



Evapotranspiração da cultura da cebola

Evapotranspiration crop onion

Gertrudes M. de Oliveira¹, Mayara Wesley da Silva², Marijke Natalia Daamen³, Edson Carlos dos S. Cavalcante⁴, Mário de Miranda V. B. R. Leitão⁵

Resumo: A determinação da quantidade de água necessária para as culturas é um dos principais fatores para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação. O presente trabalho teve como objetivo, comparar medida da evapotranspiração da cultura (ETc) da cebola com estimativa obtida a partir da evapotranspiração de referência (ETo) determinada por diferentes métodos e Kc proposto na literatura. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, em Juazeiro, no período de junho a setembro de 2011. As medidas da ETc foram obtidas em evapotranspirômetros e as estimativas, a partir de ETo determinada pelos métodos: Penman-Monteith (padrão FAO), Penman-Monteith modificado por Villa Nova et al. (2004), Hargreaves & Samani, Makkink e Jensen & Haise e Kc proposto por Marouelli et al. (2005), para a cultura da cebola. É fundamental a avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência antes de sua aplicação, pois erros consideráveis podem ser cometidos na determinação da quantidade de água a ser aplicada a uma cultura, o que repercutirá certamente, na produtividade.

Palavras-chaves: manejo de água, coeficiente de cultura, evapotranspiração de referência, irrigação

Abstract: The determination of the amount of water needed for crops is a major factor for the correct planning, sizing and management of any irrigation system. This study aimed to compare measure of crop evapotranspiration (ETc) onion with estimates obtained from the reference evapotranspiration (ETo) determined by different methods and Kc proposed in the literature. The experiment was conducted in the experimental field of the Department of Technology and Social Sciences, University of the State of Bahia, in Juazeiro, from June to September 2011. The ETc measurements were obtained in evapotranspirometers and estimates, from ETo determined by the methods: Penman-Monteith (FAO standard), Penman-Monteith modified by Villa Nova et al. (2004), Hargreaves & Samani, Makkink and Jensen & Haise and Kc proposed by Marouelli et al. (2005), for the cultivation of onion. It is critical to evaluation of reference evapotranspiration estimation methods before their application because considerable mistakes can be made in determining the amount of water to be applied to a culture, which resonate certainly in productivity.

Key words: water management, crop coefficient, reference evapotranspiration, irrigation

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 05/06/2015; aprovado em 20/10/2015

¹Doutora em Recursos Naturais, Profa. Titular do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Juazeiro, BA. E-mail: gemoliveira@uneb.br

²Eng. Agr., Mestre em Horticultura Irrigada, DTCS, UNEB. E-mail: mayarawesley@hotmail.com

³Eng. Agr., Mestranda em Horticultura Irrigada, DTCS, UNEB. E-mail: mndaamen@gmail.com

⁴Eng. Agr., Mestrando em Horticultura Irrigada, DTCS, UNEB. E-mail: edsoncarlos@agronomo.eng.br

⁵Doutor em Meteorologia, Prof. Colegiado de Eng. Agrícola e Ambiental, UNIVASF, E-mail: mario.miranda@univasf.edu.br

INTRODUÇÃO

A cebola ocupa uma posição de destaque entre os vegetais bulbosos, tendo, portanto, uma grande importância econômica no mundo (IGBADUN e OIGANJI, 2012). No Nordeste brasileiro, a região do Vale do Submédio São Francisco destaca-se como uma das principais produtoras de cebola no Brasil, apresentando área plantada de aproximadamente 4.500 ha e produtividade média superior a 23 t ha⁻¹ (BANDEIRA et al., 2013). O cultivo da cebola, com exceção da região Sul, é totalmente realizado com o uso da irrigação, prática fundamental para melhor qualidade da bulbificação (MAROUELLI et al., 2005).

As atividades agrícolas demandam grandes quantidades de água, e é cada vez mais preocupante a sua escassez (CARVALHO et al., 2011). Neste sentido, diversas tecnologias têm sido empregadas com o objetivo de racionalizar a utilização de água e otimizar o desenvolvimento das culturas. A determinação da quantidade de água necessária para as culturas é um dos principais fatores para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação. De acordo com Oliveira et al. (2013), a utilização adequada do grande recurso natural “esgotável”, que é a água, tem se tornado um desafio para a agricultura, o que promove a busca de estratégias voltadas ao aumento da eficiência do seu uso e da consciência de um manejo racional.

O consumo de água de uma cultura depende diretamente da demanda atmosférica, do conteúdo de água no solo e da resistência da planta à perda de água para a atmosfera. No que se refere ao manejo da irrigação, a base para a quantificação da água a ser aplicada a determinada cultura está associada, comumente, à capacidade da superfície do solo e da vegetação de perder água para a atmosfera (SILVA et al., 2011), ou seja, considerar os processos de evaporação do solo e de transpiração das plantas, conjuntamente denominado de evapotranspiração. Carvalho et al., (2007) afirmam que para um manejo eficiente da irrigação, qualquer que seja a cultura, é essencial a determinação da evapotranspiração.

A evapotranspiração da cultura (ETc) é uma variável básica da irrigação e depende dos elementos meteorológicos, da cultura e do solo podendo ser medida diretamente (lisímetros), ou indiretamente (equações combinadas) por vários métodos (CHAVES et al., 2005). Uma forma usual de se estimar a ETc é a partir da evapotranspiração de referência (ETo), por meio de coeficientes apropriados conhecidos como coeficiente de cultura (Kc). O Kc representa uma integração dos efeitos de quatro características primárias que distinguem uma cultura específica da de referência, tais como: altura, albedo, propriedades aerodinâmicas da folha e evaporação do solo (ALLEN et al., 1998).

Em se tratando de coeficientes de cultura, a necessidade de calibração dos mesmos sob condições climáticas específicas; e recomendação de que valores de Kc e duração dos estádios da cultura devem ser ajustados por meio de experimentos para cada região, de acordo com a variedade plantada, condições climáticas e as técnicas de cultivo utilizadas são reportados na literatura (DOORENBOS & PRUITT, 1977; ALLEN et al., 1998).

De acordo com Souza et al. (2010), a evapotranspiração de referência (ETo) é uma variável relevante para o planejamento de irrigação, além de fácil obtenção haja vista

ser afetada apenas pelos fatores climáticos. Entretanto, os autores colocam que apesar da existência de diversos modelos para se estimar a ETo, muitas vezes estes são utilizados em condições climáticas e agrônomicas diferentes daquelas em que foram inicialmente concebidos. Portanto, é de extrema importância avaliar o desempenho dos modelos antes de utilizá-los para determinada região para fins de manejo de irrigação.

Diante do exposto, considerando a importância do conhecimento da ETc para um planejamento eficiente da irrigação, o presente trabalho teve como objetivo, comparar medida da evapotranspiração da cultura da cebola com estimativa obtida a partir de ETo determinada por diferentes métodos e Kc da cultura proposto na literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram coletados no período de junho a setembro de 2011 no campo experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, em Juazeiro (Lat. 09° 24' 50" S; Long. 40° 30' 10" W; Alt. 368 m). O solo da área experimental, de acordo com o Laboratório de Análises de Solo, Água e Calcário - LASAC do DTCS/UNEB foi classificado como Neossolo Flúvico. A área foi preparada em sistema de plantio em sulcos espaçados 80 cm e parcelas com 0,40 x 20,0 m. A cultivar utilizada foi a Alfa São Francisco, desenvolvida pela Embrapa e recomendada para o segundo semestre do ano. O sistema de irrigação utilizado foi gotejamento com o espaçamento de 30 cm entre gotejadores.

As medidas diárias de evapotranspiração da cultura foram obtidas a partir de evapotranspirômetros de lençol freático constante (5,0 m² e 1,30 m de profundidade), instalado no centro da área experimental. A evapotranspiração de referência (ETo) foi determinada com base em dados obtidos na estação meteorológica automática instalada em frente a área experimental. Os seguintes métodos de estimativas de ETo foram utilizados:

Penman-Monteith parametrizado pela FAO (ALLEN et al., 1998):

$$ETo = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \frac{\gamma 900U_2(e_s - e_a)}{t + 273}}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

em que: Rn - radiação líquida total diária (MJ m⁻² d⁻¹); G - fluxo de calor no solo (MJ m⁻² d⁻¹); γ - parâmetro psicrométrico (kPa °C⁻¹); U₂ - velocidade do vento a 2 m de altura (m s⁻¹); e_s - pressão de saturação de vapor (kPa); e_a - pressão parcial de vapor (kPa); T - temperatura média do ar (°C); Δ - declividade da curva de pressão de vapor em relação à temperatura do ar (kPa °C⁻¹).

Método de Penman-Monteith modificado por Villa Nova et al., (2004):

$$ETo = \frac{Rn - G}{L(2 - \omega)} = 0,408 \frac{(Rn - G)}{(2 - \omega)}$$

em que: ETo - evapotranspiração potencial (mm dia⁻¹); G - fluxo de calor no solo (MJ m⁻²) no período diurno; Rn -

balanço de energia radiante diurno na superfície vegetada ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$); ω - fator de ponderação do balanço de energia (adimensional), calculado em função da temperatura média do ar: $\omega = 0,483 + 0,01 T_{\text{méd}}$.

Método de Hargreaves & Samani (1985):

$$ET_o = 0,0023 Q_o (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{0,5} (T_{\text{méd}} + 17,8)$$

em que: ET_o diária (mm d^{-1}); Q_o é a irradiância solar extraterrestre (mm d^{-1}); $T_{\text{máx}}$, $T_{\text{mín}}$ e $T_{\text{méd}}$, temperatura máxima, mínima e média, respectivamente, ($^{\circ}\text{C}$).

Método de Makkink (1957) que correlaciona a evapotranspiração potencial (ET_o) e a radiação solar (R_s) ao nível da superfície, expressa em equivalente de evaporação (mm d^{-1}):

$$ET_o = 0,61 W R_s - 0,12$$

em que W é um fator de ponderação, calculado pela equação:

$$W = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma}$$

Método de Jensen & Haise (1963) que considera a evapotranspiração potencial aquela que ocorre em campos irrigados em áreas áridas e semiáridas, podendo ser chamada de ET_c :

$$ET_o = R_s (0,0252T + 0,078)$$

em que: R_s é a radiação solar ao nível do solo expressa em equivalente de evaporação (mm d^{-1}); T é a temperatura média do período ($^{\circ}\text{C}$).

A estimativa da evapotranspiração da cultura foi obtida a partir da relação:

$$ET_c = K_c ET_o$$

Foram utilizados valores de K_c para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura propostos por Marouelli et al., (2005).

Para a análise comparativa entre medida e estimativa da evapotranspiração da cultura foi utilizado o coeficiente de desempenho “c” proposto Camargo & Sentelhas (1997), correspondente a multiplicação do coeficiente de correlação “r” pelo coeficiente de exatidão “d” apresentado por Willmott et al., (1985):

$$d = 1 - \left\{ \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - O_i| + |O_i - O|)^2} \right\}$$

em que, P_i - valor da ET_c estimado; O_i - valor da ET_c medido; O - média dos valores de ET_c medido. O desempenho foi classificado como ótimo para valores de “c” maiores que 0,85; como muito bom para valores entre 0,76 e 0,85; como bom para valores entre 0,66 e 0,75; como regular para valores entre 0,51 e 0,65; como ruim para valores entre 0,41 e 0,50; e como péssimo para valores inferiores a 0,40. Foram calculados ainda, o erro quadrado médio (EQM) e o desvio médio relativo (DMR) através das expressões:

$$EQM = \sqrt{\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{N}}$$

$$DMR = \sqrt{\frac{\sum \frac{(P_i - O_i)^2}{O_i}}{N}} \times 100$$

em que N é o número de observações. Os valores de ET_c medido e estimados foram comparados também através de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando as curvas de evapotranspiração da cultura medida (ET_c -Medida) e estimadas pelos métodos de Penman-Monteith (ET_c -P&M), Villa Nova et al. (ET_c -VN), Hargreaves & Samani (ET_c -H&S), Makkink (ET_c -Mak) e Jensen & Haise (ET_c -J&H) apresentadas na Figura 1, verifica-se tendência na maior parte dos dias entre medida e estimativas, com o método de Jensen & Haise superestimando a medida praticamente durante todo o período experimental, atingindo valores máximos de até $7,0 \text{ mm d}^{-1}$ e os demais métodos subestimando, com exceção do estágio inicial de desenvolvimento da cultura e de alguns dias, em que se observa diminuição da incidência da radiação solar (R_g) e consequentemente, da temperatura, variáveis de entrada dos métodos, demonstrando a sensibilidade dos métodos a variações climáticas.

Para melhor visualização, na Tabela 1 constata-se que em termos de valores médios, o método de Jensen & Haise superestimou a medida em 11,9%, enquanto os demais subestimaram, com o método de Villa Nova et al. apresentando a maior subestimativa, 35,71%. O método de Makkink, apesar de em sua formulação considerar variáveis determinantes para o processo de evapotranspiração, como a radiação solar, subestimou a ET_c -medida em 30,95% e o de Hargreaves & Samani, que tem como variável de entrada apenas temperatura, subestimou em 19,05%. Por outro lado, a estimativa de ET_c com base no método padrão da FAO (ET_c -PM), que considera aspectos termodinâmicos e aerodinâmicos, foi a que mais se aproximou da perda real de água pela cultura, subestimando a ET_c -medida em 7,14%.

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram a importância de verificar a aplicação de métodos de estimativas de ET_o para condição diferente do local onde os mesmos foram concebidos. Pois, erros consideráveis podem ser cometidos na estimativa da quantidade de água a ser aplicada a uma cultura, o que repercutirá certamente, na produtividade. Mantovani (1993) chama a atenção que equações empíricas, para fornecerem estimativas precisas fora das condições em que foram definidas, precisam ser avaliadas e ajustadas regionalmente.

Figura 1. Valores médios diários da evapotranspiração da cultura medida e estimada e radiação solar global para o período de junho a setembro de 2011

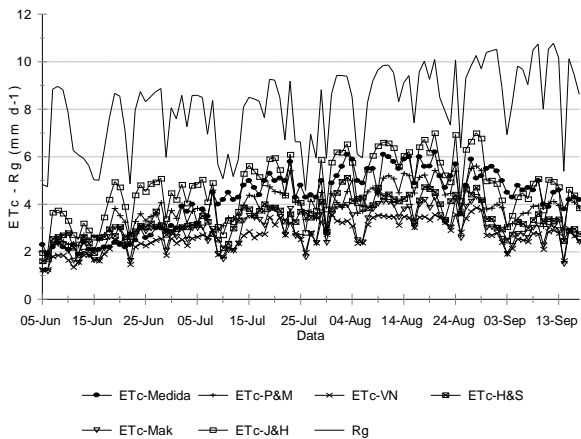


Tabela 1. Valores médios, máximos, mínimos e totais da evapotranspiração da cultura (mm) medida e estimada para o período de junho a setembro de 2011.

Valores	ETc Medida	ETc P&M	ETc VN	ETc H&S	ETc Mak	ETc J&H
Médio	4,2	3,9	2,7	3,4	2,9	4,7
Máximo	6,2	5,6	3,9	5,1	4,3	7,0
Mínimo	1,9	2,0	1,3	1,6	1,2	1,9
Total	442,9	406,3	279,0	357,5	308,6	492,9

Analisando os índices estatísticos apresentados na Tabela 2, verifica-se que em termos do coeficiente de correlação “r”, que determina a precisão do método e indica o grau de dispersão dos pontos em relação à média, que todos os métodos, de acordo com a metodologia de Hopkins (2007) citado por Souza et al., (2010) apresentaram correlação muito alta ($r = 0,7$ a $0,9$), com os métodos de Penman-Monteith e Villa Nova et al., (2004) apresentando as melhores correlações. Entretanto, analisando o índice de concordância “d”, que determina a exatidão do método e indica o grau de afastamento dos valores estimados em relação aos valores observados, nota-se que o método de Villa Nova et al., (2004) foi o que apresentou menor concordância ($d = 0,59$), seguido do método de Makkink ($d = 0,63$), contribuindo para desempenho ruim dos métodos. O desempenho ruim pode ser explicado, pela expressiva subestimativa dos métodos em relação à medida, como pode ser observado na Tabela 1, para o período de estudo, o total da ETc-VN foi de 279,0 mm e o da ETc-Mak de 308,6 mm, enquanto o total da ETc-medida foi de 442,9 mm.

Tabela 2. Erro quadrado médio, coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d) e índice de desempenho (c), obtidos pelos métodos de Penman-Monteith (ETc-P&M); Villa Nova et al. (ETc-VN); Hargreaves e Samani (ETc-H&S); Makkink - (ETc-Mak) e Jensen e Haise (ETc-J&H) quando comparados com a ETc-medida.

Estimativa	EQM	R^2	r	d	c	Desempenho
ETc-P&M	0,78	0,70	0,84	0,86	0,73	Bom
ETc-VN	1,77	0,64	0,80	0,59	0,47	Ruim
ETc-H&S	1,15	0,60	0,77	0,72	0,56	Regular
ETc-Mak	1,54	0,51	0,71	0,63	0,44	Ruim
ETc-J&H	1,03	0,51	0,71	0,82	0,58	Regular

Ainda na Tabela 2 observa-se o bom desempenho do método de Penman-Monteith comparado com a ETc-medida, apresentando o menor erro quadrado médio ($0,78 \text{ mm d}^{-1}$), como era previsto, considerando que o mesmo é proposto pela FAO como modelo padrão para estimativa da evapotranspiração de referência na escala diária. Verifica-se também na tabela, que os métodos de Hargreaves & Samani e Jensen & Haise, apresentaram desempenho regular. Apesar do desempenho regular, esses métodos apresentaram concordância com a ETc-medida, com “d” igual a 0,72 e 0,82, respectivamente. Esses valores são inferiores aos encontrados por Santos et al. (2010), comparando estimativas de ETo obtidas por estes métodos com o método padrão da FAO, em perímetros irrigados do Estado de Sergipe.

O método que obteve maior erro quadrado médio foi ETc-VN, cujo valor foi de $1,77 \text{ mm d}^{-1}$, seguido de ETc-Mak, $1,54 \text{ mm d}^{-1}$. Santos et al., (2010) encontraram erro quadrado médio para o método de Makkink superior a $2,0 \text{ mm d}^{-1}$. As estimativas da ETc com base nos métodos de Hargreaves & Samani e Jensen & Haise apresentaram erros de 1,15 e 1,03 mm d^{-1} , respectivamente. Em termos de desvio médio relativo, em ordem crescente, a estimativa da ETc pelo método de Penman-Monteith apresentou desvio de 37,93%; Hargreaves & Samani 52,48%; Jensen & Haise 57,89%; Makkink 70,56% e Villa Nova et al., 80,16%.

Os resultados acima demonstram a importância não só da avaliação e ajuste regional dos métodos empíricos de estimativas da ETo antes de sua aplicação, como também, de coeficientes de cultura conforme destacam Doorenbos e Pruitt (1977) e Allen et al., (1998). Isso, considerando que mesmo o método de Penman-Monteith, um método físico matemático, considerado pela FAO como padrão para estimar a ETo, para o presente estudo, ao utilizá-lo para estimar a ETc da cebola, considerando valores de Kc proposto por Marouelli et al., (2005) para a cultura, em termos da quantidade de água aplicada para todo o ciclo da cultura, subestimou a medida em 8,26%; caracterizando deficiência hídrica que certamente, produzirá efeito na produtividade da cebola, principalmente, por ser esta, uma cultura exigente em água.

Nas Figuras de 2A a 2E visualizam-se a dispersão dos pontos em relação à reta 1:1 para a ETc-medida e as estimativas de ETc. Percebe-se nas figuras, que com exceção do método de Jensen & Haise (Figura 2E), todos os demais métodos subestimaram a medida.

Figura 2A. Gráfico de dispersão linear para a ETc-medida e estimada pelo método de Penman-Monteith.

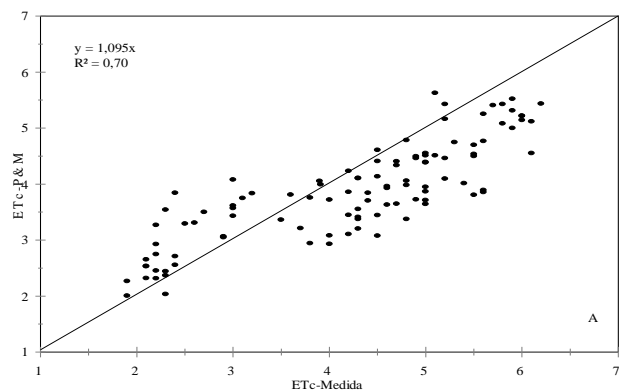


Figura 2B. Gráfico de dispersão linear para a ET_c-medida e estimada pelo método de Villa Nova et al., (2004).

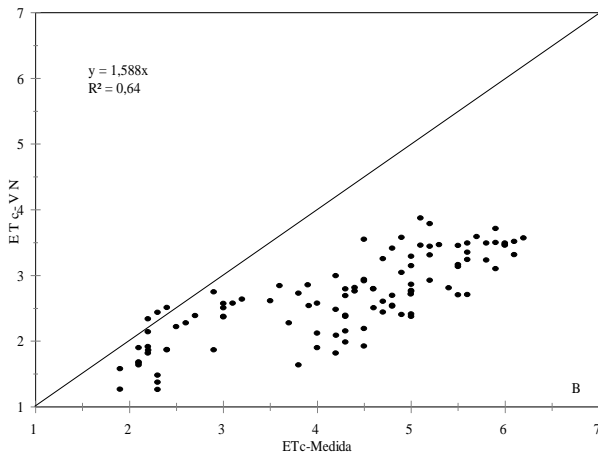


Figura 2E. Gráfico de dispersão linear para a ET_c-medida e estimada pelo método de Jensen & Haise.

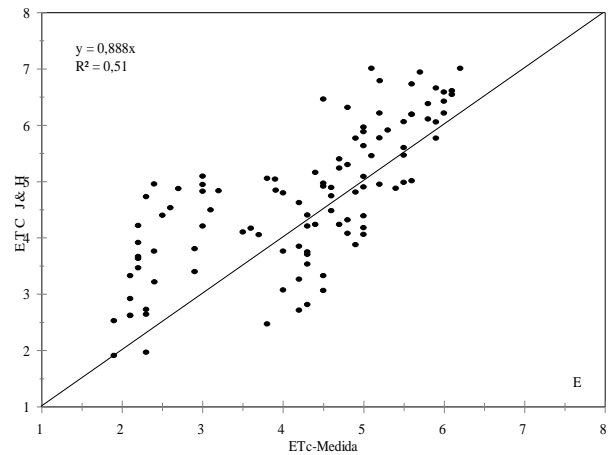


Figura 2C. Gráfico de dispersão linear para a ET_c-medida e estimada pelo método de Hargreaves & Samani.

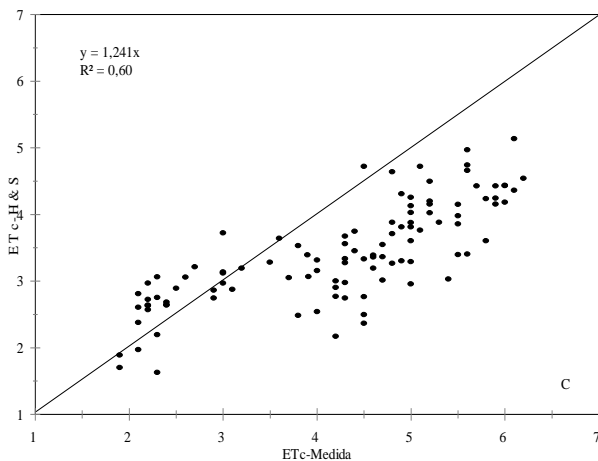
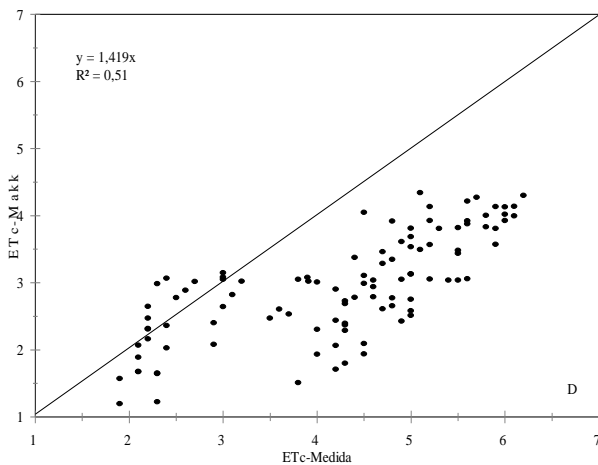


Figura 2D. Gráfico de dispersão linear para a ET_c-medida e estimada pelo método de Makkink.



CONCLUSÕES

O método padrão da FAO para estimativa da evapotranspiração da cultura da cebola apresentou bom desempenho, com erro quadrado médio de 0,78 mm dia⁻¹. Os métodos de Hargreaves & Samani e Jensen & Haise apresentaram desempenho regular, com erros de 1,15 e 1,03 mm d⁻¹, respectivamente.

É fundamental a avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência antes de sua aplicação, pois, erros consideráveis podem ser cometidos na determinação da quantidade de água a ser aplicada a uma cultura, o que repercutirá certamente, na produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO. 1998. 300 p.
- BANDEIRA, G. R. L.; QUEIROZ, S. O. P.; C. A. ARAGÃO, C. A.; COSTA N. D, SANTOS, C. A. F. Desempenho agrônomo de cultivares de cebola sob diferentes manejos de irrigação no submédio São Francisco. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 73- 84, 2013.
- CAMARGO A. P.; SENTELHAS P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v. 5, n. 1, p. 89-97. 1997.
- CARVALHO, L. C. C.; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 53 – 59, 2007.
- CARVALHO L. G.; RIOS G. F. A.; MIRANDA W. L.; NETO P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.
- CHAVES S. W. P; AZEVEDO B. M.; MEDEIROS J. F.; BEZERRA F. M. L.; MORAIS N. B. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. **Revista Ciência Agronômica**. v. 36, p. 262-267, 2005.

- DOORENBOS J, PRUITT W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO. Irrigation and Drainage Paper 24. 1977; 156 p.
- HARGREAVES G. H.; SAMANI Z. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature, Chicago: **American Society Agricultural Engineering Meeting**, (Paper 85-2517). 1985.
- IGBADUN, H. E.; OIGANJI E. Crop coefficients and yield response factors for onion (*Allium Cepa*. L) under deficit irrigation and mulch practices in Samaru, Nigeria. **African Journal of Agricultural Research**. V. 7, p. 5137-5152. 2012.
- JENSEN M. E.; HAISE H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **Journal of the Irrigation and Drainage**. Division, ASCE. v. 89, p. 15-41. 1963.
- MAKKINK G. F. Ekzameno de la formulo de Penman. **Neth. Journal of Agricultural Science**. v. 5, n. 1, p. 290-305, 1957.
- MAROUELLI W. A.; COSTA E. L.; SILVA H. R. Irrigação da cultura da cebola. Brasília: Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 37. 2005; 17p.
- MONTOVANI, E. C. **Desarrollo y Evaluacion de Modelos para el Manejo del Riego: Estimacion de la Evapotranspiracion y Efectos de la Uniformidad de Aplicacion del Riego sobre la Produccion de los Cultivos**. Cordoba, 1993. 40f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade de Cordoba, 1993.
- OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; SANTOS, I. M. S.; BISPO, R. C.; MISTURA, C. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da forrageira cunã (*Clitoriaternatea L.*) para diferentes fases fenológicas e épocas do ano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.8, n.2, p. 203-209, 2013.
- SILVA A. C. da; LIMA L. A.; EVANGELISTA A. W. P.; MARTINS C. P. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado por pivô central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, p. 1215-1221, 2011.
- SOUSA I. F. de; SILVA V. de P. R. da; SABINO F. G.; NETTO A. de O. A.; SILVA B. K. N.; AZEVEDO P. V. de. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, p. 633-644, 2010.
- VILLA NOVA N. A.; MIRANDA H. H.; PEREIRA A. B.; SILVA K. O. Estimativa da evapotranspiração potencial pelo método de Penman simplificado. In **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**. 14. Porto Alegre. v.1, p. 1-4, 2004.
- WILLMOTT C. J.; ACKLESON S. G.; DAVIS R. E.; FEDDEMA J. J.; KLINK K. M.; LEGATES D. R.; O'DONNELL J.; ROWE C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa. v. 90, n. C5, p. 8995-9005. 1985.