

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO MÉTODO DO TANQUE CLASSE A E DO MODELO JANSEN-HAISE NA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO CAFÉ NO CERRADO <sup>1</sup>

Omar Cruz Rocha<sup>2</sup>, Antonio Fernando Guerra<sup>3</sup>, Gustavo Costa Rodrigues<sup>4</sup>, Cláudio Sanzonowicz<sup>5</sup>, Caroline Jerke<sup>6</sup>, Anderson Cordeiro<sup>7</sup>, Ricardo Amaral Pontes<sup>6</sup>, Vanessa de Fátima Grah<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café.

<sup>2</sup>Eng. Agrôn., Pesquisador, M.Sc., Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, BR 020, Km 18, Planaltina, DF - Brasil - Caixa Postal: 08223, (61) 3388-9862, omar@cpac.embrapa.br.

<sup>3</sup>Eng. Agríc., Pesquisador, Ph.D., Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, guerra@cpac.embrapa.br.

<sup>4</sup>Eng. Agrôn., Pesquisador, M.Sc., Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, gustavo@cpac.embrapa.br.

<sup>5</sup>Eng. Agrôn., Pesquisador, D.Sc., Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, sanzo@cpac.embrapa.br.

<sup>6</sup>Eng. Agrôn., bolsista do CBP&D/Café, M.Sc., Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, andecor@gmail.com.

<sup>7</sup>Eng. Agrôn., bolsista do CBP&D/Café, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, carol@agronoma.eng.br, ricardoamaral0001@yahoo.com.br, nessagrah@hotmail.com.

**RESUMO:** A determinação da evapotranspiração é um importante procedimento para a definição das necessidades hídricas das culturas. A utilização de estações meteorológicas automáticas nem sempre é possível para a maioria das propriedades agrícolas em razão do seu elevado custo e da infraestrutura necessária, fato que torna o uso de tecnologias mais simplificadas uma opção viável para o produtor. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do método do tanque classe “A” e do modelo climatológico de Jansen-Haise (1963), na estimativa da evapotranspiração do cafeeiro irrigado. Este estudo foi conduzido no ano agrícola de 2006 na área experimental da Embrapa Cerrados sob cafeeiros adultos (*Coffea arabica* L.), cv. Catuaí Rubi MG1192 implantado no espaçamento de 2,80 m por 0,50 m, em fevereiro de 2001, irrigados por pivô central. Visando obter o consumo hídrico do cafeeiro, monitorou-se diariamente o conteúdo de água no solo, o que foi possível com auxílio de sondas de umidade. Os parâmetros climatológicos para avaliação do modelo Jansen-Haise e os dados de evaporação do tanque classe “A” foram obtidos de uma estação meteorológica regional localizada próximo ao experimento. A evapotranspiração da cultura medida (ETC<sub>m</sub>) foi correlacionada com a evapotranspiração da cultura estimada pelo método do tanque classe “A” (ETC<sub>i</sub>) e pelo modelo de Jansen-Haise (ETC<sub>jh</sub>). Para estimativa da ETC, utilizaram-se coeficientes de cultura (Kc) gerados a partir da relação da ETC<sub>m</sub> com a ET<sub>o</sub> estimada pelo método Penman-Monteith. A análise estatística dos dados mostrou que o método do tanque classe “A” apresentou melhor desempenho e precisão na estimativa da evapotranspiração do cafeeiro no Cerrado.

**Palavras-chave:** Cafeicultura, *Coffea arabica*, manejo de irrigação.

## EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF THE CLASS A PAN METHOD AND THE JANSEN-HAISE MODEL ON THE ESTIMATION OF COFFEE EVAPOTRANSPIRATION IN THE CERRADO

**ABSTRACT:** The estimation of the evapotranspiration is an important factor for the assessment of the crop water requirements. Due to its high cost, most farmers do not use automatic weather stations, and the use of simpler technologies can be considered a viable option. The present work aims to evaluate the performance of two methods, the Class A pan and a climatic model (Jansen and Haise, 1963), on the estimation of evapotranspiration of irrigated coffee. The study was carried out in 2006 in the experimental area of Embrapa Cerrados with field-grown coffee plants (*Coffea arabica* L., cv. Catuaí Rubi MG1192) established in February 2001, spaced 2.8 x 0.5 m and irrigated by a central pivot. Daily measurements of soil water content using humidity probes were used to obtain the water consumption of the plants, and the parameters for the Jansen-Haise climatic model were taken from a regional meteorological station located near the experiment. The measured crop evapotranspiration (ETC<sub>m</sub>) was correlated with the crop evapotranspiration estimated by the class “A” pan (ETC<sub>i</sub>) and by the model of Jansen-Haise (ETC<sub>jh</sub>). The ETC was estimated using the crop coefficients (Kc) obtained by the relation of ETC<sub>m</sub> with ET<sub>o</sub>, which was calculated by the method of Penman-Monteith. Results of the statistical analysis of the data showed that the class “A” pan method gave a better precision on the estimation of the coffee crop evapotranspiration on the Cerrado region.

**Key words:** coffee growth, *coffea arabica*, irrigation scheduling.

## INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Cerrado já representava em 1998 cerca de 26 % da produção nacional (Santos et al., 1998). Atualmente, estima-se que a participação do Cerrado já ultrapasse os 40 %, demonstrando um crescimento expressivo da cafeicultura nessa região nos últimos anos (Guerra et al., 2007). No entanto, a irregularidade na distribuição pluviométrica e a ocorrência constante de veranicos prolongados no período chuvoso do Cerrado condicionaram a

sustentabilidade da cafeicultura à necessidade de tecnologias relacionadas ao cultivo irrigado. Porém, apesar da disponibilidade de equipamentos cada vez mais modernos, o manejo da água da irrigação ainda é uma das grandes dificuldades encontradas pelos cafeicultores. Já que, na maioria dos casos, a água vem sendo aplicada sem qualquer critério técnico de monitoramento. Esse cenário foi construído, em parte, pela complexidade das ferramentas existentes para o gerenciamento da irrigação, as quais, em muitos casos, inviabilizam sua utilização prática. Dessa forma, embora a região do Cerrado apresente vários fatores favoráveis ao desenvolvimento da cafeicultura, tais como topografia levemente ondulada, solos fisicamente apropriados, ausência de geadas e altitude e temperatura adequadas, a busca por critérios de manejo de irrigação que primem pela quantificação precisa da água sem perder a facilidade operacional passou a ser uma das principais exigências para o sucesso da cafeicultura irrigada.

Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho do método do tanque classe “A” (Doorenbos & Pruitt, 1976) e do modelo climatológico de Jansen-Haise (1963), na estimativa da evapotranspiração do cafeeiro, visando à validação desses métodos para utilização no manejo de irrigação no Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

As medidas dos parâmetros vegetativos e climáticos foram obtidas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa Cerrados) em Planaltina-DF, localizada a uma latitude de 15°35'30" S, longitude de 47° 42'30" W e altitude de 1.007 m, apresentando clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo CWh1, com precipitação média anual de 1.460 mm. A pesquisa foi conduzida com cafeeiros (*Coffea arabia* L.), cultivar catuaí rubi MG1192, implantados sobre um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, de textura argilosa, no espaçamento de 2,80 m por 0,50 m, em fevereiro de 2001. O ensaio foi instalado em uma área de oito hectares, irrigada por um equipamento de irrigação por aspersão do tipo pivô central convencional.

O conteúdo de água no perfil de solo foi medido diariamente, com o uso de sensores de umidade, modelos ML2 e PR1-6 (Theta probe e profile probe - Delta T). As medidas do conteúdo de água foram realizadas nas profundidades de 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m; 0,40 m; 0,60 m e 1 m de profundidade. O consumo de 50 % da água disponível na camada de solo de 0,0 cm a 0,10 m foi convenicionado como critério de tomada de decisão quanto ao momento de retorno das irrigações. A evapotranspiração dos cafeeiros foi calculada pelo método do balanço hídrico no perfil de solo, determinando, diariamente, a quantidade de água extraída no perfil. Já os dados climáticos foram coletados diariamente a partir de uma estação meteorológica, monitorada pelo INPE, localizada próximo à área experimental.

A evapotranspiração da cultura medida ( $ETC_m$ ) foi correlacionada com a evapotranspiração da cultura estimada pelo método do tanque classe “A” ( $ETC_t$ ) e pelo modelo de Jansen-Haise ( $ETC_{jh}$ ). Para estimativa da  $ETC$ , utilizaram-se coeficientes de cultura ( $Kc$ ) gerados a partir da relação da  $ETC_m$  com a  $ET_0$  estimada pelo método Penman-Monteith (Monteith, 1965).

A comparação entre as evapotranspirações observadas e as estimadas envolveu uma regressão linear simples analisando-se o erro médio da estimativa, a correlação entre as evapotranspirações e o teste F, proposto por Graybill (1976). Pela aplicação do teste F, ao nível de 95 % de probabilidade, analisou-se a hipótese de que a evapotranspiração estimada era similar a observada, perfazendo uma linha reta passando pela origem e de declividade igual a 45 graus, ou seja,  $\beta_0 = 0$  e  $\beta_1 = 1$ .

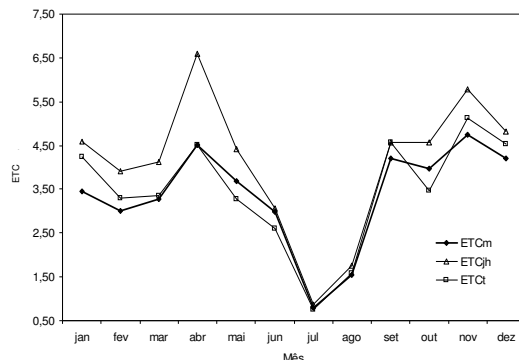
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmina de água média evapotranspirada anualmente pelo cafeeiro irrigado durante o período foi de 1.226,40 mm. A evapotranspiração média diária mensal do cafeeiro irrigado foi de 3,36 mm.dia<sup>-1</sup>. O valor máximo (4,74 mm.dia<sup>-1</sup>) foi observado no mês de novembro em virtude da ocorrência de altas temperaturas. O valor mínimo (0,79 mm.dia<sup>-1</sup>) ocorreu no mês de julho por causa da ocorrência das temperaturas mais baixas do ano (Tabela 1, figura 1). Essa amplitude da evapotranspiração contribuiu para variação dos coeficientes de cultura de 0,21 a 1,50 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios mensais de  $Kc$ ,  $ETC_m$ ,  $ETC_{jh}$  e  $ETC_t$  para o cafeeiro no quinto ano de idade.

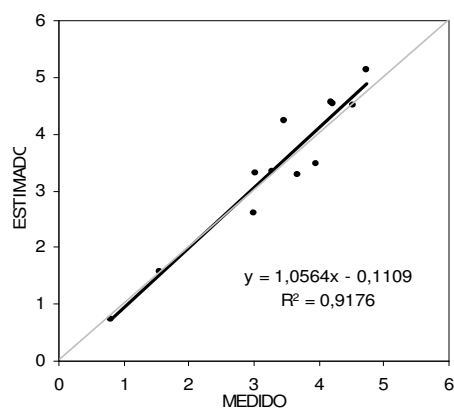
| Mês  | $Kc$ | $ETC_m$ (mm.dia <sup>-1</sup> ) | $ETC_{jh}$ (mm.dia <sup>-1</sup> ) | $ETC_t$ (mm.dia <sup>-1</sup> ) |
|------|------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Jan. | 0,95 | 3,46                            | 4,58                               | 4,24                            |
| Fev. | 0,94 | 3,01                            | 3,92                               | 3,30                            |
| Mar. | 1,10 | 3,27                            | 4,13                               | 3,35                            |
| Abr. | 1,38 | 4,52                            | 6,59                               | 4,51                            |
| Mai  | 1,06 | 3,67                            | 4,42                               | 3,28                            |
| Jun. | 0,80 | 2,99                            | 3,07                               | 2,61                            |
| Jul. | 0,21 | 0,79                            | 0,87                               | 0,74                            |
| Ago. | 0,35 | 1,54                            | 1,76                               | 1,58                            |
| Set. | 1,00 | 4,20                            | 4,56                               | 4,57                            |
| Out. | 1,29 | 3,96                            | 4,57                               | 3,46                            |
| Nov. | 1,50 | 4,74                            | 5,79                               | 5,12                            |

|              |             |              |              |              |
|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Dez.</b>  | 1,31        | 4,21         | 4,82         | 4,54         |
| <b>Total</b> | -           | <b>40,37</b> | <b>49,08</b> | <b>41,32</b> |
| <b>Média</b> | <b>0,99</b> | <b>3,36</b>  | <b>4,09</b>  | <b>3,44</b>  |



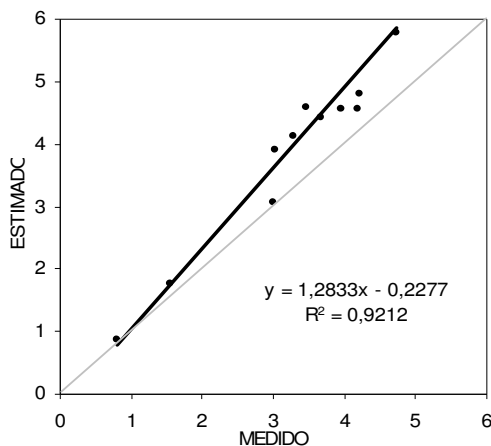
**Figura 1.** Evapotranspiração medida e estimada pelos métodos Jansen-haise (1963) e Tanque Classe A (média diária mensal (Etc-mm.dia<sup>-1</sup>)) para Cafeeiro arábica em Planaltina-DF.

Pela Figura 2, em que se demonstra a relação entre os dados médios de ETCm e ETCt, observa-se uma correlação elevada entre as variáveis com o valor do  $R^2 = 0,92$  e alta concordância com  $\beta_0 = -0,1109$  e  $\beta_1 = 1,0564$ . Observando ainda a Tabela 2, nota-se que a dispersão dos dados resultou num erro médio da estimativa de  $-2,35\%$ , valor pouco significativo uma vez que, pela aplicação do teste F ao nível de  $95\%$  de probabilidade (Tabela 3), concluiu-se não haver diferença entre os dados medidos e os estimados, demonstrando o ótimo desempenho do método. Muito embora o método do tanque seja muito sujeito a erros provocados, principalmente, por leituras equivocadas, nesse caso a possibilidade desses erros foi reduzida pela automatização das leituras, fato que pode justificar o ótimo desempenho desse método para o conjunto de dados analisados.



**Figura 2.** Relação entre a ETC estimada a partir do método do Tanque Classe-A e a medida, em Planaltina- DF, para Cafeeiro.

Na Figura 2, em que se demonstra a mesma relação da Figura 1, porém com os dados de ETC estimados pelo modelo Jansen-Haise (1963) (ETCjh), observou-se que a precisão das estimativas também foi elevada,  $R^2 = 0,92$ , porém a exatidão sofreu uma significativa redução ( $\beta_0 = -0,2277$  e  $\beta_1 = 1,2833$ ), favorecida pela dispersão dos dados, o que contribuiu para um erro médio da estimativa significativo  $-21,57\%$  (Tabela 2). Esse resultado limitou o desempenho do modelo, o que pode ser observado na Tabela 4, onde a aplicação do teste F ao nível de  $95\%$  de probabilidade permitiu constatar diferença entre os dados medidos e estimados. Vale ressaltar que o modelo, durante o período chuvoso, teve uma tendência em superestimar a ETCm, mas se mostrou eficiente no período seco (maio a setembro). Essa observação pode ser atribuída ao fato de que, no período seco do Cerrado, as condições climáticas se assemelham às condições em que o modelo foi concebido e validado no Oeste dos Estados Unidos, conforme Jensen et al. (1989).



**Figura 3.** Relação entre a ETC estimada a partir do modelo de Jansen-Haise e a medida, em Planaltina-DF, para Cafeeiro.

**Tabela 2.** Erros médios na estimativa da ETC do cafeeiro obtidos com a aplicação de dois métodos em Planaltina-DF.

| Modelo          | Evapotranspiração da cultura*<br>(mm) |          | Erro médio da estimativa (%) |
|-----------------|---------------------------------------|----------|------------------------------|
|                 | Medida                                | Estimada |                              |
| Tanque Classe A | 40,37                                 | 41,32    | -2,35                        |
| Jansen-Haise    | 40,37                                 | 49,08    | -21,57                       |

\*ETC resultante do somatório das médias diárias observadas por intervalo de irrigação.

**Tabela 3.** Valores da análise de regressão simples entre a ETC estimada pelos dois métodos e a ETC medida do cafeeiro em Planaltina-DF.

| Modelos         | Coeficientes de ajuste |           |                | F de Graybill |
|-----------------|------------------------|-----------|----------------|---------------|
|                 | $\beta_0$              | $\beta_1$ | R <sup>2</sup> |               |
| Tanque Classe A | -0,1109                | 1,0564    | 0,92           | 0,14          |
| Jansen Haise    | -0,2277                | 1,2833    | 0,92           | 5,93**        |

\*\*Significativo ao nível de 95 % de probabilidade

## CONCLUSÕES

1. O método do tanque classe A apresentou desempenho satisfatório na estimativa da evapotranspiração do cafeeiro arábica cultivado no Cerrado em Planaltina-DF.
2. O método proposto por Jansen-haise superestimou a evapotranspiração do cafeeiro arábica cultivado no Cerrado em Planaltina-DF. No entanto, demonstrou tendência de desempenho satisfatório no período seco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOORENBOS, J.; PRUITT, J.O. Las necesidades de água de los cultivos. Rome: FAO, 1976. 193p.
- GRAYBILL, F.A. Theory and application of the linear model. s. l. Belmont Duxdury, 1976. 704p.
- GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; RIBEIRO FILHO, G.C.; TOLEDO, P.M.R.; RIBEIRO, L.F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. Irrigação & Tecnologia Moderna – ITEM, n.73, p. 52-61, 2007.
- JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. Evapotranspiration and irrigation water requirements. New York, ASCE. 1989. p. 332, Manuals and reports 70
- JANSEN, M.E.; HAISE, H.R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. Journal of the Irrigation and Drainage Division. New York, v.89. p.15-41, 1963.
- MONTEITH, J.L. Evaporation and environment. Symp. Soc. Exp. Biology, London, v.19, p.205-234, 1965.
- SANTOS, C.M.; TEODORE, R.E.F.; MENDONÇA, F.C.; CAETANO, A.R.; DOMINGUES, E.P.; BRONZI, S.S. Diagnóstico, da cafeicultura irrigada no cerrado. In. Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada. (1. : 1998: Araguari, MG) Palestras e Resumos. Uberlândia: UFU/DEAGO, p.125-144. 1998.