

● AGRONOMIA

LÂMINA ÓTIMA ECONÔMICA PARA O TOMATEIRO IRRIGADO CV. ANDRÉA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Taynara Tuany Borges Valeriano¹, Márcio José Santana², Stefany Silva de Souza³,
Uander da Costa Pereira⁴, Talita Melo Campos⁵

RESUMO: A cultura do tomate representa um dos maiores mercados agrícola brasileiro, sendo uma cultura exigente em tratamentos culturais adequados, principalmente aqueles voltados para a prática de irrigação. Neste trabalho, teve-se como objetivo avaliar o rendimento do tomate de mesa híbrido Andréa, as reposições da água de irrigação, a partir da determinação de lâminas ótimas (física e econômica). Os tratamentos constaram de cinco reposições de água no solo (70%, 100%, 130%, 160% e 190% da lâmina necessária para elevar a umidade à capacidade de campo). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram determinadas a produtividade da cultura e as lâminas ótimas, física e econômica. As lâminas ótimas, física e econômica foram de 581,4 mm e 415 mm, apresentando produtividades de 72,64 t ha⁻¹ e 61,8 t ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Casa de vegetação. Viabilidade econômica.

ECONOMIC OPTIMAL BLADE FOR IRRIGATED TOMATO CV. ANDRÉA IN PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT: Tomato cultivation represents one of the largest Brazilian agricultural markets, being a demanding crop in suitable cultural treatments, especially those focused on the practice of irrigation. The objective of this study was to assess the yield of the hybrid tomato Andréa, of irrigation water replenishment, from the determination of optimal slides (physical and economic). The treatments consisted of five replenishments of soil water (70%, 100%, 130%, 160% and 190% of the blade needed to raise the humidity to the field capacity). The experimental design was completely randomized, with four replications. The yield of the crop and the optimal blades, physical and economic, were determined. The best physical and economical slides were 581.4 mm and 415 mm, presenting yields of 72.64 t ha⁻¹ and 61.8 t ha⁻¹, respectively.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Greenhouse. Economic viability.

¹Doutoranda em Produção Vegetal. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP, Brasil. taynarabvaleriano@gmail.com;

²Professor Dr. Em Irrigação e Drenagem. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil. marciosantana@iftm.edu.br;

³Doutoranda em Produção Vegetal. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP, Brasil. stefany_souzakz@hotmail.com;

⁴Doutorando em Produção Vegetal. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil. uanderdelterere@hotmail.com;

⁵Engenheira Agrônoma. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil.

INTRODUÇÃO

O cultivo do tomate é destaque na economia brasileira, não só pelo valor econômico, mas também por ser uma atividade geradora de grande número de empregos (SOUZA *et al.*, 2010). De acordo com Thebaldi *et al.* (2013), a cultura do tomateiro representa um dos maiores mercados agrícolas brasileiros, ocupando área plantada de 58.000 hectares, dos quais 40.000 hectares são de tomate fresco e 18.000 hectares de tomate destinado ao processamento. De acordo com Camargo Filho e Camargo (2017), a produção mundial de tomate obteve uma expansão de 45,5%, entre 1991 a 2012, sendo que no Brasil o tomate de mesa contribuiu, 45,8% de área cultivada e 54,2% de produtividade, nesta expansão. Minas Gerais é um dos maiores estados produtores de tomate de mesa totalizando 167698 toneladas. O Triângulo Mineiro junto com a região do Alto Paranaíba são responsáveis pela terceira maior produção do estado, 28629 toneladas (IBGE, 2016).

Para a obtenção de maior produtividade e manutenção da qualidade do produto ao final do ciclo, adota-se o cultivo em ambiente protegido (REIS *et al.*, 2009). O cultivo em ambiente protegido no Brasil vem desenvolvendo devido à maior proteção quanto aos fenômenos climáticos, como: geadas, excesso de chuvas, diminuição da temperatura noturna, proteção do solo contra a lixiviação e redução dos custos com fertilizantes e defensivos, enquanto as colheitas nesses ambientes excedem as que se obtêm a céu aberto (OLIVEIRA, 1995; FAYAD *et al.*, 2001; CUNHA *et al.*, 2002; CARRIJO *et al.*, 2004; REIS *et al.*, 2009).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma solanácea herbácea, com caule flexível, e na forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Nessa cultura, mais de 60% das raízes localizam-se nos primeiros 10 cm do perfil do solo, portanto, é uma cultura exigente em tratamentos culturais, dentre os quais se destaca a irrigação (FILGUEIRA, 2008).

A irrigação exerce forte influência na produção e qualidade dos frutos, além de reduzir a incidência de anomalias fisiológicas (FILGUEIRA, 2008). De acordo com Reis *et al.* (2009), a água é o fator mais importante a ser considerado para maximizar a produção e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas. Entretanto, o manejo inadequado do sistema de irrigação e da cultura pode inviabilizar o processo de produção (VALERIANO *et al.*, 2016). Portanto, a eficiência do sistema consiste em oferecer a quantidade certa no momento adequado requerido pela planta.

Durante o ciclo produtivo dos cultivos, as exigências hídricas variam conforme o estágio fenológico. Alvarenga (2004) menciona que, na fase de germinação, as sementes do tomateiro são pouco exigentes em umidade, bastando a umidade estar um pouco acima do ponto de murcha permanente para ocorrer à germinação. Entretanto, nas fases de desenvolvimento e produção, a cultura torna-se bastante exigente em água.

De acordo com Marouelli *et al.* (2011), existe uma estreita relação entre o aparecimento e o desenvolvimento de algumas doenças no tomateiro e a forma com que a água é aplicada às plantas, portanto, o sistema de irrigação por gotejamento minimiza a incidência de várias doenças bacterianas foliares em tomateiro, por não molhar a parte aérea das plantas, além proporcionar ainda uma economia de água e melhor qualidade dos frutos (MAROUELLI; SILVA, 2006).

Um manejo eficiente da irrigação requer informações relacionadas às necessidades de águas das culturas e da função de produção das culturas à água. O uso das funções de resposta permite encontrar soluções úteis na otimização do uso da água e dos fertilizantes, obtendo-se o máximo do produto com determinado custo de produção (CASTRO *et al.*, 2007).

As pesquisas que envolvem fatores como lâmina de água e fertilizantes, apontam recomendações vistas à produtividade física máxima. De forma geral não levam em conta o aspecto econômico, fator este que deve ser considerado, pois o ótimo econômico nem sempre corresponde à máxima produtividade física.

Um manejo eficiente da irrigação requer informações relacionadas às necessidades de águas das culturas e da função de produção das culturas à água. O uso das funções de resposta permite encontrar soluções úteis na otimização do uso da água e dos fertilizantes, obtendo-se o máximo do produto com determinado custo de produção (CASTRO *et al.*, 2007).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho determinar as lâminas ótimas, física e econômica, no cultivo do tomateiro de mesa cv. Andréa irrigado em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação modelo arco em Uberaba, MG. A mesma se localiza a 800m de altitude, nas coordenadas de 19° 39' 19"S de latitude e 47° 57' 27"W de longitude.

Foi realizada a classificação do clima, conforme Thornthwaite (1948), sendo o clima do tipo B'1rB'4a', úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica, megatérmico e com evapotranspiração relativa inferior a 48 mm. Com precipitação anual de 1476 mm e temperatura média de 21,9 °C, o solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013).

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, segundo modelo de Genuchten (1980), foram obtidas de acordo com Dourado Neto *et al.* (1995), (Tabela 1). Com o auxílio do software SWRC versão 3.0 (Soil Water Retention Curve), foram obtidos os parâmetros de ajuste das equações. A obtenção da curva de água no solo foi realizada em amostras indeformadas no Laboratório de Relação Solo-Plantado Departamento de Engenharia da UFPA, em Lavras, MG.

A densidade média do solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm foi obtida através do cilindro volumétrico tipo Uhlund, cujos valores foram 1,1 g cm⁻³ e 1,01 g cm⁻³, respectivamente.

Tabela 1. Resultados da caracterização hídrica do solo da área experimental.

Camada(cm)	Equação	R2
0 – 20	$\theta = \frac{0,46}{[1 + (1,4 * \psi_m)^{4,707}]^{0,116}} + 0,078$	0,925
20 – 40	$\theta = \frac{0,375}{[1 + (0,985 * \psi_m)^{6,917}]^{0,127}} + 0,238$	0,958

θ =umidade volumétrica (cm³ cm⁻³); ψ_m =potencial matricial (kPa)

A cultivar utilizada foi o híbrido Andréa, com resistência aos fungos dos gêneros *Fusarium* (raças 1 e 2) e *Verticillium*, com hábito de crescimento indeterminado, considerado de longa-vida estrutural, com ciclo produtivo de aproximadamente 180 dias e com o peso dos frutos variando de 120 a 140 g (ALVARENGA, 2004; CARVALHO; TESSARIOLI NETO, 2005).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (canteiros) e cinco tratamentos com base na tensão de água no solo (70%, 100%, 130%, 160% e 190% da lâmina necessária para elevar, diariamente, a umidade do solo à capacidade de campo) (Tabela 2).

Tabela 2. Lâminas de água aplicadas nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Lâminas aplicadas (mm)
70%	372
100%	478
130%	584
160%	693
190%	802

Cada parcela experimental foi constituída por duas linhas de plantio com 14 plantas. As plantas localizadas no centro da parcela, quatro delas foram consideradas como parcela útil. O espaçamento utilizado foi de 0,75 x 1,0 m e a cultura tutorada em sistema de cerca cruzada.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor e, 35 dias após, as mudas foram transplantadas para local definitivo. A adubação seguiu recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999) com seis coberturas, aplicação de potássio e nitrogênio. Os demais tratamentos culturais seguiram recomendações de Filgueira (2008).

Foi instalada uma bateria de tensiômetros em três parcelas do tratamento 100% em duas profundidades (0,10 e 0,30 m). Para aplicação dos tratamentos, foi adotado um sistema de irrigação por gotejamento, sendo emissores do tipo integrado inseridos no tubo no momento da extrusão e distanciados entre si de 0,75 m, equivalente a um emissor por planta. As leituras dos tensiômetros foram realizadas com um tensiômetro

de punção. Obtida a tensão média no tratamento considerado 100%, as lâminas dos demais tratamentos foram obtidas por meio da relação direta.

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

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

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

$$LB_{média} = LM_{média 10cm} + LB_{média 30cm} \quad (3)$$

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

$$k = LR = \frac{CEa}{(2 * CEe - CEa)} \quad (5)$$

$$T = \frac{LB_{média} * A}{e * qa} \quad (6)$$

em que:

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

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo (cm³ cm⁻³);

θ_{atual} = umidade no momento de irrigar (cm³ cm⁻³);

z = profundidade do sistema radicular;

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

k = constante que leva em consideração a salinização do solo, bem como a eficiência de aplicação do sistema; Ea = eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,90);

LR = lâmina necessária para lavagem do solo;

CEa = condutividade elétrica da água de irrigação (dS m⁻¹);

CEe = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (dS m⁻¹);

CU = coeficiente de uniformidade;

LB_{média10cm} = lâmina obtida pela média das leituras dos sensores instalados a 0,10 m;

LB_{média30cm} = lâmina obtida pela média das leituras dos sensores instalados a 0,30 m;

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

A = área ocupada por planta (m²);

e = número de emissores por planta; e,

qa = vazão média dos emissores (L h⁻¹).

Após atingirem o ponto de colheita, os frutos foram pesados e classificados, conforme Alvarenga (2004), gerando os valores médios de produtividade. Essa variável foi submetida à análise de variância, sendo os efeitos dos tratamentos estudados por meio de análise de regressão.

O modelo utilizado para o ajuste da função de produção foi um polinômio do segundo grau, conforme Equação 7:

$$y = f(w) = a + bw + cw^2 \quad (7)$$

em que:

y = produtividade (t ha⁻¹);

w = lâmina total de água aplicada (mm); e,

a, b e c = parâmetros da equação.

Para a abordagem econômica da irrigação em um determinado sistema de produção, Peri *et al.* (1979), citados por Frizzone (1986), introduziram o conceito de lâmina ótima econômica, correspondente à máxima receita líquida obtida.

$$L(W) = Py \cdot y - Pw \cdot W - C \quad (8)$$

em que:

L (W) = lucro (R\$ ha⁻¹);

Py = preço do tomate (R\$ kg⁻¹);

Pw = preço do fator água (R\$ mm⁻¹);

W = lâmina total de água aplicada (mm);

Y= produtividade do tomate (kg ha⁻¹); e,

C = custo dos fatores mantidos constantes no experimento (R\$)

O fator Py representou o preço médio (R\$ 1,90 por kg) do tomate italiano no mês de setembro de 2014, no comércio do Triângulo Mineiro, microrregião do Estado de Minas Gerais, onde se localiza o município de Uberaba, MG. Enquanto o Pw representou o custo do volume unitário de água, acrescido do custo de energia utilizada no bombeamento, da depreciação do sistema de irrigação e dos custos de operação e manutenção desse sistema, conforme menciona Pereira (2005).

Para a composição do custo da irrigação a ser empregado na análise econômica, tomou-se por base o sistema de gotejamento por expressar a realidade dos produtores da região, com o custo estimado de R\$ 5.000,00 ha⁻¹. O valor residual foi estimado em 20% do valor da aquisição, segundo Pereira (2005), o que equivale a R\$ 1.000,00.

A depreciação do sistema foi calculada conforme a Equação 9:

$$Dp = \frac{(Vc - Vr)}{Vu} \quad (9)$$

em que:

Dp= depreciação do sistema (R\$);

Vc= valor de compra do sistema (R\$);

Vr= valor residual do sistema (R\$); e,

Vu= vida útil do sistema (anos).

Brasil (1987) relata que a manutenção e a operação do sistema equivalem a 2% do valor de aquisição, o que representa R\$ 50,00 (dois ciclos produtivos por ano) por ciclo.

O custo da energia para bombeamento varia de acordo com a classe de consumidor e tipo de contrato. Considerou-se no presente trabalho, a classe consumo rural normal e o grupo de tensão B. Foram considerados o consumo e a demanda de energia (kWh) e o custo final de energia (R\$) que foi calculado com as Equações 10 e 11, sugeridas por Carvalho e Reis (2000).

$$C = 2,64 + 0,8.P \quad (10)$$

$$CustoFinal = \frac{T.NH}{0,82} \quad (11)$$

em que:

C= consumo de energia;

P = Potência em cv (considerado um conjunto motobomba de 10 cv)

T= tarifa de consumo em R\$ kW h⁻¹; e,

NH= número de horas de irrigação (5 horas diárias e 120 dias que é o ciclo do tomate).

Para o cálculo da energia de bombeamento, utilizou-se a lâmina aplicada no tratamento 100%. O valor da tarifação para o mês de setembro de 2014 foi de R\$ 0,25272 kW h⁻¹.

Substituindo todos os valores citados anteriormente nas Equações 10 e 11, obteve-se o valor do custo da lâmina de R\$ 0,3165 mm⁻¹. Não foi considerado o custo para o volume de água utilizado, sendo a captação considerada pública ou de uso do produtor.

Considerando que o lucro é máximo quando a primeira derivada do rendimento em relação à lâmina total de água for igual à relação entre fator e produto, tem-se nas equações:

$$\frac{\partial L(Y)}{\partial W} = \frac{\partial Y}{\partial W} \cdot Py - Pw,$$

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = \frac{Pw}{Py},$$

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = b + 2cW = \frac{Pw}{Py}$$

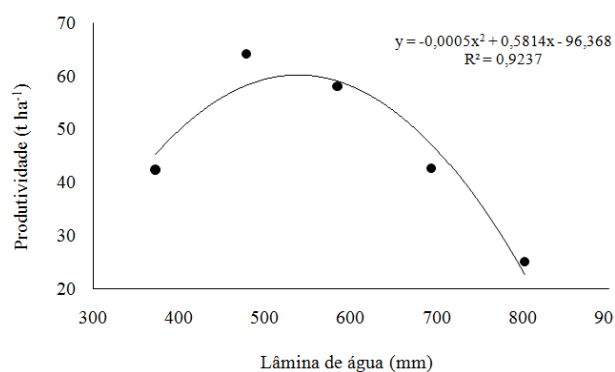
O custo de produção da cultura considerado foi de R\$ 17,15 por caixa de 22 kg (CEPEA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo dos níveis de reposição de água no solo sobre a produtividade. A menor lâmina aplicada, correspondente ao tratamento de 70%, foi de 372mm, já a maior lâmina do tratamento de 190% foi igual a 802mm.

Houve uma tendência de aumento da produtividade até aproximadamente 500 mm com posterior decréscimo (Figura 1).

Figura 1. Produtividade de tomateiro “Andréa” em função das lâminas aplicadas.



Dessa forma, lâminas menores ou maiores ocasionaram perdas de produtividade, em relação à reposição de 100%. Para Guimarães (1988), o déficit hídrico ocasiona murchamento das plantas, prejudicando sua fisiologia, culminando em queda de produtividade. Outros autores encontraram resultados semelhantes (CARVALHO *et al.*, 2000; SANTANA, 2007). O produto físico marginal (PFMa) foi obtido a partir da função de produção estimada (Equação 12).

$$y = -0,0005w^2 + 0,5814w - 93,368 \quad (R^2 = 92,37\%) \quad (12)$$

Considerou-se como lâmina de água economicamente ótima aquela que conduziu ao rendimento com máxima margem bruta. Dessa forma, derivou-se a estimativa das funções de produção, obtendo-se o valor do produto físico marginal (PFMa) e, em seguida, igualou-se à relação preço da água e do produto (CARVALHO, 1995; PEREIRA, 2005).

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = 0,5814 - 0,001w = \frac{P_w}{P_y} \quad (13)$$

Quando o valor do PFMa atinge o valor zero, conclui-se que a lâmina aplicada proporcionou a produtividade física máxima. Igualando-se à primeira derivada a zero (PFMa=0). As lâminas ótimas física e econômica foram respectivamente 581,4 mm e 415 mm (Tabela 3).

Tabela 3. Lâmina que proporcionou a máxima produtividade física estimada (L.F.), produtividade física máxima estimada (P.F.), máxima produtividade econômica (L.O.) e produtividade economicamente ótima (P.O.).

L.F. (mm)	P.F. (t ha ⁻¹)	L.O.(mm)	P.O. (t ha ⁻¹)
581,4	72,64	415	61,8

A variação da lâmina ótima econômica em função da variação da relação P_w/P_y , obteve tendências semelhantes à observada por Pereira (2005) e Santana (2007) (Figura 2). Como exemplo, analisa-se uma relação custo/benefício de 30% ($P_w/P_y=0,3$); a lâmina ótima econômica é de 281,4 mm. Quando se avalia a lâmina ótima econômica (Tabela 3), a relação P_w/P_y é de 0,166 considerada baixa em função do preço da água. A partir do ponto em que PFMa apresentou valor nulo, a aplicação de maiores lâminas de água conduziu a valores negativos (Tabela 4), indicando ser antieconômico o uso dessas lâminas. Resultados semelhantes foram observados por Pereira (2005) e Santana (2007).

Figura 2. Lâmina total de água economicamente ótima, em função da relação entre o preço da lâmina e o preço do tomate.

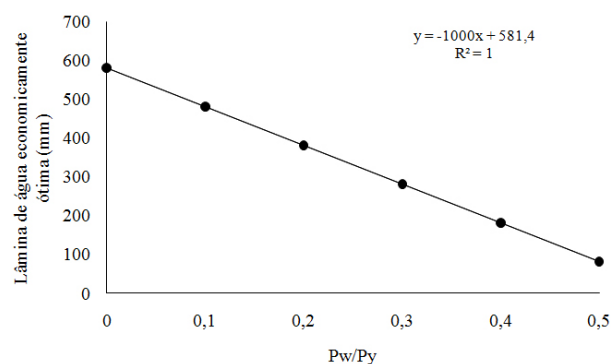


Tabela 4. Produtos físicos marginais (PFMa) para as diferentes lâminas aplicadas.

Reposição de água no solo (%)	Lâminas aplicadas (mm)	PFMa
70	372	0,20
100	478	0,10
130	584	-0,0026
160	693	-0,11
190	802	-0,22

CONCLUSÃO

Diante do exposto, o presente estudo que teve como objetivo avaliar o rendimento do tomate de mesa híbrido Andréa e as reposições da água de irrigação, a partir da determinação de lâminas ótimas (física e econômica). Dessa forma, pôde-se verificar que o tomateiro cultivar Andréa, cultivado em ambiente protegido e irrigado por gotejamento, a lâmina ótima econômica

foi de 415 mm proporcionando uma produtividade de 61,8 t ha⁻¹. A lâmina econômica foi 71,3% lâmina física aplicada durante a condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400p.
- BRASIL. Programa Nacional de Irrigação. **Tempo de irrigar: manual do irrigante**. São Paulo: Mater, 1987.
- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 35, p. 160-166, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170202>.
- CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.22, n.1, p.5-9, 2004.
- CARVALHO, J. A.; REIS, J. B. R. S. Avaliação dos custos de energia de bombeamento e determinação do diâmetro econômico da tubulação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 441-449, 2000.
- CARVALHO, J. A. **Coefficientes de cultura, avaliação econômica da produção e análise do crescimento da cenoura (*Daucus carota* L.) irrigada**. 1995. 78f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- CARVALHO, J. A. et al. Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico e doses de nitrogênio sobre a produção do pimentão. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.1.p. 262-267. 2000.
- CARVALHO, L. A.; TESSARIOLLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.986-989, 2005.
- CASTRO, R. P. de. et al. Modelos de decisão para otimização econômica do uso da água em áreas irrigadas da fazenda experimental Vale do Curu, Pentecoste – CE. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 377-392, 2007.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, Imprensa Universitária UFV, 1999. 359p.
- CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. Efeito do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.37, n.6, p.735-743, 2002.
- FAYAD, J. A. et al. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.19, n.3, p.9-13, 2001.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 4, p. 892-898, 1980.
- GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 157-174.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- MAROUELLI W.A.; SILVA W.L.C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.24, p. 342-346. 2006.
- MAROUELLI, W. A. et al. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e consorciado com coentro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 3, p. 429-434, 2011.
- OLIVEIRA, M. R. V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.8, p.1049-60, 1995.
- PEREIRA, J. R. D. **Viabilidade técnica e econômica das aplicações de água e nitrogênio no cultivo de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.)**. 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- REIS, L.S.; SOUZA, J.L.; AZEVEDO, C.A.V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n. 3, p. 289-296, 2009.

SANTANA, M. J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação.** 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SANTOS, H.G, dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília, DF.: Embrapa, 2013. 353p.

SOUZA, J. A. R. et al. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.18, n.3, p.198-207, 2010.

THEBALDI, M. S. et al. Características produtivas do tomate irrigado por diferentes sistemas de irrigação e qualidade de água. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 43-58, 2013.

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

VALERIANO, T. T. B. et al. Alface americana cultivada em ambientes protegido submetida a doses de potássio e laminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.21, n.3, p. 620-630, 2016.