

OBTENÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA DA GOIABEIRA COM A UTILIZAÇÃO DO BALANÇO DE ENERGIA E ESTAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS CONVENCIONAL E AUTOMÁTICA

Antônio Heriberto de Castro Teixeira¹, Luís Henrique Bassoi¹, Valdecira Carneiro da Silva Reis³, Thieres George Freire da Silva⁴

¹Pesquisador, Embrapa Semi-Árido, CP 23, CEP 56300-970, Petrolina-PE, E-mail: heribert@cpatsa.embrapa.br,

²Eng. Agrônomo, Embrapa Semi-Árido.

³Estagiário, Embrapa Semi-Árido

ABSTRACT

The crop evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c) of guava cv. Paloma irrigated by microsprinkler were estimated during one growing season (June 2001 to December 2001) at Petrolina, Pernambuco State, Brazil. The ET_c and the reference evapotranspiration (ET_0) were estimated by Bowen ratio and Penman-Monteith methods, respectively, by using Bowen Ratio System and Conventional and Automatic Agrometeorological stations. The accumulated ET_c between pruning and harvest was 906 mm, which corresponds to an average of 4,53 mm/day. Crop coefficient varied from 0,76 to 1,25 when was used the conventional station, and from 0,66 to 1,07 when was used the automatic station.

INTRODUÇÃO

O crescente aumento do cultivo de fruteiras na área do pólo Petrolina-Juazeiro se deve às excelentes condições climáticas. Avaliando-se os diversos fatores que viabilizam as possibilidades frutícolas na região, a escassez de chuvas diminui o risco de perdas na produção e a irrigação, através do Rio São Francisco, compensa a heterogeneidade espacial e temporal do regime pluviométrico.

Dentre as fruteiras mais cultivadas naquele pólo destaca-se a cultura da goiaba. A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertencente à família das mirtáceas, é originária da América Tropical, havendo uma indeterminação quanto ao local mais provável de origem, que se situa entre o México e a América do Sul. Embora seja uma planta tipicamente tropical, ela distribuiu-se praticamente por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo.

O Brasil é o 3º país produtor do mundo. Não se dispõe de um levantamento completo da produção, sendo esta estimada na ordem de 100 mil toneladas de frutos por ano, sendo o Estado de Pernambuco o terceiro maior produtor nacional. Essa cultura apresenta importância econômica no Brasil, devido às múltiplas formas de aproveitamento dos seus frutos, sendo cultivada desde o Acre até o Rio Grande do Sul (Medina, 1991).

A fruta é rica em vitamina C (ácido ascórbico), superando o conteúdo desta nos sucos cítricos. No interior de Pernambuco a goiabeira irrigada apresenta uma precocidade que permite o início de produção após dois anos do plantio no local definitivo, possibilitando a obtenção de dois ciclos ao ano, sendo a variedade Paluma a mais promissora (Gonzaga et al., 1991).

A Paluma apresenta fruto com peso variável de 140 a 250g, diâmetro longitudinal de 8,0 a 10,0cm e transversal de 7,0 a 9,0cm, forma ovóide com pescoço curto, polpa de casca de coloração vermelha intensa, pequena percentagem de sementes e bom rendimento de polpa. Fruto de consistência firme, muito bom sabor e boa capacidade de conservação após a colheita, adequados para produção de massa e consumo ao natural (Medina, 1991).

Os recentes avanços em tecnologia computacionais têm levado os fruticultores da região a adquirirem estações agrometeorológicas automáticas para o manejo de irrigação. Estas estações consistem em aquisidores de dados eletrônicos com sensores que medem parâmetros climáticos, os quais podem ser usadas para estimativas do consumo hídrico.

A necessidade de estudos sobre o consumo hídrico das culturas, no Vale do São Francisco, torna-se evidente, pois os fruticultores estão transitando de uma fase onde não utilizavam critérios eficientes com relação à irrigação, para uma fase mais criteriosa, em que, com a modernização da agricultura, através de equipamentos eletrônicos e da evolução da informática, pode-se estimar, com aplicabilidade o consumo de água das plantas nas diferentes fases fenológicas.

Com a quantificação da evapotranspiração das fruteiras, conjuntamente com o cálculo da evapotranspiração de referência utilizando-se uma estação meteorológica automática ou convencional, são obtidos valores do coeficiente de cultura. Estes podem então, posteriormente, serem utilizados para o manejo racional da irrigação, proporcionando uma melhoria na produtividade e qualidade dos frutos, com um menor custo de produção.

Tanto a deficiência como o excesso hídrico afeta o comportamento dos estádios fenológicos, comprometendo a qualidade e produtividade dos frutos. A deficiência, durante o período inicial de crescimento dos frutos, proporciona redução do tamanho, durante a maturação, atrasa o amadurecimento, afetando a coloração e favorecendo a queima dos frutos pela radiação solar. Na fase final de maturação o consumo hídrico diminui. O excesso hídrico, combinado com temperaturas elevadas, torna a cultura muito susceptível a doenças. Para uma boa produtividade, é recomendável que o desenvolvimento vegetativo da planta ocorra em condições de escassez de precipitação pluviométrica e que as necessidades hídricas sejam satisfeitas através da irrigação, de acordo com o requerimento de água, sendo os métodos de gotejamento e microaspersão os mais utilizados (Teixeira).

A evapotranspiração é uma função complexa dos balanços hídrico no solo e de energia da superfície cultivada. Quanto a evapotranspiração de referência (ET_0), o conceito refere-se a grama, em crescimento ativo e mantida a uma altura uniforme de 0,08 a 0,12 m, sombreando completamente o terreno e sem escassez de água (Allen et al., 1998). A razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evapotranspiração de referência origina os coeficientes de cultura (K_c), que dependem do estágio de desenvolvimento, do sistema de irrigação, da configuração de plantio, das condições meteorológicas reinantes e ainda, segundo Sentelhas et al. (1997, 1999) se foram obtidos com dados climáticos de estações meteorológicas convencionais ou automáticas. Portanto, os valores de K_c devem ser determinados para cada caso específico.

Segundo Allen et al. (1998), a evapotranspiração de uma cultura (ET_c) em condição padrão ocorre quando a mesma encontra-se em bom estado fitossanitário, com boa fertilização, cultivada em áreas grandes, sob condições ótimas de umidade do solo e apresentando o seu potencial de produção para uma dada condição climática.

Dentre os métodos de determinação da ET_c , destaca-se o do balanço de energia. Nesse processo a evapotranspiração é governada pela troca de energia na superfície vegetada, limitada pela energia disponível, sendo possível estimar-se o fluxo de calor latente de evaporação, através do princípio de conservação da energia, em que o ganho é igual à perda. Com base neste princípio, estima-se a evapotranspiração através da fórmula simplificada da equação do balanço de energia, composta pelo saldo de radiação (R_n), pelos fluxos de calor latente (LE) e sensível na atmosfera (H), e pelo fluxo de calor no solo (G). A solução da equação é obtida por medições de R_n e G e de estimativas de LE e H através da razão de Bowen (β) (Teixeira et al., 1999). A falta de instrumentos para medição dos componentes individuais do balanço de energia pode ser solucionada com o emprego de expressões empíricas baseadas em parâmetros meteorológicos, as quais conduzem a resultados satisfatórios, se devidamente ajustadas à região e à cultura.

Segundo Angus & Watts (1984), com a utilização do balanço de energia na forma simplificada considera-se a igualdade entre os coeficientes de transferência turbulenta de calor sensível (K_h) e de calor latente (K_v). Essa relação é válida apenas para condições de estabilidade atmosférica, com medições dos gradientes de temperatura e umidade dentro da camada limite do fluxo de ar, o que implica na necessidade de um “fetch” com extensão mínima de 100 vezes a altura da cultura. Em condições muito secas, quando ocorre considerável advecção de energia, a precisão do método diminui.

Por outro lado, segundo Heilman & Brittin (1989), ao contrário de outros métodos micrometeorológicos, para utilização do balanço de energia, não são necessárias informações sobre velocidade do vento nem das propriedades aerodinâmicas da superfície vegetada. De acordo com esses autores, o método não é afetado pelo “fetch” quando a razão de Bowen é pequena. Ao invés da relação 1:100, o uso de um “fetch” correspondente a vinte vezes a altura da cultura confere precisão.

Em relação à goiabeira, Moura et al. (2001) conduziram um experimento distante aproximadamente 8,5 Km da cidade de Petrolina-PE. A variedade utilizada foi a Paluma, com 2,5 anos, no espaçamento 6,0 m entre plantas e 6,0 m entre fileiras, totalizando 532 plantas em 1,92 ha. O método da razão de Bowen foi utilizado para a estimativa de ET_c , enquanto o de Penman-Monteith foi empregado para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0) com dados climáticos de uma estação agrometeorológica convencional. A evapotranspiração atingiu um mínimo de 2,9 mm/dia e um máximo de 6,33 mm/dia durante o ciclo da cultura. Os valores de coeficiente de cultivo passaram de 0,76 (valor mínimo) para o máximo de 0,81. O valor médio observado durante todo o ciclo produtivo foi de 0,78.

Com relação a cultura da goiabeira, apenas esse último estudo foi realizado no município de Petrolina-PE, sendo que nenhuma pesquisa foi feita no sentido de se obter uma estimativa do consumo hídrico da cultura, através de dados climáticos de uma estação agrometeorológica automática, a qual está se difundindo rapidamente na região, sendo prevista o funcionamento de uma rede interligada por telemetria.

O presente trabalho objetivou, principalmente, a obtenção e comparação dos valores de coeficiente de cultura (K_c) com a utilização de estações agrometeorológicas automática e convencional que permitam a posterior estimativa do consumo de água pelos produtores da região, que tenham disponíveis os dados climáticos das referidas estações, no decorrer das fases fenológicas da goiabeira e nas condições edafoclimáticas do município de Petrolina-PE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro, da Embrapa Semi-Árido, em Petrolina, PE (latitude 09°09' S, longitude 40°22' W e altitude 365,5 m). O clima da região é do tipo BSw_h, segundo a classificação de Köppen, que corresponde a uma região climaticamente árida, cuja quadra chuvosa vai de janeiro a abril. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura arenosa com baixa capacidade de retenção de água e baixa fertilidade natural.

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.), cv. Paloma foi plantada em março de 1999, com espaçamento de 5m x 6m. O sistema de irrigação foi o de microaspersão, com um emissor com vazão de 48 l/h por planta, e umedecimento de 42 % da superfície do solo.

Visando assegurar condições de umidade do solo para que ocorresse a evapotranspiração em nível máximo, o potencial matricial (Ψ_m) de água no solo foi monitorado com tensiômetros às profundidades de 20, 40, 60cm de profundidade, para a determinação da lâmina e do momento de irrigação.

Para determinação da evapotranspiração da cultura foram realizadas medições do saldo de radiação (R_n), do fluxo de calor no solo (G) e dos gradientes de temperatura do ar e de pressão do vapor, em dois níveis acima da folhagem. Os dados foram coletados através de um sistema automático de aquisição de dados (Micrologger CR10X da Campbell Scientific), o qual foi programado para efetuar aquisições a cada cinco segundos e armazenar médias a cada dez minutos.

A partir das medições do saldo de radiação, do fluxo de calor no solo, dos gradientes de temperatura do ar (ΔT) e temperatura úmida (ΔTU), e utilizando-se a equação simplificada do balanço de energia (equação 1), foram calculados os fluxos de calor latente de evaporação (LE) (equação 2) e o fluxo de calor sensível (H) (equação 3) empregando-se a razão de Bowen (β) segundo Webb (1965) (equação 4):

$$R_n + LE + G + H = 0 \quad (1)$$

$$LE = - \frac{R_n + G}{1 + \beta} \quad (2)$$

$$H = - (R_n + LE + G) \quad (3)$$

$$\beta = \left(\frac{\Delta + \gamma}{\gamma} \cdot \frac{\Delta TU}{\Delta T} - 1 \right) \quad (4)$$

onde Δ é a tangente à curva de saturação do vapor d'água no ar ($\text{mb } ^\circ\text{C}^{-1}$) em função da temperatura média do termômetro de bulbo úmido, entre os dois níveis onde os psicrômetros foram instalados; e γ é o coeficiente psicrométrico ($0,66 \text{ mb } ^\circ\text{C}$).

O fluxo de calor latente transformado em milímetros de água evapotranspirada foi considerado como sendo a evapotranspiração da cultura em condição padrão (ET_c).

Para o cálculo de ET_0 pelo método de Penman-Monteith foram utilizados dados obtidos nas estações agrometeorológicas convencional e automática junto à área experimental, considerando-se uma cultura hipotética, com uma altura de 0,12m, resistência aerodinâmica da superfície de 70sm^{-1} e coeficiente de reflexão de 0,23 (Allen et al, 1998):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34U_2)} \quad (5)$$

onde ET_0 é a evapotranspiração de referência (mm.d^{-1}); R_n o saldo de radiação à superfície ($\text{MJ.m}^2.\text{d}^{-1}$); G o fluxo de calor sensível no solo ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$); T a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); U_2 a velocidade do vento a 2m de altura (m.s^{-1}); $(e_s - e_a)$ o déficit de pressão do vapor (kPa); Δ a declividade da curva de pressão de vapor de saturação ($\text{kPa.}^{\circ}\text{C}^{-1}$); e 900 um fator de conversão.

A declividade da curva da pressão de saturação do vapor foi obtida em função da temperatura média do ar (média aritmética entre as temperaturas máximas e mínimas diárias).

Para a estimativa do saldo de radiação sobre a superfície de referência foi utilizada a seguinte fórmula:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (6)$$

onde:

R_{ns} e R_{nl} , os saldos de radiação de ondas curtas e ondas longas, respectivamente, foram obtidos através das expressões:

$$R_{ns} = (1 - \alpha)R_s \quad (7)$$

onde α é o coeficiente de reflexão que é 0,23 para a superfície de grama de referência e R_s a radiação solar global incidente.

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{T_{\max,K}^4 + T_{\min,K}^4}{2} \right] \left(0,34 - 0,14\sqrt{e_a} \right) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{s0}} - 0,35 \right) \quad (8)$$

onde σ é a constante de Stefan Boltzmann ($4,903.10^{-9} \text{ MJK}^{-4}\text{m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); $T_{\max,K}$ e $T_{\min,K}$ são as temperaturas máximas e mínimas no período de 24 horas ($\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,16$); e_a é a pressão atual do vapor (kPa); R_s é a radiação solar global incidente ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) e R_{s0} é a radiação incidente para dias claros ($\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

Na estação automática as temperaturas máximas e mínimas foram obtidas programando-se o sistema de aquisição de dados para armazenar os valores máximos e mínimos em 24 horas, enquanto que na estação convencional essas temperaturas foram provenientes de leituras dos termômetros de máxima e de mínima.

A pressão atual do vapor na estação automática foi calculada da seguinte forma:

$$e_a = \frac{e_s(T_{\min}) \frac{UR_{\max}}{100} + e_s(T_{\max}) \frac{UR_{\min}}{100}}{2} \quad (9)$$

onde $e_s(T_{\min})$ e $e_s(T_{\max})$ são as pressões de saturação do vapor às temperaturas mínimas e máximas, respectivamente; UR_{\max} e UR_{\min} são os valores máximos e mínimos para a umidade relativa do ar no período de 24 horas, obtidos também através da programação do sistema de aquisição de dados.

Na estação convencional, a pressão atual do vapor foi obtida através da expressão:

$$e_a = \frac{UR_{med}}{100} \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right] \quad (10)$$

onde UR_{med} é a média compensada da umidade relativa do ar, obtida por meio de psicrômetro com aspiração, para os três horários diários de observações agrometeorológicas.

Pra obtenção da radiação solar global incidente (R_s), na estação convencional, foi realizada a planimetria diária de diagramas de piranógrafo, enquanto que na estação automática foi esse parâmetro foi obtido através do piranômetro acoplado ao sistema de aquisição de dados, que armazenava a média de minuto em minuto a cada meia hora.

A radiação para dia de céu claro foi calculada da forma seguinte:

$$R_{s0} = (a + b)R_a \quad (11)$$

Onde R_a é a radiação incidente no topo da atmosfera e $(a + b)$ é a fração dessa radiação que chega na superfície terrestre em dias claros. Os coeficientes a e b foram obtidos mês a mês de Teixeira (1999).

Com a razão ET_c/ET_0 foram obtidos os valores do coeficiente de cultura da goiabeira (K_c) com utilização de dados climáticos provenientes, tanto da estação agrometeorológica automática, como da convencional, desde a poda em junho de 2001, até a colheita, em dezembro de 2001.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as médias decendiais da evapotranspiração da cultura, em função dos dias após a poda de produção (DAP).

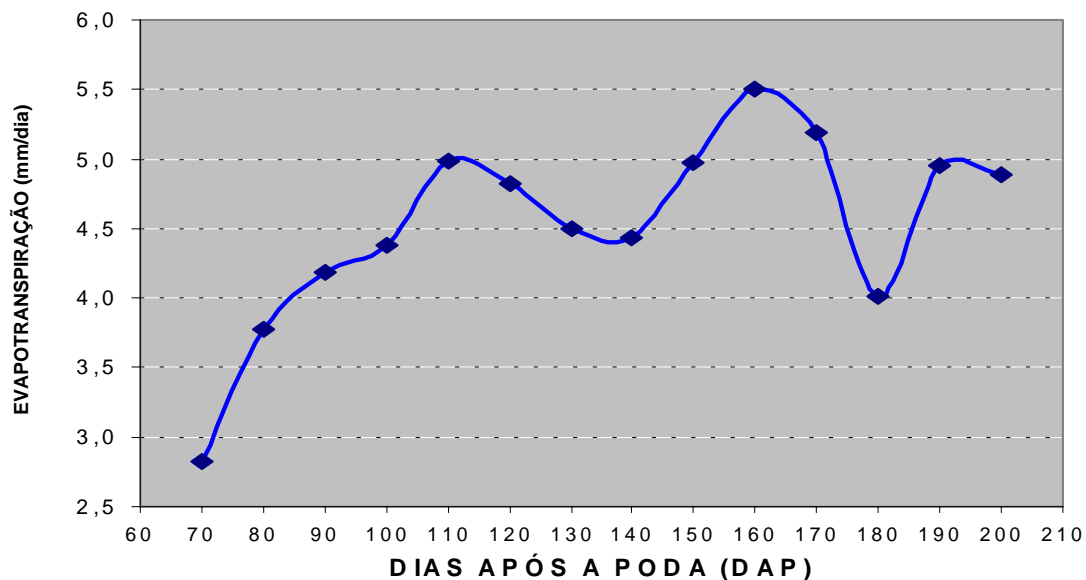


Figura 1. Evapotranspiração da cultura da goiabeira (ET_c) em Petrolina - PE, em função dos dias após a poda (DAP).

A evapotranspiração acumulada da cultura entre a poda (junho de 2001) e 200 DAP, no término da colheita (dezembro de 2001) foi de 906 mm, tendo um valor médio de 4,53 mm/dia. Antes de 60 DAP a evapotranspiração foi elevada e devida a evaporação direta do solo. Após o início do crescimento vegetativo, o valor mínimo de 2,83 mm/dia ocorreu no período de 60 à 70 DAP (06/08/2001 à 16/08/2001), compreendendo as fases de crescimento vegetativo e início de florescimento. O valor máximo foi de 5,51 mm/dia e ocorreu entre 150 e 160 DAP (04/11/2001 à 14/11/2001), durante a fase de crescimento dos frutos,

coincidindo com a época de grande demanda evapotranspiratória na região. O valor médio de ET_c para os ciclos completos mostrou-se dentro dos limites dos valores apresentados por Moura et al. (2001), que é de 2,90 a 6,33 mm.

A Figura 2 apresenta as curvas dos coeficientes de cultura em função de DAP, obtido com utilização de estação automática e convencional, entre as fases de crescimento vegetativo (60 DAP) e colheita dos frutos (200 DAP). No caso da utilização da estação agrometeorológica automática, o coeficiente de cultura pode ser representado pela equação: $K_c = -2.E-05.(DAP)^2 + 0,007(DAP) + 0,251$, com $R^2 = 0,67$. Observa-se que os valores aumentaram de 0,61 a 0,84. . Após 550 DAP, houve uma redução mínima do valor de K_c até 1,2 , e apesar do desenvolvimento dos perfilhos selecionados para o terceiro ciclo, não se observou um aumento do coeficiente, o que indica que o K_c atingiu o seu valor máximo. A magnitude de seus valores esteve dentro dos intervalos relatados por outros autores, ou seja, 0,68 a 1,28 (Bhattacharyya & Madhava Rao; 1984), 0,48 a 1,68 (Santana et al.; 1993), e 0,5 a 1,2 (Allen et al.;1998).

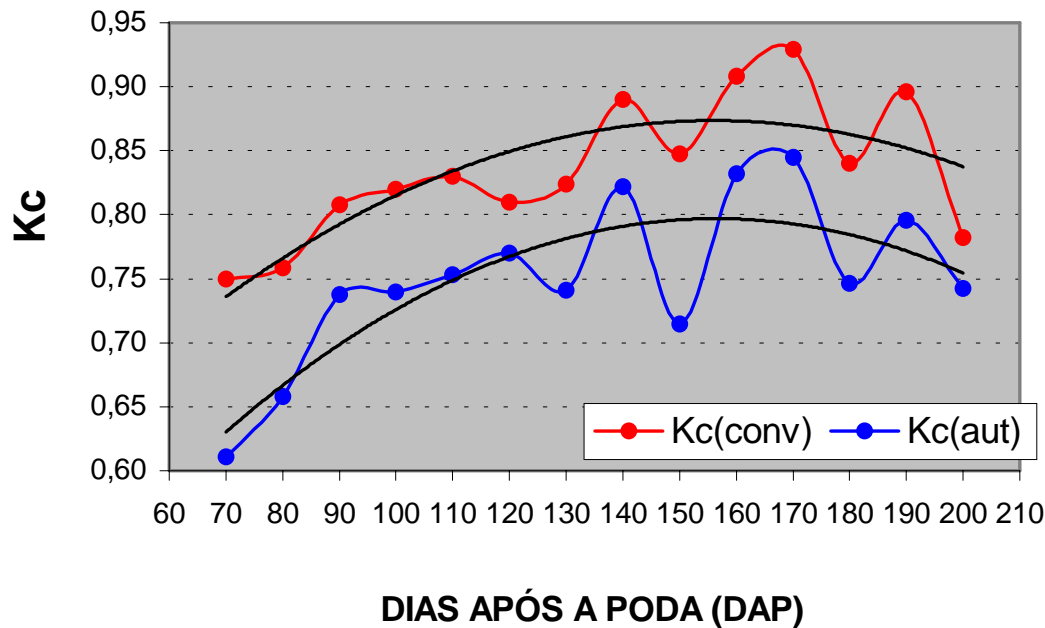


Figura 2. Coeficientes de cultura da goiabeira (K_c) em Petrolina - PE, em função dos dias após o poda, (DAP), obtidos com a utilização de estações meteorológicas automática ($K_c(aut)$) e convencional ($K_c(conv)$).

A relação entre o saldo de radiação na cultura (R_n) e a radiação solar global incidente (R_g), apresentada na Figura 4, variou de 50% a 80% no período compreendido entre 120 DAP e a segunda colheita dos frutos (658 DAP). O comportamento dessa razão pode descrita pela equação: $R_n/R_g = -1E-06(DAP)^2 + 0,0012(DAP) + 0,3934$, com $R^2 = 0,91$. A partição de R_g em R_n fornece a energia disponível ao sistema cultivado.

A Figura 5 apresenta a relação entre a evapotranspiração da bananeira (ET_c) e o saldo de radiação (R_n), no período de medições do balanço de energia sobre a cultura, que pode ser representada pela equação: $ET_c = 0,0139(R_n) - 0,0685$, com $R^2 = 0,93$. A importância dessa relação deve-se ao fato de ser possível estimar a evapotranspiração da bananeira, para uma determinada fase fenológica da cultura, dispondo-se apenas de dados de radiação solar global, comumente coletados em estações meteorológicas.

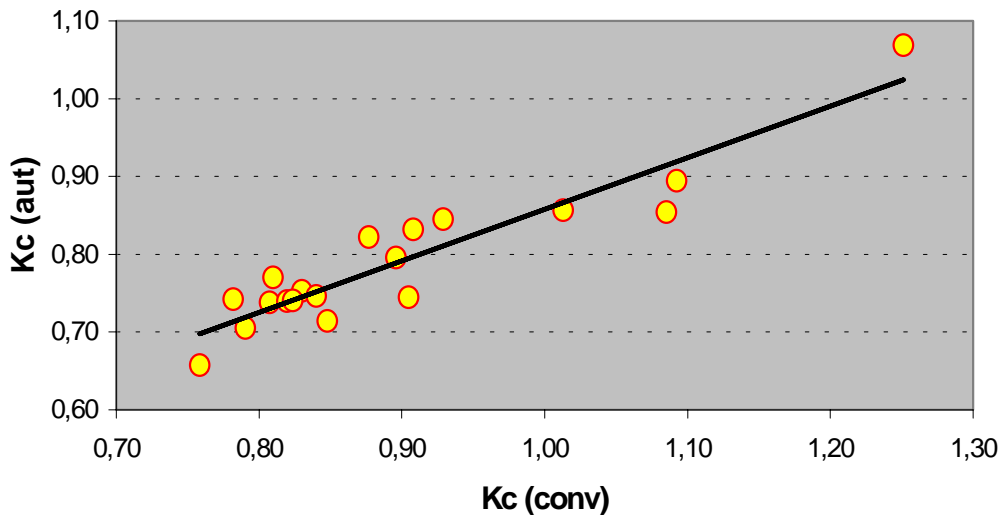


Figura 5. Relação entre a evapotranspiração (ET_c) e o saldo de radiação (R_n) na cultura da bananeira em Petrolina-PE.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração da cultura da bananeira, cv. Pacovan, em Petrolina-PE, plantada em um espaçamento de 3m x 3m e irrigada por microaspersão, foi de 1210 mm, entre os 120 dias após o plantio (maio, 1999) e a primeira colheita (abril, 2000), com um valor médio de 4,0 mm/dia e K_c entre 0,6 e 1,1. Para o segundo ciclo (término da colheita em novembro de 2000), o consumo foi de 880 mm, com média de 4,2 mm/dia e K_c entre 1,1 e 1,3. Esses parâmetros apresentaram concordância com os disponíveis na literatura.

Para a bananeira, e nas condições semelhantes desse experimento, é possível estimar o saldo de radiação para uma determinada fase fenológica da cultura, baseando-se nos dados de radiação solar global, comumente coletados em estações meteorológicas. Obtendo-se o valor do saldo de radiação, pode-se estimar a evapotranspiração com boa precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, Roma, n. 56, 300p.,1998.
- ANGUS, D. E., WATTS, P.J. Evapotranspiration: how good is the Bowen ratio method?. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 8, p. 133-150, 1984.
- AZEVEDO, P. V. de, TEIXEIRA, A. H. de, SILVA, B. B. da, SOARES, J. M, SARAIVA, F. A. M. Avaliação da reflectância e do saldo de radiação sobre um cultivo de videira européia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 1-7, 1997.
- BHATTACHARYYA, R. K., MADHAVA RAO, V. N. Water requirement, crop coefficient and water-use efficiency of 'Robusta' banana under different soil covers and soil moisture regimes. **Scientia Horticulturae**, The Netherlands, n.3, v.25, p. 263-269, 1984.
- HEDGE, D. M., SRINIVAS, K.. Irrigation and nitrogen fertility influences on plant water relations, biomass, and nutrient accumulation and distribution in banana cv. Robusta. **Journal of Horticultural Sciences**, v. 64, n.1, p.91-98, 1989.
- HEILMAN, J. L., BRITTIN, C. L.. Fetch requirements for Bowen ratio measurements of latent and sensible heat fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 4, n. 1, p. 261-273, 1989.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: 1986 a 1997.
- MASCARENHAS, G. C. C. Banana: comercialização e mercado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 97-108, 1999.

XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, 2002

- OLIVER, H. R., SENE, K. J.. Energy and water balance of developing vines. **Agricultural and Forest Meteorology**. Amsterdam, v. 61, n. 2, p. 167-185, 1992.
- PEREIRA, J. M., SOUZA, R. A.. Mapeamento detalhado da área da Barra de Bebedouro. Petrolina, SUDENE, 1968. 57p. (mimeografado).
- SANTANA, J. L., SUAREZ, C. L., FERRERES, E. Evapotranspiration and crop coefficients in banana. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION OF HORTICULTURAL CROPS, **Proceedings...** Almeria, 1992, F.I.A.P.A.-S.E.C.H.-I.S.H.S., P.341-348, 1992.
- TEIXEIRA, A. H. de, AZEVEDO, P. V. de, SILVA, B. B. da, SOARES, J. M. Balanço de energia na cultura da videira, cv. Itália. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p. 137-141, 1997.
- TEIXEIRA, A. H. de, AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da, SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, p. 327-330, 1999.
- TEIXEIRA, A. H. de, LOPES, P. M. O., SILVA, B. B. da, AZEVEDO, P. V. de, RODRIGUES DA SILVA, V. de P., SOBRINHO, J. E. SOARES, J. M. Balanço de radiação na cultura da mangueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO METEOROLOGIA, 11, Rio de Janeiro-RJ, 2000. Sociedade Brasileira de Meteorologia, **Anais...**, p. 92-94.
- WEBB, E. K. Aerial microclimate. **Meteorological Monographs**. Boston, v. 6, n. 28, p. 27-58, 1965.