



Manejo de irrigação para a alface americana cultivada em ambiente protegido

Taynara Tuany Borges VALERIANO^{1*}, Márcio José de SANTANA²,
Marcos Vinícios de JESUS², Letícia de Souza LEITE²

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil.

²Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil.

* E-mail: taynarabvaleriano@gmail.com

Recebido em maio/2017; Aceito em outubro/2017.

RESUMO: A produção de alface em ambiente protegido, aliada ao uso de práticas como a irrigação, contribui para o aumento da produtividade e melhoria na qualidade desta hortaliça. O objetivo deste trabalho foi avaliar os métodos do Tanque Classe A, Tanque Alternativo, Blaney-Criddle, Hargreaves e Drenos Coletores, utilizados para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração da cultura (ET_c), bem como seus efeitos sobre a produtividade da alface americana, em ambiente protegido. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com oito repetições e cinco métodos climáticos de estimativa da ET_o e ET_c, Hargreaves, Blaney-Criddle, Tanque Classe A, Tanque Alternativo (Minitanque) e Drenos coletores de água de percolação. As variáveis analisadas foram, massa total da planta, massa comercial, massa seca da cabeça, número de folhas internas e eficiência do uso da água. Os métodos climáticos representados pelas equações de Hargreaves e Blaney-Criddle apresentaram desempenho superior aos tanques evaporímetros, com produção comercial de 191,10 g planta⁻¹ para o método de Hargreaves e de 173 g planta⁻¹ para Blaney – Criddle. A maior eficiência do uso da água foi obtida utilizando também os métodos de Hargreaves e Blaney – Criddle, sendo estas 0,64 e 0,67 g mm⁻¹, respectivamente.

Palavra-chave: eficiência do uso da água, evapotranspiração, *Lactuca sativa* L., estresse hídrico.

Irrigation management methods crisphead lettuce grown in a greenhouse

ABSTRACT: Lettuce is the main herbaceous vegetable in production and consumption of the Brazil. It is a culture dependent primarily of water, and its production in a protected environment, coupled with the use of irrigation practices, can contribute to increased yield and improved quality of vegetable. In this context and in the national water scenario the use of irrigation management techniques is essential. The current experiment was conducted in a greenhouse to evaluate the effects of irrigation established by different methods in the yield of lettuce grown in protected environment. The cultivar used was Taina, the crisphead type. The experimental design was a randomized block with 8 repetitions, 5 management methods of irrigation. Irrigation levels were established by equations Hargreaves, Blaney-Criddle, Tanque Classe A, Tanque Alternativo and Drenos Coletores. The variables evaluated were: total weight of the plant, yield (commercial weight or head), dry mass of head, number of inner leaves, head circumference, diameter and efficiency of water use. It was observed that climate methods represented by the equation Hargreaves and Blaney-Criddle outperformed the evaporimeters tanks when installed within protected environments. The greater efficiency of water use was obtained using the method Hargreaves and Blaney - Criddle, which is 0.64 and 0.67 g mm⁻¹, respectively.

Keywords: water use efficiency, evapotranspiration, *Lactuca sativa* L., rational management.

1. INTRODUÇÃO

Lactuca sativa L.) é considerada a mais importante devido ao seu alto consumo e viabilidade de produção ao longo do ano (OLIVEIRA et al., 2004; VALERIANO et al., 2016).

Neste contexto a alface do tipo americana tem ganhado cada vez mais espaço, devido a característica das folhas internas, que são imbricadas e crocantes, e também em função da maior conservação de pós colheita (BRZEZINSKI et al., 2017).

O cultivo da alface apresenta algumas restrições, apesar de ocorrer em todas as regiões do Brasil. A principal limitação é a alta sensibilidade desta cultura a condições adversas de temperatura, umidade e precipitação (YURI et al., 2017). Em função dessa limitação o cultivo em ambiente protegido tem sido bastante aceito e difundido em todo o

país, pois além de amenizar os efeitos adversos das condições climáticas, diminui possíveis infestações de pragas e doenças (LIMA JÚNIOR et al., 2011).

A prática da irrigação associada ao cultivo em ambiente pode contribuir para o aumento da produtividade assim como a melhoria na qualidade do produto, entretanto o manejo inadequado do sistema de irrigação pode inviabilizar o processo de produção. (VALERIANO et al., 2016). Dentro deste contexto, de acordo com Lima Júnior et al. (2012), resultados de pesquisas que exploram o potencial dessa tecnologia em diferentes condições climáticas, ainda são insuficientes.

A determinação da quantidade de água necessária é um parâmetro importante no uso sustentável dos recursos hídricos (ESTEVES et al. 2010). A forma usual de se quantificar a água a ser aplicada ao longo do ciclo da cultura,

é considerar os processos de evaporação do solo e de transpiração da planta conjuntamente, denominada evapotranspiração (BANDEIRA et al., 2011).

Os tanques de evaporação têm ganhado destaque na estimação da evapotranspiração de referência (ET₀) (KOETZ et al., 2006). O mais utilizado é o Tanque classe A, devido à sua facilidade de operação e baixo custo; no entanto, em razão do espaço reduzido no interior das casas de vegetação, tem-se adotado tanques de evaporação com dimensões reduzidas (LIMA JÚNIOR et al., 2010).

Além dos métodos que utilizam os tanques de evaporação, existem aqueles que requerem apenas dados de temperatura, como o de Hargreaves; Samani (1985); e métodos que também usam insolação e fotoperíodo, tais como o Blaney-Cridle (1950) (CAPORUSSO; ROLIM, 2015).

Neste contexto o principal objetivo deste trabalho foi avaliar os métodos utilizados para estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) e evapotranspiração da cultura (ET_c), bem como seus efeitos sobre a produtividade da alface americana, em ambiente protegido, na região de Uberaba, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do tipo arco, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, no município de Uberaba, MG. Este está localizado a 800m de altitude, com latitude de 19° 39' 19"S e longitude de 47° 57' 27"W.

Foi feita a classificação do clima conforme a Thornthwaite (1984), sendo um clima do tipo B₁rB₄a', 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 foi caracterizado como Latossolo vermelho distroférrico e classificado como Franco argilo arenoso (EMBRAPA, 2013). As características químicas deste foram analisadas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Os resultados foram de 5,7 pH em água, 0,2 P (mg dm⁻³); 17 K (mg dm⁻³); 0,4 Ca²⁺ (cmol_cdm⁻³); 0,2 Mg²⁺ (cmol_cdm⁻³); 0,1 Al³⁺ (cmol_cdm⁻³); 2,3 H + Al (cmol_cdm⁻³); 0,6 SB (cmol_cdm⁻³); 0,7 t (cmol_cdm⁻³); 2,9 T (cmol_cdm⁻³); 21,9 V(%); 13,5 m (%); 1,6 M.O. (dag kg⁻¹) e 10,2 P-rem (mg L⁻¹). O experimento foi realizado em vasos com capacidade de 13 dm³ de solo.

A cultivar utilizada no experimento foi a Tainá do tipo americana. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e oito repetições. Cada parcela experimental era composta de 2 vasos, uma planta por vaso. Os vasos do bloco foram espaçados 0,40 m entre si e o espaçamento entre blocos foi 1,0 m.

Os tratamentos constituíram de cinco métodos para estimação evapotranspiração, sendo: Tanque Classe A, Tanque Alternativo, equação de Blaney-Cridle, equação de Hargreaves e método dos drenos coletores de água de percolação. O monitoramento da umidade do solo contido nos vasos foi realizado utilizando-se tensiômetros, instalando-se duas hastes por tratamento.

Para a estimativa da ET₀ através dos tanques evaporímetros, foram instalados no interior da casa de vegetação o Tanque Classe A (Equação 1) e o Tanque

Alternativo, com aproximadamente 30 cm de altura e 56 cm de diâmetro. Este segundo método não utilizou coeficientes de correção, sendo a ET₀ igual a evaporação diária do tanque.

$$ET_0 = E_v * K_p \quad (\text{Equação 1})$$

em que: ET₀: evapotranspiração de referência, (mm dia⁻¹); E_v: evaporação do tanque lida em mm no período desejado; K_p: coeficiente do tanque que corrige a evaporação conforme Doorenbos; Kassam (1979).

Para obtenção da ET₀ utilizando a equação de Hargreaves (Equação 2), foi instalado um termohigrômetro no interior da casa de vegetação para registro de temperatura máxima, média e mínima, além dos dados de umidade relativa do ar.

$$ET_0 = 0,0023 (T_{med} + 17,8) * (T_{max} - T_{min}) * 0,5 * R_a * 0,408 \quad (\text{Equação 2})$$

em que: T_{min}: Temperatura mínima (°C); T_{max}: Temperatura máxima (°C); T_{med}: Temperatura média (°C); R_a: Radiação no topo da atmosfera (MJ m⁻² dia⁻¹); os dados referentes à radiação solar foram conforme Doorenbos; Pruitt (1975).

A obtenção da ET₀ utilizando a equação de Blaney-Cridle (Equação 3), utilizou-se os valores de temperatura e umidade relativa obtidos com o termohigrômetro, além dos valores de velocidade do vento.

$$ET_0 = a + b [f (0,46T + 8,13)] \quad (\text{Equação 3})$$

em que: a e b: Fatores de ajuste em funções das variáveis climáticas (adimensionais); f: porcentagem mensal das horas de luz solar; T: temperatura média (em °C).

Os valores de a, b e f foram obtidos de acordo com Doorenbos; Pruitt (1975). O método de drenos coletores de água de percolação foi utilizado como parâmetro para verificar a eficiência e confiabilidade dos demais métodos, pois este estima de forma direta a ET_c.

Na aplicação desse tratamento, o volume de água de reposição foi obtido por meio da quantidade de água evapotranspirada diariamente através de drenos coletores instalados em 4 vasos, conforme Eq. 4:

$$ET = I - D \quad (\text{Equação 4})$$

em que: ET: evapotranspiração diária; I: quantidade de água aplicada; D: quantidade de água drenada.

Para a estimativa da ET_c, multiplicou-se os valores diários de ET₀ pelo coeficiente de cultura (K_c), conforme equação 6. Os valores de K_c utilizados durante a condução foram de acordo com Marouelli et al. (1996) e Allen et al. (1998).

$$ET_c = ET_0 * K_c \quad (\text{Equação 5})$$

em que: ET_c: evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹).

O transplântio, foi realizado no dia 21 de janeiro de 2015. Durante cinco dias após o transplântio, todos os vasos receberam a mesma quantidade de água (400mL), e após esse período iniciaram-se os tratamentos. A colheita ocorreu no dia 13 de março de 2015, aos 51 dias após o transplântio, logo após o seu ponto máximo de desenvolvimento ter sido atingido.

As características avaliadas foram: desempenho dos métodos de estimativa de ET_0 e ET_c , massa total da planta, massa comercial (massa da cabeça), massa seca da cabeça, número de folhas internas e eficiência do uso da água (Equação 6).

$$EUA = P / L \quad \text{(Equação 6)}$$

em que: EUA é a eficiência do uso da água, $g\ mm^{-1}$; P é a massa comercial da cabeça, g; L é a lâmina total de água aplicada mm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio da aplicação do teste F e na ocorrência de diferenças de ordem significativa os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (utilizando o software SISVAR para Windows versão 5.4).

3. RESULTADOS

A temperatura do ar e umidade média observadas no interior da casa de vegetação foram de 27,95 °C e 61,88%, respectivamente. A ET_0 média nos métodos climáticos foi superior à obtida utilizando os tanques evaporímetros (Figura 1). A equação de Hargreaves estimou uma ET_0 média de 7,15 mm enquanto a equação de Blaney-Criddle foi de 6,21 mm ao longo do ciclo. A ET_0 obtida com o Tanque classe A e Tanque Alternativo foram de 3,13 e 4,79 mm, respectivamente.

Os valores médios de ET_c obtidos foram de 2,84 mm, para Tanque Classe A; 4,34 mm Tanque Alternativo; 6,0 mm, para Drenos Coletores; 5,58 mm para Blaney-Criddle e 6,44 mm para Hargreaves 6,44 mm (Figura 2). Em relação aos Drenos Coletores, método referencial, a equação de Hargreaves superestimou a ET_c em 18,6mm, enquanto Blaney-Criddle, Tanque alternativo e Tanque classe A subestimaram a ET_c em 20,33mm, 77,56 mm e 146,41mm, respectivamente.

O método de Hargreaves foi o que mais se aproximou da ET_c obtida pelos Drenos Coletores, seguido de Blaney-Criddle, ambos com uma diferença de aproximadamente 6%. Os métodos de tanques evaporímetros foram insatisfatórios, com 47,15% e 77,56% da ET_c obtida por drenos coletores, portanto inadequados para uso em ambiente protegido, necessitando de ajustes para sua utilização.

As tensões de água no solo médias foram, 27,37 kPa, 21,23 kPa, 17,30 kPa, 14,50 kPa e 12,99 kPa para Tanque Alternativo, Tanque Classe A, Blaney-Criddle, Hargreaves e Drenos Coletores, respectivamente (Figura 3).

Os métodos de irrigação foram significativos a um nível de confiabilidade de 99% para as variáveis, massa total da planta, produção comercial, e número de folhas internas. A variável Massa seca e EUA também diferiu entre os tratamentos com um nível de significância de 95% (Tabela 1).

O manejo segundo Blaney-Criddle e Hargreaves, obteve maior eficiência do uso da água, com valores de 0,67 e 0,64g

mm^{-1} , respectivamente. No entanto, não houve diferença significativa entre os demais tratamentos (Tabela 3).

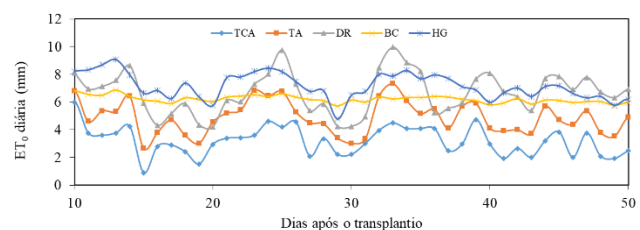


Figura 1. Evapotranspiração de referência para os métodos utilizados, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos coletores (DR), Blaney Criddle (BD) e Hargreaves (HG).
Figure 1. Reference evapotranspiration for the methods used, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos Coletores (DR), Blaney Criddle (BD) and Hargreaves (HG).

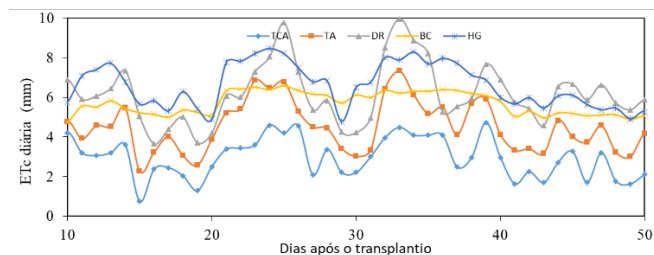


Figura 2. Evapotranspiração de cultura para os métodos utilizados, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos coletores (DR), Blaney Criddle (BD) e Hargreaves (HG).
Figure 2. Culture evapotranspiration for the methods used, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos Coletores (DR), Blaney Criddle (BD) and Hargreaves (HG).

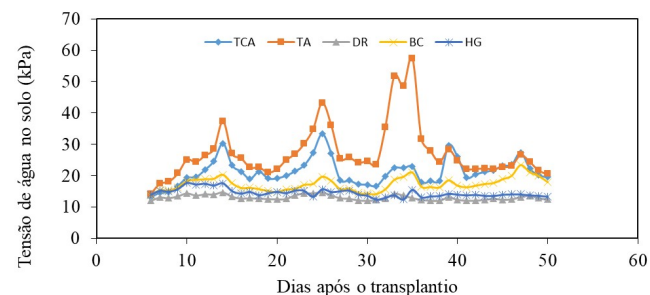


Figura 3. Tensão de água no solo (kPa) registradas diariamente nos tratamentos utilizados.

Figure 3. Soil water stress (kPa) recorded daily in the treatments used, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos Coletores (DR), Blaney Criddle (BD) and Hargreaves (HG).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas. Legenda: EUA, Eficiência do Uso da Água; MT, Massa Total; MC, Massa Comercial; MS, Massa Seca da Cabeça; NFI, Número de Folhas Internas.

Table 1. Summary of the analysis of variance for the variables evaluated. Caption: EUA, Water Use Efficiency; MT, Total Mass; MC, Commercial Mass; MS, Dry Head Mass; NFI, Number of Sheets.

	EUA	MT	MC	MS	NFI
Quadrados médios	0,2*	24745**	29149**	23*	95**
CV (%)	29,8	10,82	29,32	13,86	26,23
Média geral	0,5 g mm ⁻¹	331 g planta ⁻¹	130,29 g planta ⁻¹	9,3 g	9,86

**significativo, a 1% de probabilidade, *significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3. Eficiência do uso da água (EUA) para os diferentes métodos de estimativa de evapotranspiração, Uberaba - MG, 2015.
Table 3. Efficiency of water use (EUA) for different methods of estimation of evapotranspiration, Uberaba - MG, 2015.

Tratamentos	EUA (g mm ⁻¹)
Blaney-Criddle	0,67a ¹
Hargreaves	0,64a
Drenos	0,54b
Tanque alternativo	0,47b
Tanque Classe A	0,34b

¹Means followed by the same letter vertically do not differ from each other at 5% probability, by the Scott-Knott Test.

As médias gerais das variáveis avaliadas foram, 331,18 g planta⁻¹ para massa total, 130,29 g planta⁻¹ para massa comercial, 9,3g para massa seca e 9,86 para número de folhas internas (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis médias avaliadas em função dos métodos de manejo da irrigação, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos coletores (DR), Blaney Criddle (BD) e Hargreaves (HG).

Table 4. Mean variables evaluated according to irrigation management methods, Tanque Classe A (TCA), Tanque Alternativo (TA), Drenos Coletores (DR), Blaney Criddle (BD) and Hargreaves (HG).

Métodos de Manejo	MT (g planta ⁻¹)	MC (g planta ⁻¹)	MS (g)	NFI
HG	375 a ¹	191 a	12 a	13,5 a
BC	350 a	173 a	11 a	13,1 a
DC	365 a	148 a	10 a	9,2 b
TA	326 a	93 a	6.5 b	7,9 b
TCA	237 b	44 c	6.2 b	5,4 c
Média Geral	331	130,29	9,3	9,86
Coefficiente de Variação (%)	10,82	29,32	13,86	26,23

¹Means followed by the same letter vertically do not differ from each other at 5% probability, by the Scott-Knott Test.

As plantas manejadas pelo Tanque Classe A apresentaram média inferior aos demais tratamentos devido ao estresse hídrico causado em função da subestimação de 47,15% da ETc em relação aos Drenos Coletores.

Os métodos Hargreaves e Blaney-Criddle proporcionaram média superior aos demais, onde os tratamentos que receberam maior reposição de água produziram mais.

4. DISCUSSÃO

Valores semelhantes de temperatura média do ar e umidade relativa foram encontrados por Valeriano et al. (2016), sendo 32,45 °C a temperatura média do ar e uma umidade relativa média de 62%, em ambiente protegido. Já Vilas Boas (2008), registrou uma temperatura média do ar inferior, igual a 25 °C, também em ambiente protegido. Estes valores se encontram na faixa ideal segundo Sganzerla (1995). Entretanto de acordo com Brzezinski et al. (2017) baixas temperaturas, inferiores a 10 °C, associadas a chuvas prolongadas retardam o crescimento e podem danificar as plantas. Temperaturas muito elevadas podem provocar queima das bordas das folhas externas, formar cabeças pouco compactas e contribuir para ocorrer deficiência de cálcio,

conhecida como “tip-burn” (YURI et al., 2002; TURINI et al., 2011).

As maiores estimativas de ETo pelos métodos climáticos, estão relacionadas a baixa incidência de ventos e menor razão de insolação no interior da casa de vegetação. De acordo com Ruhoff et al. (2009) o processo de circulação atmosférica local, explicam mais de 22% da variância do processo de evapotranspiração. Isso ocorre, de ventos fortes que fazem com que o calor retido na camada limítrofe, barreira formada próxima aos estômatos que atua como uma resistência física contra a saída de vapor, seja dissipado mais rapidamente, aumentando assim a taxa de transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Somente os tratamentos Hargreaves, Blaney-Criddle junto com Drenos coletores apresentaram tensão de água no solo na faixa adequada, entre 10 a 20 kPa (SAMMIS, 1980), contribuindo para o melhor desenvolvimento das plantas manejadas por esses tratamentos.

A melhor estimativa do método Hargreaves confirma os resultados encontrados em ambientes abertos, por Sentelhas et al. (2010), avaliando 12 locais no Canadá; Lacerda; Turco (2015), em Uberlândia – MG; Maeda et al. (2011), no sul do Kenya, África; todos esses autores constataram que dentre os métodos climáticos utilizados para a estimativa de evapotranspiração em ambiente aberto, Hargreaves foi o que obteve melhores resultados. A grande vantagem deste método é a facilidade de obtenção das variáveis necessárias, somente temperatura do ar e radiação no topo da atmosfera, sendo esta última de acordo com Doorenbos; Pruitt (1975).

O baixo desempenho dos tanques evaporímetros em todas as variáveis analisadas, confirmam os resultados de Bandeira et al. (2011), que observou que os valores estimados em campo aberto são maiores que aqueles em ambiente protegido, pois, o consumo hídrico de espécies cultivadas em ambiente protegido podem ser até 40% inferior aquele observado em céu aberto, induzindo o déficit hídrico.

A exposição de plantas ao estresse hídrico, por sua vez, induz ao declínio do potencial de água na folha, da condutância estomática e do fluxo de CO₂, podendo representar um impacto adverso sobre o acúmulo de foto assimilados e produtividade, como observado por diversos autores em beterraba açucareira (TOGNETTI et al., 2003), feijão (PAIVA et al., 2005; SEZEN et al., 2008) e milho (PAYERO et al., 2008).

O método de Hargreaves obteve os melhores resultados, como também verificado por Sentelhas et al. (2010); Lacerda; Turco (2015); Maeda et al. (2011); Borges; Mendiondo (2007). Outro fator relacionado a este método é a sua viabilidade econômica, visto que, apenas com um termômetro instalado dentro da casa de vegetação é possível manejar a irrigação conforme Hargreaves (1976).

5. CONCLUSÕES

Os métodos de manejo de irrigação influenciaram na produção de alface americana quando cultivada em ambiente protegido, aumentando a produtividade e melhorando a eficiência do uso da água.

Entre os métodos houve um destaque para os manejos realizados de acordo com Hargreaves e Blaney-Criddle, cuja a eficiência foi confirmada por meio das análises produtivas e de uso da água.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, M. C.; POZZA, E. A.; MACHADO, J. C.; ARAÚJO, D. V.; TALAMINI, V.; OLIVEIRA, M. S. Geoestatística como metodologia para estudar a dinâmica espaço-temporal de doenças associadas à *Colletotrichum* spp. transmitidos por sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 557-563, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000600004>.
- BANDEIRA, G. R. L.; PINTO, H. C. S.; MAGALHÃES, P. S.; ARAGÃO, C. A.; QUEIROZ, S. O. P.; SOUZA, E. R. SEIDO, S. L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 237-241, 2011.
- BORGES, A. C.; MENDIONDO, E. M. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 293-300, 2007.
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 1, p. 083-089, jan/fev, 2017. DOI: 10.1590/0034-737X201764010012.
- CAPORUSSO, N. B.; ROLIM, G. S. Reference evapotranspiration models using diferente time scales in the Jaboticabal region of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 1, p. 1-9, 2015.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. 2000. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Tradução Gheyli H.R. e outros, UFPb, FAO. 221p.
- ESTEVES, B. dos S.; MENDONÇA, J. C.; SOUZA, E. F.; BERNARDO, S. Avaliação do Kt para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em Campos dos Goytacazes - RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 274-278, 2010.
- FERNÁNDEZ, M. D.; BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; THOMPSON, R.; LÓPEZ, J. C.; GRANADOS, M. R.; GALLARDO, M.; FERERES, E. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. **Córdoba: Irrigation Science**, v. 28, n. 6, p. 497-509, 2010.
- HARGREAVES, G. H. **Climate and irrigation requirements for Brazil**. Logan: Utah State University, 1976. 44 p.
- KOETZ, M.; COELHO, G.; COSTA, C. C. C.; LIMA, E. P.; SOUZA, R. J. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface americana em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 730-737, 2006.
- LACERDA, Z. C.; TURCO, J. E. Estimation methods of reference evapotranspiration (ET_o) for Uberlândia – MG. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 27-38, jan./fev. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n1p27-38/2015>.
- LIMA JÚNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; COSTA, G. G.; VILAS BOAS, R. C.; YURI, J. E. Efeito da irrigação sobre o efeito produtivo da alface americana, em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 797-803, 2010.
- LIMA JÚNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOLF, L. O.; SILVA, W. G.; VILAS BOAS, R. C.; LOBATO, A. K. S. Comportamento produtivo e econômico da alface americana em função de diferentes laminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1161-1167, 2011.
- MAEDA, E. E.; WIBERG, D. A.; PELLIKKA, P. K. E. Estimating reference evapotranspiration using remote sensing and empirical models in a region with limited ground data availability in Kenya. **Applied Geography**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 251-258, 2011.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. DE C.; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.
- OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, p. 211-217, 2004.
- PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.
- PAYERO, J. O.; TARKALSON, D. D.; IRMAK, S.; DAVISON, D.; PETERSEN, J. Effect of irrigation amounts applied with subsurface drip irrigation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency, and dry matter production in semiarid climate. **Agricultural Water Management**, v. 95, p. 895-908. University of Nebraska – Lincoln, 2008.
- QUEIROZ, S. O. P.; TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. 2004. Avaliação de equipamentos para a determinação da condutividade elétrica do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 279-287, 2005.
- SAMMIS, T. W. Crop production functions for alfalfa and cotton. Presented at the 1980 Summer Meeting of the ASAE at the San Antonio Convention Center. San Antonio, Texas, June 15-18. Paper n. 80-2089, 1980.
- SENTELHAS, P. C.; GILLESPIE, T. J.; SANTOS, E. A. Evaluation of Penman-Monteith and alternative methods for estimating reference evapotranspiration with missing data in Southern Ontário, Canada. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n. 5, p. 635-644, 2010.
- SEZEN, S. M.; AKYILDIZ, A.; DASGAN, H. Y.; GENÇEL, B. Yield and quality response of drip irrigated green beans under full and deficit irrigation. **Scientia Horticulturae**, v. 117, p. 95-102. Tarsus, 2008.
- SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 5. ed. Guaíba: Agropecuária, p. 342, 1995.
- SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da /cultura de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 128-131, 2006.
- TOGNETTI, R.; PALADINO, M.; MINNOCCI, A.; DELFINE, S.; ALVINO, A. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. **Agricultural Water Management**, v. 60, p. 135-155, 2003.

- TURINI, T.; CAHN, M.; CANTWELL, M.; JACKSON, L.; KOIKE, S.; NATWICK, E.; SMITH, R.; SUBARRAO, K.; TAKELE, E. Iceberg lettuce production in California, 2011. Disponível em: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7215.pdf>>.
- VALERIANO, T. T. B.; SANTANA, M. J.; OLIVEIRA, A. F.; MACHADO, L. J. M.; Alface americana cultivada em ambientes protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 620-630, 2016.
- VALIATI, I.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A.; WAZILEWSKI, W. T.; CHAVES, L. I.; GASPARTIN, E. Eficiência da Irrigação na Cultura da Alface (*Lactuca sativa* L.). **Acta Iguazu**. Cascavel, v. 1, n. 2, p. 53-66, 2012.
- VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. de A.; GOMES, L. A. A.; SOUSA, A. M. G. de; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, K. J. de. Avaliação técnica e econômica da produção de duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 525-531, 2008.
- YURI, J. E.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H. Comportamento de cultivares de alface tipo americana em Boa Esperança. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 229-232, 2002.
- YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; GOMES, A.S. Desempenho agrônômico de genótipos de alface americana no Submédio do Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 292-297, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170222>.