



## DÉFICIT HÍDRICO E PRODUÇÃO DO TOMATE CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO<sup>1</sup>

Miguel Augusto Viol<sup>2</sup>, Jacinto de Assunção Carvalho<sup>3</sup>, Elvis Márcio de Castro Lima<sup>4</sup>, Fátima Conceição Rezende<sup>5</sup>, Ricardo Wagner Pacopahyba de Mattos<sup>6</sup>, José Luiz Moraes Rodrigues<sup>7</sup>

### RESUMO

O tomate é uma das hortaliças mais cultivadas em ambiente protegido, porém o manejo adequado da irrigação é essencial para obter aumento na produtividade e qualidade do produto. Assim este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de tensão da água no solo na produção e classificação do tomate cultivado em ambiente protegido. As plantas foram transplantadas em vasos com capacidade de 20 L, com espaçamento de 0,60 m entre as plantas e 1,00 m entre as fileiras. Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com 5 níveis de tensão da água no solo (15, 30, 45, 60 e 120 kPa) e quatro repetições. Foram analisados o diâmetro e altura, área foliar e matéria seca das plantas e na colheita os frutos foram contados e pesados, e medido o diâmetro para classificação. O diâmetro do caule e altura de plantas, na última avaliação realizada, foi maior nos tratamentos de 45 e 60 kPa. A área foliar e a matéria seca reduziram com o aumento do déficit hídrico. As produções total e comercial apresentaram redução com a tensão da água no solo, sendo a produção comercial mais sensível ao déficit hídrico, tendo um fator de resposta de 1,091 enquanto que a produção total apresentou um fator de resposta de 1,006. O maior número de frutos classificados como grande (>60 mm) foi obtido no tratamento irrigado quando a tensão da água no solo atingia 15 kPa.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, tensão de água no solo, queda de produção

---

<sup>1</sup>Projeto financiado pela FAPEMIG

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, caixa postal 3037, e-mail: gutoviol@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, caixa postal 3037, e-mail: Jacintoc@deg.ufla.br

<sup>4</sup>Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, caixa postal, e-mail: elvis.lima@deg.ufla.br

<sup>5</sup>Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, caixa postal 3037, e-mail: frezende@deg.ufla.br

<sup>6</sup>Departamento de Estatística, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, Campus Universitário, e-mail: ricardowpmattos@hotmail.com

<sup>7</sup>Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, caixa postal 3037, e-mail: joseluiz@deg.ufla.br

## WATER DEFICIT AND PRODUCTION OF TOMATO CULTIVATED IN PROTECTED ENVIRONMENT

### ABSTRACT

The tomato is one of the vegetables grown in a greenhouse, but adequate irrigation management is essential for increased productivity and product quality. So this study was to evaluate the effect of different water tension levels in the soil in the production and classification of tomato plants in a protected environment. The plants were transplanted into pots with 20 L capacity, with spacing of 0.60 m between plants and 1.00 m between rows. We used a drip irrigation system. The experiment was conducted in a completely randomized design, with 5 levels of water tension in the soil (15, 30 45 60 and 120 kPa) and four replications. We analyzed the diameter, height, leaf area and dry matter of the plants and harvest the fruits were counted and measured the diameter for classification. Diameter of stem and height plants in the last evaluation was higher in 45 and 60 kPa. Leaf area and dry matter decreasing with increasing water deficit. Total and marketable yield decreased with increasing water tension in the soil and commercial production is more sensitive to drought presents a response factor of 1.091, while the total production showed a response factor of 1.006. The higher number of fruits classified as large (> 60 mm) was in the irrigated treatment when the water tension in the soil reached 15 kPa.

**Keyword:** *Lycopersicon esculentum*, water tension, production drop

### INTRODUÇÃO

Em 2012 o Brasil ocupava o nono lugar na produção mundial de tomate e o primeiro lugar entre os países da América do Sul (FAOSTAT, 2015). A produção nacional de tomate em 2016 foi superior a 3,7 milhões de toneladas, no qual se destaca a região sudeste com aproximadamente 1,8 milhões de toneladas (IBGE, 2017). Estes dados evidenciam a importância da cultura do tomate no agronegócio brasileiro e regional.

Atualmente é crescente a necessidade de se utilizar a água de forma mais eficiente, tendo em vista a escassez do recurso em todo o país e a irregularidade das chuvas ocorridas, agravado pelo alto crescimento populacional nos últimos anos. Assim, maior eficiência de uso da água deve ser objetivo a ser alcançado pelos produtores visando aumentar a lucratividade dos cultivos. Para isso, os produtores tem lançado mão de ferramentas como o cultivo em ambiente protegido, além de tentar controlar de forma eficiente a quantidade de água a ser aplicada, de modo a atender somente as necessidades hídricas de cada cultura.

O ambiente protegido contribui tanto para o aumento na produtividade das culturas, quanto para a melhoria na

qualidade do produto e também para a redução do consumo de água. No entanto, para a obtenção de bons retornos (produtivo e econômico), os fatores relativos à nutrição, genética e água, entre outros, devem estar em níveis adequados (SILVA et al., 2013)

Tido como um dos recursos mais importantes, a água, é um dos fatores que mais influenciam no desenvolvimento dos vegetais, e pesquisas têm demonstrado que a irrigação promove aumento na produtividade das hortaliças (DERMITAS; AYAS, 2009; ZENG et al., 2009; BILIBIO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011). Para o tomateiro que é uma hortaliça exigente em água segundo (NGOUAJIO et al., 2007; PATANÈ; CONSENTINO, 2010; PATANÈ et al., 2011) a resposta da cultura é negativa tanto ao excesso quanto ao déficit hídrico (MAROUELLI; SILVA, 2006). O déficit hídrico além de influenciar diretamente a produção, afeta também a qualidade dos frutos do tomate, sendo seu efeito dependente da época e da sua intensidade (ZEGBE et al., 2006, MAROUELLI; SILVA, 2007, CHEN et al., 2013).

Zegbe et al. (2006) conduziram um trabalho com a irrigação em tomateiro em que

os tratamentos consistiram de irrigação total diariamente (F1) e secagem parcial do sistema radicular (um lado da rizosfera era irrigado e outro mantido seco por dois dias consecutivos, na irrigação seguinte a aplicação era deslocada para o lado que estava seco- PRD). O PRD foi aplicado do estágio vegetativo até o primeiro cacho de frutos (PRD<sub>vs-ft</sub>), do dos primeiro cacho de frutos até o pegamento dos frutos (PRD<sub>ft-fs</sub>) e do pegamento dos frutos até a colheita (PRD<sub>ft-fs</sub>). Os autores verificaram que o peso fresco dos frutos, o número de frutos comercial e o peso seco total dos frutos foram significativamente reduzidos nos tratamentos PRD<sub>ft-fs</sub> e PRD<sub>fs-h</sub> comparado com F1 e PRD<sub>vs-ft</sub>. Relatam que a duração da fase PRD<sub>vs-ft</sub>, de apenas 11 dias, pode não ter sido suficiente para induzir os efeitos adversos sobre os parâmetros de rendimento e, portanto, todos os atributos de produtividade foram semelhantes a F1. Observaram também que o peso seco da raiz foi maior nos tratamentos PRD o que pode ter sido estimulado pela alternância da aplicação de água.

Chen et al. (2013), verificaram que a produtividade do tomateiro foi influenciado pelo déficit hídrico aplicado durante a fase de floração e desenvolvimento dos frutos e de maturação dos frutos, já a qualidade dos frutos foi afetada pelo déficit hídrico aplicado durante a fase de maturação dos frutos.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes tensões de água no solo sobre crescimento e produção do tomate cultivado em ambiente protegido, definir a tensão crítica ideal para irrigação e analisar a qualidade dos frutos de tomate.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido localizado próximo ao Núcleo de Engenharia de água e solo, da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, situado nas coordenadas geográficas aproximadas de 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste e altitude de 910 m. O clima segundo a classificação climática de Köppen é cwa. A temperatura média anual do ar é de

20,4°C e a precipitação média anual de 1460,0 mm (DANTAS et al., 2007).

O ambiente protegido foi coberto com polietileno transparente de 150 micras e com tratamento anti-UV e as fachadas laterais fechadas com telado. Para monitoramento da temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (máxima e mínima), instalou-se um termohigrômetro digital no centro do ambiente a 2,0 m de altura do solo. Também foi instalado um tanque classe A para medir a evaporação, cujas leituras foram realizadas diariamente, no período da manhã.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distroférrico (LVd) de textura argilosa, coletado na camada superficial do solo (0 a 0,20 m de profundidade), o qual foi passado em peneira de 4 mm, com o objetivo de reduzir os torrões do solo. A correção de acidez e a adubação foram realizadas com base nas análises de fertilidade e recomendações de adubações para a cultura do tomate.

A caracterização física do solo foi feita por meio da classificação da textura e da curva de retenção de água. Foram utilizadas amostras do solo com estrutura deformada para determinar os pontos das curvas de retenção de água. Com os dados de tensão e umidade foi realizado ajuste da curva de retenção de água utilizando software SWRC (DOURADO NETO et al., 2001), conforme os parâmetros empíricos do modelo proposto por (GENUTCHEN, 1980).

A cultivar utilizada no experimento foi Évora, tomate tipo salada, multiloculares, de crescimento indeterminado. O transplântio foi realizado 30 dias após a semeadura. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco valores de tensão de água no solo (15, 30, 45, 60 e 120 kPa), com cinco repetições. Cada unidade experimental consistiu de um vaso com capacidade de 20 L com uma planta por vaso. Utilizou-se um espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas.

A irrigação foi realizada utilizando-se um gotejador por planta com vazão nominal de 4,0 L h<sup>-1</sup>. Após a montagem dos sistemas de irrigação, mediu-se a uniformidade de distribuição de água (CUD) e substituição de

gotejadores com valores de vazão discrepantes da média. Antes do início da aplicação dos tratamentos, a umidade, de todas as unidades experimentais, foi uniformizada por meio de irrigações.

O momento de irrigar foi obtido pela leitura de tensiômetros (15, 30, 45 e 60 kPa) e sensores de matriz granular (120 kPa) instalados a uma profundidade de 0,125 m. As leituras foram realizadas diariamente, no período da manhã. A irrigação foi feita quando a média das leituras de pelo menos três tensiômetros e sensores de matriz granular acusavam a tensão indicada pelo tratamento. Em cada irrigação aplicou-se um volume de água necessário para elevar a umidade do solo à condição de capacidade de campo

Os tratamentos culturais foram realizados durante todo o ciclo da cultura por meio de capinas manuais, tutoramento e amarrio das plantas, desbastes de brotações laterais, conforme a necessidade da cultura, e controle fitossanitário sistemático de pragas e doenças com aplicações preventivas de defensivos.

A colheita foi iniciada aos 74 dias após o transplante (DAT) e encerrada aos 94 DAT, totalizando sete colheitas. Foram realizadas análises quantitativas e qualitativas da produção da cultura do tomate, e do seu crescimento, analisando-se o diâmetro do caule (com paquímetro digital) e altura das plantas (medidas realizadas entre a superfície do solo ao ápice da planta com uma trena) ao longo do ciclo. Ao final da colheita foram avaliados o peso (em balança com precisão de 5 g) e o número de frutos e medido o diâmetro dos frutos (com paquímetro digital) e determinado a produção total e comercial.

Os frutos foram classificando conforme Portaria nº 553 de agosto de 1995 do Ministério da Agricultura que classifica os frutos de acordo com o diâmetro transversal em: grande (maior que 60 mm), médio (maior que 50 e menor que 60 mm) e pequeno (maior que 40 e menor que 50 mm). Foi avaliada a área foliar das plantas utilizando um integrador de área (modelo LI 3000 da Licor Inc.). A biomassa seca da parte aérea foi determinada colocando

o material fresco em sacos de papel e posto para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, até atingir peso constante e posteriormente pesados em balança de precisão.

A caracterização do déficit hídrico sobre os dados de produção e número de frutos foi realizada mediante relação entre a queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, dada pelo coeficiente de resposta  $K_y$ , sendo:

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{L_r}{L_m}\right) \quad (1)$$

em que  $Y_r$  é o rendimento real obtido,  $Y_m$  é o rendimento potencial obtido,  $K_y$  é o coeficiente de resposta da cultura,  $E_{Tr}$  é a evapotranspiração real e  $E_{Tm}$  - evapotranspiração potencial.

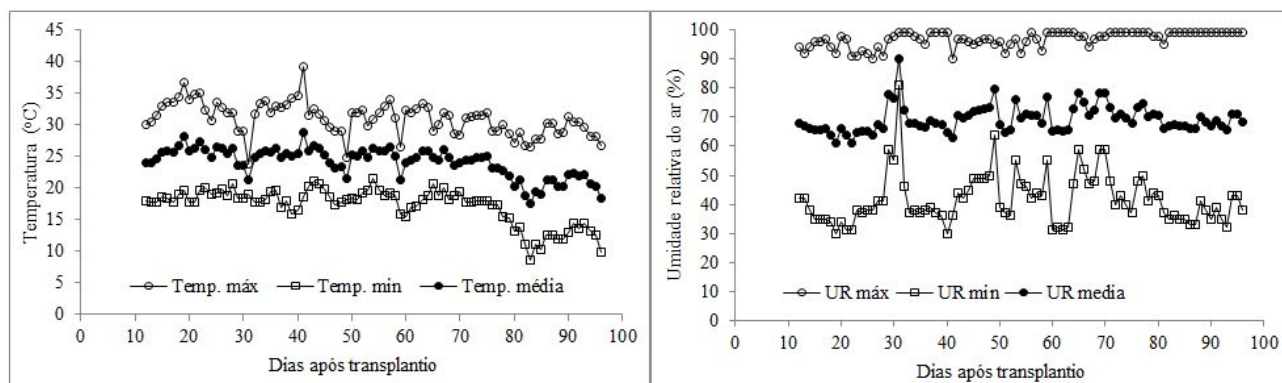
O rendimento potencial ( $Y_m$ ) e a evapotranspiração potencial ( $E_{Tm}$ ) foram obtidos do tratamento correspondente à reposição de 100% da água consumida.

Foram realizadas análises de variância, utilizando a distribuição F para comparação das médias, com os níveis de 1% e 5% de significância e regressões quando significativos, utilizando-se o software SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ciclo da cultura as temperaturas do ar máxima e mínima e umidades relativas do ar máxima e mínima foram registradas no interior do ambiente protegido (Figura 1). O maior valor de temperatura foi de 39,2 °C e o menor de 8,6 °C, porém a temperatura média variou entre 28,8 e 17,6 °C. De acordo com Lopes e Stripari (1998), para o tomateiro bem como para outras plantas, temperaturas extremas são prejudiciais, e a duração desta compromete até mesmo a sobrevivência das plantas. Goto (1995) relata que para o tomate um melhor crescimento ocorre quando a temperatura do dia esta em torno de 26 °C e a da noite em torno de 17 a 20 °C.

## DÉFICIT HÍDRICO E PRODUÇÃO DO TOMATE CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO



**Figura 1.** Dados das temperaturas e umidades relativas do ar registradas durante o ciclo da cultura no interior do ambiente protegido

A umidade relativa oscilou entre 99% (máxima) e 30% (mínima) e média variou entre 79,5 e 61% mas, aos 31 DAT foi registrado um valor médio de 90% devido, provavelmente, a problemas de leitura do higrômetro. Valores de umidade relativa do ar em ambiente protegido na faixa de 50 a 70% são considerados adequados para o desenvolvimento do tomateiro (LOPES; STRIPARI, 1999). Tanto as temperaturas médias do ar como a umidade relativa média do ar estão próximas às preconizadas na literatura.

A Tabela 1 apresenta o volume de água consumido pelas plantas e o número de

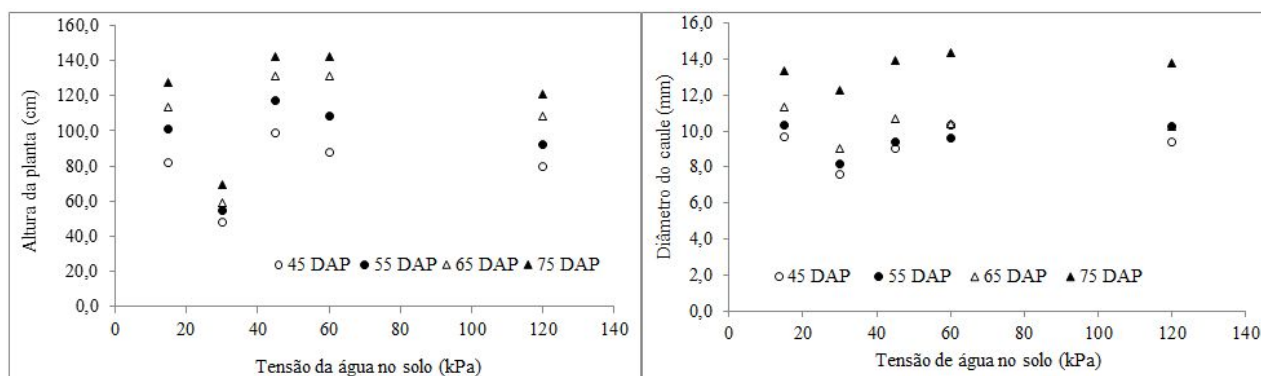
irrigações realizadas após a indução dos tratamentos e observa-se que tanto o volume quanto o número de irrigações reduziu com o aumento da tensão de água no solo. A maior diferença de volume aplicado e número de irrigações ocorreu entre os tratamentos de 15 e 30 kPa sendo os mesmos da ordem de 32,3 L e 22 irrigações. Os dados obtidos por Sá et al. (2005), com a cultura de tomate, híbrido Raisia N, de crescimento indeterminado, irrigado com tensões de 15, 30, 50, 70, 120 e 170 kPa, verificaram que a lâmina aplicada reduziu com o aumento da tensão da água no solo, as irrigações foram menos frequentes e a lâmina aplicada por irrigação foi maior.

**Tabela 1.** Volume de água consumido após indução dos tratamentos e o número de irrigações realizadas o ciclo da cultura do tomate

Tratamento	Volume aplicado		Número de irrigação	
	Litros	%	Número	%
15	84,1	100	58	100
30	51,8	60,1	36	62,0
45	50,9	60,6	34	48,6
60	42,0	50,0	28	48,3
120	13,2	16,2	9	15,5

Os dados de altura de planta e diâmetro de caule estão apresentados na Figura 2. Como pode ser observado no tratamento de 30 kPa a altura da planta e diâmetro do caule foram menores do que nos demais tratamentos em todas as épocas de avaliação, o que pode ser devido ao desenvolvimento da planta por ocasião do plantio ou a algum evento que não foi possível

detectar. Verifica-se também que no tratamento de 120 kPa o desempenho da planta, principalmente com relação à altura, tende a ser inferior aos tratamentos de 15, 45 e 60 kPa. Aos 75 DAP a altura da planta e o diâmetro do caule tendem a ser maior nas tensões de 45 e 60 kPa, o que pode ser um indicativo de que o excesso e o déficit hídrico é prejudicial ao crescimento da planta.

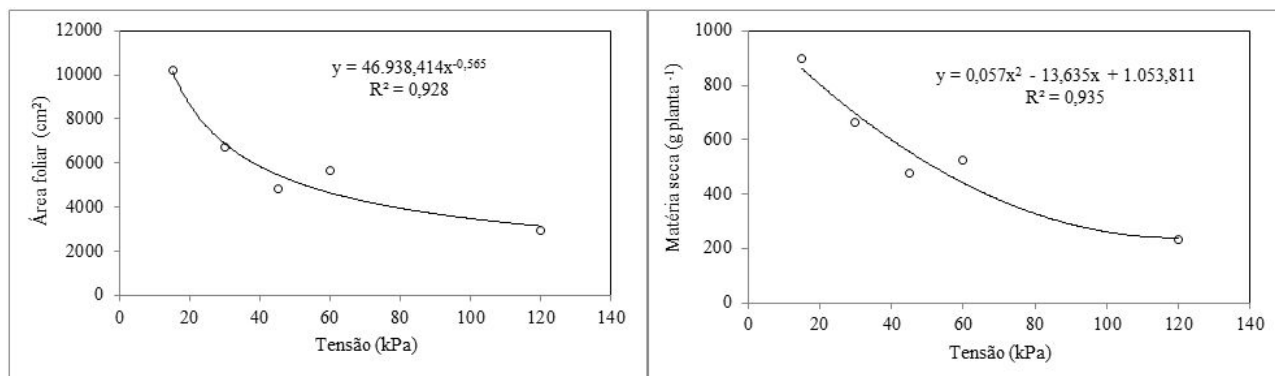


**Figura 2.** Dados de altura de planta (cm) e diâmetro do caule (mm) do tomateiro em função das tensões de água no solo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Santana et al. (2010), em experimento com a cultura de tomate em que foi observado que tanto o déficit quanto o excesso de água foram prejudiciais ao crescimento da planta. Harmanto et al. (2005), verificaram que o tratamento irrigado com 75% da evapotranspiração da cultura apresentou a maior altura da planta de tomate, da ordem de 1,49 m, aos 75 dias após o transplântio.

A Figura 3 representa a área foliar determinada no final do experimento e o peso

da matéria seca da parte aérea da planta. Verifica-se que tanto a área foliar quanto a matéria seca reduziram com o aumento do déficit hídrico. A área foliar é influenciada pelo manejo de adubação e irrigação (BLANCO; FOLEGATTI, 2005), portanto é um indicador do desenvolvimento e produtividade de uma cultura. Sincik et al. (2008), verificaram que a área foliar da soja reduziu significativamente com o aumento do déficit hídrico em todas as fases de avaliação, bem como a produtividade.



**Figura 3.** Dados de área foliar (cm<sup>2</sup>) e matéria seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) em função das tensões de água no solo

Com relação à matéria seca da parte aérea da planta pesquisas com diversas culturas tem demonstrado que a mesma reduz com o aumento do déficit hídrico (GUSMAO et al., 2012; SILVA et al., 2011; COSTA et al., 2008; ISSARAKRAISILA et al., 2007).

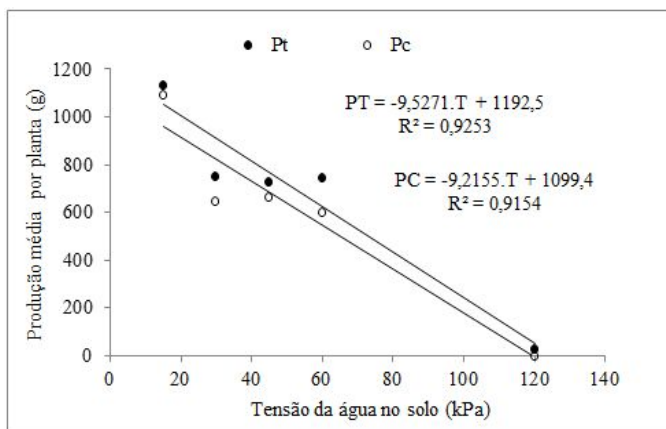
De acordo com a análise de variância a produção média total e comercial do tomateiro foi significativamente influenciada pelas diferentes tensões de água no solo. Observa-se na Figura 4 que a produção média total e

comercial reduziu com o aumento da tensão da água no solo, sendo os dados ajustados por uma regressão linear, com R<sup>2</sup> superior a 0,91. Entre os tratamentos de 30, 45 e 60 kPa os valores foram semelhantes sendo que para produção total média variou entre 729,36 a 752,49 g planta<sup>-1</sup> e a comercial média variou entre 602,65 e 665,02 g planta<sup>-1</sup>. No tratamento de 120 kPa não houve produção comercial e a produção total média foi 28,09 g planta<sup>-1</sup>. Em média para cada incremento unitário de tensão da água no

## DÉFICIT HÍDRICO E PRODUÇÃO DO TOMATE CULTIVADO EM AMBIENTE PROTEGIDO

solo, entre os tratamentos de 15 e 30 kPa, a redução na produção total e comercial foi de 25,54 e 29,67 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Patané et al. (2011), verificaram que a produtividade total foi influenciada pelos tratamentos de irrigação, porém este efeito foi

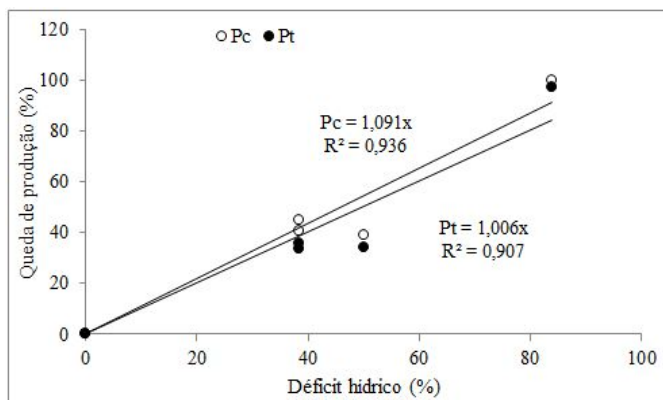
significativo somente no primeiro ano em que o experimento foi realizado. A maior produtividade comercial obtida por Silva et al. (2013) foi de 2,0 k planta<sup>-1</sup> em tratamento irrigado com aplicação de lâmina equivalente a 128% da evapotranspiração da cultura.



**Figura 4.** Dados de produção média total e comercial por planta em função da tensão da água no solo

O fator de resposta para a produção indica o nível de tolerância da cultura ao déficit hídrico. Neste trabalho o fator de resposta para a produção comercial foi de 1,091 e 1,006 para a produção total (Figura 5),

indicando que a produção comercial foi mais sensível ao déficit hídrico. Quando este fator se aproxima de 1 a produção tem uma redução proporcional ao déficit.

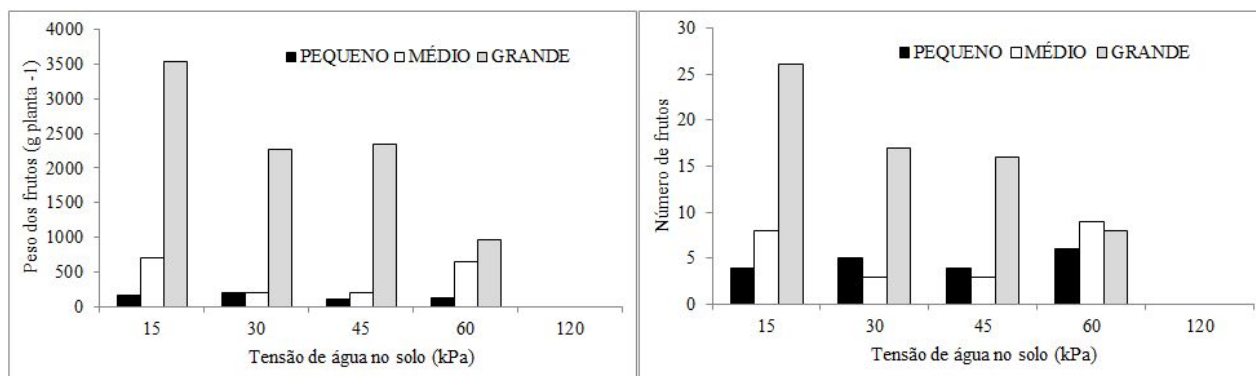


**Figura 5.** Queda de produção comercial e total de tomate em função do déficit hídrico aplicado

Estes valores foram superiores aos obtidos por Patané et al. (2011), que obteve para a produtividade comercial um fator de 0,76, ou seja a redução na produtividade comercial foi menor do que a redução relativa do déficit de evapotranspiração. O fator de resposta obtido por Kusçu et al. (2014), para a cultura do tomate foi de 1,59. O fator de resposta pode variar de acordo com o local, espécies, variedades, método e manejo de

irrigação e com o estágio de desenvolvimento da cultura em que é aplicado o déficit (KIRDA, 2002; KABOOSI; KAVEH, 2012).

Os frutos comerciais foram classificados com base no diâmetro transversal e na Figura 6 esta apresentado o resultado para peso e número de frutos para cada tensão de água no solo. Como pode ser observado para as tensões de 15, 30, 45 e 60 kPa predominou o peso de frutos de tamanho grande (maior que 60 mm).



**Figura 6.** Dados de classificação para o número e o peso de frutos em função dos níveis de tensão da água no solo

Para o número de frutos, aqueles de tamanho grande concentrou nas tensões de 15, 30 e 45 kPa e na tensão de 60 kPa houve destaque para frutos de tamanho médio. Em seu experimento com tomate, Sá et al. (2005), classificaram os frutos e verificaram que para todas as tensões avaliadas a maior concentração foi de fruto grande (Classe AAA diâmetro transversal >60mm). Segundo os autores tensões muito baixas e muito altas influenciaram negativamente, sendo a tensão de 112,4 kPa, obtida por regressão, a que proporcionou maior produtividade de frutos da classe AAA (tamanho grande).

## CONCLUSÃO

Maior diâmetro de caule e altura de plantas foi verificado nos tratamentos de 45 e 60 kPa. O déficit hídrico teve um efeito negativo na área foliar, na matéria seca e na produção total e comercial do tomateiro. A produção comercial foi 9% mais sensível ao déficit hídrico do que a produção total. O peso e o número de frutos considerados grandes (maior que 60 mm) foram maiores no tratamento irrigado quando a tensão da água no solo atingiu 15 kPa.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo

suporte financeiro ao desenvolvimento do projeto.

## REFERÊNCIAS

- BILIBIO, C.; CARVALHO, J.A.; MARTINS, M. A.; REZENDE, F.C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A.A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n. 7, p.730-735, 2010.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 305-309, 2005.
- CHEN, J. K.; DU, T.; QIU, R.; GUO, P.; CHEN, R. Quantitative response of greenhouse tomato yield and quality to water deficit at different growth stages. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 129, n.1, p. 152-162, 2013.
- COSTA, J. R. da; PINHO, J. L. N de; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n.5, p.443-450, 2008.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e**



- Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.
- DERMITAS, C.; AYAS, S. Deficit irrigation effects on pepper (*Capsicum annuum* L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. **Journal of Food, Agricultural and Environment**, Helsinki, v.7, n. 3-4, p. 989-1003, 2009.
- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPOES, P. P. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo, modelo van Genuchten. Soil water retention curve, SWRC (version 3.0 beta). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Faostat. **Produtividade Mundial**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 16/04/2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GENUCHTEN, M. T. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, Sept. 1980.
- GOTO, R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufas. In: Encontro de Hortaliças, 9, Encontro de Plasticultura da Região Sul, 6, 1994, Maringá. **Palestras e trabalhos apresentados...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1995, p.11-18.
- GUSMAO, M. SIDDIQUE, K. H. M.; FLOWER, K.; NESBITT, H.; VENEKLAAS, E. J. Water deficit during the reproductive period of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) reduced grain yield but maintained seed size. **Journal of Agronomy & Crop Science**, Hoboken, v.198, n.6, p.430-441, 2012.
- HARMANTO, SALOKHE, V. M.; BABEL, M. S.; TANTAU, H. J. Water requirements of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse un tropical environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 71, n.3, p. 225-242, 2005.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf) acesso em 05/03/2017.
- KABOOSI, K.; KAVEH, F. Sensitivity analysis of FAO 33 Crop Water production function. **Irrigation Science**, New York, v. 30, n. 2, p.89-100, 2012.
- KIRDA, C. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stage showing water stress tolerance. In: FAO, **Déficit Irrigation practices**. FAO Water Report n. 22. FAO, Roma, p. 3-10, 2002.
- 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**, Amsterdam, v. 33, p. 92-103, 2014.
- LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro: condições sub-tropicais. In: **Produção de hortaliças em ambiente protegido/ org.** Romy Goto e Sebastião Wilson Tivelli - São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região do cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n.3, p.342-346, 2006.
- MAROUELLI, A. W.; SILVA, W. L. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. **Irrigation Science**, New York, v. 25, n. 4, p. 411-418, 2007.

- NGOUAJIO, M.; WANG, G.; GOLDY, R. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increase the yield of field-grown tomato under plastic mulch. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 87, n.3, p. 285-291, 2007.
- OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A. de; SILVA, W. G. da; REZENDE, F. C.; GOMES, L. A. A.; JESUS, M. C. N. de. Análise produtiva e econômica do pepino japonês submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 702-708, 2011.
- PATANÉ, C.; COSENTINO, S. L. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n.1, p. 131-138, 2010.
- PATANÉ, 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**, Amsterdam, v. 129, n. 4, p. 590-596, 2011.
- SÁ, N. S. A. de; PEREIRA, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; MATTIOLY, W.; CARVALHO, J. de A. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n.3, p.341-347, 2005.
- SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. da. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n.4, p. 443-454, 2010.
- SILVA, J. M. da; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S. de; 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**, Campina Grande, v.17, n. 1, p.40-46, 2013.
- SILVA, V. J. da; TEODORO, R. E. F.; CARVALHO, H. de P.; MARTINS, A. D.; LUZ, J. M. Q. Resposta de cenoura à aplicação de diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n.6, p.954-963, 2011.
- SINCIK, K. M.; CANDOGAN, B. N.; DERMITAS, C.; BUYÜKCANGAZ, H.; YAZGAN, S.; GÖKSOY, A. Deficit irrigation of soya bean (*Glycine max* (L.) merr) in sub-humid climate. **Journal of Agronomy & Crop Science**, Haboken, v. 194, n. 6, p. 200-205, 2008.
- ZEGBE, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; CLOTHIER, B. E. R. Response of "Petopride" processing tomato to partial root zone drying at different phenological stages. **Irrigation Science**, New York, v. 24, n. 4, p. 203-210, 2006.
- ZENG, C.; BIE, Z.; YUAN, B. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.96, n.4, p.595-602, 2009.