



PRODUÇÃO DE BIOMASSA NA FASE VEGETATIVA DO TOMATEIRO EM FUNÇÃO DA TENSÃO DE ÁGUA NO SOLO

Marlla de Oliveira Hott¹, Victor Luiz de Souza Lima², Lucas Rosa Pereira¹, Joabe Martins de Souza³, Edvaldo Fialho dos Reis⁴

1. Mestranda (o) em Produção Vegetal pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil
(marllahott@yahoo.com.br)
2. Prof. Dr. em Produção Vegetal do Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, Brasil
3. Doutorando em Produção Vegetal pelo CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil
4. Prof. Dr. em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Rural, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças de maior expressão no Brasil, porém sua produção ainda enfrenta muitos problemas, tendo como fator limitante o déficit hídrico. A realização de um manejo de irrigação adequado é imprescindível para o sucesso da produção. Portanto, para que o manejo seja realizado de forma correta, torna-se necessário conhecer a demanda hídrica da cultura em cada estágio do seu desenvolvimento e a quantidade de água a ser aplicada. Assim, foi montado um experimento em casa de vegetação visando avaliar cinco tensões de água no solo num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo as tensões de água no solo como indicativo do momento de irrigar (15 kPa, 25 kPa, 40 kPa, 55 kPa e 70 kPa). Foi avaliada a produção de biomassa do tomateiro durante seu desenvolvimento inicial, ou seja, aos 33 dias após o transplante. Maiores produções de biomassa foram encontradas quando se utilizou as tensões de 15 kPa e 25 kPa, a partir desse valor, o aumento da tensão de água no solo reduziu a produção de biomassa do tomateiro na fase vegetativa.

PALAVRAS-CHAVE: Déficit hídrico, *Solanum lycopersicum* L., Tomate, tensão.

BIOMASS PRODUCTION IN THE PHASE GROWTH OF TOMATO VEGETATIVE FUNCTION OF TENSION OF WATER SOIL

ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the vegetables with the highest expression in Brazil, but its production still faces many problems, with the limiting factor to water deficit. Achieving a proper irrigation management is essential for successful production. So for that management is done correctly, it is necessary to know the crop water demand at each stage of development and the amount of water to be applied. In this context, an experiment was conducted in a greenhouse to evaluate the influence of different soil water stress on biomass production of tomato. The experimental design used was completely randomized with five strains of soil

water as indicative of the irrigation schedule (15 kPa, 25 kPa, 40 kPa, 55 kPa and 70 kPa), and four replications. The assessment of biomass production of tomato occurred during its initial development at 33 days after transplanting. Higher biomass production were found when using the tensions of 15 kPa and 25 kPa, from this value, the increase of soil water tension reduced biomass production of tomato plants in the vegetative phase. The tension of soil water influenced biomass production in early tomato crop. The reduction in the voltage values led gains in fresh mass of roots. Voltages lower than 25 kPa are not necessary during the growing season of the tomato

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum* L., fresh mass, water deficit, tension.

INTRODUÇÃO

O tomate *Solanum lycopersicum* L. (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é a segunda hortaliça mais produzida no mundo, atrás apenas da batata. Em 2010, a produção mundial foi de 145,7 milhões de toneladas, colhidos em uma área cultivada de 4,3 milhões de hectares, proporcionando uma produtividade média de 33,5 t/ha (FAO, 2012).

No Brasil a produção de tomates tem se destacado nos últimos anos em função do elevado nível de tecnologia adotado pelos produtores. Segundo IBGE (2011) em praticamente todas as regiões do Brasil, esse fruto é cultivado sob diferentes sistemas de manejo e em diferentes épocas do ano. Porém, vale ressaltar que o manejo da cultura ainda enfrenta vários problemas, dentre eles, o déficit hídrico.

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; SANTANA et al. 2010).

Segundo SANTANA et al. (2010) o tomateiro 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.

A fim de minimizar problemas relacionados à água, torna-se necessário a realização do manejo da irrigação, visando atender a demanda hídrica da cultura em cada fase do seu desenvolvimento. Segundo BONOMO et al. (2013) para se determinar o momento de se irrigar e a quantidade de água aplicar em uma cultura, existem muitas estratégias que podem ser utilizadas, através de estudos e levantamentos de solo, clima e fatores culturais.

Dentre os métodos de manejo de irrigação destaca-se o método do balanço de água no solo que tem como fundamento o balanço de água no sistema solo-planta-atmosfera. Manejar a irrigação baseando-se em dados do próprio solo, além de muito simples, costuma ser bastante preciso (BERNARDO et al., 2009), sendo que os dados normalmente utilizados são umidade ou potencial de água no solo.

No caso dos métodos que se baseiam no potencial de água no solo, como é o caso do tensiômetro, os parâmetros obtidos em determinada área podem ser

extrapolados para outra, o que não acontece com os métodos que se baseiam na umidade do solo, uma vez que o seu valor é mais dependente das características físico-hídricas dos solos (MOREIRA et al., 2012).

De acordo com MAROUELLI et al. (2003), a produtividade de frutos em tomateiro irrigado por gotejamento não é afetada por tensões de água do solo entre 15 e 70 kPa durante o estágio vegetativo, mas aumenta linearmente com a redução da tensão durante o estágio de frutificação. Tal estudo sugere que maior rendimento poderia ser alcançado para tensões inferiores a 15 kPa, ou seja, realizando as irrigações em regime de alta frequência durante o estágio de frutificação. Já MOREIRA et al. (2012), sugerem o uso da tensão 28,5 kPa nos estádios vegetativo e de frutificação, elevando a tensão para 50,8 kPa no estágio de maturação.

Segundo SOARES et al. (2012) no tomateiro para se obter rendimentos elevados, têm-se a necessidade de suprimento adequado de água, mantendo-se o solo relativamente úmido durante todo o período de crescimento. Porém, os sintomas da deficiência hídrica dependem do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta. Assim, torna-se de grande valia identificar os níveis adequados de irrigação para cada fase de desenvolvimento, conhecendo-se em qual fase tem maior resistência ao déficit hídrico

Dessa forma, a realização desse experimento teve como objetivo avaliar cinco tensões para o desenvolvimento inicial do tomateiro irrigado por gotejamento em condições de ambiente protegido.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto e outubro de 2013, em ambiente protegido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizada em Alegre, ES, latitude 20°42'51,61" Sul, longitude 41°27' 24,51" Oeste e altitude de 136,82 m.

O solo utilizado foi Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, localizado no distrito de Café, município de Alegre, ES, coletado na profundidade de 0 a 0,30 m; posteriormente destorroado, passado em peneira de 4 mm e homogeneizado. A correção do solo foi realizada de acordo com a análise de solo e as aplicações de adubos químicos nos vasos, foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por NOVAIS et al. (1991) para ambiente controlado. As mudas de tomate, cultivar Alambra, foram adquiridas de um produtor idôneo, estabelecido no município de Venda Nova do Imigrante, ES, e transplantadas em vasos de 12 litros, dispostos em fileiras simples, com espaçamento de 0,5 m x 0,5 m entre linhas e plantas respectivamente, conduzindo-se uma haste por planta.

O experimento consistiu em avaliar a produção de biomassa do tomateiro, durante a fase vegetativa (33^o dias após o transplante), em cinco tensões de água no solo (15 kPa, 25 kPa, 40 kPa, 55 kPa e 70 kPa), como indicativo do momento de irrigar, num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para tal, foram instalados dois tensiômetros para cada tensão, a 20 cm de profundidade.

A curva de retenção de água no solo foi obtida segundo EMBRAPA (2011), sendo ajustada ao modelo proposto por VAN GENUCHTEN (1980), descrito pela Equação 1, que associa os valores de umidade obtidos no equilíbrio com os respectivos potenciais.

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha\Psi_m)^n]^m} \quad (1)$$

em que:

θ = umidade volumétrica do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_r = umidade volumétrica do solo na tensão de 1500 kPa ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_s = umidade volumétrica do solo saturado ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

Ψ = Potencial da água no solo (kPa);

α , m , n = parâmetros empíricos da equação, obtidos pelo ajuste do modelo.

A umidade de saturação (θ_s) e a umidade residual (θ_r), constantes no modelo, foram tratadas como variáveis independentes, sendo assumidas como equivalentes à porosidade total e à umidade em equilíbrio com o potencial de 1500 kPa, respectivamente. O parâmetro m foi considerado dependente de n , equivalendo a $1-1/n$ (MUALEM, 1976), sendo que n representa um índice de distribuição dos tamanhos dos poros, já o parâmetro α , que como o n define o formato da curva, representa o inverso do potencial de entrada de ar. Na obtenção deste ajuste foi utilizado o software SWRC (DOURADO NETO et al., 2001).

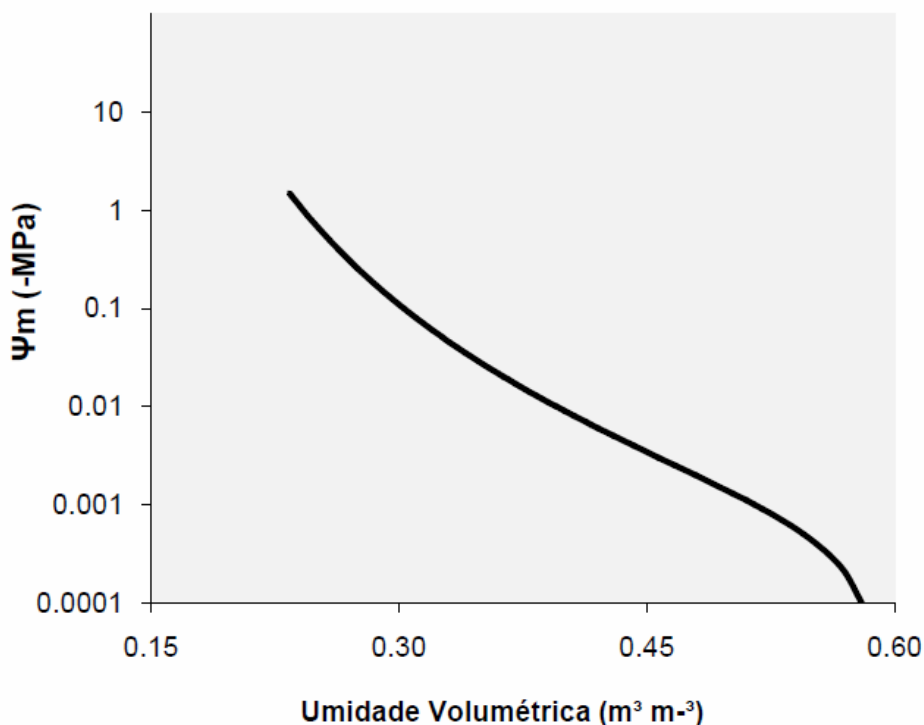


FIGURA 1 - Curva de retenção de água no solo

TABELA 1 - Característica físico-hídrica do solo.

CC	PMP	AD	Ds
$\text{m}^3.\text{m}^{-3}$	$\text{m}^3.\text{m}^{-3}$	$\text{m}^3.\text{m}^{-3}$	$\text{g}.\text{cm}^{-3}$
0,395	0,234	0,161	1,0

De acordo com a curva de retenção da água no solo, foram definidas as umidades correspondentes a cada tensão de água no solo. A quantidade de água aplicada foi definida através da equação 2.

$$Ti = \frac{(\theta_t - \theta_a)Cs}{q \cdot ef} \quad (2)$$

Em que:

- Ti - tempo de irrigação por planta, horas;
- θ_t - umidade volumétrica na tensão requerida (CC), $m^3 \cdot m^{-3}$;
- θ_a - umidade volumétrica atual (Tensiômetro), $m^3 \cdot m^{-3}$;
- Cs - camada de solo considerada, m^{-1} ;
- q - vazão do emissor, $m^3 \cdot hora^{-1}$;
- ef - eficiência de aplicação, 0,9.

Ao 33º dia após o transplântio as plantas foram cortadas e avaliadas quanto à produção de matéria fresca e matéria seca da parte aérea e raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico GENES (CRUZ & GENES, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, verifica-se a massa fresca da parte aérea do tomateiro em função da tensão de água no solo. Observa-se que a tensão de água no solo afetou a produção de matéria fresca da parte aérea do tomateiro.

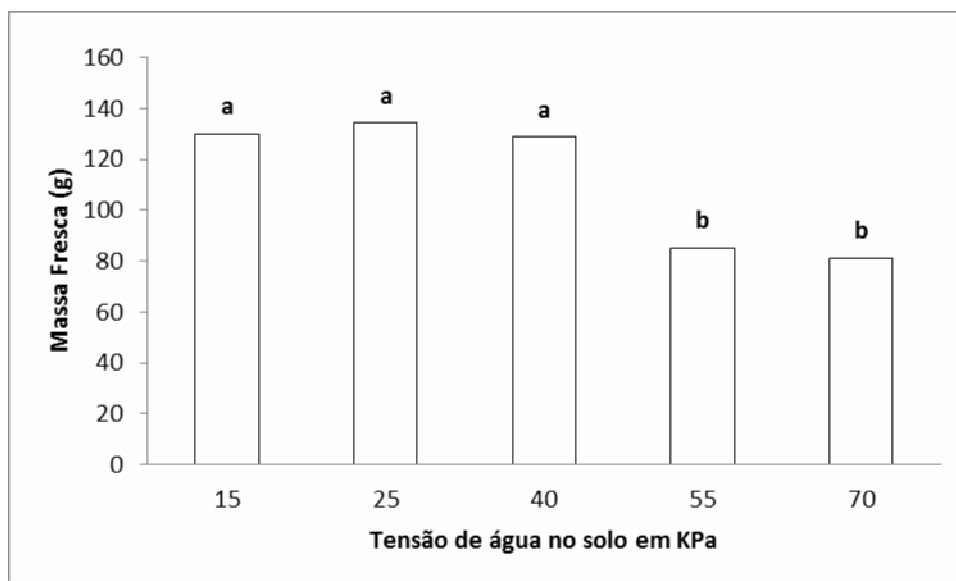


FIGURA 2 - Média da massa fresca da parte aérea do tomateiro, em função da tensão de água no solo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para a massa fresca da parte aérea, as tensões de água no solo de 15, 25 e 40 kPa diferiram significativamente das tensões de 55 e 70 kPa, sendo que as tensões de 15, 25 e 40 kPa não diferiram significativamente ($p < 0,05$). Para as tensões de 55 e 70 kPa não houve diferença significativa ($p < 0,05$). A produção de biomassa da parte aérea foi menor nas tensões de 55 e 70 kPa quando comparado com as tensões de 15, 25 e 40 kPa. Ao 33º dia após o transplântio das mudas, nota-se que até 40 kPa de tensão de água no solo não há redução na massa fresca da parte aérea, entretanto, tensões superiores a essa podem causar prejuízos a cultura. Estas observações também foram percebidas por MAROUELLI & SILVA (2007), em estudos com tomateiro, que observaram diferenças entre as massas das plantas de acordo com o aumento da tensão.

SANTOS & PEREIRA (2004) estudando a produção de alface em diferentes tensões, também observaram um decréscimo no rendimento da parte comercial da cultura conforme o aumento dos valores de tensão. A tendência de redução nas variáveis estudadas pode ser atribuída à diminuição do potencial matricial, que aumenta a energia de retenção da água no solo e, conseqüentemente, aumenta a energia que as plantas dispõem para a absorção de água, afetando negativamente as características de rendimento (MAROUELLI, 2008).

A figura 3 representa a massa seca da parte aérea do tomateiro em função da tensão de água no solo. Nota-se que a massa seca da parte aérea também foi influenciada pela tensão. Para a massa seca da parte aérea, as tensões de 15 e 25 kPa diferiram significativamente das demais tensões, sendo que as tensões de 15 e 25 kPa não diferiram significativamente ($p < 0,05$). A tensão de água no solo de 40 kPa diferiu significativamente das tensões 55 e 70 kPa, mas, para as tensões de 55 e 70 kPa não houve diferença significativa ($p < 0,05$). Ao 33º dia após o transplântio, observa-se que as maiores produções de massa seca da parte aérea ocorreram para as tensões de água no solo até 25 kPa, a partir desta, o aumento na tensão provocou queda na produção de massa seca. As menores aferições da massa seca da parte aérea ocorreram para as tensões de 55 e 70 kPa.

Resultados semelhantes foram encontrados por CARVALHO et al. (2013) avaliando o efeito de diferentes tensões de água no solo no desenvolvimento da cultura do pimentão vermelho em condições controladas. Os autores verificaram que a massa seca de plantas apresentou um decréscimo de 74,39% em função das tensões de água no solo, quando comparada a tensão de 15 kPa com a tensão 60 kPa.

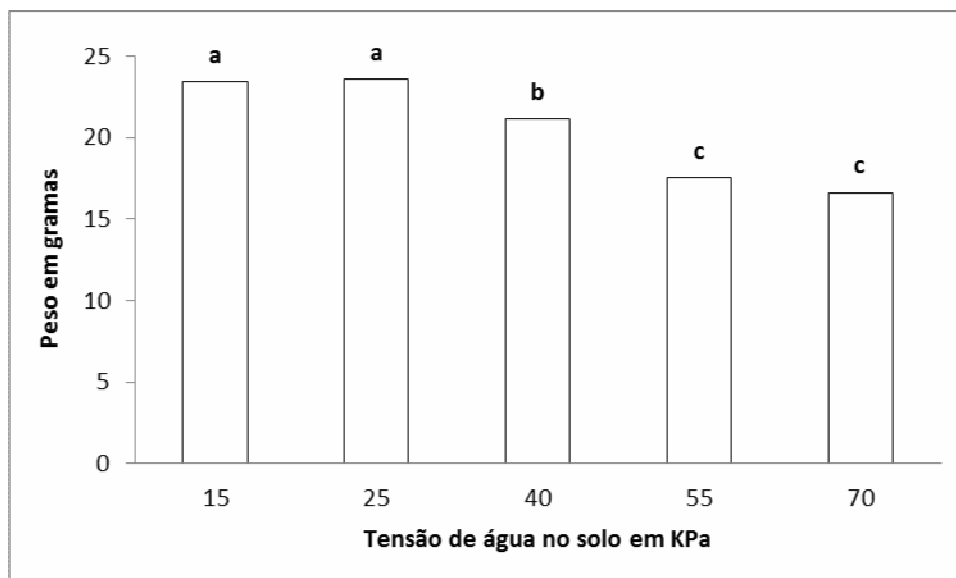


FIGURA 3 - Média da massa seca da parte aérea do tomateiro, em função da tensão de água no solo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na figura 4 pode-se observar que a redução na tensão de água no solo influenciou significativamente ($p < 0,05$) a produção de massa fresca da raiz do tomateiro. A tensão de 15 kPa diferiu significativamente das demais, produzindo maior quantidade de massa fresca. As tensões de 25 e 40 kPa não se diferenciaram estatisticamente ($p < 0,05$), mas, foram superiores às tensões de 55 e 70 kPa. Entre as tensões de 55 e 70 kPa também não houve diferença significativa ($p < 0,05$). A produção de massa fresca de raiz observada na tensão de 15 kPa foi 56,31 % superior à produção de raiz fresca nas tensões de 55 e 70 kPa. Os resultados apresentados indicam que tensões maiores que 55 kPa causam prejuízos à produção de biomassa do tomateiro.

Apesar da tensão de 25 kPa ter apresentado um comportamento estatístico semelhante a tensão de 15 kPa para a massa fresca e seca da parte aérea, para a massa fresca de raiz esse comportamento não foi observado, fato que pode estar relacionado a disponibilidade de água nessa tensão para o crescimento radicular da cultura.

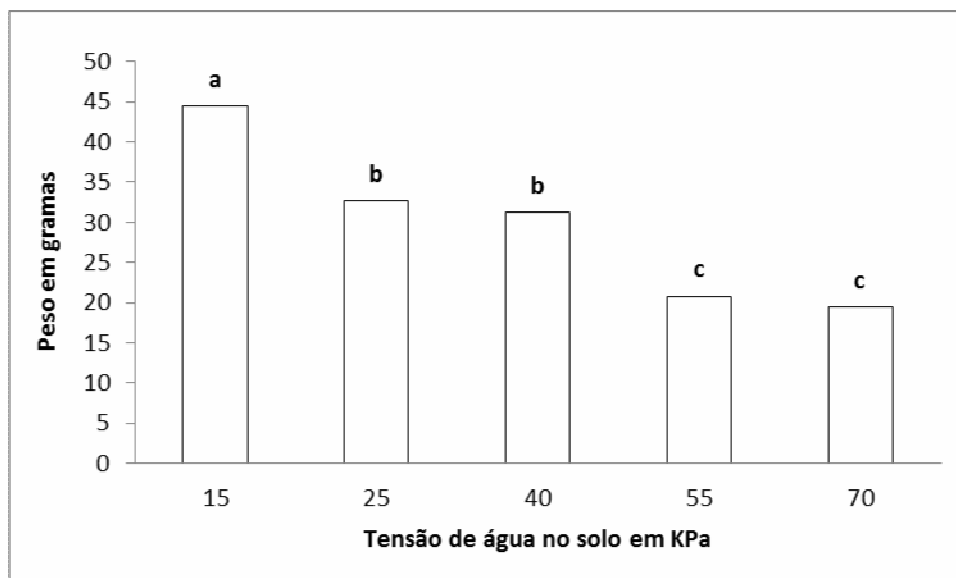


FIGURA 4 - Média da matéria fresca de raiz do tomateiro, em função da tensão de água no solo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Diante dos resultados apresentados nota-se que o aumento da tensão de água no solo influencia negativamente o desenvolvimento inicial do tomateiro, reduzindo a produção de biomassa em tensões elevadas. No entanto pode-se perceber que o tomateiro se desenvolve bem até a tensão de 25 kPa, não necessitando de tensões inferiores a essa durante a fase vegetativa. Dessa forma, fica claro que realizando o manejo adequado da irrigação, é possível obter produtividade de biomassa e melhorar a eficiência no uso da água.

CONCLUSÃO

A tensão de água no solo influenciou a produção de biomassa na fase inicial da cultura do tomateiro. O aumento da tensão de água no solo a partir de 25 kPa diminuiu a produção de matéria fresca e seca da parte aérea. A redução nos valores de tensão acarreta ganhos em massa fresca de raiz. Tensões menores que 25 kPa não são necessárias durante a fase vegetativa do tomateiro.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 625p.

BONOMO, D. Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, J. M.; MAGIERO, M. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n. 2, p. 157-169, 2013.

CARVALHO, K. S.; KOETZ, M.; POLIZEL, A. C.; CABRAL, E. A.; SILVA, C. R. M. Cultivo de pimentão vermelho submetido à tensão de água no solo. **Enciclopédia**

Biosfera, v.9, n.16, p.659-667, 2013.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S. & LOPES, P.P. **Programa para confecção da curva de retenção de água no solo, modelo Van Genuchten. Soil Water Retention Curve, SWRC (version 3,00 beta)**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2001.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2011. 230p.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2012, 04 de maio. FAOSTAT: Agricultural Production/tomato. Disponível em: <http://faostat.fao.org>.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística**. Levantamento sistemático da produção agrícola. 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201111.pdf >

MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 15p. (Boletim Técnico).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. Water tension threshold for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. **Irrigation Science**, v.25, p.411-418, 2007.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, p. 1-8. 2003.

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

MOREIRA, J. A. A.; CARDOSO, A. F.; COSTA, L. L.; RODRIGUES, M. S.; PEIXOTO, N.; BRAZ, L. T. Manejo da irrigação para otimização da produtividade e qualidade de frutos de tomateiro em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 408 - 417, 2012.

MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, v. 12, n. 3, p. 513-522, 1976.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SAE, 1991.p. 189-254.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n.3, p.569-577, 2004.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, v. 15, n. 4, p. 443-454, 2010.

SOARES, L. A. A.; SOUSA, J. R. M.; BRITO, M. E. B.; ANDRADE, E. M. G.; SÁ, F. V. S.; SILVA, E. C. B. Respostas fisiológicas tomateiro na fase de floração sob estresse hídrico. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.51-55, 2012.

VAN GENUCHTEN, M. Th. 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, 1980.