

PRODUTIVIDADE COMERCIAL E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA CULTURA DO TOMATEIRO

João Marcelo S. do Nascimento¹, Luiz A. Lima², Anita C. C. da Silva³, Alexandre L. Guimarães⁴

¹ Engo Agrícola, Doutorando em Recursos Hídricos em Sist. Agrícolas, DEG, UFLA, Lavras-MG, Fone: (0XX35) 38291684, jmarcelo@posgrad.ufla.br

² Engo Agrícola, Prof. Adjunto, DEG/UFLA

³ Enga Agrônoma, Doutoranda em em Recursos Hídricos em Sist. Agrícolas, DEG/UFLA

⁴ Graduando em Eng Agrícola, DEG/UFLA

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A qualidade dos frutos do tomateiro é influenciada diretamente pela aplicação de água. Com isso, avaliou-se a produtividade comercial e a eficiência do uso da água no tomateiro irrigado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com fatorial 2x2 (posição da linha x lâmina) e 09 repetições. Foram estudados dois tipos de posicionamento do gotejador (superficial e subsuperficial a 0,05 m) e duas lâminas (162 mm e 270 mm). As variáveis avaliadas foram a produtividade comercial (PC) em Mg ha⁻¹ e a eficiência do uso da água (EUA) em Mg ha⁻¹mm⁻¹. O experimento foi realizado em Ingaí, MG, com a variedade Aguamiel do grupo italiano. As plantas foram transplantadas em fileiras duplas totalizando 7200 plantas por hectare. Não houve diferença significativa para PC com média 59,68 Mg ha⁻¹. Para EUA não houve diferença significativa entre o gotejamento superficial (330,59 kg ha⁻¹mm⁻¹) e o subsuperficial (335,16 kg ha⁻¹mm⁻¹). Houve diferença significativa para EUA entre as lâminas de irrigação, sendo que a lâmina de 270 mm (408,56 kg ha⁻¹mm⁻¹) apresentou uma produção maior que a lâmina de 162 mm (257,19 kg ha⁻¹mm⁻¹). A lâmina de 162 mm resultou em maior EUA independente do posicionamento do tubogotejador.

PALAVRAS-CHAVE: Tomate grupo italiano, Irrigação subsuperficial, Potencial mátrico

Commercial productivity and water use efficiency in tomato crop

ABSTRACT: The quality of tomato fruits is influenced directly by the application of water. The commercial yield and efficiency of water use in tomato drip irrigation. The design was completely randomized with factorial scheme in a 2x2 (line position x irrigation depth) with 09 replications. Two drip positions (surface and subsurface at 5 cm) and two irrigation depths (162 mm and 270 mm). The experiment was held in Ingaí, MG, with the Aguamiel variety from the Italian group. The plants were transplanted in double rows totaling 7200 plants per hectare. There was evaluated commercial productivity (PC) and water use efficiency (EUA). There was no significant difference PC for mean of 59,7 Mg ha⁻¹. For water use efficiency (EUA) there was no significant difference between the surface drip (330,59 kg ha⁻¹mm⁻¹) and the subsurface (335,16 kg ha⁻¹mm⁻¹). There was a significant

difference between the irrigation depth, in which the lower (408,56 kg ha⁻¹mm⁻¹) had a higher yield than the higher irrigation depth (257,19 kg ha⁻¹mm⁻¹). The use of water depth 162 mm increased the water use efficiency despite of this position.

KEYWORDS: Tomato italian group, Subsuperficial drip irrigation, Matric potential

INTRODUÇÃO: O tomateiro situa-se entre as hortaliças mais cultivadas no Brasil, com uma área cultivada, em 2016, de 54,7 mil ha, produção de 3554,4 mil toneladas e uma produtividade média de 64,81 Mg ha⁻¹. Minas Gerais é o terceiro estado com produção de 739,5 mil toneladas (20,9% de participação) e produtividade de 71,2 Mg ha⁻¹ segundo (IBGE, 2016).

Considerando o sistema de cultivo que adota transplante de mudas, o ciclo de desenvolvimento do tomateiro pode ser subdividido em cinco estádios distintos com relação às necessidades hídricas e de irrigação da cultura: formação de mudas, inicial, vegetativo, frutificação e maturação. A duração do ciclo do tomateiro, desde o transplante de mudas até a colheita, varia de 95 a 125 dias. Para irrigação por gotejamento consideram-se tensões críticas do solo variando entre 30 e 70 kPa (MAROUELLI et al., 2012). Segundo Alvarenga (2013), a demanda máxima de água exigida pelo tomateiro ocorre durante a floração e o crescimento dos frutos.

O gotejamento é caracterizado pela aplicação de água sob o solo na área de absorção das raízes das culturas, com pequena intensidade, porém, com alta frequência, de modo que se mantém a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo. Devido à aplicação de água no solo pelos gotejadores proporcionar uma área molhada com forma circular na superfície, e de um bulbo na subsuperfície, apenas uma pequena porção da superfície do solo é molhada.

O sistema de gotejamento subsuperficial, em comparação ao superficial, tem uma série de vantagens adicionais, como aplicar água e nutrientes diretamente na zona radicular, reduzir as perdas por evaporação, evitar danos mecânicos durante as operações de cultivo e por roedores às tubulações, proporcionar maior crescimento do sistema radicular, reduzir a umidade na superfície do solo e minimizar a incidência de doenças (Camp, 1998).

Um problema potencial é devido à obstrução de gotejadores subsuperficiais devido a entrada de partículas de solo ou de raízes nos gotejadores, o que pode ser prevenido pelo uso de ventosas, gotejadores especiais e/ou injeção de trifluralina em pequenas concentrações (Casaño, 1998).

Embora a irrigação por gotejamento tenha sido desenvolvida para funcionar com alta frequência de aplicação de água e níveis de umidade no bulbo úmido estáveis e próximos do limite superior de água disponível pesquisas são necessárias para se determinar frequências de irrigação capazes de maximizar a produtividade e a eficiência de uso da água (EUA) para várias condições de uso Elis et al. (1989).

A distribuição da água e a manutenção de níveis ótimos de umidade no 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 EUA. Isto pode ser atingido com aplicações de água com maior frequência e em pequenas quantidades (Lin et al 1983)

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade comercial do tomate e a eficiência do uso da água mediante o gotejamento superficial e subsuperficial a 0,05 m e a duas lâminas de irrigação (162 mm e 270 mm).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em parte de uma área de plantio comercial, com as seguintes coordenadas geográficas: 21°27'15,6"S e 44°59'15,2"W, altitude de 995m, localizado no município de Ingaí, Minas Gerais.

A variedade de tomate cultivada foi a Aguamiel do grupo italiano. As mudas foram adquiridas de um viveiro comercial de alta tecnologia. O tomateiro foi conduzido com duas hastes por planta no sistema de tutoramento vertical de fitilhos. As plantas foram transplantadas na data de 21/06/2016 em fileiras duplas por canteiro num total de 7200 plantas em um hectare.

De acordo com a classificação de Köppen a região do município de Ingaí (MG) apresenta clima Cwa, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso. Com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e superior a 3°C. O verão apresenta temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O preparo da área para recebimento da muda constituiu-se de uma aração com profundidade de 0,20 m, duas gradagens, sulcamento e adubação química. Após a aração e gradagens, foram confeccionados canteiros para transplante das mudas de tomate. A adubação de fundação foi feita em sulco, aplicando-se e incorporando superfosfato triplo, cloreto de potássio, micronutrientes. Os canteiros na área de avaliação tinham uma largura de 0,90 m e um comprimento total de 60 m.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com fatorial 2x2 (posição da linha x lâmina) e nove repetições. Os tratamentos foram 2 posições da linha (gotejamento superficial e subsuperficial a 0,05m) e duas lâminas de irrigação (162 mm e 270 mm). O comprimento da parcela experimental foi de 5m, sendo marcadas 12 plantas úteis. As plantas, para a realização da colheita, foram marcadas e destacadas por uma fita vermelha.

Os frutos foram colhidos e contados por parcela. Logo após eram separados em comercializáveis e não comercializáveis (com sintomas de doenças, anomalias fisiológicas, ataque de pragas) para posterior pesagem. Os frutos sem defeitos foram contados e pesados para contabilidade da produção comercial. O somatório da produção comercial e não comercial resultou na produção total.

O sistema de irrigação por gotejamento consistia de dois modelos de tubogotejadores autocompensantes que foram instalados conforme delineamento experimental. No primeiro, os emissores espaçados de 0,5 m e vazão nominal de 1,6 L h⁻¹ e no segundo, emissores espaçados 0,3 m e vazão nominal de 1,6 L h⁻¹. Ambos funcionando com a pressão de serviço de 1 kgf cm⁻². As linhas laterais foram espaçadas 0,70 m com distância de 0,15 m das plantas. O manejo de irrigação foi realizado conforme o auxílio de um tensiômetro de controle instalado a 0,20m de profundidade. O tempo de irrigação foi controlado por este tensiômetro quando sua leitura fosse de 20 kPa.

Foram aplicados na fertirrigação dosagens de cloreto de potássio, MAP, sulfato de magnésio, nitrato de cálcio, cloreto de cálcio e ácido bórico segundo a marcha de absorção da cultura durante as fases fenológicas.

O controle de doenças e pragas foi efetuado de acordo com as recomendações convencionais para a cultura, utilizando fungicidas e inseticidas. As desbrotas foram realizadas quando os brotos apresentavam de 0,03 a 0,05 m de comprimento. A poda apical foi efetuada após o último cacho desejado. Os demais tratamentos culturais foram realizados segundo as rotinas semanais da empresa.

As variáveis avaliadas foram a produtividade comercial (PC), Mg ha⁻¹ e a eficiência do uso da água (EUA), medida em Mg ha⁻¹ mm⁻¹, em todo o ciclo da cultura.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância e as médias foram comparadas pelos testes

F e Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Alvarenga (2013), a irrigação por gotejamento é o método mais recomendado para a realização da fertirrigação no tomateiro, por aplicar água diretamente ao solo de modo mais eficiente. Segundo Carrijo et al. (2004), a alta frequência e pequena quantidade de fertilizantes aplicados na irrigação por gotejamento, reduz perdas por lixiviação e mantém uma ótima concentração de nutrientes na zona radicular.

Nota-se que existe uma maior qualidade no produto final na produção do tomate em época de baixa precipitação pois interrompem o ciclo de proliferação das doenças, pragas e plantas invasoras, além de reduzir agentes bióticos indesejáveis. No período experimental foi notada esta característica pois nos meses de setembro a novembro houve apenas 200 mm de lâmina precipitada.

O tempo total de irrigação no ciclo completo da cultura foi de 100 horas, conforme manejo de irrigação realizado com o auxílio do tensiômetro de controle.

Zegbe et al. (2006), verificaram que o déficit de água no solo durante a formação e amadurecimento dos frutos causou baixo rendimento e podridão apical. Esta condição de déficit restringe o movimento do cálcio do solo para a fruta. Liu et al. (2013) observaram que com a mesma quantidade de irrigação, a maior frequência de irrigação aumentou a produção de tomate, e a produção precoce diminuiu com o aumento da água de irrigação.

Na Tabela 1 nota-se que para a variável resposta produção comercial não houve interação entre a posição da linha (superficial e subsuperficial a 0,05m) e a lâmina de irrigação de 162mm e 270mm, demonstrando que a produção comercial independe destes valores. A média da produção comercial foi de 59,68 Mg ha⁻¹. Não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

As produtividades observadas neste trabalho, em média, foram ligeiramente inferiores à produtividade média do tomateiro no Brasil em cultivo tradicional, que varia em torno de 64,81 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2016).

Tabela1: Resumo da análise de variância, segundo coeficiente de variação, graus de liberdade (GL) e os quadrados médios (QM) das variáveis resposta.

Fontes de variação	GL	QM	
		PC (Mg ha ⁻¹)	EUA (Mg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
Posição da linha (PL)	1	240,35 ^{ns}	188,65 ^{ns}
Lâmina (L)	1	68,94 ^{ns}	206232,54*
PL*L	1	5,17 ^{ns}	273,63 ^{ns}
Erro	32	141,18	1368,04
CV		19,91	11,11

^{ns} Não significativo, *Significativo ao teste F 5% de probabilidade. PC: produtividade comercial por hectare. EUA: eficiência do uso da água

Kuşçu et al. (2014), obtiveram maiores resultados de produtividade comercial quando utilizaram lâminas de 550 mm durante todo o ciclo de cultivo. Patane et al. (2011) encontraram maior produtividade comercial com lâminas de 400 mm.

Uçan et al. (2007) observaram que a água de irrigação excessiva não aumentou a produtividade do tomateiro significativamente. Além disso, verificaram que a produção

precoce de frutos aumentou com a diminuição da água de irrigação, sugerindo que a quantidade de rega moderada pode melhorar a produção precoce de frutos de tomate.

Não houve diferença significativa da produção comercial segundo as condições do tubogotejador: superficial ($57,10 \text{ Mg ha}^{-1}$) e enterrado ($62,26 \text{ Mg ha}^{-1}$), assim como as duas lâminas: 162 mm ($58,30 \text{ Mg ha}^{-1}$) e 270 mm ($61,06 \text{ Mg ha}^{-1}$).

Embora se esperasse uma diferença de produtividade comercial devido a posição de instalação da linha de tubogotejadores observou-se que o uso racional da água mostrou igualdade na produtividade comercial e eficiência no uso da água independentemente da instalação dos tubogotejadores superficial e subsuperficial a 0,05m.

No estudo da eficiência do uso da água não houve diferença significativa na interação posição da linha e lâmina, assim como nas condições de instalação do tubogotejador em superficial ($330,59 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) e subsuperficial ($335,17 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$).

Houve diferença significativa em função da lâmina, no qual a lâmina de 162mm ($408,56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) apresentou uma eficiência do uso da água superior a lâmina de 270 mm ($257,19 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$). Cararo & Duarte (2002), observaram que o acréscimo na lâmina de irrigação acarreta em um ligeiro decréscimo de produtividade, resultante dos efeitos do excesso de água no solo sobre o rendimento da cultura. Da mesma forma, as lâminas de água totais inferiores aos valores ótimos induzem a uma ligeira redução da produtividade, devido ao déficit hídrico. Silva et al. (2013) também obtiveram baixa produção da cultura quando irrigada com lâminas inferiores ao consumo de 100%, verificando que o déficit hídrico influencia diretamente os processos fotossintéticos da planta e, conseqüentemente, a produção.

Pela Figura 1 nota-se que os frutos inicializaram o ponto de maturação 91 dias após o transplântio (DAT), na data de 19 de setembro, data da primeira colheita e estendeu-se até o esgotamento dos frutos 144 DAT, 11 de novembro em 2016. Foram realizadas 24 colheitas no período experimental.

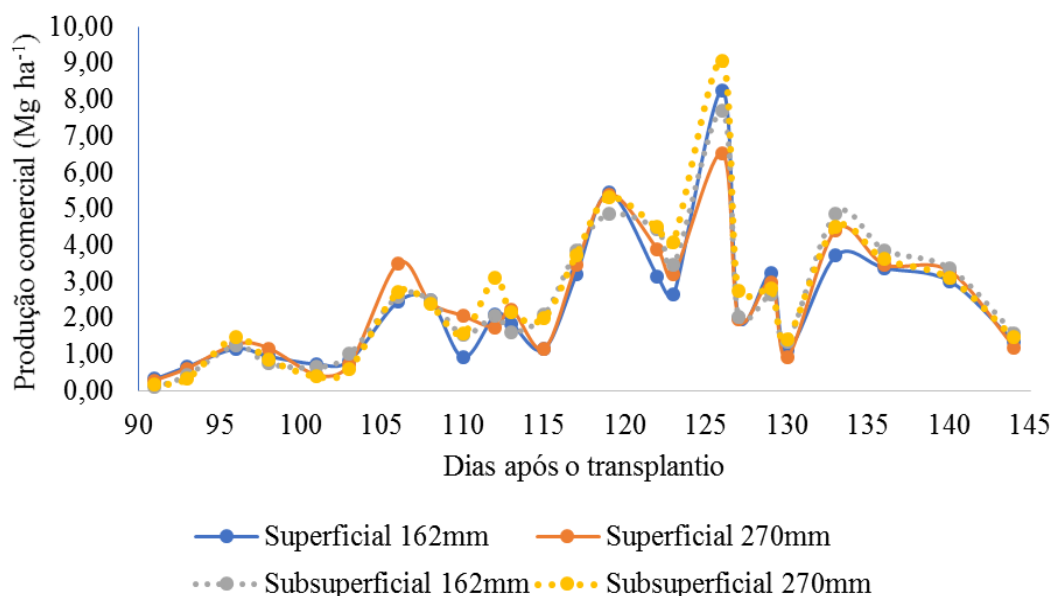


Figura 1: Produção comercial (Mg ha^{-1}) do tomateiro irrigado conforme posição da linha de instalação do tubogotejador (superficial e subsuperficial a 0,05m) e lâminas de irrigação (162mm e 270mm).

Houve um pico de produção entre 123 e 127 DAT, decaindo rapidamente após esse período. Resultado diferente foi encontrado por Liu et al. (2013) que obtiveram maior

produtividade de todos os tratamentos aos 95 dias após o transplante. Este período de maior pico foi mais precoce do que o do presente trabalho.

CONCLUSÕES

A lâmina de 162 mm resultou em maior eficiência do uso da água independente da posição do tubogotejador instalado na superfície ou subsuperfície a 0,05m.

Sugere-se a realização de trabalhos de pesquisa futuros variando a profundidade de instalação dos tubogotejadores para verificar a sua influência na produtividade na cultura.

AGRADECIMENTOS

À empresa Zé Amparo Zil Comércio de Tomate que apoiaram a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.
- CAMP, C.R. Subsurface drip irrigation: a review. **Transaction of the ASAE**, v. 41, n. 5, p. 1353-1367, 1998
- CARARO, D. C.; DUARTE, S. N. Injeção de CO₂ e lâminas de irrigação em tomateiro sob estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 432-437, 2002.
- CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 5-9, 2004.
- CASAÑO, C. **Informacion geral: riego por goteo subterráneo en olivar**. Valencia: Mondragon, 1998. 7 p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- ELIS, J.E; KRUSE, G.E; MCSAY, A.E. Scheduling irrigations for Cucumbers. **Hortscience**, Fort Collins, v.24, n.3, p.448-452,1989.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- IBGE - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Publicação Indicadores IBGE (em formato pdf) · Publicação completa. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/IBGE> - Acesso em: 10/maio/2017
- KUSÇU, H.; TURHAN, A.; DEMIR, A. O. The response of processing tomato to deficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. **Agricultural Water Management**, v. 133, p. 92-103, 2014.
- Lin, S.S.M., Hubell, J.N., Tsou, S.C.S. and Spittoesser, W.E., 1983. Drip irrigation and tomato yield under tropical conditions. **Hortc. Science**, 18:460-461
- LIU, H.; DUAN, A. W.; LI, F. S.; SUN, J. S.; WANG, Y. C.; SUN, C. T. Drip Irrigation Scheduling for Tomato Grown in Solar Greenhouse Based on Pan Evaporation in North China Plain. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 12, p. 520-531, 2013.
- PATANE, C.; TRINGALI, S.; SORTINO, O. Effects of deficit irrigation on biomass, yield,

water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 590–596, 2011.

SILVA, J. M.; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; GOMES, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 40–46, 2013.

SILVA, W.L.C.; GIORDANO, L.B.; MAROUELLI, W.A.; FONTES, R.R.; GORNAT, B. Response of six processing tomatoes cultivars to subsurface drip fertigation. **Acta Horticulturae**, n. 487, p. 569-573, 1999.

UÇAN, K.; KÝLLÝ, F.; GENÇODLAN, C.; MERDUN, H. Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions. **Field Crops Research**, v. 101, p. 249-258, 2007.

ZEGBE, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; CLOTHIER, B. E. Responses of ‘petopride’ processing tomato to partial rootzone drying at different phenological stages. **Irrigation Science**, v. 24, p. 203–210, 2006.