

## IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO \*

### II PARTE — *Influência sobre a produção em tomateiro (Lycopersicum esculentum, L.)*

HÉLIO A. MANFRINATO \*\*

#### RESUMO

Em nosso trabalho anterior (Parte I) verificou-se que quando um solo foi submetido a diferentes intensidades de gotejamento, a distribuição de umidade no perfil do mesmo, foi também diferente.

Em vista disso, levantou-se a hipótese de que o desenvolvimento e produção de uma planta cultivada sob esses regimes de irrigação seriam afetados, pois é sabido que o conteúdo de umidade do solo influe sobre a transpiração da planta e esta sobre a produção.

Instalou-se um experimento com uma planta teste, o tomateiro, sob irrigação por gotejamento a três diferentes intensidades: baixa, média e alta.

Verificou-se que quando se irrigou a baixa intensidade houve maior produção de tomate.

#### INTRODUÇÃO

A instalação de um experimento de Irrigação por gotejamento apresenta algumas dificuldades que não se encontram noutros, nos quais se aplicam os métodos convencionais de Irrigação.

A principal delas, é a que se deve fornecer à planta um suprimento de água, que embora suficiente, é uma quantidade assaz pequena, e em doses controladas.

Assim uma planta irrigada por gotejamento mas exposta livremente ao regime natural da chuva, terá um fornecimento de água muito maior em volume global do que aquele quando irrigada somente por gotejamento.

---

\* Entregue para publicação em 05/4/1974.

\*\* Departamento de Engenharia Rural da ESALQ.

Isto posto, procurou-se neste experimento evitar a influência das precipitações pluviométricas naturais, para que os resultados não fossem mascarados.

A presente instalação, foi feita em grandes vasos, que colocados em carrinhos apropriados, eram expostos às condições climáticas naturais de campo. No entanto sempre que ocorria uma chuva, eram recolhidos aos abrigos apropriados, com cobertura de plástico transparente que permitiam a planta receber total radiação.

O delineamento experimental, foi inteiramente casualizado. Adotou-se quatro tratamentos com seis repetições, como seguem:

- A — gotejamento em torno de 3 mm/hora, denominado de baixa intensidade.
- B — gotejamento em torno de 15 mm/hora, denominado de média intensidade.
- C — gotejamento em torno de 50 mm/hora, denominado de alta intensidade.
- D — gotejamento em torno de 50 mm/hora, mas fornecendo um volume de água maior que os dos anteriores.

O último visava exagerar as condições de altos teores de umidade, no sentido de manter o solo por mais tempo sob condições de excesso de umidade.

## REVISÃO DE LITERATURA

Poucas publicações existem sobre Irrigação por gotejamento em tomateiro. No entanto já há um grande número delas com plantas olerícolas em geral e algumas frutícolas.

De REMER (3), consultor irrigacionista que projetou e instalou sistemas de irrigação por gotejamento no Arizona e Califórnia, U.S.A., revela aumento de 167% na produção de tomateiro, 180% em melões 100% em pimentões e 233% em milho doce quando irrigados por gotejamento em relação aos irrigados por aspersão ou sulco de infiltração.

GOLDBERG, et al, menciona que mesmo usando águas salinas, na irrigação por gotejamento e aspersão em tomateiro, a primeira apresentou um acréscimo em produção de quase 100%.

Quando se irriga pelos métodos convencionais (aspersão e sulcos de infiltração) o conteúdo de umidade do solo varia desde próximo a saturação até a capacidade de campo, a qual ocorre alguns dias depois conforme o tipo do solo. Na irrigação por gotejamento a baixa intensidade como vimos em nosso primeiro trabalho (Parte I) o teor de umidade se manteve baixo desde o momento da infiltração, isto é, próximo a capa-

cidade de campo. Essa condição, confere com as afirmações de GOLDBERG e GORNAT quando dizem que as variações na umidade do solo quando irrigado por gotejo são quase nulas, mantendo um teor ótimo por mais tempo à disposição da planta.

Sobre esse aspecto NORTHCOTT e CROSS corroboram com a mesma afirmação. A irrigação por gotejamento mantém um ótimo de umidade por longos períodos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Usou-se aqui o mesmo tipo de solo descrito no experimento em laboratório MANFRINATO ou seja, da série Luiz de Queiroz.

Foram preparados 400 kg de solo, dos quais separaram-se 40 kg para os vasos de semeadura e 360 kg para os vasos definitivos.

A planta teste usada foi o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* L.).

Os gotejadores foram os mesmos que se utilizou no primeiro experimento em colunas de solo, aumentando-se apenas o número de saídas do reservatório distribuidor.

O controle do consumo de água, por evapotranspiração, foi feito por diferença de pesos obtidos em balanças de precisão.

O cálculo da quantidade de água de irrigação se fez pelos meios convencionais, com base no peso seco do solo MORETTI e os níveis de irrigação foram mantidos em 50% da água disponível do solo, cujas características são conhecidas no trabalho anterior.

Através das pesagens rotineiras, podia-se determinar o momento certo em que, devido à evapotranspiração, o conteúdo de umidade do solo atingia o limite inferior, isto é, 50% de água disponível.

A aplicação do gotejamento foi feita de maneira semelhante ao experimento anterior, sendo os depósitos de água com seus reservatórios distribuidores de nível constante regulados a alturas apropriadas, de modo a permitir a obtenção de intensidades de gotejamentos específicos para cada tratamento.

A coleta de dados para análise foi feita de modo que pudessem revelar a influência da irrigação por gotejamento na produção, expressa em quantidade de flores e frutos produzidos e peso total dos frutos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O critério adotado para a contagem dos cachos em flor foi o seguinte: de cada oito dias, após o aparecimento dos primeiros cachos, efetuava-se o levantamento do número deles, existentes em cada planta.

Quanto aos frutos, pareceu-se mais interessante efetuar as contagens

a intervalos menores. Assim este se realizou de cada 5 dias. Os Quadros 1, 2 e 3 mostram os dados levantados.

A análise dos resultados referentes a produção (quantidade de flores, frutos e peso de frutos) se fez pelos testes de significância e se mostra nos Quadros de 4 a 12.

**Quadro I:** *Resultados da influência dos tratamentos sobre a quantidade de flores produzidas.*

Tratamento	Número total de cachos por repetição						Total
A	7	10	9	8	8	7	49
B	6	7	4	6	4	4	31
C	4	4	4	3	3	6	24
D	4	5	4	4	3	4	24

**Quadro II:** *Resultados da influência dos tratamentos sobre a quantidade de frutos produzidos.*

Tratamento	Número total de frutos por repetição						Total
A	11	15	17	10	15	10	78
B	10	12	6	7	9	8	52
C	6	7	6	5	5	13	42
D	7	10	6	5	6	7	41

**Quadro III:** *Resultados da influência dos tratamentos sobre o peso de frutos produzidos.*

Tratamento	Peso total colhido por repetição (g)						Total (g)
A	22,5	66,0	64,0	35	43,1	28,0	258,6
B	13,5	33,0	31,0	17,2	37,9	18,9	151,5
C	18,6	24,0	25,0	12,5	15,0	30,0	125,1
D	22,6	9,6	20,8	6,4	7,0	8,5	74,9

**Quadro IV:** *Raiz quadrada do número total de cachos para cada repetição referente ao Quadro I.*

Tratamento	Número de Cachos						Total	$\bar{x}$
A	2,64	3,16	3,00	2,83	2,83	2,64	17,10	2,85
B	2,45	2,64	2,00	2,45	2,00	2,00	13,54	2,26
C	2,00	2,00	2,00	1,73	1,73	2,45	11,91	1,98
D	2,00	2,24	2,00	2,00	1,73	2,00	11,97	2,00

**Quadro V: Análise da variância para os dados do Quadro IV.**

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
E. Tratamentos	3	2,9605	0,9868	17,88* *
Dentro	20	1,1042	0,0552	
Total	23	4,0647		

C.V. = 10,35%

**Quadro VI: Teste de TUKEY**

Tratamentos		A	B	C	D
A	$\bar{x}$ 2,85	2,85 —	2,26 * *	2,00 * *	1,98 * *
B	2,26	—	—	n. s.	n. s.
D	2,00			—	n. s.
C	1,98				—

d.m.s. = 0,38 ao nível de 5%  
d.m.s. = 0,52 ao nível de 1%

**Quadro VII: Raiz quadrada do número total de frutos para cada repetição, referente ao Quadro II.**

Tratamentos	Número de Frutos						Total	$\bar{x}$
A	3,31	3,87	4,12	3,16	3,87	3,16	21,49	3,58
B	3,16	3,46	2,45	2,64	3,00	2,83	17,54	2,92
C	2,45	2,64	2,45	2,24	2,24	3,60	15,62	2,60
D	2,64	3,16	2,45	2,24	2,45	2,64	15,58	2,60

**Quadro VIII: Análise da variância para os dados do Quadro VII.**

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
E. Tratamento	3	3,8549	1,2850	7,58* *
Dentro	20	3,3455	0,1673	
Total	23	7,2004		

C.V. = 13,96%

**Quadro IX: Teste de TUKEY**

Tratamentos		A	B	C	D
	$\bar{x}$	3,58	2,92	2,60	2,60
A	3,58	---	**	**	**
B	2,92		---	n. s.	n. s.
C	2,60			---	n. s.
D	2,60				---
d.m.s. = 0,66 ao nível de 5%					
d.m.s. = 0,82 ao nível de 1%					

**Quadro X: Peso total de frutos colhidos de cada planta, referente ao Quadro III.**

Tratamentos	Peso total colhido por repetição (g)						Total	$\bar{x}$
A	22,5	66,0	64,0	35,0	43,1	28,0	258,6	43,10
B	13,5	33,0	31,0	17,2	37,9	18,9	151,5	25,25
C	18,6	24,0	25,0	12,5	15,0	30,0	125,1	20,85
D	22,6	9,6	20,8	6,4	7,0	8,5	74,9	12,48

**Quadro XI: Análise de variância para os dados do Quadro X.**

Fonte de variação	G.L.			
E. Tratamentos	3	3005,1213	1001,7071	7,54**
Dentro	20	2658,1783	132,9089	
Total	23	5663,2996		

C.V. = 45,35%

**Quadro XII: Teste de TUKEY.**

Tratamentos		A	B	C	D
	$\bar{x}$	43,10	25,25	20,85	12,48
A	43,10	---	**	**	**
B	25,25		---	n. s.	n. s.
C	20,85			---	n. s.
D	12,48				
d.m.s. = 18,64 ao nível de 5%					
d.m.s. = 23,53 ao nível de 1%					

Observa-se pelo exame dos Quadros 1, 2 e 3 que quando submetidos ao tratamento A (gotejamento a baixa intensidade) as plantas produziram maiores quantidades de flores e frutos do que aquelas submetidas aos tratamentos B, C e D.

A redução da porosidade do solo livre de água que ocorreu nos tratamentos de maior intensidade de gotejamento implicou na redução de difusão do ar do solo, advindo um aumento na concentração de  $\text{CO}_2$  em detrimento do oxigênio. Nessas condições, as células vivas da raiz tiveram sua vitalidade reduzida, não deram total passagem à água, criando uma resistência ao fluxo nesse ponto. Em vista disso, deve ter surgido um déficit de água na planta, com a conseqüente diminuição da intensidade de transpiração, afetando a produção.

O gotejamento, a média e principalmente alta intensidade (tratamentos B, C e D) assemelham-se no atual experimento em vasos, a irrigações convencionais de aspersão, sulcos de infiltração ou mesmo chuvas naturais pesadas, as quais conduzem o solo a um conteúdo de umidade excessivo, pelo menos num período que vai desde o início da irrigação até aquele momento em que o solo chega à capacidade de campo, a qual sabemos poderá demorar dias para ser atingida, dependendo da condutibilidade hidráulica do solo.

Os resultados obtidos com a irrigação por gotejamento, permitem também estabelecer um confronto entre as teorias de VEIHMEYER, RICHARDS e WADLEIGH e DENMEAD e SHAW no que concerne à disponibilidade de água do solo à planta. Essas teorias como é sabido, se contradizem, principalmente as duas primeiras, mas têm seus adeptos de um lado e de outro, conforme a condição e circunstância em que o experimento foi realizado.

Em nosso trabalho, tornou-se evidente, à vista dos resultados, de que a teoria de RICHARDS e WADLEIGH é válida, uma vez que maior produção foi obtida quando se manteve o conteúdo de umidade do solo próximo à capacidade de campo.

A irrigação por gotejamento vem abalar também a teoria de que a folha é a única parte da planta que controla o fluxo no sistema solo-planta-ar atmosférico, conforme afirmação de VAN DEN HONERT que fez analogia daquele fluxo, à Lei de Ohm. COWAN opõe-se a essa afirmação, e é acompanhado por outros pesquisadores como ZUR, GARDNER, etc. os quais afirmam que o fechamento ou abertura dos estômatos, não fica restrito às variações a resistência do fluxo na folha e sim às variações em qualquer parte da planta.

A irrigação por gotejamento vem demonstrar, pelos resultados até agora apresentados, que a resistência ao fluxo pode se dar inicialmente nas raízes, de acordo com vários fatores que podem ocorrer nesse ponto, isto é, gradiente potencial da água e condições das atividades metabólicas das células da raiz.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos e analisados e nas condições aqui estudadas, permitiu-se chegar às seguintes conclusões:

1. A irrigação por gotejamento em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, L.) sob diferentes intensidades, mas fornecendo-se a mesma quantidade de água nas condições descritas no trabalho, provocou significativas diferenças nos resultados obtidos entre o tratamento a baixa intensidade e os demais, média e alta intensidade.

2. Obteve-se maior número de cachos de flor e de frutos nas plantas submetidas ao tratamento a baixa intensidade.

3. Houve maior produção em peso de tomates nas plantas submetidas ao tratamento a baixa intensidade.

4. Não houve diferença significativa na produção de frutos, quando se irrigou o solo com quantidades maiores do que aquela correspondente à água disponível, para os tratamentos com gotejamento a alta intensidade.

## SUMMARY

DRIP IRRIGATION — Part II — Yields of tomatoes crops under drip irrigation.

In the last paper it was found out that a soil under different drip irrigation intensities had its moisture content distribution in the soil profile also different.

So it led to the hypothesis that the development and production of cultivated plant under these treatment would be affected, for it is known that the soil moisture content has much to do with the transpiration of the plant and this with the production.

The experiment was installed with a test plant, the tomato plant, under drip irrigation at three different intensities: low, medium and high.

It led to the conclusion that the plants under low intensity drip irrigation bore more fruit.

## LITERATURA CITADA

- COWAN, I. R. Water transport in soil-plant-atmosphere system. I. Applied Ecology 2 : 221-239. 1965.
- DENMEAD, O. T. & SHAW, R. H. Availability of soil water to plants as affected by moisture content and meteorological conditions. Agron. J. 54 : 385-390. 1962.
- DeREMÉR, E. D. Drip irrigation for vegetables. The Farmer Irrigation, Australia. 7(4) 22. 1971.
- GOLDBERG, D. et al. El riego por goteo. Um metodo para mayor produccion agricola bajo condiciones de aguas salinas y suelos adversos. Serviço de Extension Agricola, Israel. 1970. 27 p. (Mimeografado).

- GOLDBERG, D. & GORNAT, B. Trickle irrigation. A new approach to irrigation totally dependent on plastic polymer Materials. International Commission on Irrigation and Drainage, Eighth Congress, Nova Delhi, India. R 14 (Question 28.1) — 28-1.199 — 28.1. 210 — 1971.
- MANFRINATO, H. A. A irrigação por gotejamento. I Parte — Influencia sobre as relações solo-água. Anais da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz». 1974.
- MORETTI F<sup>o</sup>, J. Cálculo da umidade do solo para os projetos de irrigação. Bol. Téc. Cient ESALQ, 8, 10 p. 1962.
- NORTHCOTT, R. k. & CROSS, D. N. Trickle irrigation. New Zealand Journal of Agriculture, New Zealand. 122(6) : 20-23. 1971.
- RICHARDS, L. A. & WADLEIGH, C. H. Soil water and plant growth Agronomy 2 : 13, 1952.
- HONERT, T. H. VAN DEN. Water transport in plants as a catenary process. Discussion Faraday Soc., 3 : 146-153. 1948.
- VEIHMEYER, F. J. & HENDRICKSON, A. A. Soil moisture condition in relation to plant growth. Plant Physiol. 2,71 — 1927.
- ZUR, B. Selected topics in Soil Physics. Mimeografado, ESALQ. 1966.
- GARDNER, W. R. Dynamic aspects of soil water availability to plants. Annual Review of Plant. Physiology. Palo Alto. Cal. USA. 1965.

