

RESPOSTA DO TOMATEIRO IRRIGADO A NÍVEIS DE REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Márcio José de Santana

Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, Uberaba, MG,

E-mail:marciosantana@cefetuberaba.edu.br

Thiago Assumpção Vieira

Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, Uberaba, MG,

Acadêmico de Agronomia, bolsista FAPEMIG

Antônio Carlos Barreto

Othon Carlos da Cruz

Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, Uberaba, MG,

1 RESUMO

O principal objetivo da irrigação é proporcionar às culturas a quantidade necessária de água para sua produção, sem excesso ou déficit, evitando assim desperdícios. O atual experimento foi conduzido no setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, campus de Uberaba, MG, nos meses de maio a novembro de 2008. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade da cultura do tomate, submetido a diferentes níveis de reposição de água de irrigação, determinando a lâmina ótima física, bem como o rendimento da cultura. O delineamento experimental foi o DIC, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco níveis de reposição de água no solo (70%, 100%, 130%, 160% e 190% da lâmina para elevar o solo à capacidade de campo). As variáveis avaliadas foram produtividade, número de frutos, diâmetro do caule, altura da planta e eficiência do uso da água. A produtividade foi prejudicada pelo déficit e excesso de água. A lâmina ótima física foi de 581,4 mm com produtividade de 72,63 ton ha⁻¹.

UNITERMOS: manejo irrigação; produtividade tomate.

SANTANA, M.J. de; VIEIRA, T.A.; BARRETO, A.C. ; CRUZ, O.C.da

TOMATO RESPONSE IRRIGATED WITH DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER REPLACEMENT

2 ABSTRACT

The irrigation main goal is to provide the crops the amount of water needed to produce without excess or deficit avoiding waste. This experiment was carried out in the Horticulture sector of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Triângulo Mineiro, Campus Uberaba – MG – Brazil, from May to November 2008. The objective of the study was to evaluate the tomato yield under different irrigation levels determining the optimum water depth as well as the productivity. The design was DIC with four replications. Treatments consisted of five levels of soil replenishment (70%, 100%, 130%, 160% and 190% of the water amount to raise the soil water content to field capacity). The evaluated variables were: crop yield, number of fruits, plant height, stem diameter and efficiency in

water used. The yield was affected by water deficit and excess; and the optimum water depth amount was 581,4 mm with 72,63 ton ha⁻¹.

KEY-WORDS: irrigation; tomato yield.

3 INTRODUÇÃO

As hortaliças têm, em geral, seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A deficiência de água é, normalmente, o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da horticultura (Marouelli et al., 1996).

A cultura do tomate apresenta grande valor comercial e é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. Também é uma das mais cultivadas em ambiente protegido, podendo, assim, atender à demanda em épocas não favoráveis à sua produção.

É uma cultura exigente em tratamentos culturais, dentre os quais a irrigação exerce forte influência na produção e qualidade dos frutos, uma vez que é considerada sensível ao déficit hídrico. O objetivo principal da irrigação é proporcionar às culturas, no momento oportuno, a quantidade de água necessária para seu ótimo crescimento e, assim, evitar a diminuição dos rendimentos, provocada pela falta de água durante as etapas de desenvolvimento sensíveis à escassez.

Para se obter rendimentos elevados na cultura do tomate, necessita-se de suprimento adequado de água, e, solo relativamente úmido durante todo o período de crescimento. A redução no suprimento de água durante o período de crescimento tem, em geral, efeito adverso sobre o rendimento e a redução máxima ocorre quando existe escassez contínua de água até a primeira colheita. A escassez de água um pouco antes e durante o período de floração reduz o número de frutos. O efeito do déficit hídrico sobre o rendimento durante esse período é maior em condições de temperaturas altas e umidade relativa baixa. A irrigação controlada é essencial para a obtenção de rendimento elevado porque a cultura é sensível tanto à irrigação excessiva quanto insuficiente (Alvarenga 2004).

Alvarenga (2004) relata que o ciclo do tomateiro pode ser dividido em três fases distintas. A primeira fase que tem duração de quatro a cinco semanas aproximadamente, vai do transplante das mudas até o início do florescimento. A segunda fase tem duração de cinco a seis semanas, iniciando-se por ocasião do florescimento e terminando no início da colheita dos frutos. A terceira fase vai do início ao final da colheita. É importante conhecer o início e término das fases possibilitando uma melhor programação das adubações, a indicação de cada nutriente, bem como a quantidade de água a aplicar.

Alvarenga (2004) menciona que na fase de germinação as sementes do tomateiro são pouco exigentes em umidade, basta o teor de umidade estar um pouco acima do ponto de murcha permanente para ocorrer a germinação. Entretanto, nas fases de desenvolvimento e produção se torna bastante exigente.

As necessidades hídricas totais, após o transplante para a cultura do tomate são de 400 a 600 mm dependendo do clima (Silva et al., 2000).

O tomateiro é uma das hortaliças mais exigentes em água, com consumo acima da média. No fruto maduro do tomateiro, a água participa com cerca de 93 a 95% dos seus constituintes (Alvarenga, 2004).

Conforme Silva et al. (2000) a quantidade de água aplicada por irrigação, deve ser suficiente para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, na camada correspondente a profundidade efetiva do sistema radicular, de modo geral, atingindo até 40 cm.

Segundo Makishima & Miranda (1995) o período crítico ocorre do início da floração até o início da maturação, compreendendo, portanto, todo o desenvolvimento do fruto.

Geralmente o déficit hídrico prolongado e severo limita o crescimento e reduz a produtividade. A demanda máxima de água ocorre durante o período de floração e crescimento dos frutos. Entretanto, não pode haver água em excesso a ponto de saturar o solo e expulsar o oxigênio da zona radicular. Essas oscilações do teor de umidade do solo podem provocar rachaduras nos frutos, podridão-apical, ocorrência de frutos ocos, queda de flores, além da redução no estabelecimento dos frutos (Alvarenga, 2004).

Diante do exposto o atual trabalho teve como objetivo determinar a lâmina ótima física na condução do tomate irrigado, bem como seu rendimento quando submetido a níveis de reposição de água no solo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma estufa modelo arco localizada na área experimental do setor de Olericultura do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, MG. O mesmo se localiza a 800m de altitude, com latitude de 19° 39' 19"S e longitude de 47° 57' 27"W. O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco (Aw), com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e 21°C, respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico, cujas características físicas e químicas foram analisadas pelo Laboratório de Análise do Solo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais em Uberaba, MG. A proporção de areia, silte e argila encontrada permitiu classificar o solo em textura franco-arenosa. Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados da análise física do solo da área experimental.

Camada (cm)	Areia	Silte (%)	Argila	Classe textural
0-20	70	11	19	Franco-arenosa
20-40	68	12	20	Franco-arenosa

Tabela 2. Resultados da análise química do solo (0-20 cm profundidade).

Características	Valores	Características	Valores
pH em água	6,5	V (%)	64,1
P (mg dm ⁻³)	52,2	m (%)	0,0
K (mg dm ⁻³)	74,0	M.O. (dag kg ⁻¹)	3,6
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	2,8	P-rem (mg L ⁻¹)	12,2
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,4	Zn (mg dm ⁻³)	11,4
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,0	Fe (mg dm ⁻³)	66,9
H + Al (cmolc dm ⁻³)	1,9	Mn (mg dm ⁻³)	41,4
SB (cmolc dm ⁻³)	3,4	Cu (mg dm ⁻³)	9,2
t (cmolc dm ⁻³)	3,4	B (mg dm ⁻³)	0,2
T (cmolc dm ⁻³)	5,3	S (mg dm ⁻³)	3,3

Análises realizadas no laboratório da EPAMIG Uberaba. MG. $t=C.T.C.$ efetiva; $T=C.T.C.$ a pH 7,0; m =saturação por alumínio; V =saturação por bases; SB =soma de bases trocáveis; P_{rem} =fósforo remanescente.

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, segundo modelo de Van Genuchten (1980), foram obtidas de acordo com Dourado Neto et al. (1995) e encontram-se na Tabela 3. Com o auxílio do software SWRC versão 3.0 (Soil Water Retention Curve), foram obtidos os parâmetros de ajuste das equações. A obtenção da curva de água no solo foi realizada em amostras deformadas no Laboratório de Relação Solo-Planta, do Departamento de Engenharia da UFLA, em Lavras, MG. Para as tensões de 2 kPa, 4 kPa, 6 kPa, 8 kPa e 10 kPa foi utilizado o método do funil de placa porosa (Funil de Haines), e para as tensões de 33 kPa, 100 kPa, 500 kPa e 1500 kPa, a câmara de pressão de Richards.

A densidade média do solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, obtida pelo método do cilindro de Uhlend, forneceu valores de $1,1 \text{ g cm}^{-3}$ e $1,01 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente.

A cultivar utilizada foi o híbrido Andréa com resistência aos fungos dos gêneros *Fusarium* (raças 1 e 2) e *Verticillium*, com hábito de crescimento indeterminado, considerada de longa-vida estrutural e o peso dos frutos variando de 120 a 140 g (Alvarenga, 2004).

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições (canteiros) e cinco tratamentos (70%, 100%, 130%, 160% e 190% da lâmina necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, diariamente).

Cada parcela experimental foi constituída por duas linhas de plantio com 14 plantas. As plantas localizadas no centro da parcela (quatro delas) foram consideradas “úteis” (coleta dos dados experimentais). O espaçamento utilizado foi de 0,7 x 1,0 m.

Foi realizada uma subsolagem, uma aração e duas gradagens com posterior levantamento dos canteiros. Logo após foi construída uma estufa modelo arco de 30 x 7 m. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor e 35 dias após as mudas foram transplantadas para local definitivo. A adubação seguiu recomendações de CFSMG (1999) com seis coberturas. Demais tratamentos culturais seguiram recomendações de Alvarenga (2004).

Foi instalada uma bateria de tensiômetro em três parcelas do tratamento 100% em duas profundidades (0,10 e 0,30 m). Para aplicação dos tratamentos foi adotado um sistema de irrigação por gotejamento, sendo emissores do tipo in-line inseridos no tubo no momento da extrusão e distanciados entre si de 0,75 m (um emissor por planta). As leituras dos tensiômetros foram feitas com um tensiômetro de punção (digital). Obtida a tensão média no tratamento considerado 100% as lâminas dos demais tratamentos foram obtidas por meio de uma relação direta. Ressalta-se que diariamente o solo foi elevado à sua capacidade de campo (tratamento 100%).

Com as tensões observadas, foram calculadas as umidades correspondentes, a partir da curva características (Tabela 3). De posse dessas umidades e com a correspondente à capacidade de campo, e considerando a profundidade do sistema radicular de 0,3 m foram calculadas as lâminas de reposição (Equações 1, 2 e 3).

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}) * z \quad (1)$$

$$LB = \frac{LL}{(1 - k) \times CU} \quad (2)$$

$$LB_{m\u00e9dia} = LB_{m\u00e9dia\ 10\ cm} + LB_{m\u00e9dia\ 30\ cm} \quad (3)$$

$$k = 1 - E_a \quad (4)$$

$$k = LR = \frac{CE_a}{(5 \times CE_e - CE_a)} \quad (5)$$

$$T = \frac{LB_{m\u00e9dia} \times A}{e \times q_a} \quad (6)$$

em que:

LL = lâmina líquida de irrigação em cada subcamada (mm);

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

θ_{atual} = umidade no momento de irrigar ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

z = profundidade do sistema radicular;

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

k = constante que leva em consideração a salinização do solo, bem como a eficiência de aplicação do sistema;

E_a = eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,90);

LR = lâmina necessária para lavagem do solo;

CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação (dS m^{-1});

CE_e = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (dS m^{-1});

CU = coeficiente de uniformidade;

$LB_{m\u00e9dia10\text{cm}}$ = lâmina obtida pela média das leituras dos sensores instalados a 0,10 m;

$LB_{m\u00e9dia30\text{cm}}$ = lâmina obtida pela média das leituras dos sensores instalados a 0,30 m.

T = tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento;

A = área ocupada por planta (m^2);

E = número de emissores por planta;

q_a = vazão média dos emissores (L h^{-1}).

Foram realizados testes para a determinação da vazão do gotejador e do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação. Para isso foi usada a equação 7, recomendada por Merriam & Keller (1978) e citados por Cabello (1996).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_a} \quad (7)$$

em que:

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição (0,95 para esse experimento);

q_{25} = média das 25% menores vazões coletadas (L h^{-1});

q_a = média das vazões coletadas (L h^{-1}).

As características avaliadas foram: a) diâmetro do colo (caule) da planta aos 55 dias após o transplantio (DAT) e espaçados de 15 dias foram medidos os diâmetros de caule de cada planta a 2 cm da superfície do solo, na haste principal, usando um paquímetro digital (quatro plantas por tratamento); b) altura da planta aos 55 DAT e espaçados de 15 dias foram medidas as alturas das plantas da base ao ápice, utilizando-se uma régua graduada (quatro plantas por tratamento); c) produtividade os frutos do tomateiro após colheita foram pesados e classificados conforme Alvarenga (2004), obtendo-se os frutos comerciais em cada tratamento (16 plantas por tratamento); d) diâmetro da polpa dos frutos: três frutos de cada planta foram cortados e medidos o diâmetro da polpa por meio de um paquímetro digital; e) eficiência do

uso da água: por meio da relação entre a produtividade média de cada parcela e a lâmina aplicada durante o ciclo.

Todas as características foram submetidas à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos estudados por meio de análise de regressão. A ferramenta utilizada para as análises foi o software Sisvar for Windows, versão 4.3 (Ferreira, 1999).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos às temperaturas registradas diariamente durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1. Os valores médios de temperatura máxima e mínima observados foram de 37°C e 13°C, respectivamente. Para Alvarenga (2004), o tomateiro suporta ampla variação de temperatura, de 10°C a 34°C, sendo que os maiores problemas estão quando a cultura é submetida por longos períodos a temperaturas abaixo e acima dos valores citados, podendo reduzir a taxa de crescimento, ocorrer o amarelecimento das folhas, menor aproveitamento de nutrientes, dentre outros. Possivelmente não houve influência negativa da temperatura na condução do experimento.

A umidade máxima média observada durante a condução do experimento foi de 79% e a mínima média de 15%. Na Figura 2 são mostrados os valores de umidade relativa do ar máxima, média e mínima, registrados durante a condução do experimento.

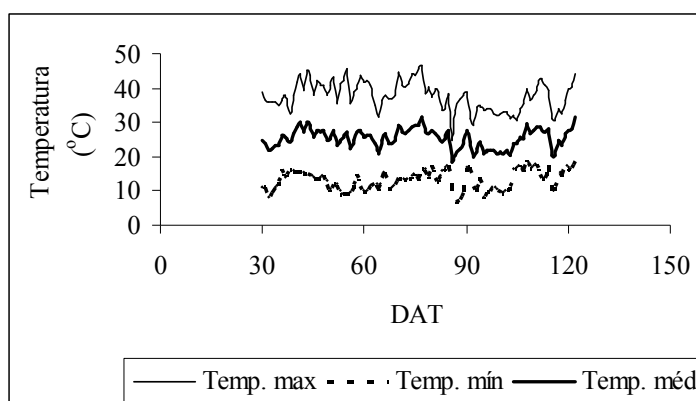


Figura 1. Valores diários das temperaturas máxima, mínima e média, durante a condução do experimento.

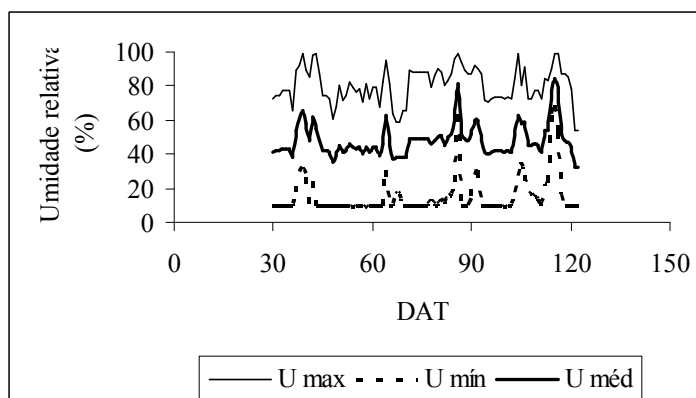


Figura 2. Valores diários umidade relativa do ar durante a condução do experimento.

A análise de variância revelou efeito significativo dos níveis de reposição de água no solo na produtividade e no número de frutos por planta. As lâminas aplicadas para 70%, 100%, 130%, 160% e 190% foram, respectivamente, 372 mm, 584 mm, 693 mm e 802 mm.

Houve uma tendência de aumento da produtividade (Figura 3) e do número de frutos (Figura 4) até aproximadamente 500 mm com posterior decréscimo. Dessa forma, lâminas menores ou maiores ocasionaram perdas de produtividade, em relação à reposição de 100%. Para Guimarães (1988), o déficit hídrico ocasiona murchamento das plantas, prejudicando sua fisiologia, culminando em queda de produtividade. A maneira como o déficit hídrico se manifesta na planta é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos do crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. No entanto, os prejuízos causados estão em função direta da sua duração e severidade, e do estágio de desenvolvimento da planta em que ele ocorre (Kramer, 1983).

O excesso de água no solo provoca redução da absorção de potássio e da nitrificação, aumento da desnitrificação e da lixiviação de nitratos, e redução da absorção de nutrientes (Power, 1990). O aumento da resistência ao movimento de água através das raízes, a diminuição da absorção de nutrientes, o aumento da concentração de substâncias tóxicas na planta e a diminuição do crescimento e do potencial de água na folha são outros aspectos negativos que ocorrem quando há excesso de água. Além disso, há o favorecimento à incidência de doenças radiculares (Fancelli & Dourado Neto, 1997).

Quando o valor do produto físico marginal (PFMa) atinge zero conclui-se que a lâmina aplicada proporcionou a produtividade física máxima. Para isso, igualou-se a primeira derivada da equação (Figura 3) a zero (PFMa=0), obtendo a lâmina ótima física. Dessa forma, a lâmina ótima física foi de 581,4 mm com produtividade ótima de 72,63 ton ha⁻¹.

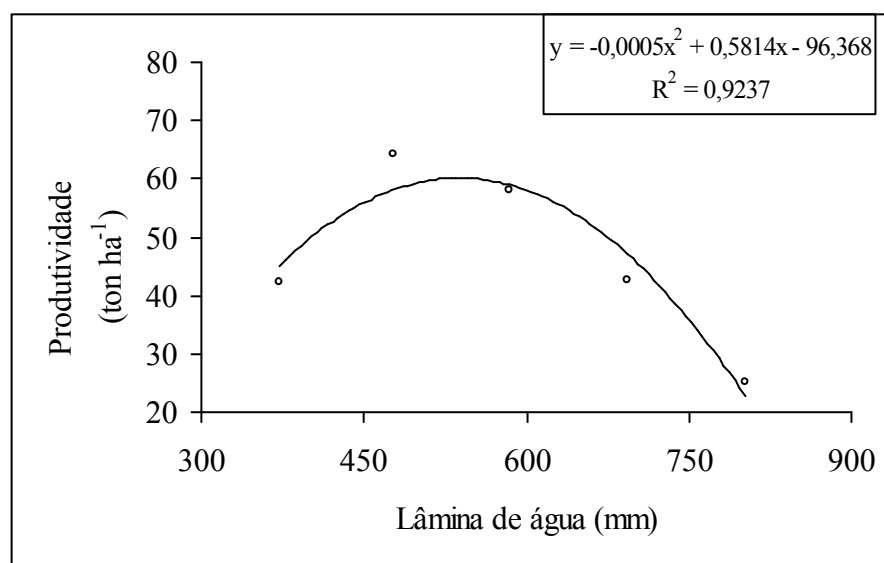


Figura 3. Produtividade média, em função da lâmina aplicada.

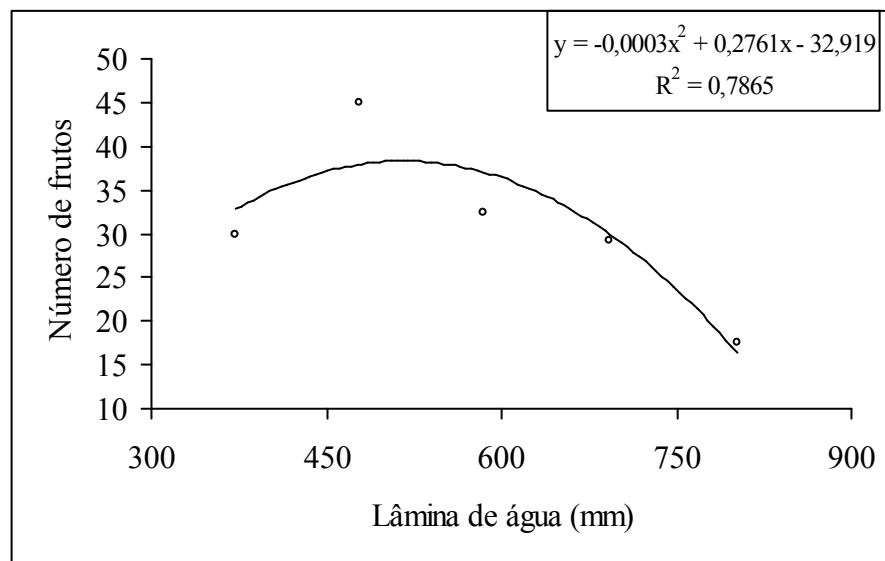


Figura 4. Número de frutos por planta, em função da lâmina aplicada.

Tendência semelhante ao encontrado em produtividade e número de frutos foi verificada em o diâmetro de caule (Figura 5) e altura da planta (Figura 6). O excesso de água e o déficit hídrico promoveram menores valores das variáveis independente da data de coleta. Marques (2003) mostrou que a altura da planta da berinjela foi prejudicada pelo aumento do déficit hídrico, e que, a redução do diâmetro da haste está diretamente ligada ao aumento dos níveis de reposição de água. Kramer & Boyer (1995) mencionaram que a mais sensível resposta ao déficit hídrico é a diminuição da turgescência, associada a esse evento, a diminuição do processo de crescimento e de extensão. Por outro lado lâminas excessivas provocam ambiente com falta de aeração para as plantas, bem como favorecem a disseminação de doenças e perdas de nutrientes por lixiviação, culminando em plantas menos desenvolvidas (Santana, 2007).

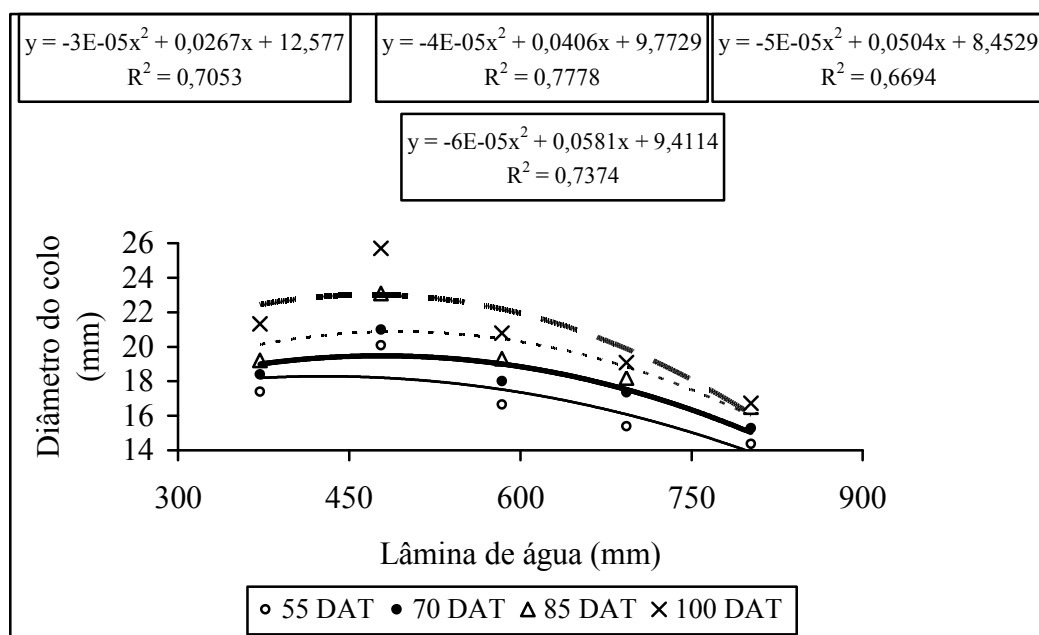


Figura 5. Diâmetro do caule (colo) do tomateiro em função da lâmina de água aplicada.

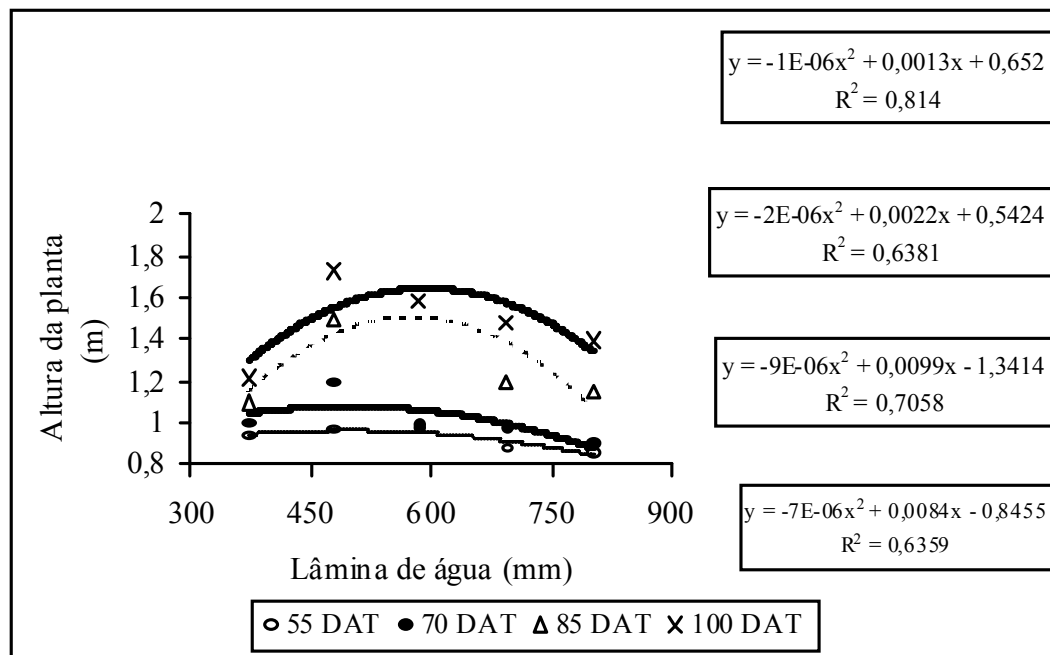


Figura 6. Altura da planta do tomateiro em função da lâmina de água aplicada.

Os valores médios de diâmetro da polpa do fruto do tomateiro para as quatro primeiras colheitas estão na Figura 7. Houve efeito significativo dos tratamentos na variável, apresentando menores valores médios em função do excesso e déficit hídrico aplicado. A condição hídrica da planta tem influência sobre o crescimento dos frutos (principalmente em alta demanda evaporativa), conforme relatam Johnson et al (1992). Estes autores verificam que o crescimento ou a redução do tamanho de um fruto de tomateiro são altamente relacionados com aumento e diminuição diária do potencial de água na planta que está intimamente relacionado com a quantidade de água no solo.

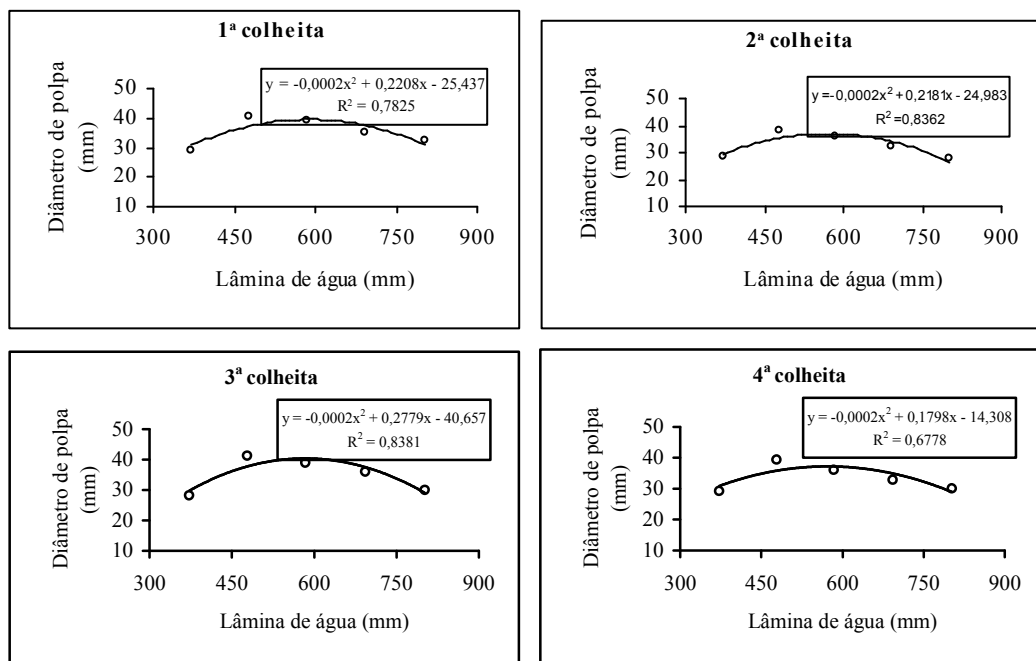
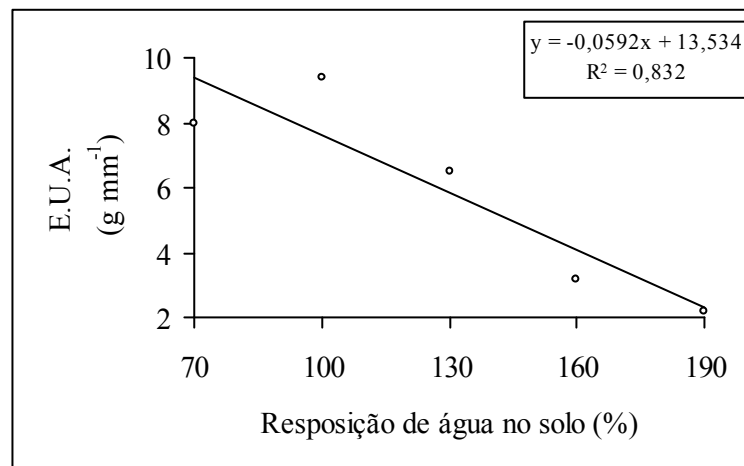


Figura 7. Diâmetro da polpa do fruto em função da lâmina de água.

Houve uma tendência em menores valores de eficiência do uso da água com o aumento da reposição de água no solo (Figura 8). Valores semelhantes foram encontrados por Marques (2003), Garrido (1998) e Santana (2004). O excesso de água no solo promove dentre outras a asfixia das raízes diminuindo a absorção, o que acarreta em queda de produtividade e uma menor eficiência do uso da água. Para Souza et al (2000) a distribuição de água e a manutenção de níveis ótimos de umidade do solo durante todo o ciclo da cultura, reduzem as perdas de água por drenagem e os períodos de estresse hídrico da cultura o que aumenta a E.U.A.

**FIGURA 8.** Eficiência do uso da água (E.U.A.) em função da reposição de água no solo.

6 CONCLUSÕES

- 1- As variáveis estudadas foram prejudicadas pelo excesso e déficit hídrico;
- 2- A lâmina ótima física foi de 581,4mm proporcionando uma produtividade de 72,63 ton ha⁻¹.
- 3- A maior eficiência do uso da água foi verificada quando aplicou-se menores valores de lâmina de água.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate:** produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras:UFLA, 2004. 400p.

CABELLO, F.P. **Riegos localizados de alta freqüência:** goteo, microsapersion, exudacion. 3. ed. Madrid: Mundi Prensa,1996, 511p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Lavras, MG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**. Viçosa, Imprensa Universitária UFV, 1999. 359p.

DOURADO NETO, D. et al. **Programa SWRC** (Version 1.00): Soil-Water Retention Curve (Software). Piracicaba: ESALQ; Davis: University of Califórnia, 1995. 2 disquetes.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997.158p.

FERREIRA, D.F. **SISVAR** versão 4.3 (Build 4.1). Lavras: UFLA/DEX, 1999. 4 disquetes.

GARRIDO, M.A.T. **Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada**. 1998. 205 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 157-174.

JOHNSON, R.W. et al. **Water relations of the tomato during fruit growth**. Plant and Cell Environment, Oxford, v. 18, p. 947-953, 1992.

KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489 p.

KRAMER, P.J. BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995, 495 p.

MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)** Brasília:EMBRAPA-CNPQ, 1995. 22p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5 ed., Brasília:EMBRAPA, 1996. 72p.

MARQUES, D. C. **Produção da berinjela (*Solanum melongena* L.) submetida a diferentes lâminas e concentrações de sais na água de irrigação**. 2003. 53p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

POWER, J.F. Role of moisture stress in plant nutritional functions. In BALIGAR, V.C.; DUNCAN, R.R. **Crops as enhancers of nutrient use**. San Diego: Academic Press, 1990. P. 453-474.

SANTANA, M.J. **Produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambiente protegido, irrigado com diferentes lâminas de água salina**. 2004. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTANA, M.J. Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão de irrigação. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2007.

SILVA, E.L. et al. **Manejo de irrigação das principais culturas**. UFLA: FAEPE, 2000. 85p.

SOUSA, V. F. et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Rev. Bras. Engenharia Agrícola**, Campina Grande, v.4, n.2, p. 183-188. 2000.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 4, p. 892-898, Sept./Oct. 1980.