamento,.

Para medir a evaporação foram construídos minitanques a partir de galões de óleo lubrificante com capacidade de 20 litros, que após serem limpos, foram pintados externamente de branco e, internamente, com zarcão. Na parte superior da face interna do minitanque foi fixada uma régua para a leitura diária do nível diário da água. Sua instalação foi feita a 1,7m de altura, em quatro repetições por estufa, localizadas de forma equidistantes ao longo da linha central das estufas. Na

altura de 1,0m acima do bordo superior destes minitanques fixou-se uma cobertura adicional de PEBD transparente, com área de 0,30m², para evitar o gotejamento de água proveniente da condensação na superfície interna da cobertura plástica da estufa. Esta cobertura adicional, foi instalada numa posição de tal forma que não estivesse na trajetória da radiação solar direta incidente na superfície da água.

Na estação meteorológica, localizada próxima das estufas, os minitanques foram instalados sobre a superfície do solo relvado, apoiados sobre uma tábua. Os valores diários dos elementos meteorológicos foram obtidos das três medidas e observações oficiais do Serviço de Meteorologia.

A análise de variância e de regressão, para a obtenção de modelos de estimativa da evaporação, foi efetuada com o pacote estatístico do “Software” SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evaporação média diária medida em minitanques no ambiente de estufa, apresentou diferença estatística significativa em relação ao ambiente externo, na estação meteorológica para qualquer época do ano (Tabela 1), sendo em média 52% inferior ao ambiente externo. Esta diferença é 5% mais acentuada na primavera do que no outono

Considerando-se somente as culturas implantadas no interior das estufas, pode-se verificar que há o efeito significativo destas sobre a evaporação no período do outono. Nesta época, na estufa quatro, cultivada com feijoeiro-de-vagem, a evaporação foi menor, apenas não diferindo daquela observada na estufa dois, cultivada com pepineiro. Por outro lado, na estufa três, cultivada com berinjela, observou-se a maior média de evaporação. Isto provavelmente se deve a maior dificuldade de ventilação nas estufas quatro e dois, devido ao maior desenvolvimento foliar apresentado pelo feijoeiro e pepineiro, enquanto que a estufa com berinjela, por esta cultura apresentar um porte bem mais baixo do que as demais, pressupostamente, mostrou-se mais eficiente na renovação do ar. É possível inferir esta pressuposição no fato de que a umidade relativa do ar durante o dia foi menor na estufa com berinjela e, no fato de que nas estufas cultivadas com feijoeiro-de-vagem, a necessidade de irrigação do foi a menor dentre as demais culturas, conforme verificaram DALMAGO, et al. (1997). No entanto, na época de primavera verificou-se que a evaporação não diferiu significativamente entre as quatro estufas, observando-se apenas a tendência de ocorrer maior evaporação onde é cultivada a berinjela.

A relação entre a evaporação medida no ambiente da estufa e na estação meteorológica apresenta tendência de diminuir a medida avança o ciclo de desenvolvimento das culturas, como por exemplo, pode ser observado na Figura 1. Esta tendência foi observada nas duas épocas. Ela pode

estar associada ao crescimento vegetativo das culturas que ocupam mais o espaço aéreo da estufa na medida em que avança o ciclo, interferindo na circulação de ar e na umidade relativa do ar dentro da estufa, uma vez que a evapotranspiração da cultura também é maior. Isto confirma os valores de diferença estatística observados entre os ambientes originados pelo cultivo de espécies que apresentam diferenças de crescimento da parte aérea (Tabela 1).

Tabela 1 – Evaporação média diária (mm) medida em minitanques no interior e no exterior de estufas plásticas cultivadas com diferentes espécies olerícolas, no outono e na primavera. Santa Maria, 1996 a 1998.

	Estufa 1	Estufa 2	Estufa 3	Estufa 4	Média Estufas	Exterior
Outono	1,71 ¹ bc	1,52 ² cd	1,82 ³ b	1,43 ⁵ d	1,62	3,20 a
Primavera	2,01 ¹ b	2,39 ³ b	2,10 ⁴ b	2,04 ¹ b	2,13	4,61 a

Médias seguidas por letras diferentes, na horizontal, diferem entre si pelo Teste de Duncan em nível de 5%.
¹ Tomateiro; ² Pepineiro; ³ Berinjela; ⁴ Meloeiro; ⁵ Feijoeiro-de-vagem.

Na Tabela 2, observa-se que evaporação média mensal decresce nos meses de outono, a medida que diminui a demanda atmosférica e, ao final do inverno na primavera torna a se elevar. Este fato se observa tanto para as estufas, quanto para o ambiente exterior.

Tabela 2 – Média e desvio padrão (SD) mensais da evaporação de água (mm) em minitanques no interior de estufas plásticas, com diferentes culturas, e na estação meteorológica. Santa Maria, 1996-98.

		Mar	Abr	Mai	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ESTUFA 1	Média	2,75	1,69	1,11	1,60	1,47	1,75	2,59	3,07
	SD	1,41	1,15	0,72	1,58	0,89	1,13	1,24	1,15
ESTUFA 2	Média	2,75	1,39	0,94	1,70	1,51	2,07	2,84	2,76
	SD	1,42	1,05	0,59	1,63	0,97	1,23	1,16	1,07
ESTUFA 3	Média	2,80	1,76	1,32	1,85	1,85	1,85	2,41	3,07
	SD	1,42	1,16	0,80	1,81	1,17	1,16	1,24	1,08
ESTUFA 4	Média	2,80	1,28	0,78	1,63	1,46	1,86	2,66	2,75
	SD	1,36	1,01	0,57	1,52	1,10	1,06	1,18	0,94
EXTERNO	Média	4,24	3,30	2,70	4,22	3,88	3,68	5,97	7,45
	SD	1,92	1,90	1,54	5,21	2,32	2,48	3,70	3,61

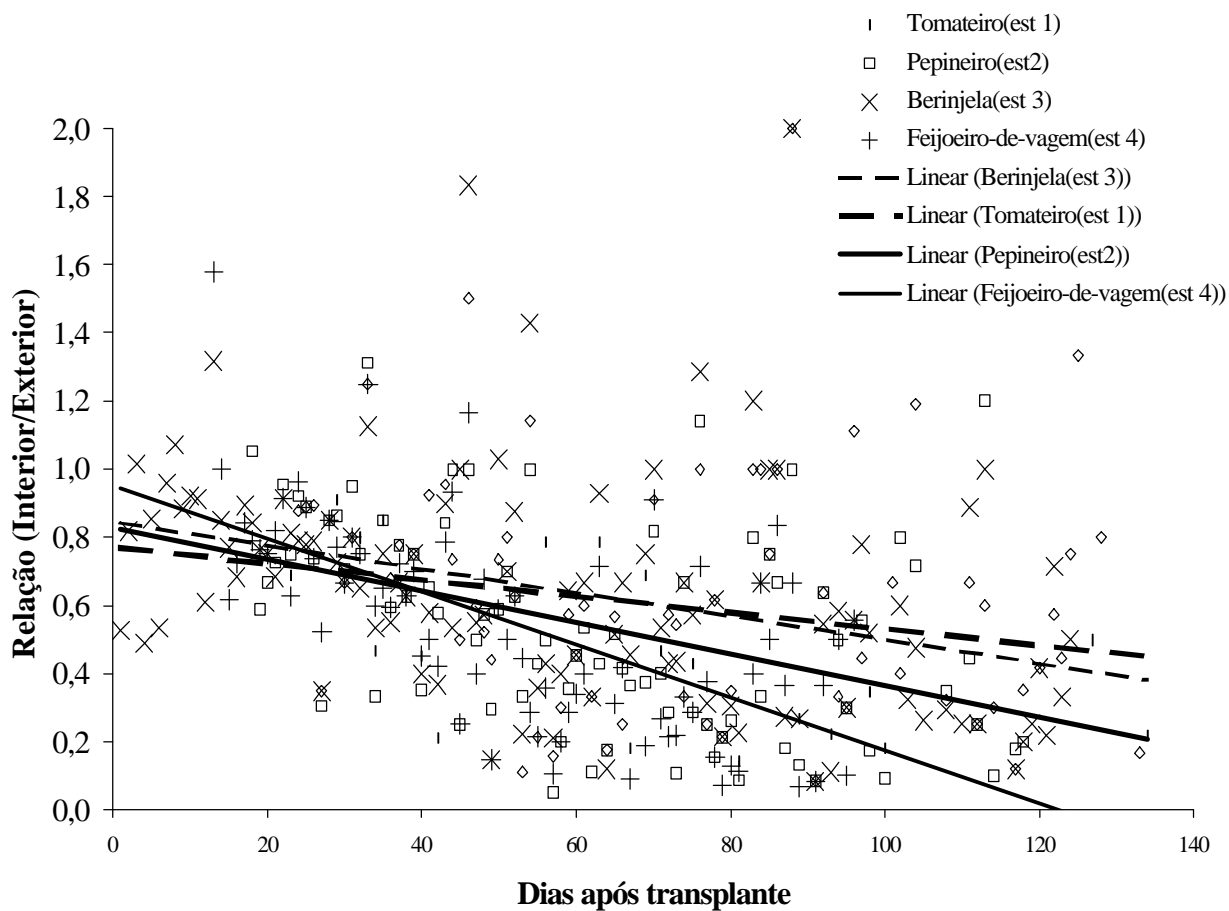


Figura 1 - Relação entre a evaporação medida com minitanques dentro das estufas plásticas, cultivadas com diferentes espécies olerícolas, e na estação meteorológica. Santa Maria, outono de 1997.

Na análise de regressão para a estimativa da evaporação diária (mm) no ambiente da estufa plástica com tomateiro, foram selecionadas as variáveis que melhor descrevem a variação da evaporação d'água em regressão simples e múltipla. Os modelos selecionados são apresentados na Tabela 3. As variáveis que melhor estimaram a evaporação nas estufas cultivadas com tomateiro foram, E_{To} calculada pelo método de Penman-Monteith, radiação solar global, temperatura média do ar e velocidade média do vento a dois metros de altura.

Tabela 3 - Modelos de regressão para a estimativa da evaporação d'água no interior das estufas a partir de elementos meteorológicos e evaporação de água em minitanques obtidos na estação meteorológica. Santa Maria, 1996-98.

Modelos de Regressão	R ²
$EV = 0,030 + 0,905818 ET_{MTH}$	0,608
$EV = -0,375 + 0,003345 Rg + 0,019385 ET_{MTH}$	0,630
$EV = -1,859 + 0,087095 TAm + 0,006916 Rg$	0,659
$EV = -1,811 + 0,092896 TAm - 0,280847 U2 + 0,006973 Rg$	0,664

EV = Evaporação do Tanque Reduzido na estufa (mm.dia⁻¹);
ETP_{MTH} = Evapotranspiração potencial (mm.dia⁻¹, est. p/ mét. Penman-Monteith);
Rg = média da Radiação Solar Global Incidente diária (cal.cm⁻².dia⁻¹, est. Angström);
TAm = Temperatura do ar média diária no abrigo meteorológico (°C);
U2 = velocidade média do vento a 2m de altura.

BIBLIOGRAFIA

- BERLATO, M.A., MOLION, L.C.B. Evaporação e Evapotranspiração. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 96p. (Boletim técnico 7).
- BURIOL, G. A. Intensidade das temperaturas mínimas e datas de ocorrência de níveis térmicos prejudiciais aos cultivos. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-42, 1976.
- DALMAGO, G. A. et al. Relação entre a evaporação medida com minitanques no interior de estufas plásticas e na estação meteorológica. In: Jornada Integrada de Pesquisa Ensino e Extensão, IV, 1997, Santa Maria, RS. **Anais ...**, Santa Maria: PRPGP/UFSM, 1997a. p.634.
- DALMAGO, G. A. et al. Irrigação de espécies olerícolas cultivadas em estufas plásticas. In: Jornada Integrada de Pesquisa Ensino e Extensão, IV, 1997, Santa Maria, RS. **Anais ...**, Santa Maria: PRPGP/UFSM, 1997b. p.633.
- FARIAS, J. R. B. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993.