

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS D'ÁGUA SOBRE A PRODUÇÃO DE TRÊS CULTIVARES DE TOMATEIRO (*Lycopersicum esculentum* Mill), COM A UTILIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO^{1/}

Elias Marques Alves^{2/}
Salassier Bernardo^{3/}
José Francisco da Silva^{4/}
Alcides Reis Condé^{5/}

1. INTRODUÇÃO

O tomate ocupa o segundo lugar entre as hortaliças cultivadas no Brasil; em termos de importância econômica, supera-o apenas a batata-inglesa. O tomateiro requer elevados teores de umidade do solo durante todo o ciclo, e grandes flutuações dos níveis de água no solo acarretam queda de flores e desbalanceamento do cálculo nos frutos, com o surgimento da podridão apical. Se essas flutuações ocorrerem durante o amadurecimento, podem causar alta percentagem de rachadura nos frutos (5, 6). Hall (12), trabalhando com irrigação por gotejamento em tomate, verificou boa produtividade.

Comparando os efeitos da irrigação por gotejamento com o da irrigação por aspersão e/ou sulco, em vários cultivos de campo, GUSTAFSON (11), HALL (13) e

Recebido para publicação em 12-08-1981.

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à U.F.V., para obtenção do grau de Mestrado em Engenharia Agrícola.

^{2/} EMATERBA, Av. Antônio Carlos Magalhães, 1130.4000 Salvador, BA.

^{3/} Departamento de Engenharia Agrícola da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{5/} Departamento de Matemática da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

vários outros autores (7, 8, 9, 10) verificaram que, para manter o mesmo nível de água no solo, o consumo de água com a irrigação por aspersão e sulco foi maior que com a irrigação por gotejamento. GOLDBERG e SHMUELI (10) verificaram que, para uma mesma quantidade de água aplicada, houve maior rendimento, maior precocidade da produção e maior desenvolvimento das plantas irrigadas por gotejamento que das irrigadas por aspersão. Entretanto, ALJIBURY *et alii* (1), trabalhando com citros, e CAIXETA (4), trabalhando com pimentão, verificaram comportamento igual para gotejamento e sulco, quando se manteve o mesmo nível de água no solo.

Os melhores resultados obtidos com a irrigação por gotejamento, quando comparada com a irrigação por aspersão e sulco, foram alcançados, possivelmente, pela maior eficiência desse método na aplicação de água no solo (8, 9, 14).

Tanner, citado por GOLDBERG *et alii* (8), verificou haver boa correlação entre a evapotranspiração potencial e a evaporação medida no USWB (United States Weather Bureau), tanque classe «A». Em 1966, Goldberg, Cornat e Sadan, citados por GOLDBERG *et alii* (8), sugeriram um método prático e rápido para a determinação da evapotranspiração, para diferentes culturas, com base em pesquisas simultâneas com irrigação por gotejamento. Para cada cultura, é possível o estabelecimento de dois níveis extremos da relação evapotranspiração/evaporação medida (Etp/Ev), testando-se, em seguida, vários níveis intermediários. Nessa linha de pesquisas pode-se determinar a melhor relação Etp/Ev para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura.

A cultura do tomate alcança altos rendimentos quando bem conduzida tecnicamente. No deserto de Negev, em Israel, foram alcançados rendimentos acima de 200 t/ha, em campos comerciais, com a irrigação por gotejamento. No Brasil, em 1978, o rendimento médio da cultura do tomate foi de 26 t/ha (2).

Na cultura do tomate, pode ser usada tanto a irrigação por sulco quanto por aspersão ou gotejamento, desde que seja possível garantir elevados níveis d'água no solo. Há restrições ao uso da aspersão, que lava os defensivos aplicados nas folhas, criando condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças. Quando a água for fator limitante, a irrigação por sulco, mais comumente empregada na irrigação do tomate, deverá ser preterida, por causa da baixa eficiência de aplicação. O gotejamento, atualmente, é feito com restrições, em razão do alto custo de investimento inicial, porém é um método que permite controle mais fácil e efeito da quantidade de água aplicada, além de maior eficiência no uso da água. Diante disso, seu emprego na irrigação da cultura do tomate requer, especificamente, o conhecimento do coeficiente cultural de demanda hídrica da cultura, correlacionado com a evaporação medida no USWB, tanque classe «A».

Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito de diferentes lâminas d'água sobre a produção de três cultivares de tomateiro, com a utilização da irrigação por gotejamento, visando a determinar o coeficiente cultural (Kc) para a irrigação do tomate.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no 'campus' da Universidade Federal de Viçosa, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores Irriga de quatro saídas, instalados no campo, com uma saída para cada planta. A vazão média dos gotejadores, determinada no local do experimento, foi de 1,32 l/h em cada saída.

Foram plantados três cultivares de tomate, dois tipo Santa Cruz ('Kada' e 'São Sebastião') e um tipo Salada ('Floralou'), sendo os dois cultivares 'Santa Cruz' os mais cultivados no País.

A irrigação foi feita com turno de rega de dois dias, determinado, para o local, em experimento conduzido, anteriormente, por BERNARDO *et alii* (3). As lâminas aplicadas foram determinadas com base na evaporação medida no USWB, tanque classe «A», telado, instalado no local do ensaio.

Na sementeira e no viveiro e durante as duas primeiras semanas depois do transplântio para o local definitivo, foram efetuadas irrigações diárias, com a aplicação da mesma lâmina em todas as parcelas. Durante o período de irrigação controlada, de 20 de abril a 31 de julho, ocorreram chuvas esporádicas, e a irrigação era suspensa toda vez que a chuva excedia a evaporação.

O solo da área do ensaio é Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, com camada superficial de classificação granulométrica franco-argiloso-arenosa, com 4% de matéria orgânica e densidade aparente igual a 1,16 g/cm³.

A sementeira e o viveiro foram preparados com terriço, utilizando, na adubação, 100 g de superfosfato simples e 2 kg de esterco de curral por metro quadrado de canteiro. No local de plantio definitivo foi efetuada uma aração, à profundidade de 20 cm, e duas gradagens, fazendo-se, em seguida, o sulcamento, com espaço de 1 m. A adubação de plantio constou de superfosfato simples (1070 kg/ha), cloreto de potássio (120 kg/ha), nitrato de amônio (400 kg/ha), sulfato de magnésio (45 kg/ha) e sulfato de zinco (7,5 kg/ha). Foram aplicadas, ainda, duas adubações em cobertura: a primeira aos 30 dias e a segunda 50 dias depois do transplântio, utilizando 11 g de salitre-do-chile por planta, na primeira, e 11 g de sulfato de amônio por planta, na segunda.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis lâminas d'água (0,4, 0,6, 0,8, 0,9, 1,0 e 1,2 vez a evaporação medida no USWB, tanque classe «A»), em quatro repetições. O ensaio ocupou uma área útil de 1440 m², dividida em 72 parcelas, 24 para cada cultivar. Na parcela experimental, de 20 m² (2 x 10 m), foram plantadas 40 plantas, em duas fileiras, com espaço de 1 m, com 0,5 m entre plantas.

Para avaliação das características estudadas, produção total, produção de frutos comerciais, produção de frutos graúdos e médios e peso médio dos frutos comerciais, foram colhidos três cachos por planta do cultivar tipo Salada e quatro cachos por planta dos cultivares tipo Santa Cruz, tendo sido selecionadas 10 plantas por parcela, das quais foram eliminadas as partes acima do terceiro e do quarto cacho, para os cultivares tipo Salada e Santa Cruz, respectivamente.

OLIVEIRA (15), estudando o efeito do sistema de condução e desbaste de frutos de tomates, verificou que, à medida que aumentou a intensidade de desbaste, houve tendência de diminuição da produção total, aumentando, em contrapartida, o peso médio dos frutos.

Para avaliar o tamanho dos frutos, foi utilizada a classificação comumente utilizada pelos produtores de tomate do País.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O transplântio para o local definitivo foi feito em 8 de abril. A colheita foi iniciada a 6 de junho e concluída a 18 de julho, para o cultivar 'Floralou'. Para os cultivares tipo Santa Cruz, as colheitas foram iniciadas a 17 e 26 de junho e concluídas a 6 e 11 de agosto, para 'São Sebastião' e 'Kada', respectivamente.

Durante a fase inicial de campo, as plantas tiveram desenvolvimento normal, com aspecto sanitário satisfatório. Dois meses depois do plantio ocorreu um ataque de *Phytophthora infestans*, agente causador da mela, ou requeima, começando pelo ponteiro das plantas. Para facilitar o controle fitossanitário, as plantas foram cortadas acima do quarto e do terceiro cacho, respectivamente, para os cultivares tipo 'Santa Cruz' e 'Salada'. Os resultados aqui discutidos referem-se às colheitas

dos cachos da base da planta. Com essa operação, o período de colheita diminuiu aproximadamente 30 dias, diminuindo também o número de irrigações, pulverizações e demais tratamentos culturais.

Houve boa correlação entre a quantidade de água aplicada e a produção de tomates, exceto para lâmina de 0,4 Ev, razão por que foi eliminada, para ajustamento das funções de produção. Durante o período de irrigação controlada, aplicaram-se diferentes volumes de água, variando de 877 m³/ha, para a lâmina de 0,4 Ev, a 2632 m³/ha, para lâmina de 1,2 Ev, e a irrigação era suspensa sempre que a ocorrência de chuvas fosse igual ou superior à evaporação, verificando-se 76,2 mm de chuva durante a fase de campo.

As produções totais estimadas, bem como as produções de frutos comerciais e de frutos graúdos e médios dos cultivares tipo Santa Cruz ('Kada' e 'São Sebastião'), foram maiores para as lâminas d'água de 0,9 a 1,0 Ev. As produções totais máximas estimadas foram de 54,5 e 55 t/ha, para o Kada e o São Sebastião, respectivamente, e a lâmina de 0,9 Ev deu produções totais estimadas iguais a 98% das máximas. As produções de frutos comerciais foram de 99,6 e 99,8% das respectivas produções totais do 'Kada' e do 'São Sebastião', e as produções de frutos graúdos e médios, juntas, somaram 88,5 e 87,3% das produções totais estimadas dos cultivares 'Kada' e 'São Sebastião', respectivamente. As equações ajustadas para as produções totais de tomate, bem como suas representações gráficas, são apresentadas na Figura 1.

Analogamente, para o cultivar tipo Salada ('Floralou'), os maiores valores estimados para produção total e produção de frutos comerciais e de frutos médios foram obtidos com as lâminas d'água de 1,0 a 1,1 Ev. A produção total máxima estimada foi de 53,4 t/ha, com a lâmina de 1,05 Ev, e a lâmina de 1,0 Ev deu produção total igual a 97,8% da máxima. As produções de frutos comerciais e de frutos médios foram, respectivamente, de 98,7 e 44,2% da produção total (não houve produção de frutos graúdos). A equação ajustada para a produção total de tomates Floralou é apresentada na Figura 1, juntamente com sua representação gráfica.

O Quadro 1 mostra que, para o cultivar São Sebastião, a produção total obtida com a lâmina de 0,9 Ev foi estatisticamente superior às obtidas com as demais lâminas. Para o cultivar 'Floralou', as produções totais obtidas com as lâminas de 0,9 e 1,0 Ev foram estatisticamente iguais entre si e superiores às demais. Para o Kada, a lâmina de 0,9 Ev não diferiu da lâmina de 1,0 Ev, tendo sido superior às demais.

As produções de frutos refugados foram, em termos percentuais, no máximo, de 0,71% para o 'Kada', de 0,87% para o 'São Sebastião' e de 2,49% para o 'Floralou'. Esses baixos percentuais de refugos, provavelmente, foram resultado da alta frequência de irrigação, o que garantiu pequenas variações nos níveis de água no solo. Isso, associado ao fato de as plantas terem sido cortadas acima do quarto e do terceiro cacho, para os cultivares tipo Santa Cruz e Salada, respectivamente, contribuiu para a maior produção de frutos comerciais.

As lâminas que proporcionaram maiores produções também apresentaram, por via de regra, maior uniformidade de produção, considerando o tamanho e o peso médio dos frutos comerciais.

O peso médio dos frutos comerciais foi parâmetro que permitiu avaliar melhor a uniformidade da produção. Os preços médios máximos estimados foram: 'São Sebastião', 96,1 g, para a lâmina de 0,98 Ev, e 'Floralou', 179,4 g, para a lâmina de 0,93 Ev. As equações ajustadas são apresentadas na Figura 2, juntamente com as respectivas representações gráficas. Para o cultivar 'Kada', não houve ajustamento adequado para o peso médio dos frutos comerciais.

De acordo com o Quadro 2, o cultivar 'Kada', com a lâmina de 0,9 Ev, obteve peso médio estatisticamente igual ao obtido com a lâmina de 0,8 Ev e diferente dos demais; o São Sebastião, com a lâmina de 0,9 Ev, obteve peso médio superior ao

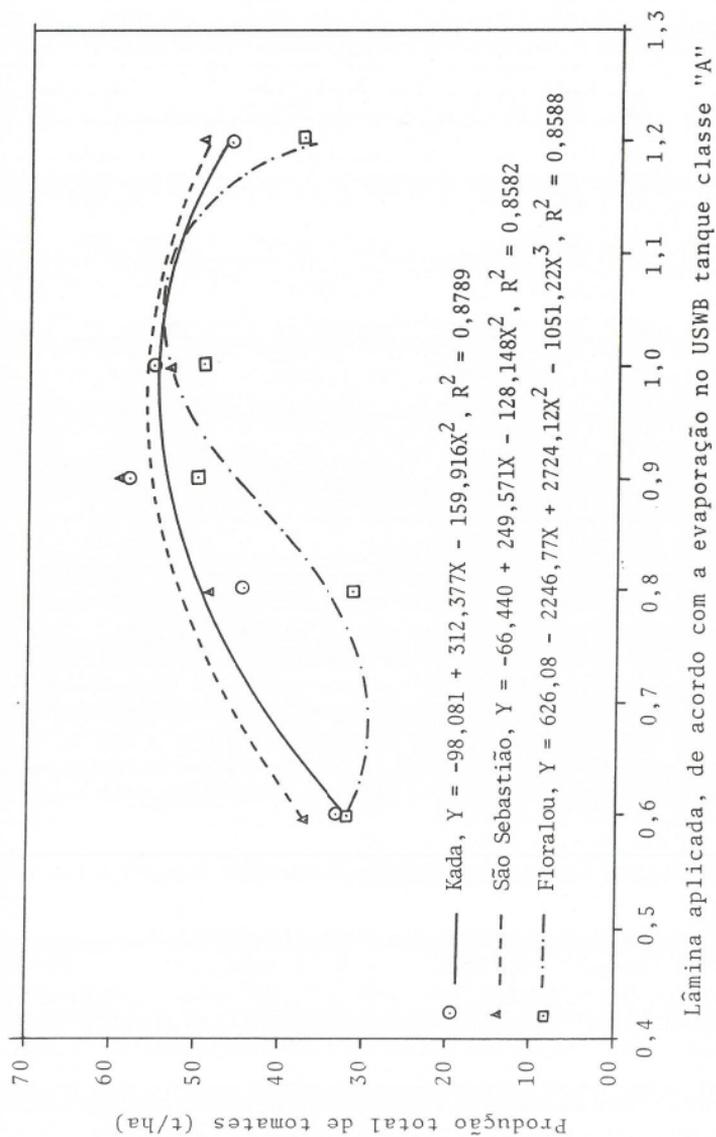


FIGURA 1 - Curvas da produção total de tomate dos cultivares 'Kada', 'São Sebastião' e 'Floralou', ajustadas por regressão.

QUADRO 1 - Médias da produção total de tomates dos cultivares 'Kada', 'São Sebastião' e 'Floralou', de acordo com a lâmina d'água aplicada(*)

Lâmina aplicada	Produção total de tomates (t/ha)					
	Kada		São Sebastião		Floralou	
0,4 Ev	34,565	cd	36,110	d	31,140	b
0,6 Ev	32,905	d	37,530	d	31,900	b
0,8 Ev	44,440	bc	48,400	c	30,930	b
0,9 Ev	57,910	a	58,960	a	49,655	a
1,0 Ev	54,480	ab	52,630	b	48,975	a
1,2 Ev	45,910	b	48,730	c	36,595	b

(*) Para o mesmo cultivar, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

obtido com a lâmina de 0,4 Ev, não diferindo dos demais; o Floralou, com a lâmina de 1,0 Ev, obteve peso médio estatisticamente igual ao obtido com a lâmina de 0,9 Ev e superior aos demais.

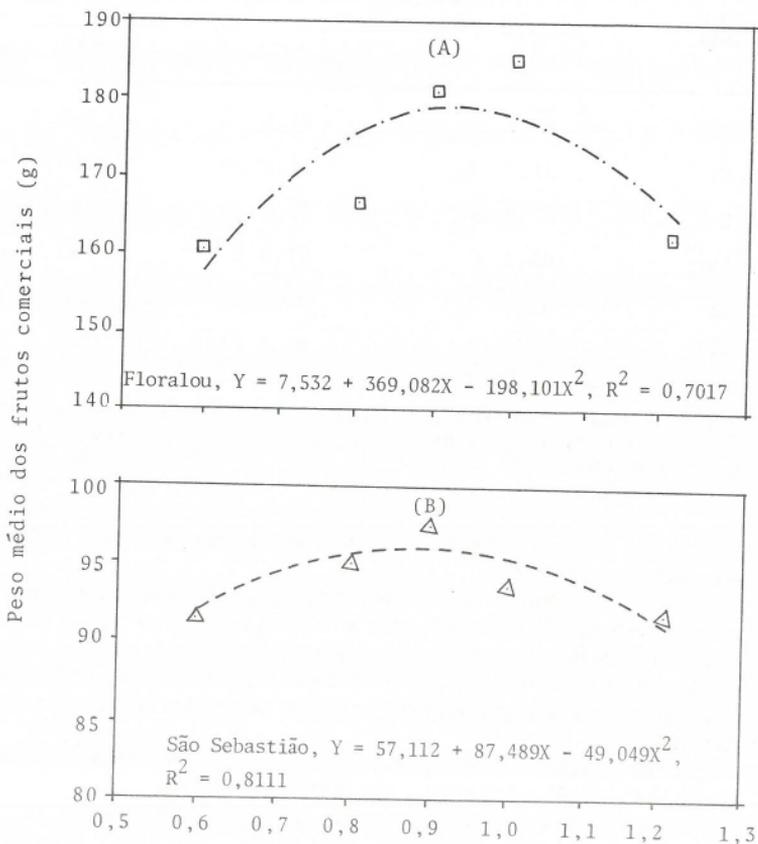
Outros aspectos culturais, como altura das plantas e número de cachos por planta, tiveram seus estudos prejudicados pelo ataque da mela. Os dados coletados não foram suficientes para a análise estatística. Pode-se observar, porém, que as plantas tiveram desenvolvimento médio superior a 2 m, para os cultivares tipo 'Santa Cruz', e inferior a 2 m, para o tipo Salada. O número de cachos, contados antes do ataque da mela, foi de 8 e 7 por planta, respectivamente, para os cultivares tipo Santa Cruz e Salada.

4. RESUMO

O ensaio foi realizado no 'campus' da Universidade Federal de Viçosa, numa área de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, plantando-se três cultivares de tomateiro, dois tipo Santa Cruz ('Kada' e 'São Sebastião') e um tipo Salada ('Floralou'), utilizando um sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores irriga de quatro saídas, instalados no campo, de modo que cada saída irrigasse uma planta.

Em razão da ocorrência de 50 mm de chuvas durante as duas primeiras semanas depois do transplante, o controle das lâminas aplicadas só foi possível a partir da segunda semana. Foi utilizada uma frequência de irrigação de dois dias, determinada para o local em experimento anterior.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis lâminas (0,4, 0,6, 0,8, 0,9, 1,0 e 1,2 vez Ev), em quatro repetições. As lâminas foram dimensionadas com base na evaporação medida no USWB, tanque classe «A», instalado no local do



Lâmina aplicada, de acordo com a evaporação no USWB tanque classe "A"

FIGURA 2 - Curvas do peso médio dos frutos comerciais de tomate dos cultivares 'São Sebastião' (B) e 'Floralou' (A), ajustadas por regressão.

QUADRO 2 - Médias do peso médio dos frutos comerciais de tomate dos cultivares 'Kada', 'São Sebastião' e 'Floralou', de acordo com a lâmina d'água aplicada (*)

Lâmina aplicada	Peso médio dos frutos comerciais (g)		
	Kada	São Sebastião	Floralou
0,4 Ev	88,8 b	85,6 b	153,5 c
0,6 Ev	91,7 b	91,8 ab	160,5 c
0,8 Ev	97,4 ab	95,6 ab	166,7 bc
0,9 Ev	105,5 a	97,6 a	181,4 ab
1,0 Ev	92,7 b	94,0 ab	185,4 a
1,2 Ev	95,5 b	91,8 ab	162,5 c

(*) Para o mesmo cultivar, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

experimento, para que os resultados pudessem ser extrapolados para regiões com diferentes condições climáticas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção total, a produção de frutos comerciais, a produção de frutos graúdos e médios, bem como o peso médio dos frutos comerciais, tendo sido colhidos três cachos por planta do cultivar Floralou e quatro cachos por planta dos cultivares 'Kada' e 'São Sebastião', em dez plantas selecionadas por parcela, eliminando-se as partes acima dos cachos selecionados para a colheita.

As funções de produção obtidas para a produção total foram as seguintes:

— Kada, $Y = -98,081 + 312,377X - 159,916X^2$, $R^2 = 0,8789$;

— São Sebastião, $Y = -66,440 + 249,571X - 128,148X^2$, $R^2 = 0,8582$;

— Floralou, $Y = 626,080 - 2246,770X + 2724,120X^2 - 1051,220X^3$, $R^2 = 0,8588$.

As maiores produções totais de frutos comerciais e de frutos graúdos e médios foram alcançadas com as lâminas de 0,9 e 1,0 Ev, para os cultivares tipo Santa Cruz, e de 1,0 e 1,1 Ev, para o tipo Salada.

Para os três cultivares, os maiores pesos médios de frutos comerciais foram alcançados com lâmina d'água em torno de 0,9 Ev.

O cultivar tipo Salada exigiu maior quantidade de água que os cultivares tipo Santa Cruz.

Diante dos resultados alcançados com a irrigação por gotejamento do tomateiro, pode-se recomendar um coeficiente cultural (Kc) de 0,9, tanto para os cultivares 'Kada' e 'São Sebastião' como para o cultivar 'Floralou'.

5. SUMMARY

An experiment was carried out to study the effects of irrigation depth, under drip

irrigation and with an irrigation frequency of two days, on three varieties of tomatoes ('Floralou', 'Kada' and 'São Sebastião'). The main objective was to determine the cultural coefficient (Kc) for drip irrigation of tomatoes.

On the basis of the results obtained with these three varieties of tomatoes, a cultural coefficient (Kc) of 0,9 for drip irrigation can be recommended.

6. LITERATURA CITADA

1. ALJIBURY, F.K., LANGE, G.A. HUNTAMER, J. & LEAVITT, G. Performance of plants with drip irrigation. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2.º Riverside, 1974. PROCEEDINGS, Riverside, Riverside Printers, Inc., 1974. p. 497-502.
2. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, v. 40, 1979.
3. BERNARDO, S., SILVA, J.F. da, CAIXETA, T.J. & RAMOS, M.M. Efeito de lâminas d'água e da frequência de irrigação na produção de tomate, com utilização da irrigação por gotejamento. *Rev. Ceres*, 28(157):262-267. 1981.
4. CAIXETA, T.J. *Estudo comparativo entre sistemas de irrigação por sulco e gotejamento e efeito da lâmina de água e frequência de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão*. Viçosa, U.F.V., 1978, 60 p. (Tese M.S.).
5. DAKER, A. *Água na Agricultura. Irrigação e Drenagem*. 3.ª ed. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, 1970, 3.º vol., 453 p.
6. FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1972. 451 p.
7. GOLDBERG, D. *Técnicas y métodos para el uso eficiente del agua en la agricultura*. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1975. 14 p.
8. GOLDBERG, D., GORNAT, B. & RIMON, D. *Drip irrigation; principles, design and agricultural practices*. Kafar Shmaryahu, Israel, Drip Irrigation Scientific Publications, 1976. 296 p.
9. GOLDBERG, D., SHMUELI, M. & GORNAT, B. *Adelantos de la agricultura bajo riego en Israel*. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. 1975. 8 p.
10. GOLDBERG, D. & SHMUELI, M. *Riego por aspersion y por goteo de pimientos verdes en una zona árida*. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1975. 7 p.
11. GUSTAFSON, C.D., MARSH, A.W., BRANSON, R.L. & DAVIS, S. Drip irrigation experiment on avocados. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2.º, Riverside, 1974. PROCEEDINGS, Riverside, Riverside Printers, Inc., 1974. p. 443-5.
12. HALL, B.J. Staked tomato drip irrigation in California. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2.º, Riverside, 1974. PROCEEDINGS, Riverside, Riverside Printers, Inc., 1974. p. 480-5.

13. HALL, B.J. Spring cucumber drip as furrow irrigation. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2.º, Riverside, 1974. PROCEEDINGS, Riverside, Riverside Printers, Inc., 1974. p. 486-90.
14. HOARE, E.R., GARZOLI, K.V. & BLACKWELL, J. Plant water requirements as related to trickle irrigation. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2.º, Riverside, 1974. PROCEEDINGS, Riverside, Riverside Printers, Inc., 1974. p. 323-8.
15. OLIVEIRA, H.G. *Efeito do sistema de condução e do desbaste na produção de três cultivares de tomateiro (Lycopersicum esculentum, Mill)*. Viçosa, U.F.V., 1972. 47 p. (Tese M.S.).