

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO COM NITROGÊNIO E POTÁSSIO EM TOMATEIRO¹

CARLOS A.S. OLIVEIRA, OSMAR A. CARRIJO², ANTONIO F.L. OLITTA³, NEVILLE V.B. DOS REIS e RUY R. FONTES²

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 total de frutos 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 dos frutos com podridão estilar independentemente da lâmina de irrigação aplicada. A menor lâmina de irrigação combinada com as doses de 1.400 kg/ha de sulfato de amônio e 918 kg/ha de cloreto de potássio apresentaram melhor eficiência do uso de água.

Termos para indexação: tomate, *Lycopersicum esculentum* Mill, relações solo-água, gotejamento, nutrição vegetal.

TRICKLE IRRIGATION WITH NITROGEN AND POTASSIUM IN TOMATO

ABSTRACT - Two levels of nitrogen and potassium were combined with drip irrigation system under edaphoclimatic conditions of "cerrado" soil in central Brazil to test their effect on the yield of 'Kada' tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill). The water head was of 0.8, 1.0 and 1.2 levels of the class A evaporation tank settled on bare soil. Results showed no significant difference among treatments for the total fruit production per hectare. On the other hand, production of large fruits was different among treatments. It was observed that higher level of ammonium sulfate increased number and weight of fruits showing "blossom end rot", independently of the water head used. The combination of 0.8 water level with 1,400 kg/ha of ammonium sulfate and 918 kg/ha of potassium chloride proved to be the most effective in water utilization.

Index terms: tomato, soil-water relationship, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

A irrigação por gotejamento, introduzida no Brasil, efetivamente, a partir de 1975 (Oliveira 1978), consiste em mais uma opção para o fornecimento 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) obteve maiores produções em

três ensaios, quando irrigou por gotejamento; em dois ensaios, não houve diferenças significativas entre os tratamentos; e em um ensaio, obteve maiores produções quando irrigou por sulcos. Diversas outras comparações de método de irrigação em tomateiro têm apresentado resultados satisfatórios quando se usou a irrigação por gotejamento (Bryan et al. 1976, Freeman et al. 1976, Goldberg & Shmueli 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, 2,80 e 8,70 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 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 den-

¹ Aceito para publicação em 27 de outubro de 1980.

² Eng^o Agr^o M.Sc. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) - EMBRAPA, Caixa Postal 1316, CEP 70.000 - Brasília, DF.

³ Prof. Assistente do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP.

tro 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 subirrigação ou superirrigação ocasionaram reduções na produção, ao passo que menores turnos de rega conduziram a maior eficiência do uso de água.

O fluxo de massa de nutrientes, diretamente proporcional ao fluxo de água no solo, é extremamente afetado pelas condições de umidade de solo (Reichardt 1975). Por outro lado, em tomateiro irrigado por gotejamento, Miller et al. (1976) encontraram que uma única aplicação de nitrogênio no plantio não diferiu de várias coberturas feitas com este nutriente. Tais fatos implicam 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 tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tipo Sta. Cruz, cultivar "Kada" foi conduzido na fazenda Tamandú - EMBRAPA/UEPAE de Brasília, com latitude de 15°56'00" S, longitude 48°08'26" W, altitude de 977 m, temperatura média anual de 21,8°C e precipitação média anual de 1.483 mm, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro fase cerrado, profundo, apresentando na profundidade de zero a vinte centímetros: pH = 4,6, fósforo = 1 ppm, Al^{+++} = 0,6 m.e./100 g de solo, $Ca^{++} + Mg^{++}$ = 0,7 m.e./100 g de solo, e potássio = 41 ppm. Após a realização do experimento, o solo apresentou: pH = 4,7, fósforo = 18 ppm, Al^{+++} = 0,3 m.e./100 g de solo, $Ca^{++} + Mg^{++}$ = 3,1 m.e./100 g de solo, e potássio = 20 ppm.

A análise textural do solo apresentou a seguinte composição granulométrica (Disp. com NaOH): areia grossa, 1%; areia fina, 4%; silte, 20%; e argila, 75%.

Aplicaram-se 2 t/ha de cal hidratada, 20 dias antes do plantio. A adubação de plantio foi feita com 2 t/ha de superfosfato simples, 20 kg/ha de bórax, 20 kg/ha de sulfato de zinco, e 200 kg/ha de sulfato de magnésio, além de 20 t/ha de esterco de galinha.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados

com seis tratamentos e seis repetições, possuindo cada parcela as dimensões de 4 m x 6 m. Foi utilizado o espaçamento entre plantas de 1 m x 0,5 m. Cada parcela apresentou vinte plantas úteis.

Foram estudados os seguintes níveis de nitrogênio e potássio: N1 K1 - 1.400 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 recomendação do sistema de produção para tomate do Distrito Federal). Estes nutrientes foram fornecidos na água de irrigação em intervalo de dez dias, iniciando-se aos 40 dias após a semeadura em copinhos de jornal.

A irrigação foi feita com turno de rega de dois dias, utilizando-se gotejadores com quatro saídas (vazão nominal total igual a 13 l/h) e colocando-se uma saída para cada planta. O volume de água aplicada foi controlado por hidrômetros e calculado através da equação $V = Ev \times f \times A \times K \times Ef^{-1}$, onde V = volume de água aplicado em l/planta/dia, Ev = 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 m², K = fator de cobertura (estimado em 1) e Ef = eficiência de aplicação (estimada em 1).

Três lâminas de irrigação foram estudadas, correspondendo 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 nu, e distante, aproximadamente, 5 m do experimento.

Foi feito o tutoramento do tomateiro com cerca cruzada, deixando-se 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 a Tabela 1, e, quanto a defeitos, em frutos rachados, com podridão estilar e refugo.

Foram considerados frutos comercializáveis os graúdos, médios e pequenos; e como não comercializáveis, os frutos rachados, com podridão estilar e refugo. Como total de frutos, os comercializáveis, os não comercializáveis e os miúdos.

A eficiência do uso de água (EUA) foi calculada através da equação $EUA = \text{total de frutos em kg/ha} \div \text{volume de água aplicado (m}^3/\text{ha)}$.

TABELA 1. Classificação dos frutos de tomate adotada neste trabalho.

Diâmetro transversal (D) em mm	Tamanho
> 52	Graúdos
$47 < D \leq 52$	Médios
$40 < D \leq 47$	Pequenos
$33 < D \leq 40$	Miúdos
≤ 33	Refugo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram computados os dados de produção relativos a quinze colheitas realizadas no período de 2.9.77 a 31.10.77.

A precipitação pluviométrica total de 224,2 mm 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 correspondente às médias quinzenais (Fig. 1), a velocidade do vento no local, oscilando de 175 a 425 km/dia, e o fato de o tanque "classe A" ter sido instalado sobre o solo nu, permitem sugerir o valor 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 estudadas.

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

O peso de frutos graúdos (Tabela 2) apresentou os valores máximo e mínimo dentro da lâmina correspondente a $f = 1$ e nos níveis N1 e N2, respectivamente. O fato de a irrigação por gotejamento proporcionar uma boa produção de frutos graúdos (tipo exportação) também foi observada por Noyola (1974) e está de acordo com Silva (1972), que verificou ser igualmente aumentada a produção de frutos graúdos (Extra A) em qualquer dos tratamentos com altos teores de umidade do solo. A tendência de o peso de frutos graúdos diminuir com o aumento de f e do nível de adubação parece sugerir que os fatores umidade e fertilidade do solo não devam 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".

O total de frutos não diferiu para os tratamentos estudados, porém observou-se uma tendência de aumento linear com o aumento da lâmina de água, quando foram usadas doses de N e K mais baixas, o que também foi observado por Minami & Olitta (1977). A ausência de resposta aos níveis de adubação N1 K1 e N2 K2 podem estar relaciona-

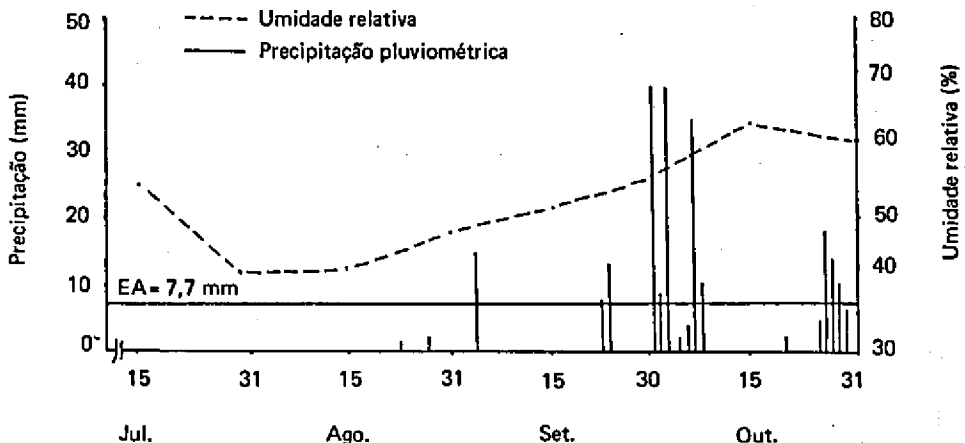


FIG. 1. Precipitação pluviométrica diária, umidade relativa (médias quinzenais e evaporação média - EA) registradas no período de 28.6 a 31.10.77.

TABELA 2. Produções 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)	Total de frutos (t/ha)	Peso médio de frutos totais (g)	Frutos com podridão estilar (kg/ha)	Frutos não comerciais (kg/ha)
0,8 N1	22,6 ab	53,8	87 ab	495 a	1.582 a
0,8 N2	24,2 ab	57,4	82 ab	2.945 b	4.421 b
1,0 N1	26,6 b	56,5	88 b	415 a	2.084 a
1,0 N2	12,9 a	51,8	78 a	1.216 ab	2.232 a
1,2 N1	23,3 ab	57,9	85 ab	575 a	1.788 a
1,2 N2	18,0 ab	54,0	81 ab	1.525 ab	2.857 ab
F	*	N.S.	*	**	**
C.V. (%)	33,1	12,1	6,37	82,7	46,7
DMS (Tukey 5%)	12,7	-	10	1.777	2.090

dos com o elevado teor destes nutrientes contido no esterco de galinha no solo antes do transplante.

O maior e o menor pesos médios de frutos totais ocorreram nos tratamentos "1,0 N1" e "1,0 N2", respectivamente. Isto provavelmente ocorreu em razão de estes tratamentos terem proporcionado o maior e o menor número de frutos graúdos, respectivamente. Contudo, na obtenção de maior peso médio de frutos, o tratamento "0,8 N1" comportou-se melhor, 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 destes 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). A maior concentração de amônio e potássio próximo das raízes, diminuindo a absorção de cálcio pelas plantas (Barke & Menary 1971), também pode explicar estes resultados.

O peso total de frutos não comercializáveis foi, também, bastante elevado nos tratamentos com doses mais elevadas de nitrogênio e potássio. Isto pode ser melhor entendido observando-se a Fig. 2, que mostra ser esta variável influenciada em mais

de 50% pelo número de frutos com podridão estilar, nos tratamentos em questão.

O volume de água aplicado de 5.903 m³/ha (Tabela 3) apresentou maior eficiência do uso de água porque, em geral, com o seu aumento não houve um aumento significativo na produção total de frutos. Esta produção, por sua vez, não diferiu entre os tratamentos estudados, igualando, desta forma, os valores 9,1 e 9,7 da eficiência do uso de água observados nos tratamentos 0,8 N1 e 0,8 N2. Em termos de produção, não se verificou, portanto, uma resposta da cultura, à medida que foram elevados os valores de f acima de 0,8 e foram aumentadas as doses de nitrogênio e potássio.

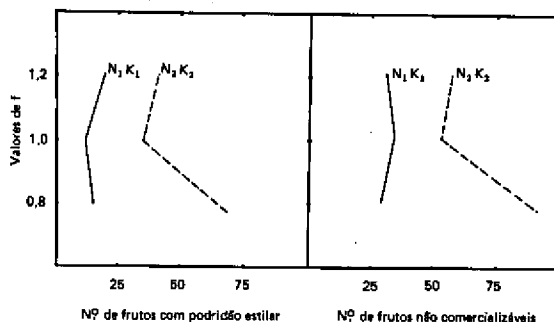


FIG. 2. Número de frutos (x 1.000) com podridão estilar e número de frutos (x 1.000) não comercializáveis em função de três lâminas de irrigação e de dois níveis de nitrogênio e potássio.

TABELA 3. Lâmina total aplicada, eficiência do uso de água e volume de água aplicado nos diversos tratamentos estudados.

Tratamentos	Lâmina total aplicada (mm)	Volume de água aplicado (m ³ /ha)	Eficiência do uso de água kg/m ³
0,8 N1	780,4	5.903	9,1
0,8 N2	780,4	5.903	9,7
1,0 N1	975,5	7.500	7,5
1,0 N2	975,5	7.500	6,9
1,2 N1	1.170,6	8.819	6,5
1,2 N2	1.170,6	8.819	6,1

CONCLUSÕES

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 total de frutos 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 não comercializáveis.

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 estes dois fatores, em termos de produção, não houve uma resposta significativa da cultura.

REFERÊNCIAS

- BARKE, R.E. & MENARY, R.C. Calcium nutrition of the tomato as influenced by total salts and ammonium. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 2:562-9, 1971.
- BRYAN, H.K.; STALL, W.M.; DALTON, J.D. & FORD, H.W. Response of vegetables to drip and overhead irrigation on calcareous soils. *Proc. Fl. State Hort. Soc.*, Homesread, 88:190-6, 1976.
- CAIXETA, T.J. Estudo comparativo entre sistemas de irrigação por sulco e gotejamento e efeito de lâmina de água e frequência de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão. Viçosa, UFV, 1978, 60 p. Tese Mestrado.
- DOORENBOS, J. & PRUIT, W.O. Guidelines for prediction of crop water requirements. Rome, FAO Irrigation and Drainage, 1974. 178 p. (Paper, 25).
- FREEMAN, B.M.; BLACKWELL, J. & GARZOLI, K.V. Irrigation frequency and total water applications with trickle and furrow systems. *Agric. Water Management*, Griffith, 1(1):21-31, 1976.
- GOLDBERG, S.D.B.; BEN-ASHER, J.; GORNAT, B. Soil and plant water status under sprinkling and trickling. *Agric. Water Management*, Griffith, 1(1):33-40, 1976.
- & SHMUELI, M. Drip irrigation, a method used under arid and desert conditions of high water and soil salinity. *Trans. ASAE, Michigan*, 13(1):38-41, Jan./Feb., 1970.
- GUSTAFSON, C.D. Drip irrigation: where it was in "75". *Irrigation J. Elm Grove*, 26(3):24-6, May/June, 1976.
- HALL, B.J. Staked tomato drip irrigation in California. In: INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS, 2, San Diego, 1974, Proceedings... p. 480-4.
- MANFRINATO, H.A. Effects of drip irrigation on soil-water-plant relationship. In: INTERNATIONAL DRIP CONGRESS, 2, San Diego, 1970. Proceedings ... p. 466-51.
- MILLER, R.J.; ROLSTON, D.E.; RAUSCHKOLB, R.S. & WOLFE, D.W. Drip application of nitrogen is efficient. *Calif. Agric.*, 30(11):16-8, 1976.
- MINAMI, K. & OLITTA, A.F. Efeitos da irrigação por gotejo e adubação nitrogenada sobre a produção de tomate estaqueado. Piracicaba, ESALQ, 1977. Prelo.
- NOYOLA, F.T. Estudio sobre diferentes procedimientos de aplicación del riego por goteo en el cultivo del tomate: Evaluación económica y de producción en el Valle del Yaqui, Sonora. México, Secretaría 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. 72 p. Tese Mestrado.
- RAWITZ, E. The dependence of growth rate and transpiration rate on plant and soil physical parameters under controlled conditions. *Soil Sci.*, 110:172-82, 1969.
- REICHARDT, K. Processos de transferências no sistema solo-planta-atmosfera. 3. ed. São Paulo, CENA/USP/CNEN/FUNDAÇÃO CARGILL, 1975. 266 p.
- SILVA, J. Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro. Piracicaba, ESALQ, 1972. 96 p. Tese Mestrado.
- 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. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 98:86-9, 1973.