

TAXAS DE CRESCIMENTO DO TOMATEIRO SUBMETIDO A DIFERENTES REPOSIÇÕES HÍDRICAS SOB DOSES E FONTES DE FÓSFORO¹

Oswaldo Palma Lopes Sobrinho², Leonardo Nazário Silva Dos Santos³, Adinan Alves da Silva⁴, Frederico Antônio Loureiro Soares⁵, Marconi Batista Teixeira⁶, Fernando Nobre Cunha⁷

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar as taxas de crescimento absoluto e relativo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) submetido a diferentes reposições hídricas (RH) sob doses e fontes de fósforo. O experimento foi instalado em casa de vegetação do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (IF Goiano). Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados montado em esquema de parcelas subdivididas 4×2×4 com três repetições, totalizando 96 parcelas experimentais. Os tratamentos consistiram em quatro doses de P₂O₅ (25, 50, 100 e 200% da dose recomendada); duas fontes (fosfato monoamônio – MAP e organomineral – OM) e quatro RH (50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo). Foram mensurados os indicadores fisiológicos taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (TCAA) e a taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRA). Houve efeito significativo do fator isolado RH para TCAA e TCRA de tomateiro aos 66 dias após o plantio – DAP. A dose de 25% e aplicação da fonte MAP proporcionaram maior TCAA e TCRA de tomateiro aos 66 e 96 DAP, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., adubação fosfatada, indicadores fisiológicos, fosfato monoamônio e organomineral.

TOMATO GROWTH RATE SUBMITTED TO DIFFERENT WATER REPLACEMENTS UNDER DOSES AND PHOSPHORUS SOURCES

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the absolute and relative growth rates of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) submitted to different water replenishment (RH)

¹ EXTRAÍDO DE DISSERTAÇÃO

² Doutorando em Ciências Agrárias – Agronomia, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, Rodovia Sul Goiana, km 1, CEP 75901970, Rio Verde, GO. Fone (99) 98265-6372. E-mail: oswaldo-palma@hotmail.com

³ Prof. Doutor, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁴ Pós-Doutorando, Laboratório de Ecofisiologia e Produtividade Vegetal, IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁵ Prof. Doutor, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁶ Prof. Doutor, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO.

⁷ Pós-Doutorando, Laboratório de Hidráulica e Irrigação, IF Goiano, Rio Verde, GO.

under doses and sources of phosphorus. The experiment was installed in a greenhouse at the Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IF Goiano). A randomized block experimental design was adopted, assembled in a $4 \times 2 \times 4$ subdivided plot scheme with three replications, totaling 96 experimental plots. The treatments consisted of four doses of P_2O_5 (25, 50, 100 and 200% of the recommended dose); two sources (monoammonium phosphate - MAP and organomineral - OM) and four RH (50, 75, 100 and 125% of field capacity). The physiological indicators of absolute plant height growth (TCAA) and relative plant height growth rate (TCRA) were measured. There was a significant effect of the isolated factor blade for TCAA and TCRA of tomato at 66 days after planting – DAP. The 25% dose and application of the MAP source provided the highest tomato TCAA and TCRA at 66 and 96 DAP, respectively.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum* L., phosphate fertilization, physiological indicators, monoammonium and organomineral phosphate.

INTRODUÇÃO

Dados obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam o Brasil em 9ª posição no *ranking* com 2,5% da produção mundial onde são cultivados anualmente aproximadamente 64,4 mil *hectares* (IBGE, 2019). A cadeia produtiva do tomate vem enfrentado problemas por ser uma olerícola exigente em termos de nutrientes e água devido às estações de crescimento e temperaturas elevadas nas estufas agrícolas tornando-se necessário o emprego da irrigação para atender à necessidade hídrica da cultura (CARVALHO et al., 2017).

O cultivo em estufas vem se expandido cada vez mais por ser um avanço para a agricultura garantindo a minimização do efeito ambiental adverso e proporciona maiores produtividades (ISHII et al., 2016; SHAMSHIRI et al., 2018; EZZAERI et al., 2018). Todavia, são exigidas menores quantidades de água e nutrientes para o tomateiro que é cultivado em estufas, quando contrastado ao sistema tradicional (SUN et al., 2013).

Buscando aumentar a produtividade e a qualidade nutricional dos frutos do tomateiro é necessária à aplicação de doses adequadas de fósforo (P), sobretudo porque seu fornecimento propicia melhor desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (FILGUEIRA, 2013). O P atua no metabolismo das plantas, nos processos de transferência de energia da célula, na divisão celular, na respiração e fotossíntese, como componente estrutural dos ácidos nucléicos de cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (PELÁ et al.,

2009; Souza et al., 2013). Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as taxas de crescimento absoluto e relativo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) submetido a diferentes reposições hídricas sob doses e fontes de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), no município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil. Conforme Köppen-Geiger o clima da região é classificado como Tropical Úmido (Aw) com inverno seco e verão chuvoso (KOTTEK et al., 2006).

O solo utilizado nos vasos é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) de textura argilosa (SANTOS et al., 2018), com coleta de amostras na camada 0,0-0,20 m de profundidade. As características físico-químicas do solo foram determinadas conforme metodologias descritas por Teixeira et al. (2017).

Utilizou-se vasos plásticos de capacidade de 25 litros com 23 kg de solo. O sistema de irrigação adotado foi o de gotejamento superficial. Determinou-se a retenção de água no solo com uso para tal amostra indeformada do solo que foi saturada e submetida às tensões de 1, 2, 4, 6, 8 e 10 kPa nos funis de placa porosa e para as tensões maiores até 1.500 kPa foi utilizado a câmara de Richards (TEIXEIRA et al., 2017). A partir da umidade no potencial de 1.500 kPa determinou-se o ponto de murcha permanente (PMP) e no potencial de 10 kPa, a capacidade de campo (CC).

Após realização das análises determinou-se os parâmetros da equação de van Genuchten (1980) para a obtenção do conteúdo de água de um Latossolo Vermelho distroférico com parâmetros ajustados por Mualem (1976), utilizando o programa *Soil Water Retention Curve* – SWRC (DOURADO NETO et al., 2001). Ao final foi encontrada a seguinte equação: $\theta = \theta_r + ((\theta_s - \theta_r)/(1+(0,063.\psi_m)^{1,49})^{0,33})$.

Foi adotado o sistema de irrigação de gotejamento superficial em que o manejo foi realizado pelo método de tensiometria digital com a implantação de quatro baterias de tensiômetros. A análise e interpretação dos valores de coeficientes de uniformidade foram baseadas na classificação de Mantovani (2001), os quais apresentaram valores acima de 90% classificados como excelentes.

Realizou-se a adubação com base nos resultados das análises químicas do solo e na recomendação proposta por Sousa & Lobato (2004) para a cultura de tomate. O critério

utilizado para o cálculo das doses por vaso foi o de número de plantas considerando-se a população de 20.000 plantas por *hectare*.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados montado em esquema de parcelas subdivididas 4×2×4 com três repetições, totalizando 96 parcelas, sendo as reposições hídricas consideradas as parcelas (50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo), as fontes de P₂O₅ consideradas as subparcelas (fosfato monoamônio – MAP e organomineral – OM) e as doses de fósforo as subsubparcelas (25, 50, 100 e 200% da dose recomendada).

A cultivar tomate de mesa utilizada foi a Gaúcho melhorado nova seleção pertencente ao grupo Salada. As plantas foram conduzidas em sistema de tutoramento com fitilho. O manejo e tratos culturais foram realizados de acordo as recomendações e necessidades para a cultura do tomateiro (CLEMENTE & BOITEUX, 2012). A TCAA e TCRA foram avaliadas de acordo com a metodologia de Benincasa (2003) aos 66 e 96 DAP.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e em casos de significância realizou-se a análise de regressão para as doses e RH. O efeito das fontes de fósforo quando significativo foi comparado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância, houve efeito significativo do fator isolado RH para as variáveis taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (TCAA) e taxa de crescimento relativo em altura de plantas (TCRA) aos 66 DAP. Nota-se que as TCAA e TCRA aos 66 DAP em função das RH de irrigação adequou-se a equação polinomial de segundo grau (Figura 1A e B). O maior valor para a TCAA foi estimado na RH de 100%, igual a 74,62 cm dia⁻¹. Enquanto, a menor TCAA foi obtida na RH de 50%, igual a 65,28 cm dia⁻¹ (Figura 1A). Foi observado aos 66 DAP que a RH de 100% proporcionou maior valor de TCRA estimado em 19,38 cm cm⁻¹ dia⁻¹ e o menor valor foi obtido na RH de 50%, igual a 19,23 cm cm⁻¹ dia⁻¹ (Figura 1B).

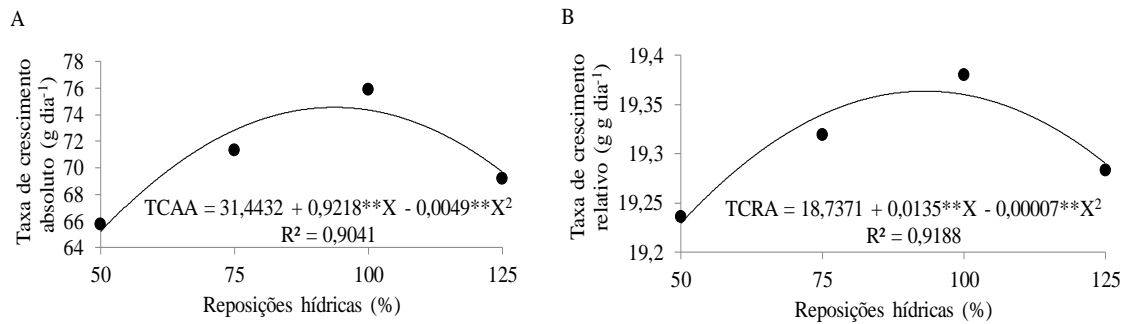


Figura 1. Taxa de crescimento absoluto em altura de plantas – TCAA (A) aos 66 dias após o plantio – DAP e taxa de crescimento relativo em altura de plantas – TCRA (B) aos 96 DAP do tomateiro em função das reposições hídricas.

O conhecimento sobre as taxas de crescimento se relaciona nas investigações das plantas em se adaptar a ambientes, ao manejo e tratos culturas e a competição entre espécies podendo ser utilizada para entender a forma e a utilidade das plantas (PEIXOTO et al., 2000; HUNT et al., 2002). Visando avaliar o desempenho agrônômico do tomateiro submetido a diferentes níveis de água e tipo de adubação, Matos et al. (2016) averiguaram que a menor taxa de RH proporcionou maior TCAA aos 84 DAP. Todavia, esse parâmetro fisiológico pode ser influenciado pelos fatores intrínsecos da planta, como o genótipo e até externos (luz, disponibilidade água, temperatura). Geralmente, as plantas utilizam grande quantidade de assimilados na construção de novos tecidos de sustentação e condução (BRAGANÇA, 2005).

Resultados similares aos deste estudo foram obtidos por Lopes et al. (2011) avaliando o crescimento sob diferentes coberturas de solo do tomateiro obtiveram crescimento máximo estimado de 15,75 g/planta/dia⁻¹ aos 64 DAP para a TCAA. Constatou-se para a TCRA crescimento máximo aos 31 DAP e em seguida decréscimo até o final do ciclo da cultura. Comportamento esse relacionado com o aumento da taxa de assimilação líquida de CO₂ e a quantidade da AF para interceptação de luz (PINZÓN-TORRES & SCHIAVINATO, 2008).

Houve efeito significativo para o desdobramento de doses de fósforo dentro de cada fonte de fósforo (MAP e OM) para TCAA e TCRA aos 66 e 96 DAP. Aos 66 DAP, a dose de 25% propiciou maior TCAA na fonte MAP estimada em 69,27 cm dia⁻¹. Enquanto, o menor valor foi obtido na dose de 200% estimado em 48,57 cm dia⁻¹ com ajuste a equação linear. Para tanto, não se observa equação ajustada para a fonte OM com média de 79,91, sendo superior a fonte MAP (Figura 2A). Para esta mesma variável aos 96 DAP, observa-se o mesmo comportamento em que a dose de 25% proporcionou maior valor na fonte MAP estimado em 99,63 cm dia⁻¹, sendo superior a fonte OM. Enquanto, o menor valor foi obtido na dose de 200% estimado em 78,40 cm dia⁻¹ com ajuste a equação linear. Dessa forma, não se observa equação ajustada para a fonte OM com média de 95,18 (Figura 2B).

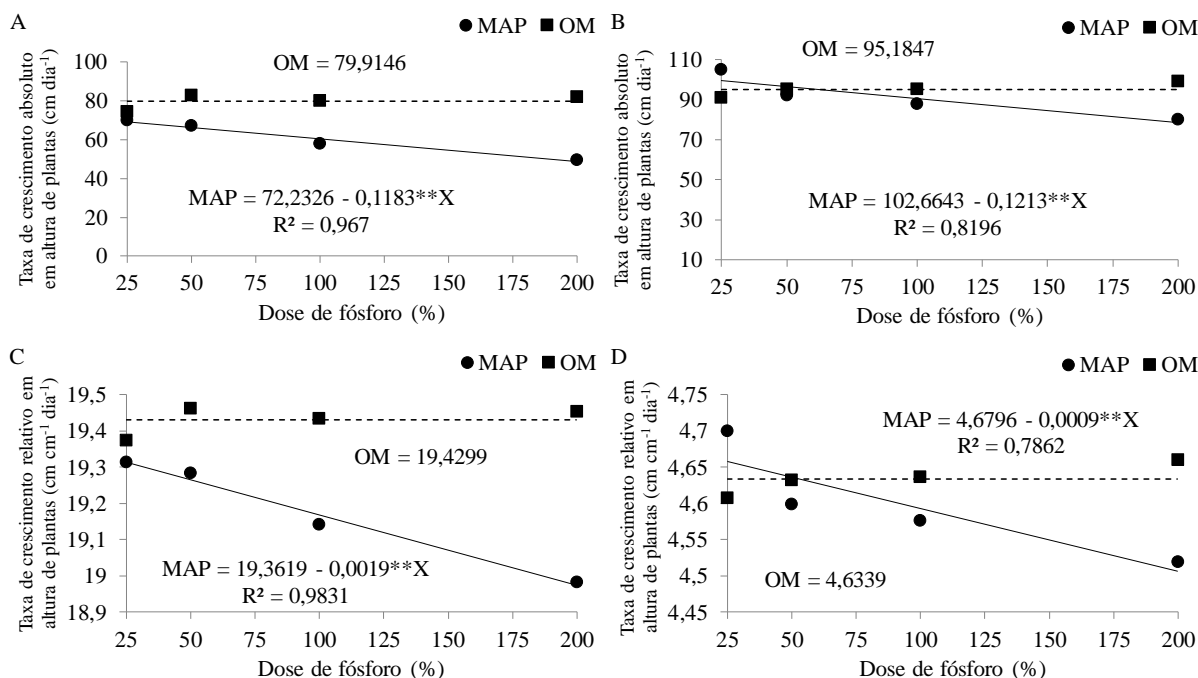


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto em altura de plantas – TCAA (A e B) e taxa de crescimento relativo em altura de plantas – TCRA (C e D) aos 66 e 96 dias após o plantio – DAP do tomateiro para cada fonte de fósforo (fosfato monoamônio – MAP e organomineral – OM) em função das doses de fósforo.

Aos 66 DAP, a dose de 25% propiciou maior valor de TCRA na fonte MAP estimado em 19,31 cm cm⁻¹ dia⁻¹. Enquanto, o menor valor foi obtido na dose de 200% estimado em 18,98 cm cm⁻¹ dia⁻¹ com ajuste a equação linear. Para tanto, não se observa equação ajustada para a fonte OM com média de 19,42, sendo superior a fonte MAP (Figura 2C). Para esta mesma variável aos 96 DAP, observa-se o mesmo comportamento em que a dose de 25% proporcionou maior valor na fonte MAP estimado em 4,65 cm cm⁻¹ dia⁻¹, sendo superior a fonte OM. Enquanto, o menor valor foi obtido na dose de 200% estimado em 4,49 cm cm⁻¹ dia⁻¹ com ajuste a equação linear. Dessa forma, não se observa equação ajustada para a fonte OM com média de 4,63 (Figura 2D).

Nas doses de 50, 100 e 200%, a TCAA aos 66 DAP para a fonte OM foi superior à fonte MAP com acréscimos de 23,18, 38,28 e 65,96%, respectivamente (Figura 3A). Aos 96 DAP, a dose de 25% na fonte MAP foi superior à fonte OM com incremento de 15,11%. Já a dose de 200% na fonte OM foi superior a fonte MAP com incremento de 23,64% (Figura 3B). Aos 66 DAP, a TCRA nas doses de 100 e 200% e OM foi superior em relação à fonte MAP com os receptivos acréscimos 1,51 e 2,47% (Figura 3C). Aos 96 DAP para esta mesma variável a dose de 200% na fonte OM foi superior quando contrastada a fonte MAP com acréscimo de 3,09% (Figura 3D).

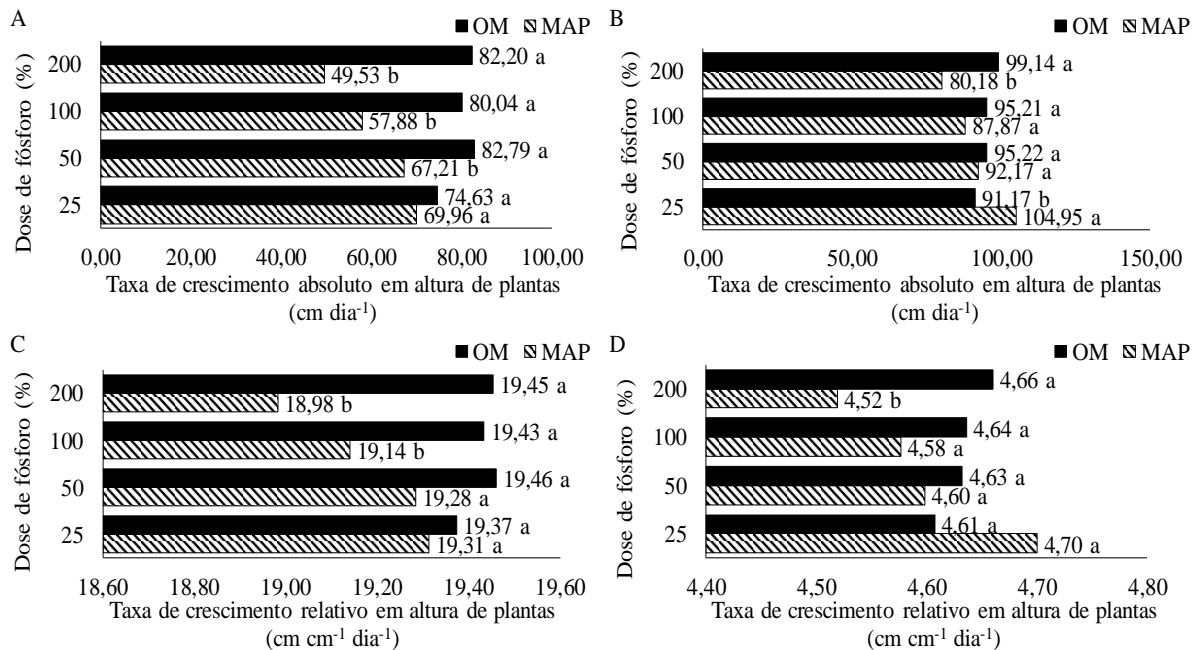


Figura 3. Taxa de crescimento absoluto em altura de plantas – TCAA (A e B) e taxa de crescimento relativo em altura de plantas TCRA (C e D) aos 66 e 96 dias após o plantio – DAP do tomateiro entre as doses de fósforo para cada fonte de fósforo (fosfato monoamônio – MAP e organomineral – OM).

Resultados condizentes aos deste estudo foram reportados por Soares et al. (2011) com objetivo de avaliar o crescimento e a formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico, os quais observaram que os dados para TCAA ajustaram-se a equação linear dos 51 aos 66 DAP e dos 81 aos 96 DAP, indicando um acréscimo de 2,44% por aumento de 20% da evapotranspiração.

CONCLUSÕES

A dose de 25% da adubação recomendada e aplicação da fonte fosfato monoamônico proporcionaram maior taxa de crescimento absoluto em altura de plantas e taxa de crescimento relativo em altura de plantas de tomateiro aos 66 e 96 dias após o plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.
- BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, UFV, 99p. 2005.

CARVALHO, A. R.; BRUM, O. B.; CHIMÓIA, E. P.; GOMES, E. A. F. Avaliação da produção da aquaponia comparada com a hidroponia convencional. **Vivências**, v. 13, n. 24, p. 79-91, 2017.

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S (ed). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 344 p.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Soil water retention curve. SWRC**, version 3.00. Piracicaba, 2001.

EZZAERI, K.; FATNASSI, H.; BOUHARROUD, R.; GOURDO, L.; BAZGAOU, A.; WIFAYA, A.; DEMRATI, H.; BEKKAOU, A.; AHAROUNE, A.; PONCET, C.; BOUIRDEN, L. The effect of photovoltaic panels on the microclimate and on the tomato production under photovoltaic canarian greenhouses. **Solar Energy**, v. 173, p. 1126-1134, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. ampl. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2013. 421p.

HUNT, R.; CAUSTON, D. R.; SHIPLEY, B. E ASKEW, P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, v. 90, n. 1, p. 485-488, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRA DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Em agosto, IBGE prevê alta de 5,9% na safra de grãos de 2019**. 2019.

ISHII, M.; SASE, S.; MORIYAMA, H.; OKUSHIMA, L.; IKEGUCHI, A.; HAYASHI, M.; KURATA, K.; KUBOTA, C.; KACIRA, M. GIACOMELLI, G. A. Controlled environment agriculture for effective plant production systems in a semiarid greenhouse. **JARQ**, v. 50, n. 2, p. 101-113, 2016.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated, **Meteorologische Zeitschrift**, 2006, p. 259-263.

LOPES, W. DE. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S. O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. DE. P. Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, 2011.

- MANTOVANI, E. C. **Avalia: programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada.** Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; DANTAS NETO, J. Parâmetros produtivos do tomate cereja em diferentes níveis de irrigação e tipos de adubação. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, p. 108-119, 2016.
- 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.
- PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. DE S.; MARTINS, M. C. M.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, 2000.
- PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTANA, J. S.; TEIXEIRA, I. R. Fontes de fósforo para adubação foliar na cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 4, p. 313-318, 2009.
- PINZÓN-TORRES, J. A.; SCHIAVINATO, M. A. Crescimento e fotossíntese em quatro leguminosas arbóreas. **Hoehnea**, v. 35, n. 3, p. 395-404, 2008.
- SANTOS, H. G. DOS.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS.; OLIVEIRA, V. A. DE.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE.; ARAUJO FILHO, J. C. DE.; OLIVEIRA, J. B. DE.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SHAMSHIRI, R. R.; JONES, J. W.; THORP, K. R.; AHMAD, D.; MAN, H. C.; TAHERI, S. Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review. **Int. Agrophys**, v. 32, p. 287-302, 2018.
- SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V.; ARAÚJO, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 203-212, 2011.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SOUZA, L. F.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J.; CAIXETA, C. G.; RIBEIRO, V. J.; CASTRO, J. S. Disponibilidade de P em Latossolo argiloso após incubação de doses de superfosfato triplo revestido com polímeros. **Revista Cerrado Agrociências**, v. 4, n. 1, p. 58-70, 2013.

SUN, Y.; HU, K. L.; FAN, Z. B.; WEI, Y. P.; LIN, S.; WANG, J. G. Simulating the fate of nitrogen and optimizing water and nitrogen management of greenhouse tomato in North China using the EU-Rotate-N model. **Agricultural Water Management**, v. 128, p. 72–84, 2013.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**, 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017, 57p.

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