

KIT ALTERNATIVO PARA AUXÍLIO AO MANEJO DE IRRIGAÇÃO¹

JOÃO C. F. BORGES JÚNIOR²; PRISCILLA T. NASCIMENTO³; CAMILO L. T. ANDRADE⁴; ANTÔNIO J. STEIDLE NETO⁵

¹ Trabalho contou com o apoio do CNPq (bolsa de IC) e FAPEMIG.

² Eng^o Agrícola, Professor Adjunto, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG, Fone: (0XX31) 3697-2032, jcborges@ufs.br.

³ Graduanda em Agronomia, Bolsista de IC do CNPq, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

⁴ Eng^o Agrícola, Pesquisador Doutor, EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG.

⁵ Eng^o Agrícola, Professor Doutor, Campus Sete Lagoas, UFSJ, Sete Lagoas - MG.

Apresentado no
XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2011
24 a 28 de julho de 2011 - Cuiabá-MT, Brasil

RESUMO: Os métodos mais difundidos para auxiliar no estabelecimento e controle do manejo de irrigação têm como base a determinação da evapotranspiração de referência, ETo. O FAO Penman-Monteith é considerado padrão para determinação da ETo. Contudo, carece de base ampla de dados, o que se configura em obstáculo à difusão do método, especialmente para pequenos produtores. Objetivou-se neste estudo avaliar um kit alternativo para determinação do manejo adequado de irrigação, de baixo custo. O kit é composto por meio tambor de 200 L de aço e um pluviômetro confeccionado com garrafas de politereftalato de etileno (PET). Os dados obtidos no kit, de outubro de 2010 a fevereiro de 2011, foram confrontados com aqueles obtidos de um pluviômetro padrão (Vile de Paris) e de uma estação automática da marca Metos. Na comparação dos dados pluviométricos, dentre as estatísticas, obteve-se índices de concordância (d) e confiança (C) iguais a 0,998 e 0,995 (classificação: "ótimo"). Entretanto, verificou-se baixos valores de d e C na comparação entre evaporação e ETo, iguais a 0,47 e 0,20, e coeficiente de correlação igual a 0,51, o que indicou a necessidade de adequação na construção, instalação e operação do tanque evaporímetro.

PALAVRAS - CHAVE: evapotranspiração de referência, tanque evaporímetro, índice de concordância.

ALTERNATIVE KIT TO SUPPORT IRRIGATION MANAGEMENT

ABSTRACT: The most widely used methods to assist in establishing and control of irrigation management are based on the determination of reference evapotranspiration, ETo. The FAO Penman-Monteith is considered standard for determining ETo. However, it lacks broad-based data, which is set as a difficulty to spread of the method, especially for small producers. The aim of this study was to evaluate an alternative kit for determining the suitable management of irrigation, at low cost. The kit is composed by a half 200 L steel barrel and a rain gauge made of polyethylene terephthalate (PET) bottles. The data obtained on the kit, from October 2010 to February 2011, were compared with those obtained from a standard rain gauge (Vile de Paris) and an automatic station Metos. Comparing the rainfall data, among the statistics, we obtained index of agreement (d) and confidence (C) equal to 0.998 and 0.995 (rank: "good"). However, there are low values of d and C in the comparison between evaporation and ETo, equal to 0.47 and 0.20, and correlation coefficient equal to 0.51, which indicated the need to adjust the construction, installation and operation of the evaporimeter pan.

KEY - WORDS: reference evapotranspiration, evaporimeter pan, index of agreement.

INTRODUÇÃO

Para definição de estratégias de manejo de irrigação, baseadas no monitoramento de elementos meteorológicos, requer-se o conhecimento da evapotranspiração de referência (ET_o). Juntamente com equações, tanques evaporímetros classificam-se como métodos indiretos para determinação da ET_o. Com base na ET_o e em coeficientes de cultura calcula-se, então, a evapotranspiração potencial, ET_c, configurando-se um procedimento de duas etapas (ALLEN et al., 1998; SEDIYAMA, 1996).

Equações para estimativa da ET_o têm sido desenvolvidas, com variável complexidade, podendo ser classificadas com base no requerimento de dados, em combinadas, de radiação e de temperatura. É vasta a literatura técnica de abordagem destes métodos, citando-se DOORENBOS & PRUITT (1975), JENSEN et al. (1990), SEDIYAMA (1996), PEREIRA et al., (1997) e ALLEN et al. (1998), dentre outras.

A obtenção de dados climáticos *in loco* é, geralmente, inviável para o produtor devido ao alto custo de equipamentos padrão, como estações climatológicas. O mesmo se contata para equipamentos como Tanque Classe A e pluviômetros ou pluviógrafos sofisticados. Evidencia-se, assim, a relevância do desenvolvimento e da difusão de tecnologias alternativas, de baixo custo, que permitam determinar a ET_o e as lâminas de precipitação, em níveis adequados de precisão, de modo a contribuir para sustentabilidade do uso da irrigação na agricultura.

Objetivou-se neste estudo avaliar um kit alternativo para determinação do manejo adequado de irrigação, de baixo custo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos no Campus Sete Lagoas da UFSJ, com altitude média de aproximadamente 750 m. Instalou-se uma estação automática da marca Metos, modelo MCR300, nas coordenadas Latitude 19,48° Sul e 44,08° Oeste.

Adjacente à estação automática, instalou-se um pluviômetro padrão Vile de Paris e um kit alternativo, composto de tanque evaporímetro e pluviômetro. O tanque de evaporação foi confeccionado a partir de um tambor de 200 L de aço, tomando-se metade do mesmo, tendo diâmetro de 0,57 m e altura de 0,45 m. O pluviômetro foi confeccionado com segmentos de duas garrafas de politereftalato de etileno (PET), um inserido dentro do outro de modo a obter uma câmara interna, e uma torneira instalada na parte inferior, para fazer a drenagem. O tanque evaporímetro foi provido de poço tranquilizador, constituído de cano de aço galvanizado, instalado internamente. Um paquímetro, com extensão de arame em forma de gancho, foi empregado para determinação do nível de água no tanque. Os materiais utilizados na construção do tanque e do pluviômetro foram previamente escolhidos para diminuir o custo de produção.

O período de medição de evaporação transcorreu de 05/10/2010 a 04/02/2011. Para pluviometria, foram considerados dados obtidos de 21/10/2010 a 04/02/2011. Os dados foram obtidos diariamente no kit alternativo e pluviômetro Vile de Paris, próximo ao horário de 9h, exceto finais de semana e feriados.

Em relação aos dados obtidos na estação automática, para os elementos temperatura, radiação, umidade relativa, velocidade do vento e chuva, estes foram organizados em planilha eletrônica em base horária, sendo posteriormente contabilizados em somas e médias para o período diário considerando-se o horário 9h, sincronizando-se, portanto, ao procedimento de monitoramento por meio do kit alternativo.

Aplicando-se o programa REF-ET (ALLEN et al., 2000) aos dados obtidos da estação automática, calculou-se a evapotranspiração de referência (ET_o) segundo os métodos FAO Penman-Monteith e Hargreaves-Samani (ALLEN et al., 1998). Os valores foram então tabelados em planilha eletrônica e confrontados aos dados de evaporação obtidos por meio do kit alternativo.

A evaporação do tanque foi calculada por meio da equação:

$$EV_i = H_i - H_{i-1} + P_i \quad (1)$$

em que,

EV_i - evaporação do dia, mm;

H_i - altura da lâmina do dia, mm;

H_{i-1} - altura da lamina do dia anterior, mm, e

P_i - precipitação do dia (mm).

Os resultados de evaporação, obtidos no kit alternativo, foram confrontados aos de ETo obtidos com os métodos FAO Penman-Monteith e Hargreaves-Samani, em base diária. Aplicou-se, como medidores quantitativos de desempenho, os indicadores erro absoluto médio (EAM), índice de concordância (d), índice de confiança (C), coeficientes de correlação (r) e determinação (R^2) e coeficientes angular e linear da reta de regressão (a_R e b_R , respectivamente). Referências sobre esses indicadores são obtidas em WILLMOTT (1982), CAMARGO & SENTELHAS (1997) e WILLMOTT & MATSUURA (2005), dentre outros textos. Os dados de precipitação obtidos por meio do kit alternativo foram confrontados com aqueles obtidos no pluviômetro Vile de Paris, empregando-se os mesmos indicadores estatísticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do período de análise, constatou-se possíveis anomalias nos registros de radiação, o que comprometeu o emprego do método FAO Penman-Monteith para estimativa da ETo. Assim, as análises empregaram valores de ETo obtidos com o método Hargreaves-Samani. Os resultados para os indicadores empregados como medidores quantitativos de desempenho na comparação entre dados de evaporação (EV) e ETo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Indicadores quantitativos para comparação entre valores de evaporação (EV) e ETo (EAM = erro absoluto médio, r = coeficientes de correlação, d = índice de concordância, C = índice de confiança, R^2 = coeficiente de determinação (R^2), a_R = coeficiente angular da reta de regressão, b_R = coeficiente linear da reta de regressão)

Comparação	EAM (mm)	r	d	C	R^2	a_R (mm/mm)	b_R (mm)
EV-ETo	1,8	0,509	0,474	0,241	0,2544	1,5168	-1,5028
Precipitação	2,0	0,999	0,992	0,990	0,9969	1,1381	(*)

(*) Empregou-se modelo de regressão com coeficiente linear igual a zero.

Observa-se na Tabela 1 correlação e ajustes insatisfatórios entre os valores de evaporação determinados no tanque alternativo e os valores ETo obtidos com o método de Hargreaves-Samani a partir dos dados climáticos registrados pela estação automática. Mesmo aplicando-se a equação de regressão obtida para converter valores de EV, obtidos no tanque, para ETo, ajustes inadequados, bem como valores discrepantes do intervalo esperado, foram observados. Considerando-se os critérios propostos por CAMARGO & SENTELHAS (1997), o valor de C igual a 0,241 classifica-se como “Péssimo”, indicando-se a necessidade de ajustes quanto a configuração, operação e instalação do tanque empregado. O desempenho insatisfatório é também corroborado pelo baixo valor do coeficiente de determinação, igual a 0,2544. Dentre os possíveis fatores para futuras avaliações, percebe-se como merecedores de atenção a altura do tanque e a frequência na troca da água interna.

Por outro lado, verificou-se excelente adequação quanto ao uso do pluviômetro alternativo, obtendo-se um índice de confiança igual a 0,990, relativo a um desempenho “Ótimo” segundo os critérios preconizados por CAMARGO & SENTELHAS (1997). Nota-se, também, elevados valores de correlação (r) e do coeficiente de determinação, sendo este superior a 0,99.

Na Figura 1 apresenta-se o gráfico de regressão entre valores de precipitação registrados com o pluviômetro alternativo e o pluviômetro Vile de Paris, ratificando-se o excelente ajuste entre as medições de lâminas de chuva obtidas com os dois métodos.

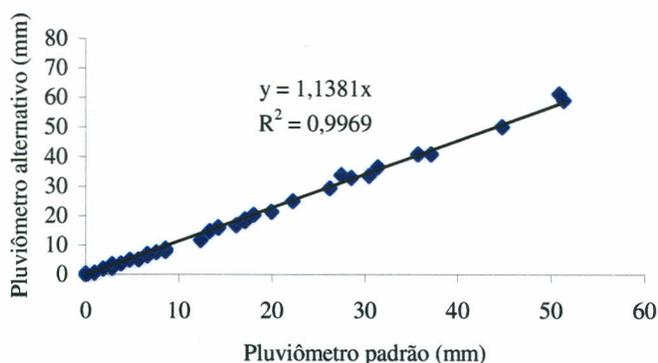


Figura 1. Precipitação determinada no pluviômetro alternativo (construído com garrafa PET) versus precipitação determinada com o pluviômetro Vile de Paris.

CONCLUSÃO

Os estudos realizados até o momento indicam adequação quanto à utilização de pluviômetros alternativos, construídos com garrafas PET, como alternativa ao uso de pluviômetros padrão, para determinação de lâminas de chuva em base diária.

Contudo, adequações quanto à construção, operação e instalação do tanque alternativo devem ser averiguadas, no sentido de melhorar o desempenho como método para determinação da evapotranspiração de referência.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G. REF-ET: Reference evapotranspiration calculation software for FAO and ASCE standardized equations. Moscow: University of Idaho, 2001. 76p.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 301 p. (Irrigation and Drainage, Paper 56).
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.
- DOORENBOS & PRUITT (1975),
- JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. Evapotranspiration and irrigation water requirements. New York: American Society of Civil Engineers, 1990, 332 p.
- PEREIRA, A.R.; NOVA, N.A.V.; SEDIYAMA, G.C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997, 183 p.
- SEDIYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.4, n.1, p.i-xii, 1996.
- WILLMOTT, C.J. Some comments on the evaluation of model performance. Bulletin American Meteorological Society, Boston, v.30, n.11, p.1309-1310, 1982.
- WILLMOTT, C.J.; MATSUURA, K. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate Research, Oldendorf-Luhe, v.30, n.1, p.79-82, 2005.