



## **ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA DO CAFEIEIRO CONILON, VARIEDADE ROBUSTA TROPICAL, EM COMPARAÇÃO COM A EVAPOTRANSPIRAÇÃO OBTIDA PELO MÉTODO DE HARGREAVES & SAMANI**

Rogério Rangel Rodrigues<sup>1</sup>, Samuel Cola Pizetta<sup>2</sup>, Edvaldo Fialho dos Reis<sup>3</sup>;  
Wilian Rodrigues Ribeiro<sup>4</sup> Vinícius Agnolette Capelini<sup>5</sup>

1. Mestrando em Produção Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil (rogeriorr7@hotmail.com)
2. Graduando de Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil
3. Prof. Dr. Associado II da Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, CCA/UFES, Alegre-ES, Brasil
4. Graduando de Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil
5. Graduando de Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, Brasil.

**Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013**

### **RESUMO**

Existem diversos métodos para a determinação da demanda hídrica pelas culturas, tendo cada um sua particularidade. O método de estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) por Hargreaves-Samani emprega variáveis meteorológicas, geralmente, disponíveis aos produtores rurais, pois utilizam dados de temperatura atmosférica, o qual pode ser determinado por um termômetro de temperatura máxima e mínima. O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), entre os meses de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013. O presente trabalho teve por objetivo avaliar, para as condições de Alegre, Sul do Estado do Espírito Santo, a demanda hídrica do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical, nos primeiros meses de desenvolvimento, e comparar essa demanda hídrica com o método de Hargreaves & Samani. Também foi comparado o volume de água obtido nos dois métodos. O método de Hargreaves & Samani apresentou resultados satisfatórios nos primeiros meses de desenvolvimento do cafeeiro, porém, superestimou a demanda hídrica, apresentando um maior consumo de água pelo método.

**PALAVRAS- CHAVE:** Consumo de água, irrigação, manejo

# **ESTIMATE OF WATER DEMAND CONILON COFFEE, ROBUST TROPICAL VARIETY IN COMPARISON WITH EVAPOTRANSPIRATION OBTAINED BY METHOD HARGREAVES & SAMANI**

## **ABSTRACT**

There are various methods for determining the water demand by crops, each having its particularity. The method for estimating reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) by Hargreaves-Samani employs meteorological variables generally available to farmers, because they use atmospheric temperature data, which can be determined by a thermometer maximum and minimum temperature. The work was performed at the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo (CCA-UFES), between the months of December 2012 to February 2013. This study aimed to evaluate for conditions Alegre, southern state of Espírito Santo, the water demand conilon coffee, Robusta variety Tropical, in early development, and compare this method with the water demand Hargreaves & Samani. It was also compared to the volume of water obtained with both methods. The method of Hargreaves & Samani satisfactory results in early development of coffee, however, overestimated the demand for water, with a water-consuming method.

**KEYWORDS:** Water consumption, irrigation, management

## **INTRODUÇÃO**

Poucos são os estudos relacionados à irrigação do cafeeiro conilon. Assim, muitas das informações apropriadas para o café arábica estão sendo utilizadas na cafeicultura do conilon (FERRÃO et al., 2007).

Para a agricultura irrigada, a irrigação é considerada como essencial, principalmente em regiões áridas, semiáridas e em outras onde há uma distribuição irregular de chuva. Entretanto, para bons rendimentos, a prática da irrigação deve ser conduzida de modo a determinar o quanto de água aplicar e o momento adequado, a fim de atender a necessidade hídrica da cultura. Essa quantidade a ser aplicada via irrigação tem como principal parâmetro o conhecimento da evapotranspiração.

A determinação das necessidades hídricas da cultura é primordial para entender seu manejo, pois trata-se de um parâmetro de referência na realização de balanços hídricos, dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação (SILVA & FOLEGATTI, 2001). Para MANTOVANI et al., (2009), a evapotranspiração pode ser definida como a quantidade de água evaporada e transpirada por uma superfície vegetal durante determinado período, incluindo a evaporação da água do solo, a evaporação da água depositada na superfície das folhas e a própria transpiração do vegetal.

Para PEREIRA et al., (2002), a evapotranspiração (ET) é o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e por transpiração das plantas, sendo influenciado principalmente, em termos de clima, pela radiação líquida, temperatura, umidade do ar e o vento.

Como a medida da evapotranspiração é difícil e onerosa, o que ocorre, em geral, é a estimativa dos valores da demanda evaporativa com base em elementos

meteorológicos medidos. Essa demanda pode ser expressa como evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) que, para uma determinada cultura prediz o efeito do clima sobre a demanda hídrica desde que se tenha os valores do coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) que é um indicativo da necessidade de água em cada estágio de desenvolvimento da cultura. Assim, para uma dada cultura estima-se sua demanda hídrica pela multiplicação dos valores de K<sub>c</sub> e ET<sub>o</sub> (BERNARDO et al., 2006).

Na determinação da ET<sub>o</sub>, há diversos modelos para sua determinação, que vão desde as mais complexas equações de energia, necessitando de muitas variáveis climatológicas, a equações mais simples, que necessitam apenas de um elemento meteorológico.

O método de Penman-Monteith-FAO (ALLEN et al., 1998), que é um método combinado, considerado padrão para a estimativa de ET<sub>o</sub>, emprega muitas variáveis meteorológicas que nem sempre estão disponíveis aos produtores rurais, especialmente em pequenas áreas que, normalmente, apresentam apenas registros de temperatura do ar. Nesse contexto, o método de HARGREAVES & SAMANI (1985) torna-se uma tecnologia chave para esses pequenos produtores.

A maioria dos métodos citados na literatura para a estimativa da evapotranspiração incorpora diferentes parâmetros do clima local e da cultura. Dessa forma, o uso de um método de estimativa em determinada região pressupõe sua validade, sendo fundamental fazer um contraste e calibração dos diferentes métodos para cada localidade onde se deseja utilizá-los (JENSEN et al., 1990).

Assim, vários trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de se avaliar o desempenho de métodos mais simples em relação ao método padrão nas várias regiões do Brasil, tal como no Sudeste (ARAÚJO et al., 2011; SILVA et al., 2011), no Sul (BACK, 2008; SYPERRECK et al., 2008), no Nordeste (GONÇALVES et al., 2009; BORGES JÚNIOR et al., 2012) e no Centro-Oeste (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2011).

Apesar do grande número de trabalhos sobre a utilização da equação de Hargreaves & Samani ao ar livre, pouco se sabe sobre a sua aplicabilidade em casa de vegetação. Assim, objetivou-se com esse trabalho estimar a evapotranspiração de referência pelo método de Hargreaves & Samani e comparar os resultados com o de evapotranspiração potencial da cultura do cafeeiro nas condições climáticas do município de Alegre, localizado no Sul do Estado do Espírito Santo.

## MATERIAL E METODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação instalada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizada no município de Alegre-ES, latitude 20°45'48" Sul, longitude 41°29' 27" Oeste e altitude de 123 m. O clima da região é do tipo "Aw" com estação seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura anual média é de 23°C e a precipitação anual em torno de 1200 mm.

Foram utilizadas mudas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, conhecida popularmente como café Conilon, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151 – Robusta Tropical).

O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. O solo foi destorroado, passado em peneira de 2 mm e homogeneizado. A aplicação

de adubos químicos nos vasos foi realizada de acordo com a metodologia proposta por NOVAIS et al., (1991) para ambiente controlado.

No laboratório de Recursos Hídricos do CCA-UFES foram determinadas a umidade do solo na capacidade de campo (CC) na tensão de 0,01 MPa e a umidade do solo no ponto de murcha permanente (PMP) na tensão de 1,5 MPa, bem como a densidade do solo, de acordo com EMBRAPA (1997) (Quadro 1).

**QUADRO 1:** Característica físico-hídrica do solo utilizado no experimento

| CC        | PMP   | Ds                 |
|-----------|-------|--------------------|
| --- % --- |       | g cm <sup>-3</sup> |
| 28,57     | 13,24 | 1,03               |

O experimento foi conduzido com 10 plantas, a fim de quantificar a evapotranspiração potencial da cultura. Para a realização das irrigações foi necessário determinar o peso de cada parcela experimental na capacidade de campo, sendo o peso na capacidade de campo inicial ( $P_{cci}$ ). Após o plantio, todos os vasos foram saturados com água e deixados em drenagem livre até atingirem a umidade na capacidade de campo. Para tanto, foi feito o monitoramento da umidade do solo e pesagem dos vasos a cada 12 horas, até que fosse obtido o teor de umidade na capacidade de campo, onde foi obtido o peso inicial de cada parcela experimental, sendo este o valor do  $P_{cci}$ .

Ao final de cada tarde, todas as parcelas foram pesadas em balança eletrônica, repondo a água de forma que cada parcela retornasse ao seu devido valor de  $P_{cci}$ .

As plantas foram irrigadas mantendo o solo com umidade próxima a capacidade de campo por um período de 30 dias, a fim de favorecer a adaptação das plantas e o enraizamento no solo do vaso. Após esse período, começou-se a quantificar a evapotranspiração real da cultura, por um período de três meses, sendo eles: Dezembro de 2012, janeiro e fevereiro de 2013.

Os elementos climatológicos utilizados para os cálculos da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) pelo método de Hargreaves e Samani (HARGREAVES; SAMANI, 1985) foram coletados durante o período de quatro meses, de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, por meio de um termômetro tipo capela, obtendo-se as temperaturas máximas e mínimas de cada dia, alocada no interior da casa de vegetação utilizada.

A transformação da evapotranspiração obtida pelo método de Hargreaves & Samani ( $ET_0$ ) foi modificada em evapotranspiração potencial da cultura (demanda hídrica da cultura) pela Equação 1, para fim de comparação entre os métodos.

$$ET_{pc} = K_c * ET_{HS} \quad (1)$$

em que:

$ET_{rc}$  – evapotranspiração potencial da cultura, mm. dia<sup>-1</sup>;  
 $K_c$  – coeficiente cultural do cafeeiro;  
 $ET_{HS}$  – evapotranspiração de referência pelo método de Hargreaves & Samani, mm. dia<sup>-1</sup>.

O coeficiente cultural (Kc) utilizado foi o proposto por SANTINATO et al., (1996) para plantas do cafeeiro com idade até 1 ano e espaçamento entre cultura de 1,0 a 2,0 x 0,5 a 1,0 metro.

A  $ET_0$  obtida pelo método de Hargreaves & Samani foi calculada de acordo com a Equação 2, proposta por eles.

$$ET_0 = 0,0023 * Ra * (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{1/2} * (T_{\text{méd}} + 17,8) \quad (2)$$

em que:

Ra – radiação solar no topo da atmosfera no dia 15 do mês,  $\text{mm.dia}^{-1}$  (extraído da Tabela proposta por DOORENBOS & PRUITT (1997));

$T_{\text{máx}}$  – Temperatura máxima, °C;

$T_{\text{mín}}$  – Temperatura mínima, °C;

$T_{\text{méd}}$  – Temperatura média -  $(T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})/2$ , °C.

A análise do desempenho dos métodos em estudo foi realizada por meio da comparação dos valores de evapotranspiração obtidos com o método de pesagem dos vasos com os estimados pelo método de Hargreaves & Samani.

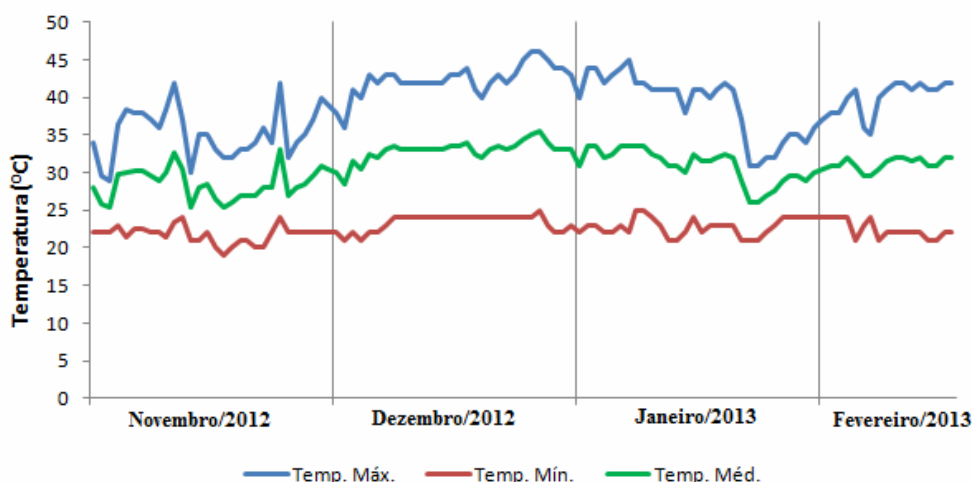
Cada vaso foi revestido com papel branco para reduzir a absorção de radiação solar para minimizar o aquecimento do solo, a fim de reduzir o erro experimental.

Além de ser avaliado a relação entre a demanda hídrica por Hargreaves & Samani e a  $ET_{pc}$  (obtida no experimento), também foi quantificado o volume de água gasto pelos diferentes métodos.

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico SigmaPlot 12.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

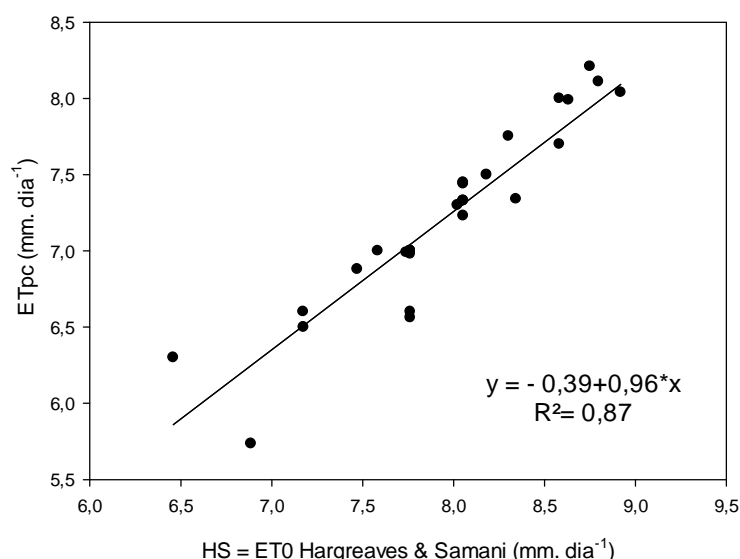
Durante os três meses de condução do experimento não ocorreram grandes variações nas condições meteorológicas. As variáveis meteorológicas apresentadas na Figura 1 são umas das principais variáveis que interferem na demanda atmosférica de água. Sendo que a transpiração e o consumo de água nas plantas são comandados principalmente pela demanda atmosférica e pelo controle estomático (CARLESSO, 1995).



**FIGURA 1:** Temperaturas máximas, mínimas e média, observadas nos 3 meses de experimento.

As médias da temperatura média durante os três meses observados foram de 28,55 °C para novembro de 2012, de 32,79 °C para dezembro de 2012, de 30,90 °C para janeiro de 2013 e de 30,89 °C para fevereiro de 2013.

Na Figura 2 está apresentado o gráfico da regressão linear entre valores diários de evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>) em função do método de Hargreaves & Samani, para o mês de dezembro de 2012.



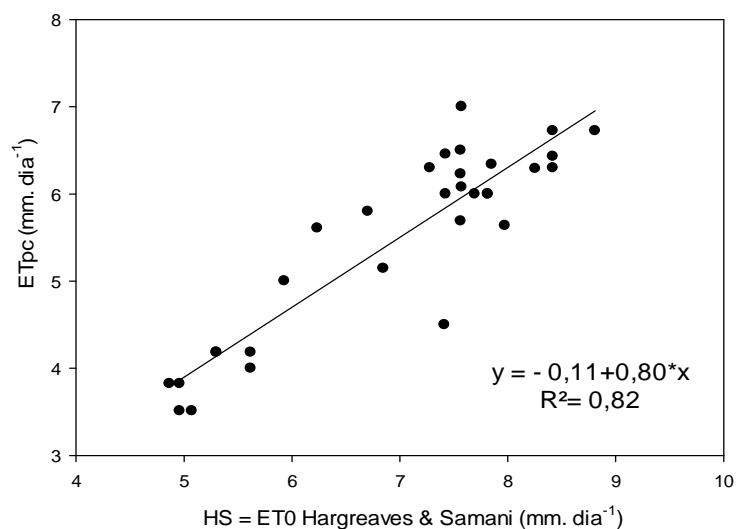
**FIGURA 2:** Regressões lineares para o método da evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>) em função do método de Hargreaves & Samani com sua equação e coeficiente de determinação ( $r^2$ ), para o mês de dezembro de 2012.

A análise da correlação entre a estimativa da evapotranspiração potencial de referência (ET<sub>0</sub>), combinado com o coeficiente cultural da cultura do cafeeiro, obteve um ajuste satisfatório com a demanda hídrica do cafeeiro para o mês de dezembro de 2012.

Essa correlação satisfatória pode ser observada através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), onde próximo da unidade tem-se correlação perfeita, diminuindo essa correlação, tem-se valores próximos de zero, apresentando correlação insatisfatória. Segundo KENNEDY (2008), supõe-se que o coeficiente de determinação represente a proporção da variável dependente que é explicada pela variação da variável independente.

O coeficiente de determinação  $R^2$  indica o quanto a ET<sub>0</sub> por Hargreaves & Samani influencia ou explica a demanda hídrica pela cultura do cafeeiro conilon apresentado na Figura 2 como ET<sub>pc</sub>. Logo, a ET<sub>0</sub> por Hargreaves & Samani explica 85,68% a variação na ET<sub>pc</sub>.

Na Figura 3 está apresentado o gráfico da regressão linear entre valores diários de evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>) em função do método de Hargreaves & Samani, para o mês de janeiro de 2013.

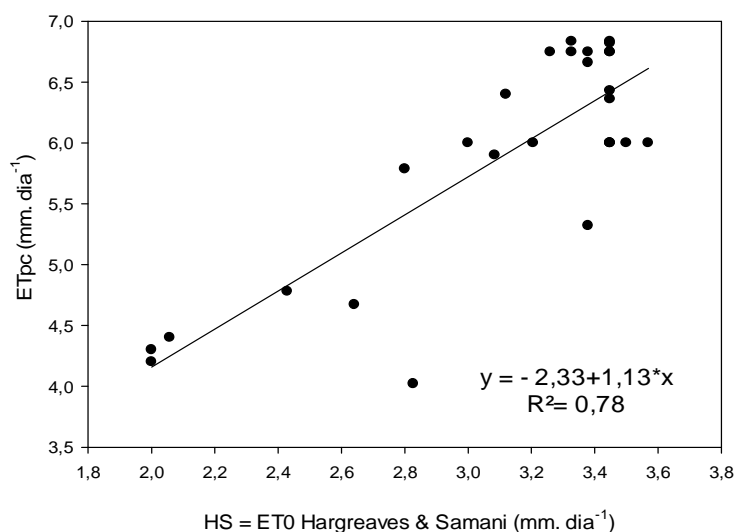


**FIGURA 3:** Regressões lineares para o método da evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>) em função do método de Hargreaves & Samani com sua equação e coeficiente de determinação ( $r^2$ ), para o mês de janeiro de 2013.

Na Figura 3, as correlações tenderam a diminuir, obtendo um  $R^2$  de 0,73. Logo, a  $ET_0$  por Hargreaves & Samani explica 73,21% a variação na ET<sub>pc</sub>. Segundo TRIOLA (1999) existe correlação entre duas variáveis quando uma delas está relacionada com a outra de alguma forma.

Pode-se observar também que houve um aumento no consumo de água pelas plantas, em relação ao mês de dezembro. Apesar da temperatura média de janeiro ter sido menor do que a temperatura média de dezembro, ainda assim ocorreu uma elevação na ET<sub>pc</sub>. Isso ocorreu devido ao desenvolvimento da área foliar do cafeeiro, o que proporcionou o aumento da transpiração em relação a dezembro.

Na Figura 4 está apresentado o gráfico da regressão linear entre valores diários de evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>) em função do método de Hargreaves & Samani, para o mês de fevereiro de 2013.



**FIGURA 4:** Regressões lineares para o método da evapotranspiração potencial da cultura (ETpc) em função do método de Hargreaves & Samani com sua equação e coeficiente de determinação ( $r^2$ ), para o mês de fevereiro de 2013.

Na Figura 4 é observado que a correlação entre os métodos tendeu a cair, obtendo-se um  $R^2$  de 0,68. Assim, a  $ET_0$  por Hargreaves & Samani explica 68,94% a variação na ETpc.

O método de Hargreaves e Samani é um método que utiliza apenas dados de irradiância solar extraterrestre e temperatura para a estimativa da  $ET_0$ , sendo comum a ocorrência de superestimativa dos valores estimados (HARGREAVES & SAMANI, 1985). Portanto, tornam-se necessários estudos voltados ao uso desse método para cultivo em ambiente protegido, adequando o método à demanda hídrica da cultura.

Segundo SHAHIDIAN et al., (2011), a intensidade da radiação solar incidente é afetada pela cobertura da estufa, esperando que haja uma redução de acordo com o tipo de revestimento. Assim, esses autores propuseram uma equação para calibrar a equação de HS e utilizá-la em estufas. Semelhantemente, FERNANDEZ et al., (2010) verificaram que a equação de HS superestimava a evapotranspiração no interior da estufa, no entanto produzia resultados aceitáveis quando se utilizava um fator de correção devido à transmitância da estufa.

No Quadro 2 está o consumo de água pelo método da determinação da evapotranspiração potencial da cultura via pesagem dos vasos e pelo método de Hargreaves & Samani.

**QUADRO 2:** Análise da demanda de água pelo método da determinação da evapotranspiração potencial da cultura via pesagem (ET<sub>pc</sub>) e pelo método de Hargreaves & Samani (ET<sub>pc</sub>HS) durante os três meses avaliados

| Métodos             | Consumo de água (mm) |              |                |
|---------------------|----------------------|--------------|----------------|
|                     | -----Meses -----     |              |                |
|                     | Dezembro/2012        | Janeiro/2013 | Fevereiro/2013 |
| ET <sub>pc</sub> HS | 237.97 mm            | 216.28 mm    | 195.83 mm      |
| ET <sub>pc</sub>    | 215.87 mm            | 169.98 mm    | 156.74 mm      |

O consumo de água pelo método de HS foi 9,29% maior que o método das pesagens dos vasos para o mês de dezembro de 2012. Para o mês de janeiro de 2013 essa diferença aumentou para 21,41%, reduzindo um pouco para o mês de fevereiro de 2013, cuja diferença foi pra 19,96%.

O aumento na diferença do consumo de água entre os métodos e nos diferentes meses avaliados, possivelmente foi devido a variabilidade morfológica presente no cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical, característico dessa variedade.

Também observou-se que o método de HS superestimou a demanda hídrica pela cultura do café. Resultados de superestimativa da ET<sub>0</sub> por esse método também foi observado por outros autores, comparando com outros métodos de estimativa da ET<sub>0</sub>, como: ARAÚJO et al., (2010) comparando com o método de Penman-Monteith FAO 56, considerado padrão; OLIVEIRA et al., (2001) trabalhando em Goiás também encontraram valores superestimados de ET<sub>0</sub> utilizando método de HS; e de acordo com JENSEN et al., (1990), os métodos que se baseiam na temperatura do ar e na radiação, que é o caso de Hargreaves & Samani, tendem a superestimar a evapotranspiração de referência em 15 a 25%, em climas úmidos.

## CONCLUSÕES

O método de determinação da ET<sub>0</sub> por Hargreaves & Samani apresentou boa correlação com a demanda hídrica do cafeeiro conilon nos primeiros meses de desenvolvimento. Porém, a correlação entre os métodos tenderam a reduzir com o desenvolvimento da planta.

## REFERÊNCIAS

ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 56).

ARAÚJO, G. L.; LACERDA, L. C.; MARTINS, C. A. S.; RODRIGUES, R. R.; SANTOS, V.; REIS, E. F. dos. **Hargreaves & samani: estimativa da et0 e ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1063 2013

**comparação com o método de penman-monteith fao 56.** In: XIV Encontro Latina Americano de Iniciação Científica, 2010, São José dos Campos, SP. **Anais...**São José dos Campos-SP: XIV INIC, 2010. CD-ROM.

ARAÚJO, G.L.; REIS, E.F. dos. MARTINS, C.A. da S.; BARBOSA, V.S.; RODRIGUES, R.R. Desempenho comparativo de métodos para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n.2, p.84–95, 2011.

BACK, A.J. Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.4, p.449-466, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**, 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BORGES JÚNIOR, J.C.F.; ANJOS, R.J.; SILVA, T.J.A.; LIMA, J.R.S.; ANDRADE, C.L.T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de Garanhuns, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.4, p.380–390, 2012.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: Água disponível versus Água extraível e a produtividade das culturas. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 183-188, 1995.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2nd ed. Roma: FAO, 1977. 179p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.

FERNÁNDEZ, M. D.; BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; THOMPSON, R.; LÓPEZ, J. C.; GRAMADPS, M. R.; GALLARDO, M, FERRERE. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. **Irrigation Science**. 28(6): p. 497-509. 2010.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A. F.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. **Café Conilon**. Vitória, INCAPER, 2007. 702p.

GONÇALVES, F.M.; FEITOSA, H. de O.; CARVALHO, C.M. de; GOMES FILHO, R.R.; VALNIR JÚNIOR, M. Comparação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Sobral – CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.3, n.2, p.71–77, 2009.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. **Reference crop evapotranspiration from temperature**. **Journal of Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990. 332p.

KENNEDY, Peter. **A Guide to Econometrics**. Massachusetts: Blackwell Publishing, 2008.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. Ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355p.

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D.; LOURENÇO, S. (Coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília : Embrapa-SEA, p.189-253, 1991.

OLIVEIRA, G.Q. de; LOPES, A. da S.; JUNG, L.H.; NAGEL, P.L.; BERTOLI, D.M. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência baseadas na temperatura do ar, em Aquidauana - MS. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n.3, p.224-234, 2011.

OLIVEIRA, L. F. C; CARVALHO, D. F; ROMÃO, P. A; CORTÊS, F. C. Estudo comparativo de modelos de estimativa da evapotranspiração de referência para algumas localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.2, p.121-126, 2001.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R., SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: **Agropecuária**. 2002. 478p.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. Irrigação na cultura do café, ed. **Arbore**, Campinas, 1996, 146p.

SHAHIDIAN, R. P.; SERRALHEIRO, R. P.; TEIXEIRA, J. L.; SERRANO, J.; SANTOS, F. L.; GUIMARÃES, R. C. **Utilização da equação de Hargreaves Samani para o cálculo da ET<sub>0</sub> em estufas**. IV Congresso Ibérico de Agrolngeniería, Universidade de Évora, Portugal, Setembro, 2011. 11p. CD-ROM.

SILVA, L. D. B.; FOLEGATTI, M. V. Determinação da evapotranspiração do capim Tanzânia, utilizando um sistema automático de razão de Bowen e um lisímetro de pesagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., REUNIÃO LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais...** v.2, p.923.

SILVA, V.J. da; CARVALHO, H. de P.; SILVA, C.R. da; CAMARGO, R. de; TEODORO, R.E.F. Desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária em Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.95-101, 2011.

SYPERRECK, V.L.G.; KLOSOWSKI, E.S.; GRECO, M.; FURLANETTO, C.

Avaliação de desempenho de métodos para estimativas de evapotranspiração de referência para a região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.30, p.603-609, 2008.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.