

Uso de estações meteorológicas automáticas no manejo de irrigação de fruteiras

ANTÔNIO HERIBERTO DE CASTRO TEIXEIRA

PESQUISADOR DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO
E-MAIL: heribert@cpatsa.embrapa.br

O crescente aumento do cultivo de fruteiras na área irrigada correspondente à bacia hidrográfica do Vale do São Francisco deve-se às excelentes condições climáticas.

Avaliando-se os diversos fatores que viabilizam as possibilidades frutícolas do Vale, 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.

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

A necessidade de estudos sobre o consumo hídrico das culturas, no Vale do São Francisco, torna-se clara, pois os fruticultores estão transitando de uma fase, em que não utilizavam critérios eficientes com relação à irrigação, para outra mais cuidadosa, quando, com a modernização da agricultura, através de equipamentos eletrônicos e 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, são obtidos valores do coeficiente de cultura. Esses podem então, posteriormente, ser 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 afetam o comportamento dos estádios fenológicos, comprometendo a qualidade e a produtividade dos frutos. A deficiência, durante o período inicial de crescimento dos frutos, proporciona redução do tamanho, durante a maturação, atrasa o amadurecimento, afeta a coloração e favorece 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 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.

A evapotranspiração ou consumo hídrico é uma função complexa dos balanços hídricos no solo e de energia da superfície cultivada.

Quanto à evapotranspiração de referência (ET_0), o conceito refere-se à grama, em crescimento ativo, e mantida a uma altura uniforme de 0,08m a 0,12m, sombreando completamente o terreno, sem escassez de água.

Da razão entre a evapotranspiração máxima da cultura e a evapotranspiração de referência originam-se os coeficientes de cultura (K_c), que dependem do estágio de desenvolvimento, do sistema de irrigação, da configuração de plantio e das condições meteorológicas reinantes. Esses coeficientes, após calculados, podem ser utilizados para a estimativa da evapotranspiração, necessitando-se apenas de dados meteorológicos.

No minicurso, foram apresentados os métodos de obtenção da evapotranspiração de fruteiras sob condições padrões (ETC), que é evapotranspiratória de uma cultura livre de doenças, com boa fertilização, cultivada em áreas grandes, sob condições ótimas de umidade edáfica e apresentando o seu potencial de produção para uma dada condição climática.

Foram abordados os métodos do balanço de energia e do balanço hídrico no solo, para a determinação da ET_c e, para a determinação da evapotranspiração de referência (ET_0), foi abordado o método de Penman-Monteith.

Enfatizou-se que, com os valores de K_c (ET_c/ET_0) e de posse de dados de radiação solar global, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento, obtidos de uma estação meteorológica automática, o produtor dispõe de uma ferramenta, com grande aplicabilidade, para estimativa do consumo das culturas, permitindo um critério bastante eficiente para quantificar a água a ser reposta pela irrigação.

Resultados já obtidos pela Embrapa Semi-Árido, com relação aos experimentos sobre coeficientes de cultura para fruteiras irrigadas foram os seguintes:

O experimento, com relação a cultura da videira, foi conduzido na Estação Experimental da Embrapa Semi-Árido, localizada no município de Petrolina-PE (latitude 09°09'S, longitude 40°24'W e altitude 365,5m), no período de 03/06/94 a 11/09/94. O clima da região é do tipo BSwh, segundo a classificação de Köepen, correspondendo a uma região climaticamente árida, sendo a quadra chuvosa de janeiro a abril.

A cultura analisada foi a videira (*Vitis vinifera* L.), cultivar Itália, com três anos de idade, conduzida no sistema de latada, em Latossolo Vermelho-Amarelo, num espaçamento de 4m x 2m, sob irrigação por microaspersão, com emissores Dansprinkler mod. 2001 invertidos e suspensos na latada, vazão de 38,65 L/h, sob pressão de serviço de 1,5 atm, com um microaspersor para cada duas plantas. As lâminas líquida e bruta de irrigação aplicadas durante o ciclo de produção, foram da ordem de 518,13mm e de 843,17mm, respectivamente. A umidade do solo (% de umidade em volume, obtida pelo método gravimétrico) ficou em torno de 10%, 12% e 14% nas profundidades de 30cm, 60cm e 90cm, respectivamente. O estudo foi realizado no período compreendido entre a poda de produção e a colheita dos frutos.

Foi utilizado para cálculo da evapotranspiração da cultura da videira (ET_c) o método do balanço de energia. Para cálculo da evapotranspiração de referência (ET_0), foram utilizados os métodos de Penman-Monteith e do Tanque Classe "A". Com base nos valores de ET_c e de ET_0 , determinou-se o coeficiente de cultura (K_c) ao longo dos subperíodos de brotação das gemas, floração, chumbinho e maturação dos frutos. Os resultados indicam que, nas condições de clima e solo do experimento, a evapotranspiração da cultura variou de $ET_c = 2,8\text{mm/dia}$, aos 18 dias após a poda e a 7mm/dia , aos 94 dias após a poda

(subperíodo de chumbinho), decrescendo em seguida para atingir $4,4\text{mm/dia}$, aos 117 dias após a poda (final do subperíodo de maturação dos frutos). O consumo hídrico da cultura em todo o ciclo vegetativo foi de 503mm. Os valores do coeficiente de cultivo variaram de acordo com o método de cálculo da ET_0 , porém mostraram-se superiores aos recomendados pela Food and Agriculture Organization (FAO) (Doorenbos & Kassam, 1979).

Alguns dos valores médios de ET_c , durante o período da poda de produção à colheita dos frutos, estão representados no Quadro 1, os quais variaram de acordo com as condições climáticas predominantes e as fases fenológicas da cultura. A evapotranspiração acumulada ao longo do ciclo produtivo da cultura foi de 503mm, correspondendo a um valor médio de $4,2\text{mm/dia}$, durante o ciclo. O valor mínimo ocorreu no período entre a poda até 65 dias após, com o valor médio nesse período de $3,8\text{mm/dia}$. O valor máximo ocorreu entre 80 e 100 dias após a poda, sendo o valor médio de $6,5\text{mm/dia}$ nesse período. Após 100 dias da poda a ET_M diminuiu novamente, chegando ao valor de $4,3\text{mm/dia}$ próximo da colheita dos frutos. O valor médio de ET_c para o ciclo completo mostrou-se dentro dos limites dos valores apresentados por Winkler et al. (1974) e por Doorenbos e Kassam (1979).

QUADRO 1 – Variação da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente de cultura determinado pelos métodos de Penman-Monteith [ET_0 (PM)] e do Tanque classe A (CA), ao longo do período entre a poda de produção e a colheita dos frutos na cultura da videira, cv. Itália, em Petrolina, PE, 1994

Data	DAP	ET_c	ET_c (PM)	ET_0 (CA)	K_c (PM)	K_c (CA)
03/06/94	18	2,80	4,50	4,13	0,62	0,68
05/06/94	20	4,40	5,62	6,16	0,78	0,71
07/06/94	22	3,60	4,76	4,41	0,76	0,82
09/06/94	24	3,40	5,52	4,13	0,62	0,82
15/06/94	30	3,60	5,15	4,50	0,70	0,80
29/06/94	44	3,90	5,49	5,46	0,71	0,71
30/06/94	45	2,80	3,25	3,00	0,86	0,93
09/07/94	54	3,10	5,57	5,18	0,56	0,60
13/07/94	58	4,10	5,31	4,90	0,77	0,84
14/07/94	59	5,40	5,32	4,55	1,02	1,19
20/07/94	65	4,50	5,10	4,34	0,88	1,04
21/07/94	66	4,10	5,61	5,25	0,73	0,78
11/08/94	87	6,50	5,72	5,25	1,14	1,24
18/08/94	94	7,00	6,10	6,58	1,15	1,06
20/08/94	96	4,50	4,78	5,04	0,94	0,89
21/08/94	97	4,60	4,99	5,11	0,92	0,90
29/08/94	105	5,50	6,55	6,72	0,84	0,82
10/09/94	116	4,30	7,19	7,42	0,60	0,58
11/09/94	117	4,40	6,80	8,54	0,65	0,52



A Figura 1 apresenta a curva do coeficiente de cultura, pelo método de Penman-Monteith [K_c (PM)], ao longo dos diferentes estádios da cultura da videira.

FIGURA 1 – Variação do coeficiente de cultura K_c , pelo método de Penman-Monteith, ao longo do período entre a poda de produção e a colheita dos frutos na cultura da videira, cultivar Itália, em Petrolina, PE, 1994.

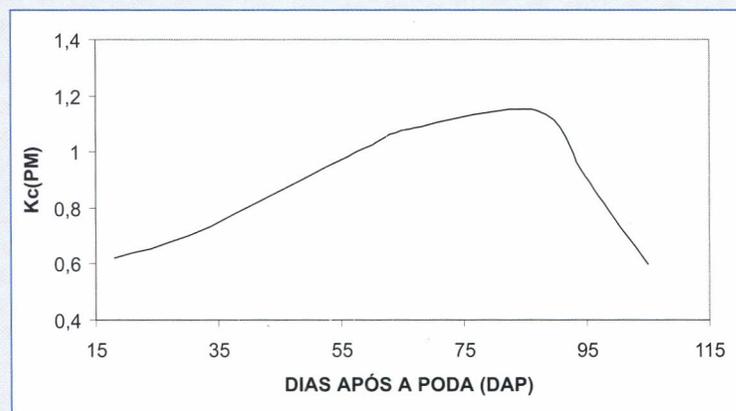


Figura 2 – Comportamento do coeficiente de cultura ao longo do ciclo produtivo do pomar de mangueiras, cultivar Tommy Atkins, em Petrolina (PE), obtido pelo método do balanço hídrico no solo, em 1999

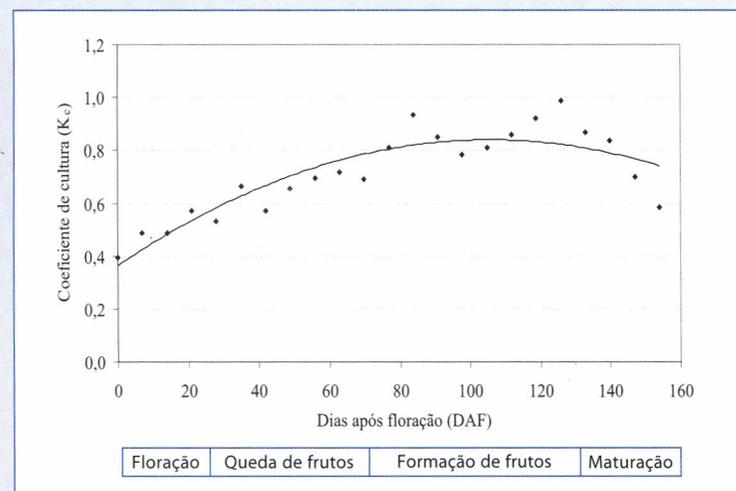
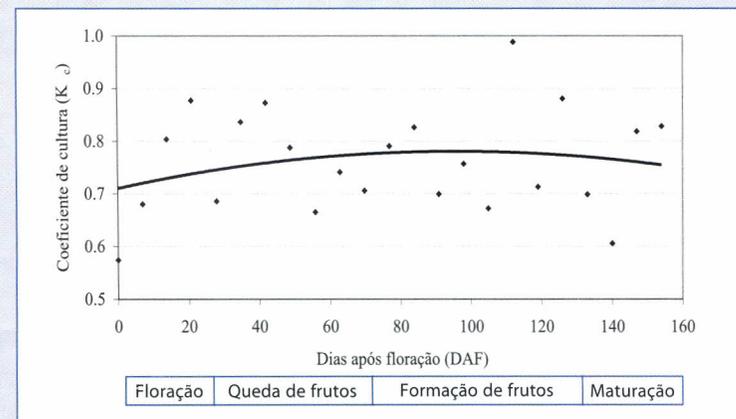


FIGURA 3 – Comportamento do coeficiente de cultura ao longo do ciclo produtivo do pomar de mangueiras, cultivar Tommy Atkins, em Petrolina (PE), obtido pelo método do balanço de energia, em 1999



O coeficiente de cultura apresentou valores mínimos ($K_c < 0,7$) no subperíodo de brotação das gemas (até 20 dias após a poda) e máximos no subperíodo de desenvolvimento das bagas (80 a 100 dias após a poda).

A variabilidade observada entre os valores de K_c obtidos pelos dois métodos propostos, não invalida a aplicação desses coeficientes, desde que se utilize o valor específico para cada método de estimativa de ET_0 . Assim, a escolha por um ou outro valor de K_c restringe-se à disponibilidade de parâmetros agrometeorológicos locais.

Em termos de magnitude, os valores de K_c foram, em geral, superiores aos apresentados por Doorenbos & Kassam (1979), porém deve-se levar em consideração que estes últimos foram determinados em solo seco na maior parte da avaliação. Deve-se salientar, ainda, que os valores de K_c variam também com a cultivar, manejo cultural, tipo e cobertura do solo e método de estimativa de ET_0 .

O experimento, com relação à cultura da mangueira, foi conduzido nas mesmas condições do experimento anterior, com a cultivar Tommy Atkins, espaçadas de 9m x 6m, durante o período do experimento, em 1998 e 1999. Foram estudadas as fases fenológicas entre a indução floral e a colheita.

Os métodos dos balanços de energia e hídrico no solo foram utilizados na determinação da evapotranspiração do pomar de mangueiras. Para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_0), foram utilizados os métodos de Penman-Monteith.

A evapotranspiração diária ao longo do ciclo produtivo do pomar de mangueiras, obtida pelo método do balanço de energia, variou de 3,0mm/dia, no início da floração, a 5,5mm/dia durante a formação de frutos; decresceu para 3,7mm/dia no início do estágio fenológico de maturação, devido ao total pluviométrico registrado no período e, em seguida, apresentou tendência crescente acentuada, chegando a superar a taxa de 5,0mm/dia no final desse estágio fenológico.

Com relação ao método do balanço hídrico no solo, a evapotranspiração diária média foi de 4,6mm/dia, com taxas mínimas no início e no final do período, respectivamente de 3,9 e 4,1mm/dia e máxima de 5,5mm/dia, na formação de frutos, que correspondeu ao período de maior desenvolvimento vegetativo das plantas.

Os valores obtidos do coeficiente de cultura para o pomar de mangueiras, utilizando-se, na determinação da evapotranspiração, os métodos do balanço hídrico no solo e do balanço de energia são apresentados nas Figuras 2 e 3 que se seguem.

Pelo método do balanço de energia, o K_c manteve-se praticamente constante, em torno 0,76, durante todo o ciclo produtivo do pomar de mangueiras. Pelo método do balanço hídrico no solo, o coeficiente de cultura do pomar de mangueiras aumentou de 0,39 no estágio fenológico de floração, para 0,85, no meio do estágio fenológico de formação de frutos, quando a planta encontrava-se em seu desenvolvimento vegetativo máximo, decrescendo, em seguida, para atingir o valor de 0,58, durante a maturação de frutos. A média do coeficiente de cultura do pomar de mangueiras, em 1999, foi de 0,71.

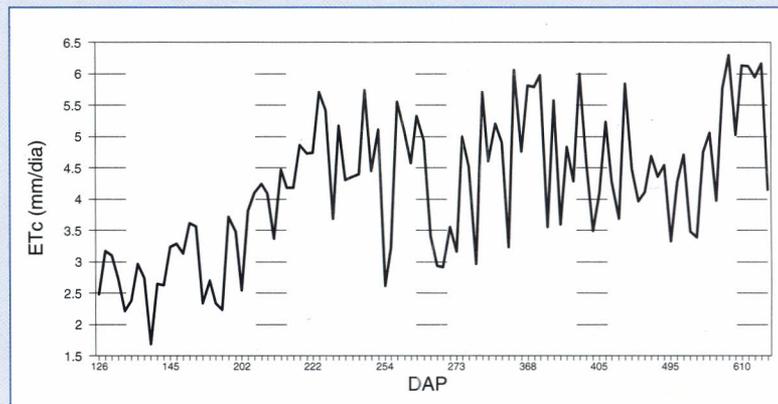
O experimento, com relação à cultura da bananeira, foi conduzido nas mesmas condições do anterior, com a cultivar Pacovan, irrigada por microaspersão, e determinado durante dois ciclos de produção de janeiro de 1999 a novembro de 2000. O método da razão de Bowen foi utilizado para a estimativa de ET_c , enquanto o de Penman-Monteith foi empregado para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0). A ET_c acumulada entre maio de 1999 (120 dias após o plantio - DAP) até o término da colheita do primeiro ciclo, em abril de 2000 (437 DAP), foi de 1.210mm, correspondendo a um valor médio de 4,0mm/dia; no segundo ciclo, entre abril (438 DAP) e novembro de 2000 (término da colheita aos 658 DAP), o consumo de água foi de 880mm, equivalendo a um valor médio de 4,2mm/dia. O valor mínimo de 1,7mm ocorreu em junho de 1999 (140 DAP), na fase vegetativa do primeiro ciclo, enquanto o valor máximo de 6,3mm ocorreu em setembro de 2000 (580 DAP), no período de colheita do segundo ciclo. O coeficiente de cultura apresentou valores entre 0,6 e 1,1 e entre 1,1 e 1,3, respectivamente, no primeiro e segundo ciclos.

A Figura 4 apresenta as fases fenológicas em função dos meses dos anos e dos DAP. Em julho de 1999 e em setembro de 2000, os perfis foram desbastados para a seleção daqueles que originaram as plantas do segundo e terceiro ciclos, respectivamente. No segundo ciclo, o período de

colheita de algumas plantas iniciou-se quando outras ainda encontravam-se em florescimento e enchimento de frutos. O balanço de energia foi iniciado aos 120 DAP e finalizado aos 658 DAP.

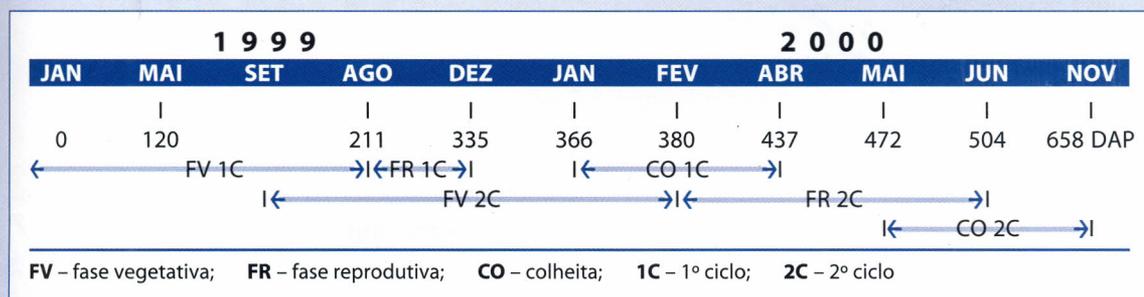
A evapotranspiração acumulada da cultura entre 120 DAP (maio de 1999) e 437 DAP, no término da colheita do primeiro ciclo (abril de 2000) foi de 1.210mm, tendo um valor médio de 4,0mm/dia. Dessa data, até 658 DAP, no término da colheita do segundo ciclo (novembro de 2000), o consumo total de água foi de 880mm, com um valor médio de 4,2mm/dia. O valor mínimo de 1,7mm ocorreu aos 140 DAP (junho de 1999), enquanto o que máximo foi de 6,3mm e ocorreu aos 580 DAP (setembro de 2000), durante o período de colheita do segundo ciclo. Os valores de ET_c para o período analisado estão apresentados na Figura 5. O valor médio de ET_c para os ciclos completos mostrou-se dentro dos limites dos valores apresentados por Santana et al. (1993), que é o de 1,5 a 4,6mm e pouco inferior ao consumo de água obtido por Bhattacharyya & Madhava Rao (1984) de 1.560mm.

FIGURA 5 – Evapotranspiração da cultura da bananeira (ET_c) em Petrolina (PE), em função dos dias após o plantio (DAP)



A produção de frutos na primeira e segunda colheitas foi de 10.834,4 e 14.705,7kg/ha, respectivamente. Pelo desenvolvimento concomitante

FIGURA 4 – Fases fenológicas da bananeira, cultivar Pacovan, em Petrolina (PE), com as respectivas épocas do ano e dias após o plantio (DAP)



de plantas do primeiro e segundo ciclos a partir de julho de 1999, e do segundo e terceiro ciclos a partir de setembro de 2000, quando da seleção dos perfilhos, considerou-se a produção e o consumo de água total nos dois ciclos. Assim, o valor de EUA encontrado foi o de 12,2kg/ha.mm. Para a bananeira, cultivar Robusta, plantada em um espaçamento de 1,8m x 1,8m, Hedge & Srinivas (1989) encontraram a EUA em duas colheitas variando de 28 a 37kg/ha.mm. A diferença entre os valores está relacionada com as diferentes densidades de plantio.

A Figura 6 apresenta a curva do coeficiente de cultura em função de DAP, e pode ser representada pela equação: $K_c = - 4.E - 06.DAP^2 + 0,0043DAP + 0,1446$, com $R^2 = 0,91$. Observa-se que os valores aumentaram de 0,6 a 1,1, devido ao crescimento das plantas na fase vegetativa do primeiro ciclo. Na fase reprodutiva desse mesmo ciclo, os valores apresentaram um pequeno aumento até 1,3, em função do crescimento concomitante dos perfilhos selecionados para o segundo ciclo. 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).

O experimento, com relação à cultura da bananeira, foi conduzido no Projeto Senador Nilo Coelho, Núcleo 09, distante, aproximadamente, 8,5km da cidade de Petrolina (PE).

A variedade utilizada foi a 'Paluma', com 2,5 anos, no espaçamento 6,0m entre plantas e 6,0 m entre fileiras, totalizando 532 plantas em 1,92 há.

A pesquisa teve início em 10 de maio de 2000 e término em 30 de novembro do mesmo ano. As fases fenológicas iniciaram-se a partir da data da poda de frutificação, caracterizadas da seguinte forma:

- Fase 1** – brotação, crescimento vegetativo e maturação, durante o período de 24/05 a 03/07;
- Fase 2** – crescimento vegetativo e floração, de 04 a 25/07;
- Fase 3** – crescimento dos frutos, de 05/08 a 03/10;
- Fase 4** – maturação e colheita, de 04/10 a 30/11.

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).

A evapotranspiração atingiu um mínimo de 2,9mm/dia na FASE 1 e um máximo de 6,33mm/dia durante a maturação (FASE 4). Os valores de coeficiente de cultivo apresentaram comportamento crescente da FASE 1 para a FASE 3, quando o K_c passou de 0,76 (valor mínimo) para o máximo de 0,81. Após a FASE 3, verificou-se queda do K_c , que na FASE 4 atingiu 0,78. O valor médio observado durante todo o ciclo produtivo foi de 0,78. Nas FASES 2 e 3, o K_c apresentou maior variabilidade, enquanto que menores flutuações estão associadas à FASE 2. ■

FIGURA 6 – Coeficientes de cultura da bananeira (K_c) em Petrolina (PE), em função dos dias após o plantio (DAP)

