

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO E FERTIRRIGAÇÃO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM TOMATEIRO (*Lycopersicum esculentum*)

Carlos Alberto da Silva Oliveira**
Osmar Alves Carrijo*
Antonio F. L. Olitta***
Neville V. B. dos Reis**
Ruy Rezende Fontes**

RESUMO

*Estudou-se o comportamento de tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill) cultivar Kada, irrigado por gotejamento e adubado com dois níveis de Nitrogênio e Potássio, sob condições edafoclimáticas de cerrado do Brasil Central. Aplicaram-se lâminas de irrigação correspondentes a 0,8, 1,0 e 1,2 da evaporação de um tanque Classe A instalado sobre solo nu.*

Verificou-se não haver diferenças significativas entre tratamentos na produção de frutos totais por hectare; entretanto a produção de frutos graúdos diferiu entre os tratamentos estudados. Doses elevadas de sulfato de amônio aumentaram o número e o peso de frutos com podridão estilar independentemente da lâmina de irrigação aplicada. A menor lâmina de irrigação combinada com as doses de 1400 kg/ha de sulfato de amônio e 918 kg/ha de cloreto de potássio, apresentaram melhor eficiência do uso de água.

SUMMARY

Under edaphoclimatic conditions of "cerrado" areas of central Brazil it was study the tomato behavior when submitted to supplementary trickle irrigation and two Nitrogen-Potassium levels. Irrigation water was applied on amounts of 0.8, 1.0 and 1.2 times the water evaporated from a class A evaporation pan.

It was verified no significant influence among treatments on the total fruit yields per hectare, however, significant difference among treatments was found for the production of high quality fruits. High levels of Amonium Sulphate increased the number and weight of tomatoes with the stem rot being independent of the amount of irrigation water applied. The smallest irrigation level together with 1400 kg/ha of Amonium Sulphate and 918 kg/ha of Potassium Chloride showed the best water use efficiency.

INTRODUÇÃO

A irrigação por gotejamento introduzida no Brasil, efetivamente a partir de 1975 (OLIVEIRA 1978) consiste, atualmente, em mais uma opção para o forneci

(*) Engenheiro Agrônomo da UEPAE de Brasília, Caixa Postal 1316, CEP 70.000
(**) Engenheiro Agrônomo MS da UEPAE de Brasília, Distrito Federal
(***) Professor Assistente do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP - Caixa Postal 09 - CEP 13.400, Piracicaba - SP.

mento de água às plantas, principalmente em locais com pequenas vazões, má qualidade da água, declividade acentuada, custo de água elevado ou mão-de-obra relativamente escassa (GUSTAFSON 1976). Este método de irrigação possibilita a manutenção de um alto potencial de água no solo (0,1 e 1 bar) e tal condição permite um considerável aumento na produção de diversas culturas (RAWITZ 1969).

Em seis ensaios realizados no período de 1970 e 1973, comparando métodos de irrigação em tomateiro (HALL 1974) encontrou, em três ensaios, maiores produções quando irrigou, por gotejamento, em dois ensaios não houve diferenças significativas entre os tratamentos e em um ensaio encontrou produções maiores quando irrigou por sulcos. Diversas outras comparações de métodos de irrigação tem apresentado resultados satisfatórios quando se usa a irrigação por gotejamento em tomateiro (BRYAN et al 1976, FREEMAN et al 1976, GOLDBERG & SHMIELI 1970, GOLDBERG et al 1976).

Em tomateiro cultivado em vasos sob solo argiloso e utilizando a irrigação por gotejamento com as intensidades da aplicação de 0,17, 0,86, 2,8 e 8,7 l/h, MANFRINATO (1970) concluiu que a menor intensidade de aplicação (0,17 l/h), proporcionou maior número de flores e frutos, além de frutos mais pesados. CAIXETA (1978) trabalhando com pimentão irrigado por gotejamento, encontrou que, aumentando-se a lâmina de irrigação (2, 4 e 6 mm/dia) a produção de sementes e frutos normais aumenta linearmente, ocorrendo efeito inverso com os turnos de rega de um, dois e três dias. Maiores produções de tomate foram obtidas dentro de cada turno de rega quando foram aplicadas lâminas de irrigação calculadas de modo a igualar a taxa de evapotranspiração potencial (FREEMAN et al 1976). A sub-irrigação ou a super-irrigação resultaram em reduções na produção e as maiores eficiências do uso de água ocorreram em menores turnos de rega.

O fluxo de massa de nutrientes, diretamente proporcional ao fluxo d'água no solo, é extremamente afetado pelas condições de umidade do solo (REICHARDT em 1975). Por outro lado, em tomateiro irrigado por gotejamento, MILLER et al (em 1976) encontraram que uma única aplicação de nitrogênio no plantio não diferiu de várias coberturas feitas com este nutriente. Tais fatos implicam em que a nutrição das plantas e a fertilidade do solo devem ser estudadas em estreita ligação com as lâminas de água a serem aplicadas, turno de rega e método de irrigação.

Neste trabalho estudou-se, sob um turno de rega de dois dias, o efeito de três lâminas de irrigação, correspondentes a 0,8, 1,0 e 1,2 da evaporação de um tanque classe A, e de duas doses de nitrogênio e potássio fornecidas na água de irrigação, sobre a produção de tomate em solo de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento, com a cultivar de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tipo Santa Cruz "Kada", foi conduzido em solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro fase cerrado, profundo, apresentando pH = 4,6, 1 ppm de fósforo, 0,6 m.e/100 ml de Al, 0,7 m.e/100 ml de Ca + Mg, el ppm de potássio e localizado na Fazenda Experimental do Tamanduá - UEPAE de Brasília, com latitude 15° 56'00''S, longitude 48° 08'26''W, altitude 997m, temperatura média anual de 21,8°C e precipitação média anual de 1483mm.

A acidez do solo foi corrigida aplicando-se 2 ton/ha de cal hidratada, 20 dias antes do plantio. A adubação de plantio foi feita com 2 ton/ha de superfosfato simples, 20 ton/ha de esterco de galinha, 20 kg/ha de borax, 20 kg/ha de sulfato de zinco e 200 kg/ha de sulfato de magnésio.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e seis repetições, possuindo cada parcela as dimensões de 4,0 x 6,0m. Foi utilizado o espaçamento entre plantas de 1,0m x 0,5m, possuindo cada parcela quatro fileiras de 6m de comprimento e vinte plantas úteis.

As doses de N e K estudadas foram as seguintes: N1 K1 - 1400 kg/ha de sulfato de amônio e 918 kg/ha de cloreto de potássio e N2 K2 - 5.000 kg/ha de sulfato de amônio e 2.500 kg/ha de cloreto de potássio (de acordo com a recomenda

ção do sistema de produção para tomate do Distrito Federal). Estas doses foram fornecidas na água de irrigação com intervalo de 10 dias e 40 dias após a sementeira em copinhos de jornal.

A irrigação foi feita com turno de rega de dois dias, utilizando gotejadores com quatro saídas (vazão nominal total igual a 13 l/h) e colocando uma saída para cada planta. O volume de água aplicado foi controlado com hidrômetros e calculado através da equação $V = E_v \times f \times A \times K \times E_f^{-1}$, onde V = volume consumido em l/planta/dia; E_v = evaporação do tanque classe A em mm; f = fator de consumo dependente da cultura e tipo de tanque de evaporação; A = área por planta em m^2 ; K = fator de cobertura (estimado igual a 1) e E_f = eficiência de aplicação (estimada igual a 1).

Três lâminas de irrigação foram estudadas, correspondendo cada uma aos valores de $f = 0,8$, $f = 1$ e $f = 1,2$, respectivamente. A evaporação da água foi medida em um tanque classe A instalado junto ao local do experimento, circundado com solo nudo e distando aproximadamente 5 metros do experimento.

Foi feito o tutoramento do tomate com cerca cruzada deixando duas hastes por planta. Pulverizações contra pragas e doenças foram feitas semanalmente.

Os tratamentos estudados neste experimento foram os seguintes:

Tratamento	Fator f	Doses de N e K
0,8 N1	0,8	N1 K1
0,8 N2	0,8	N2 K2
1,0 N1	1,0	N1 K1
1,0 N2	1,0	N2 K2
1,2 N1	1,2	N1 K1
1,2 N2	1,2	N2 K2

Os frutos colhidos foram classificados quanto ao tamanho, de acordo com o Quadro 1, e quanto a defeitos, em frutos rachados, com podridão apical e refugo.

QUADRO 1 - Classificação dos Frutos de Tomate Adotada Neste Trabalho

DIÂMETRO TRANSVERSAL (D) em mm	TAMANHO
≥ 52	Graúdos
$47 < D < 52$	Médios
$40 < D < 47$	Pequenos
$33 < D < 40$	Miúdos
≤ 33	Refugos

Considerou-se, como frutos comercializáveis, os frutos graúdos médios e pequenos; como frutos refugados, os frutos rachados, com podridão apical e refugo; como frutos totais, os frutos comercializáveis, os frutos miúdos e os frutos refugados.

A eficiência do uso de água (EUA) foi calculada através da equação $EUA = \text{Produção total em Kg/ha} \div \text{Lâmina total aplicada em mm}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram computados os dados de produção de tomate, relativos a 15 colheitas realizadas.

A precipitação pluviométrica total de 224,2mm praticamente não interferiu sobre os tratamentos de irrigação, em razão de sua ocorrência quando as plantas já se apresentavam no estágio final de produção.

Os dados de umidade relativa correspondentes a médias quinzenais, velocidade do vento no local, oscilando de 175 a 425 km/dia e o fato do tanque "classe A" ter sido instalado sobre solo nũ, permitem sugerir valores de f igual a 0,75 para estimar a evapotranspiração potencial em solo gramado (DOORENBOS & PRUITT 1974) e vem confirmar a validade de determinação de valores de f para a cultura do tomate nas condições de clima estadadas.

As variáveis número, peso e peso médio dos frutos, médios, pequenos, miúdos e comerciáveis, as variáveis número e peso dos frutos refugos e rachados e as variáveis número de frutos graúdos e de frutos totais não tiveram efeito significativo ao nível de 5% probabilidade, para os tratamentos estudados.

O peso de frutos graúdos (Quadro 2) apresentou os valores máximo e mínimo dentro da lâmina correspondente a $f = 1$ e nos níveis N1 e N2, respectivamente. O fato da irrigação por gotejamento proporcionar uma boa produção de frutos

QUADRO 2 - Produção Médias Obtidas com Tomateiro Irrigado por Gotejamento submetido a Três Lâminas de Irrigação e Dois Níveis de Nitrogênio e Potássio

TRATAMENTO	Frutos Graúdos (t/ha)	Frutos Totais (t/ha)	Peso Médio de Frutos Totais (g)	Frutos com Poidão Estimular (kg/ha)	Frutos Refugados Totais (kg/ha)
0,8 N1	22,6 ab	53,8	87 ab	495 a	1582 a
0,8 N2	24,2 ab	57,4	82 ab	2945 b	4421 b
1,0 N1	26,6 b	56,5	88 b	415 b	2084 a
1,0 N2	12,9 a	51,8	78 a	1216 ab	2231 a
1,2 N1	23,3 ab	57,9	85 ab	575 a	1788 a
1,2 N2	18,0 ab	54,0	81 ab	1525 ab	2857 ab
F	*	N.S.	*	**	**
C.V. (%)	31,1	12,1	6,37	82,7	46,7
DMS (Tukey 5%)	12,7	-	10	1777	2090

graúdos (tipo exportação) também foi observado por NOYOLA (1974) e está de acordo com SILVA (1972) que verificou ser igualmente aumentada a produção de frutos graúdos (Extra A) em qualquer um dos tratamentos com altos teores de umidade do solo. A tendência do peso de frutos graúdos diminuir com o aumento de f e o do nível de adubação, parece sugerir que os fatores umidade e fertilidade do solo não devem estar disponíveis em excesso. Apesar de, para esta variável, as maiores produções terem ocorrido no tratamento 1,0 N1, este não diferiu significativamente do tratamento 0,8 N1; desta forma, para se obter maior peso de frutos graúdos por unidade de área, em condições edafoclimáticas semelhantes às estudadas, recomenda-se a utilização da lâmina e da adubação contidas no tratamento 0,8 N1.

A produção de frutos totais não diferiu para os tratamentos estudados, porém se observou uma tendência de aumento linear com o aumento da lâmina d'água quando foram usadas doses de N e K mais baixas, o que também foi observado por MINAMI e OLLITA (1977).

O maior e o menor peso médios de frutos totais ocorreram nos tratamentos 1,0 N1 e 1,0 N2, respectivamente. Isto ocorreu, provavelmente, em razão desses tratamentos terem proporcionado o maior e o menor número de frutos graúdos, respectivamente. Contudo, para obtenção de maior peso médio de frutos, o tratamento 0,8 N1 é o mais indicado pelo fato de não diferir significativamente do tratamento 1,0 N1 e de apresentar maior economia na aplicação de água e fertilizantes sobre a cultura.

Independentemente dos níveis de irrigação estudados, as doses mais elevadas de N e K produziram, igualmente, maiores pesos de frutos com podridão estilar, em comparação com os tratamentos que levaram doses mais baixas desses nutrientes. Tal fato pode ser atribuído ao fornecimento de nitrogênio na forma amoniacal, que provoca a acidificação do solo e um estímulo a um grande desenvolvimento vegetativo da planta (WILCOX et al 1973). Uma maior concentração de amônio e potássio próximo das raízes, diminuindo a absorção de cálcio pelas plantas (BARKE 1971) também podem explicar esses resultados.

O peso de frutos refugados totais também foi bastante elevado nos tratamentos com doses mais elevadas de N e K.

A lâmina de 780mm apresentou uma maior eficiência do uso de água em razão de que o aumento da lâmina aplicada (Quadro 3) em geral não proporcionou um aumento significativo na produção de frutos totais. Esta produção, por sua vez, não diferiu entre os tratamentos estudados, igualando, desta forma, os valores de 68,9% e 73,67% observados nos tratamentos 0,8 N1 e 0,8 N2 para a eficiência do uso de água. Este resultado vem ao encontro da afirmação de MINAMI e HAAG (em 1979) na qual o tomateiro consome cerca de 400 a 700mm durante o seu ciclo, de acordo com as condições climáticas locais. Não se verificou, portanto, em termos de produção, uma resposta da cultura à medida que foram elevados os valores de f acima de 0,8 e foram aumentadas as doses de N e K.

QUADRO 3 - Lâmina Total Aplicada, Eficiência do Uso de Água e Volume de Água Aplicado nos Diversos Tratamentos Estudados

TRATAMENTO	Lâmina Total Aplicada (mm)	Eficiência do Uso de Água (%)	Volume de Água Aplicado (m ³ /ha)
0,8 N1	780,4	68,9	5903
0,8 N2	780,4	73,6	5903
1,0 N1	975,5	57,9	7500
1,0 N2	975,5	53,1	7500
1,2 N1	1170,6	49,5	8819
1,2 N2	1170,6	46,1	8819

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir:

1. A produção de frutos graúdos diferiu entre os tratamentos estudados, situando as melhores produções nos tratamentos 0,8 N1 e 1,0 N1.
2. Não houve diferenças significativas entre tratamentos na produção de frutos totais por hectare.
3. Doses elevadas de sulfato de amônio e potássio provocaram, igualmente, um aumento no número e peso de frutos com podridão estilar independentemente da lâmina de irrigação aplicada, influenciando em mais de 50% na produção de frutos refugados.
4. O valor de $f = 0,8$ combinado com a dose N1 K1 de adubação, apresentou melhor eficiência do uso de água. Quando foram aumentados esses dois fatores, em termos de produção, não houve uma resposta significativa da cultura.

LITERATURA CITADA

- BARKE, R.E. & MENARY, R.C. Calcium nutrition of the tomato as influenced by total salts and ammonium. *Australian Journal Experimental Agricultural and Animal Husbandry*, 2:562, 1971.
- BRYAN, H.H.; STALL, W.M.; DALTON, J.D. & FORD, H.W. Response of vegetable to drip and overhead irrigation on calcareous soils. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 88:190-196, 1976.
- 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, UFV, 1978. 60 p. (Tese Ms).
- DOORENBOS & PRUITT. *Guidelines for prediction of crop water requirements*. Rome, FAO Irrigation and Drainage. 1974. (Paper, 25).
- FREEMAN, B.M.; BLACKWELL, J. & GARZOLI, K.V. Irrigation frequency and total water applications with tricle and furrow systems. *Agricultural Water Management*, 1(1): 21-31, 1976.
- GOLBERG, S.D.B.; BEN-ASHER, J.; GORNAT, B. Soil and plant water status under sprinkling and trickling. *Agricultural Water Management*, 1(1): 33-40. 1976.
- GOLBERG, S.D.B. & SHMUELI, M. Drip. Irrigation a method used under arid and desert conditions of high water and soil salinity. *Transactions of the ASAE*, 13(1): 38-41, 1970.
- GUSTAFSON, C.D. Drip irrigation: Where it was in '75". *Irrigation Journal*, 26(3): 38-41, 1970.
- HALL, B.J. Staked tomato drip irrigation in California, In: INTERNACIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2., San Diego, *Proceedings*. p. 480-485. 1974.
- MANFRINATO, H.A. Effects of drip irrigation on soil-water-plant relationship. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 21, San Diego, *Proceedings*. p.446-451. 1974.
- MILLER, R.J.; ROLSTON, D.E.; RAUSCHKOLB, R.S. & WOLFE, D.W. Drip application of nitrogen is efficient. *California Agriculture*, 30(11):16-18. 1976.
- MINAMI, K. & HAAG, H.P. *O Tomateiro*. Campinas, Fundação Cargill. 1979.
- MINAMI, K. & OLLITA, A.F. Efeitos da irrigação por gotejo e dubação nitrogenada sobre a produção de tomate estaqueado. Piracicaba. ESALQ, 1977, Não Publicado.
- NOYOLA, F.T. *Estudio sobre diferentes procedimientos de aplicacion del riego por goteo en el cultivo del tomate: Evaluación economica y producción en el Valle del Yaqui, Sonora. México*, Secretaria de Recursos Hidráulicos, 1974. 196 p. (Mem. Tec., 336).
- OLIVEIRA, C.A.S. *Hidráulica de gotejadores e de linhas laterais para irrigação por gotejamento*. Viçosa, UFV. 1978. 27 p. (Tese Ms).
- RAWITZ, E. The dependence of growth rate and transpiration rate on plant and soil physical parameters under controlled conditions. *Soil Science*, 110:172 - 182, 1969.
- REICHARDT, H. *Processos de transferencia no sistema solo-planta atmosfera*. 3 ed. São Paulo, CENA/USP/CNEN/FUNDAÇÃO GARGILL, 1975. 266 p.
- SILVA, J. *Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro*. Piracicaba, ESALQ, 1972 96 p. (Tese Ms).
- WILCOX, G.E.; HOFF, J.E. & JONES, C.M. Ammonium reduction of calcium and magnesium content of tomato and sweet corn leaf tissue and influence on incidence of blossom - end rot of tomato fruit. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 98:86-89, 1973.