

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA E DA CULTURA DO FEIJÃO PARA UBERABA, MG

STEPHÂNIA MARTINS TRINDADE¹, MÁRCIO JOSÉ DE SANTANA², ISRAEL ELIAS DE MELLO³, JAN CORNELIS VAN KEMPEN⁴, MATHEUS PEREIRA DE ASSIS⁵

¹Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, bolsista PET MEC, IFTM/Uberaba-MG, (34) 99877-0599, stephianamtrindade@outlook.com

²Prof. Dr. em Eng. Agrícola, Pós-Doutor em Prod. Vegetal, IFTM/Uberaba-MG, (34) 99802-6485, marciosantana@iftm.edu.br

³Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, IFTM/Uberaba-MG, israelieliasmello@gmail.com

⁴Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, bolsista PET MEC, IFTM/Uberaba-MG, jankempen15@gmail.com

⁵Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, bolsista PET MEC, IFTM/Uberaba-MG, matheus.assis72@hotmail.com

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c) a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de estimar a ET_o e a ET_c em função de quatro equações empíricas para a cultura do feijoeiro comum cultivado no Triângulo Mineiro, MG. Utilizou-se as equações de Penman-Monteith, Hargreaves, Blaney-Criddle e Camargo. Na comparação entre os métodos utilizou-se o coeficiente de determinação em relação a equação de Penman-Monteith. Pode-se concluir que a ET_o média no modelo de Penman-Monteith foi de 3,09 mm dia⁻¹. As médias de ET_o para as demais equações foram: Hargreaves de 3,75 mm dia⁻¹, Blaney-Criddle de 4,07 mm dia⁻¹, e Camargo de 2,30 mm dia⁻¹. O menor valor de R² comparando com Penman-Monteith foi de Blaney-Criddle (0,3512). Os demais métodos apresentaram R² maiores (Hargreaves de 0,6156 e Camargo de 0,506). Todos os métodos avaliados atendem satisfatoriamente a estimativa da ET_o, havendo tendência do método de Hargreaves ter valores maiores e similares a Penman-Monteith.

PALAVRAS-CHAVE: ET_o, Manejo da Irrigação, *Phaseolus vulgaris* L.

ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE AND BEAN CULTURE FOR UBERABA, MG

ABSTRACT: Estimating crop evapotranspiration (ET_c) from the reference evapotranspiration is one of the main parameters for correct irrigation planning, design and management. This study was developed with the objective of estimating ET_o and ET_c as a function of four empirical equations for common bean crop cultivated in Triângulo Mineiro, MG. The equations of Penman-Monteith, Hargreaves, Blaney-Criddle and Camargo were used. In the comparison among the methods, the determination coefficient was used in relation to the Penman-Monteith equation. It can be concluded that the average ET_o in the PM model was 3.09 mm dia⁻¹. The ET_c averages for the others equations were: Hargreaves of 3.75 mm dia⁻¹, Blaney-Criddle of 4.07 mm dia⁻¹, and Camargo of 2.30 mm dia⁻¹. The lowest value of R² compared to Penman-Monteith was Blaney-Criddle (0.3512). The other methods presented larger and similar R² (Hargreaves of 0.6156 and Camargo of 0.506). All the

evaluated methods satisfactorily satisfy the estimation of ETo, with a tendency of the Hargreaves method to have larger values and similar to PM.

KEYWORDS: ETo, Irrigation management, *Phaseolus vulgaris* L.

INTRODUÇÃO: A determinação da quantidade de água necessária para a cultura do feijão é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo do sistema de irrigação. Sua quantificação é realizada fazendo-se o balanço hídrico da camada do solo ocupada pelo sistema radicular da cultura, o qual tem, na “evapotranspiração” e na precipitação pluviométrica, seus principais componentes (BERNARDO, 1995). Evapotranspiração expressa a ocorrência simultânea dos processos de evaporação no solo e de transpiração das plantas. Define-se evapotranspiração de referência (ETo) como o processo de perda de água para a atmosfera por meio de uma superfície padrão gramada, cobrindo a superfície do solo e sem restrição de umidade (BORGES; MENDIONDO, 2007). Para quantificação da evapotranspiração de referência (ETo) utilizam-se modelos empíricos ou determinísticos com embasamento físico. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) recomenda o uso do método de Penman-Monteith para a estimativa de evapotranspiração (ALLEN et al., 1998). Segundo Camargo e Camargo (2000) este modelo prediz com eficácia a ETo em diversas condições de umidade atmosférica necessitando, entretanto, de vários elementos meteorológicos que nem sempre se encontram disponíveis. A alternativa, segundo os autores, é o uso de equações simplificadas que considerem a ETo um elemento meteorológico padrão para emprego na agrometeorologia. O objetivo da presente investigação foi aferir a acurácia de 3 equações empíricas (Blaney-Criddle, Hargreaves, Camargo) comparadas com a equação de Penman-Monteith.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi realizado no campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro localizado, no município de Uberaba – MG. O experimento foi semeado no dia 16 de junho de 2018 e a colheita realizada dia 05 de outubro de 2018. A cultivar utilizada foi a IAC Milênio, apresenta potencial produtivo de alta qualidade de grão com tolerância ao escurecimento. Utilizaram-se dados coletados durante a condução do feijoeiro irrigado para a comparação e recalibração dos métodos. Foi instalada uma estação meteorológica automática, com sensores de velocidade do vento, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperatura e radiação solar. Estimou-se a evapotranspiração de referência aplicando-se as equações de Penman-Monteith parametrizado pela FAO 56, Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani e Camargo, Equações 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

$$ETo = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

$$ETo = a + b [f (0,46 T + 8,13)] \quad (2)$$

$$ETo = 0,0023 (T \text{ méd} + 17,8) \cdot (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{0,5} \cdot Ra \cdot 0,408 \quad (3)$$

$$ETo = 0,01 \cdot Ra \cdot Ta \cdot K \quad (4)$$

Em que:

ETo - evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Δ - declividade da curva de pressão de vapor na saturação (kPa °C⁻¹); Rn - saldo de radiação (MJ m² dia⁻¹); G - fluxo de calor no solo (kPa °C⁻¹); U₂ - velocidade do vento a 2 metros de altura (m s⁻¹); T - temperatura média (°C); es - pressão de vapor na saturação (kPa); ea - pressão de vapor atual (kPa); 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); T_{mín} - Temperatura mínima (°C); T_{máx} - Temperatura máxima (°C); T_{méd} - Temperatura média (°C); Ra - Radiação no topo da

atmosfera ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$); T_a - é a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) e K - é o fator de ajuste de Camargo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentadas as médias diárias e valores totais da ET_o determinadas através dos métodos avaliados, na qual se verifica que o método de Camargo apresentou valores inferiores aos demais, sendo o mais distante do método de Penman-Monteith. A ET_o média no método de Penman-Monteith foi de $3,09 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto que no método de Camargo a ET_o média correspondeu ao valor de $2,30 \text{ mm dia}^{-1}$. Observa-se que os métodos de Hargreaves e Blaney-Criddle apresentaram tendências de superestimar a ET_o . Na Figura 1 pode-se observar as médias decenciais de ET_o e ET_c para os quatro modelos. A ET_c média obtida pelo balanço de água no solo foi de $2,89 \text{ mm dia}^{-1}$, valores inferiores foram verificados quando se estima a ET_c (utilizando valores de K_c de SANTANA et al., 2008). As médias de ET_c para as equações foram: Penman-Monteith de $2,76 \text{ mm dia}^{-1}$, Hargreaves de $3,31 \text{ mm dia}^{-1}$, Blaney-Criddle de $3,51 \text{ mm dia}^{-1}$ e Camargo de $2,01 \text{ mm dia}^{-1}$. Na Figura 2 (A, B e C) estão as correlações das equações estudadas. Para isto foi ajustada uma regressão linear. Nota-se que o R^2 menor foi o encontrado para Blaney-Criddle (0,3512). Os demais métodos apresentaram R^2 maiores e similares (Hargreaves de 0,6156 e Camargo de 0,506), havendo tendência do método de Hargreaves ter valores maiores. Medeiros (1996) em estudo sobre a evapotranspiração de referência (ET_o) encontrou valores na escala diária não satisfatórios do modelo de Hargreaves-Samani em relação ao modelo de Penman-Monteith, sendo o coeficiente R^2 encontrado igual a 0,6156.

TABELA 1. Valores totais e médios da evapotranspiração de referência em função do método estudado.

MÉTODO	ET_o total no ciclo (mm)	ET_o média (mm dia^{-1})
Penman-Monteith	300,19	3,09
Hargreaves	363,93	3,75
Blaney-Criddle	395,05	4,07
Camargo	222,82	2,30

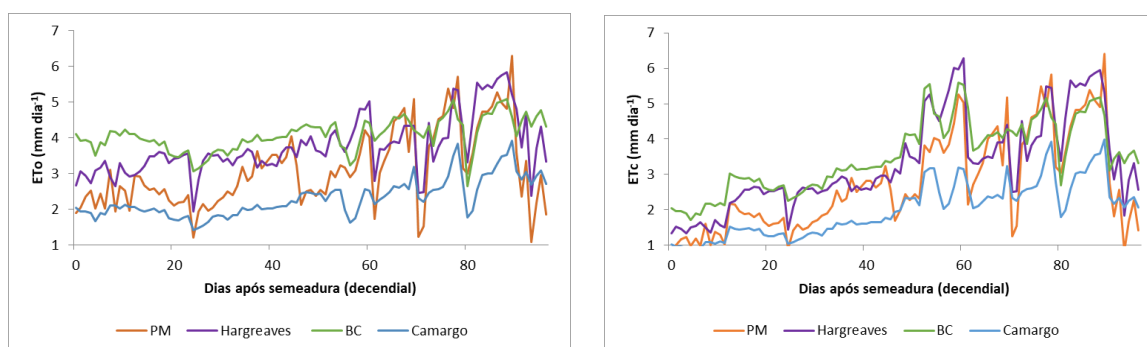


Figura 1. ET_o e ET_c decencial para todos os métodos.

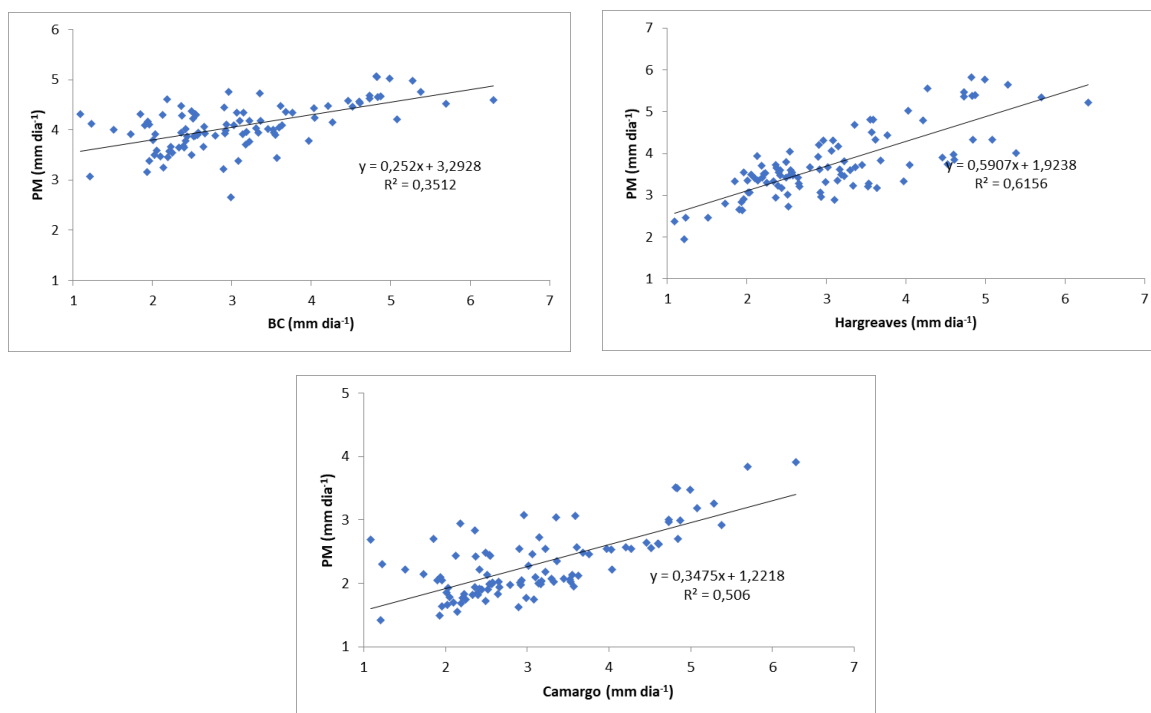


Figura 2. Valores de ETo comparados por regressão linear.

CONCLUSÕES: A ETo média no modelo de Penman-Monteith foi de 3,09 mm dia⁻¹. As médias de ETo para as demais equações foram: Hargreaves de 3,75 dia⁻¹, Blaney-Criddle de 4,07 mm dia⁻¹, e Camargo de 2,30 mm dia⁻¹. O menor valor de R² comparando com PM foi de Blaney-Criddle (0,3512). Os demais métodos apresentaram R² maiores e similares (Hargreaves de 0,6156 e Camargo de 0,506), havendo tendência do método de Hargreaves ter valores maiores e similares a Penman-Monteith.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. **FAO Irrigation and Drainage Paper n.56.**
- BERNARDO, S.; SOUSA, E.F.; CARVALHO, J.A. **Estimativa da evapotranspiração de referência (ETo), para as “áreas de baixada e de tabuleiros” da região Norte Fluminense.** Campos dos Goytacazes: UENF, 1995. p.14.
- BORGES, A.; MENDIONDO, E. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.293-300, 2007.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.125-137, 2000.
- MEDEIROS, R.M. **Isoietas médias mensais e anuais do Estado do Piauí.** Teresina: Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Irrigação, Departamento de Hidrometeorologia, 1996. 24p.
- SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; ANDRADE, M.J.B.; BRAGA, J.C.; GERVÁSIO, G.G. Coeficiente de cultura e análise do rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.92-112, 2008.