

EXIGÊNCIAS HÍDRICAS E COEFICIENTES CULTURAIS DA  
BATATA (Solanum tuberosum L.)<sup>1</sup>

Carlos Ramirez Franco da Encarnação<sup>2</sup>

Nilson Augusto Villanova<sup>3</sup>

Luíz Roberto Angelocci<sup>4</sup>

RESUMO - No presente trabalho, buscou-se determinar, com a utilização de evapotranspirômetros de lençol freático a nível constante, o consumo de água da cultura de batatinha (Solanum tuberosum L.) em suas diferentes fases de desenvolvimento. Estas determinações, mostraram que a cultura requereu 271,3mm no seu ciclo total, com o consumo diário médio de 1,7mm na fase de germinação; 2,3mm na fase vegetativa; 3,1mm na fase de floração e formação de tubérculos; 3,4mm na fase de desenvolvimento dos tubérculos I; 3,7mm na fase de desenvolvimento dos tubérculos II e 1,4mm na fase de maturação. Os valores medidos foram relacionados aos da evapotranspiração de referência (EtoCa), obtida com emprego do método do tanque Classe A, que foi tomado como padrão às estimativas do Eto, obtidas com o emprego dos métodos de PENMAN (EtoP), PENMAN modificado (EtoPm), THORNTHWAITE (EtoT), radiação solar (EtoR) e LINACRE (EtoL). A análise estatística dos resultados, revelou não existir diferenças significativas entre (EtoCa) e (EtoP), (EtoPm), (EtoT) e (EtoR), diferindo entretanto (EtoCa) de (EtoL). Os valores dos Coeficientes do Tanque Classe A (Kp) recomendados pela FAO (1979), que ajusta a evaporação medida neste equipamento aos valores de Eto, foram confrontados com os obtidos do método de Penman para a obtenção da evapotranspiração de referência (Eto) e a

- 
- 1 Resumo da Tese apresentada para obtenção do Título de Doutor em Agronomia na ESALQ/USP.
  - 2 Eng. Agr. Phd. da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, Av. General San Martin, 1371 - Bonji - 5000 - Recife-PE.
  - 3 Prof. ESALQ/USP. Av. Padua Dias, 11 - Campus Universitário-13400-Piracicaba-SP.
  - 4 Prof. Phd. ESALQ/USP.

evaporação do tanque Classe A (Kpp). A análise estatística destes valores revelou que eles se situam na mesma faixa de grandeza. As correlações entre Kp e Kpp foram desprezadas por se apresentarem inconsistentes devido ao grande número de repetições de Kp. Os valores médios de Kp e Kpp, quando comparados, exibem a mesma tendência e ordem de grandeza. Através da relação entre os valores medidos nos evapotranspirômetros e as estimativas de ETo pelos métodos relacionados no presente estudo, foram determinados os coeficientes culturais (Kc) para a batatinha que, quando analisados estatisticamente, apresentaram alta correlação entre si. Os valores dos coeficientes de correlação de Kendall para este caso foram: (Classe A) x Penman = 0,84; (Classe A) x Penman modificado = 0,64; (Classe A) x Thornthwaite = 0,60; (Classe A) x Radiação Solar = 0,63 e (Classe A) x Linacre = 0,73. Os coeficientes culturais Kc recomendados pela FAO (1979), ajustados para cultura com o ciclo de 100 dias, foram comparados com os obtidos pela utilização dos métodos propostos e se apresentaram sempre superiores aos demais métodos nas fases de germinação e maturação e inferiores nas demais fases fenológicas da cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos relativos aos valores da Evaporação do Tanque Classe A (medidos), da Evapotranspiração de referência (estimada pelo método de PENMAN), dos valores de Kp (Coeficiente do Tanque Classe A), recomendados pela FAO (1979) e os valores de Kpp (obtidos pela relação EToP/ECA), podem ser observados na Tabela 1, e os valores médios correspondentes entre Kp e Kpp, na Tabela 2.

Esta semelhança entre os valores de Kp e Kpp e suas tendências, permite verificar que embora os Kp recomendados pela FAO (1979) sejam válidos para condições de instalação do tanque e do com portamento dos elementos meteorológicos distintos, apresentam um bom nível de confiabilidade, não sendo responsáveis pela indução de grandes erros quando dos seus empregos no método do Tanque Classe A.

Na Tabela 3 são apresentados os valores dos coeficientes

culturais (Kc), determinados pelos métodos propostos e os recomendados pela FAO (1979), por quinquídio e por fase de desenvolvimento da cultura da batatinha (Solanum tuberosum L.), com ciclo de 100 dias e os valores médios da demanda ideal ETm.

A Figura 1, representa os comportamentos dos valores de Kc ao longo do ciclo da cultura.

Na observação destes valores, percebe-se que em todos os casos, a tendência foi da elevação dos valores de Kc desde a fase germinativa até a fase de desenvolvimento dos tubérculos II, decrescendo rapidamente daí em diante. Este comportamento está diretamente ligado ao da área foliar que, embora não tenha sido determinado quantitativamente, foi claramente observado durante todo o ciclo da cultura e mais precisamente ao fim da germinação, quando as plantas exibiam toda sua exuberância, e no início da maturação, quando elas perdem rapidamente o seu vigor.

O comportamento das curvas evidencia que, embora a análise estatística tenha revelado existir alta correlação entre seus valores, as curvas representativas dos Kc obtidos com os métodos de Thornthwaite e Linacre foram as que mais distoaram do conjunto, apresentando-se como limítrofes superiores e inferiores, respectivamente. A exceção da curva representativa do método de Linacre, todas as demais se colocaram acima da representativa dos valores recomendados pela FAO (1979), nas fases intermediárias do ciclo da cultura.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir:

### 5.1. Com relação ao evapotranspirômetro.

Este equipamento mostrou-se viável ao estudo das determinações do consumo hídrico ideal da batatinha (Solanum tuberosum L.), por apresentar simplicidade operacional e homogeneidade de desempenho em todas as fases de desenvolvimento da cultura.

O comportamento das plantas no evapotranspirômetro evidenciaram terem sido atendidas as necessidades de água e ar no seu interior, o que ficou demonstrado pelo melhor desenvolvimento das plantas e dos tubérculos por elas produzidos, o que credencia a sua utilização em estudos dessa natureza com culturas, cujas partes economicamente importantes, se desenvolvam no interior do solo.

#### 5.2. Com relação à escolha do método do Tanque Classe A como referencial aos demais métodos empregados.

Este método requer, para a sua utilização, as corretas determinações das leituras do tanque Classe A, o que sugere o desenvolvimento de estudos e modificações que visem a eliminar os efeitos danosos das chuvas nos valores medidos da evaporação.

Os resultados obtidos com o emprego deste método, na determinação dos coeficientes culturais ( $K_c$ ), se situaram na faixa intermediária da amplitude de variação em cada fase de desenvolvimento da cultura, o que induz a uma maior confiabilidade em seus valores.

#### 5.3. Com relação aos valores dos coeficientes de tanque.

Os valores de  $K_p$ , recomendados pela FAO (1979), não representam uma grande fonte de erros quando da estimativa da evapotranspiração de referência pelo método tanque Classe A.

#### 5.4. Com relação aos demais métodos de estimativas utilizados.

À exceção do métodos de Linacre, todos os demais não exibiram diferenças significativas entre si e nem o referencial, o que restringe as suas aplicações aos dados meteorológicos disponíveis.

#### 5.5. Com relação aos coeficientes culturais ( $K_c$ ).

Estes coeficientes se situaram na mesma ordem de grandeza em todas as fases da cultura, o que os tornam recomendáveis.

Os valores de  $K_c$ , recomendados pela FAO (1979), se apresentaram superiores nas fases de germinação e maturação e inferiores nas demais fases, quando comparados com os determinados pelos diferentes métodos.

5.6. Com relação à demanda hídrica ideal (ETm).

Obteve-se uma demanda de 271,3mm para todo o ciclo da cultura, com um consumo médio diário de 1,7mm na germinação; 2,3mm na fase vegetativa; 3,1mm na fase de floração e formação dos tubérculos; 3,4mm na fase de desenvolvimento dos tubérculos II e 1,4mm na maturação.

TABELA 1 - Valores da evaporação no Tanque Classe A (ECA), da evapotranspiração potencial (ET<sub>oP</sub>), obtidos com o método de Penman, dos coeficientes de tanque (K<sub>p</sub>), recomendados pela FAO (1979) e dos coeficientes de tanque (K<sub>pp</sub>), obtidos pela relação entre os valores de (ET<sub>oP</sub>) e da evaporação do tanque Classe A.

Elemento	ECA medido	ET <sub>oP</sub> estimado	K <sub>p</sub> recomendado	K <sub>pp</sub> ET <sub>oP</sub> /ECA
Qüinqüidio				
I	4,8	4,1	0,85	0,85
II	3,9	3,4	0,85	0,87
III	4,4	3,4	0,85	0,77
IV	4,5	3,2	0,85	0,71
V	3,0	2,9	0,75	0,99
VI	2,7	2,2	0,85	0,81
VII	2,0	2,2	0,85	0,10
VIII	2,9	2,5	0,85	0,86
IX	3,0	2,4	0,85	0,80
X	3,2	2,6	0,85	0,81
XI	3,2	2,0	0,85	0,63
XII	2,8	2,1	0,85	0,75
XIII	3,1	2,5	0,85	0,81
XIV	3,3	2,4	0,75	0,73
XV	3,0	2,4	0,85	0,80
XVI	2,6	2,3	0,85	0,88
XVII	2,1	2,1	0,85	1,00
XVIII	3,7	2,8	0,70	0,76
XIX	3,5	2,6	0,75	0,74
XX	3,7	3,0	0,75	0,81

TABELA 2 - Valores médios correspondentes entre  $K_p$  e  $K_{pp}$ .

$\bar{K}_p$	$\bar{K}_{pp}$
0,70	0,76
0,75	0,81
0,85	0,83

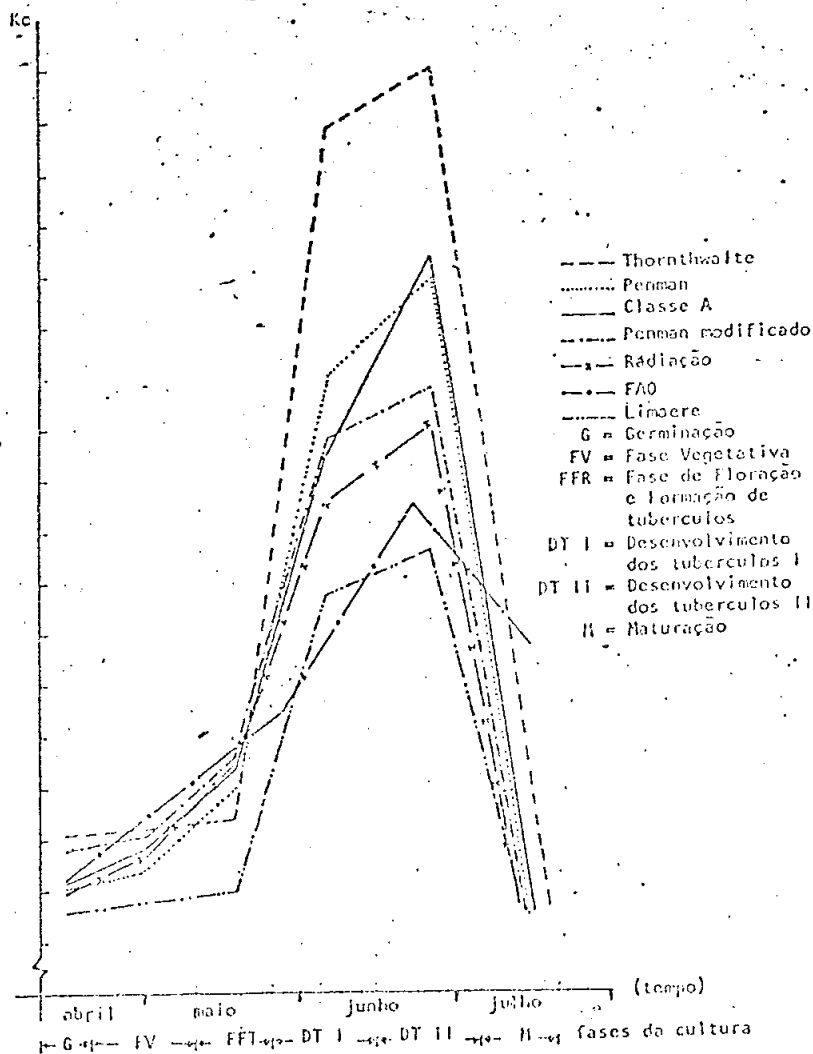


Figura 1. Representação gráfica dos comportamentos dos coeficientes culturais ( $K_c$ ), obtidos pelos diferentes métodos e os recomendados pela FAO (1979).



TABELA 3 - Valores dos coeficientes culturais (kc), determinados pelos métodos propostos e recomendados pela FWO (1979), por quântido e por fase de desenvolvimento da cultura da batatinha (*Solanum tuberosum L.*), com ciclo de 100 dias; e valores médios da demanda ideal EM.

Estádo	Tempo		Perman		Theorath		Lina		Fase de de		Em (consu	Tempo	Ferrun		Lina		FWD
	Classe	A	Modif.	Modif.	waithe	waithe	cre	cre	survolv. da	mm/dia			Perman	Modif.	cao	cao	
Quântido	I	0,39	0,39	0,48	0,38	0,40	0,34	0,34	Germinação	1,7	0,42	0,41	0,48	0,51	0,40	0,36	0,45
	II	0,45	0,43	0,49	0,64	0,39	0,39	0,39	10 dias								
III	III	0,48	0,53	0,59	0,58	0,46	0,45	0,45	Fase vegeta tiva/20 dias	2,3	0,48	0,44	0,51	0,52	0,47	0,38	
	IV	0,47	0,31	0,56	0,59	0,52	0,45										
	V	0,44	0,35	0,34	0,47	0,30	0,26										
	VI	0,52	0,55	0,54	0,44	0,60	0,34										
VII	VII	0,59	0,46	0,53	0,40	0,53	0,30	0,30	Floração e formação do tub./15 dias	3,1	0,64	0,60	0,66	0,54	0,65	0,40	
	VIII	0,65	0,63	0,73	0,54	0,70	0,41										
	IX	0,67	0,70	0,72	0,68	0,71	0,49										
X	X	1,21	1,27	1,38	1,22	1,14	0,88	0,88	Desenvolv. tubérculos I 20 dias	3,4	1,24	1,40	1,28	1,88	1,16	0,97	
	XI	1,03	1,38	1,09	2,59	1,00	1,00										
	XII	1,38	1,50	1,31	2,03	1,19	1,02										
	XIII	1,36	1,45	1,34	1,67	1,33	0,97										
XIV	XIV	1,69	1,72	1,52	2,03	1,24	0,10	0,10	Desenvolv. tubérc. II 20 dias	3,7	1,63	1,59	1,38	2,00	1,30	1,06	
	XV	1,68	1,81	1,49	2,17	1,54	1,19										
	XVI	1,58	1,53	1,41	2,16	1,21	1,05										
	XVII	1,57	1,31	1,08	1,62	1,22	0,90										
XVIII	XVIII	0,62	0,56	0,49	0,92	0,42	0,46	0,46	Maturação 15 dias	1,4	0,51	0,48	0,42	0,77	0,36	0,35	
	XIX	0,49	0,47	0,39	0,82	0,34	0,32										
	XX	0,43	0,41	0,37	0,37	0,32	0,27										

LITERATURA CITADA

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A. & SMITH, M. Lysimeters. Roma, FAO, 1982. 68p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 39).
- ALBERIO, I.A. de S. Estudo sobre modificações introduzidas no tanque Classe A e no método de Penman. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 91p. (Tese Mestrado).
- ASSIS, F.N. de. O uso do evapotranspirômetro no estudo de algumas relações entre a evapotranspiração medida e estimada. Piracicaba, ESALQ/USP, 1978. 73p. (Tese Mestrado).
- BARBIERI, V. Medidas e estimativa de consumo hídrico em cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. 82p. (Tese Mestrado).
- BARRADA, Y. Water balance studies. In: Water use seminar. Roma, FAO, 1971. p.90-6. (FAO. Irrigation and drainage paper, 13).
- CAMARGO, A.P.; PINTO, C.S.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; AFONSI, R.R. & ORTOLA NI, A.A. Clima do estado de São Paulo. In: São Paulo. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, CATI, 1974. Vol. 1.
- CAMPOS, H. 1983. Estatística Experimental Não-Paramétrica. 4. ed. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Matemática e Estatística, 1983. 34p.
- CHANG, J.H.; CAMPBELL, R.B.; BRODIE, H.N. & BAVER, L.D. Evapotranspiration research of the HSPA Experiment Station. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGY. Puerto Rico, Elsevier, 10-24.
- CHAVES, L.H.G. & PEREIRA, H.H.G. Nutrição e adubação de tubérculos. Campinas, Fundação Cargill, 1985. 97p.

- CURY, D.M. Avaliação da demanda hídrica da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. capitata L.) e suas interações climáticas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1985. 79p. Tese de Doutorado.
- DASTANE, N.G. Effective rainfall in irrigated agriculture. Roma, FAO, 1974. 62p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 25).
- DECICO, A. & SANTOS, J.M. Estudos dos parâmetros micrometeorológicos de uma cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*) In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 28, Brasília, 1976.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, J.O. Las necesidades de água de los cultivos. Roma, FAO, 1977. (FAO. Riego y Drenaje, 24).
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma, FAO, 1979. 193p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DOSS, B.D.; BENNETT, O.L. & ASHLEY, D.A. Moisture use by forage species as related to pan evaporation and net radiation. Soil Sci. Baltimore, MD. 98(5): 322-7, 1964.