

## VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA DO MILHO IRRIGADO EM FUNÇÃO DO MÉTODO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO UTILIZADO.

Iêdo TEODORO<sup>1</sup>, José Leonardo de SOUZA<sup>2</sup>, Agnus Bahia BENATTI<sup>3</sup>, Erisson Calvacante AMORIM<sup>3</sup>, José Edmilson Deodato de BRITO<sup>3</sup>, Alexsandro Cláudio dos Santos ALMEIDA<sup>3</sup>, Cícero Teixeira S. COSTA<sup>3</sup>

**ABSTRACT** - An agrometeorology experiment was conducted in the Sciences Agrarians Center of the Federal University of Alagoas, Rio Largo – AL, to evaluate the variation of the crop coefficient (**Kc**) of the irrigated corn as a function of methods utilized to measure evapotranspiration. The crop evapotranspiration estimated by the Bowen ratio (**ET<sub>c</sub>Bowen**) varied of 3,4 mm dia<sup>-1</sup> in the initial phase to 5,5 mm dia<sup>-1</sup> on silking and for Penman-Monteith method (**ET<sub>c</sub>1**) varied of 3.4 mm dia<sup>-1</sup> in the initial phase to 5.5 mm dia<sup>-1</sup> on silking. The Kc obtained for ET<sub>c</sub>Bowen (**KcBowen**) was 0.86 in the initial phase and 1.10 of the medium phase at end phase and the Kc obted for ET<sub>c</sub>1 (**Kc1**) was 0.25 in the initial phase, 1.10 in the medium phase and 0.65 in the end phonological phase. These values are same at FAO values. The KcBowen of the initial phase is more efficient for irrigation management that wet fully the soil surface and the Kc1 is more appropriated for located irrigation.

### INTRODUÇÃO

O principal fator limitante da produtividade agrícola no Nordeste brasileiro é a precipitação pluviométrica, que devido à irregularidade espaço-temporal causa deficiências de água no solo. Esse problema pode ser solucionado com o uso adequado de irrigação. A determinação da real necessidade hídrica das plantas é essencial para a economia de água nos projetos de irrigação, visto que a mesma é um recurso natural um tanto quanto escasso. A quantidade de água requerida por uma cultura pode ser determinada através da evapotranspiração da cultura (**ET<sub>c</sub>**) que pode ser estimada através da evapotranspiração de referência (**ET<sub>o</sub>**), da região desde que suas diferenças sejam integradas em um coeficiente de cultura (**Kc**) (ALLEN et al., 1998).

O Kc é obtido pela razão ET<sub>c</sub>/ET<sub>o</sub> e dependendo dos métodos utilizados para calcular a ET<sub>c</sub> ou a ET<sub>o</sub>, pode apresentar diferentes valores. Por conta disso, o objetivo desse trabalho é determinar a variação do Kc do milho irrigado em função de diferentes métodos de ET<sub>c</sub>.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental de Agrometeorologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em Rio Largo AL (09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude). As variáveis meteorológicas forma medidas sobre um cultivo de milho irrigado da variedade BR 106, no período de 1º de janeiro a 22 de abril de 2002, com uma população média de 70.000 plantas por hectare e numa estação meteorológica localizada a 300m da lavoura.

O fluxo de calor no solo (G) foi medido a 4,0 cm de profundidade, com uma placa de fluxo HFT – 3 da REBS. A radiação solar global (**R<sub>g</sub>**) e o

saldo de radiação (**R<sub>n</sub>**) foram medidos com um radiômetro da Kipp & Zonnen (NET CRN1, série 990170) a 1,0 m da copa das plantas. A temperatura (**T<sub>a</sub>**) e a umidade relativa do ar (**UR**) foram medidas a 2,0 m do dossel vegetativo com sensores automáticos modelo HMP. A velocidade do vento (**U<sub>2</sub>**) foi medida a 2m de altura da copa das plantas por um anemômetro CAT. N.º. 05103-5, Série WM44012 da R. M. Young Company. Todos instrumentos foram acoplados a uma estação automática de aquisição de dados Micrologger 21XL da Campbell Científ.

A ET<sub>o</sub> foi estimada pelo Método de Penman-Monteith que, com exceção do G e da R<sub>g</sub> que foram medidos, as demais variáveis foram estimadas conforme ALLEN et al. (1998). A ET<sub>c</sub> média diária por fase fenológica do milho foi estimada pelo método da razão de Bowen (ET<sub>c</sub>Bowen) e pelo modelo de Penman-Monteith (ET<sub>c</sub>1) conforme as expressões:

$$\beta = \gamma \cdot \frac{(T_o - T_2)}{(e_o - e_a)}, \text{ em que } \beta = \frac{H}{\lambda E} \text{ ou, } \lambda E = \frac{H}{\beta} \text{ e}$$

T<sub>o</sub> é a temperatura da superfície obtida através da radiação de ondas longas, emitida pela superfície do cultivo, medida com pirgeômetro e calculada pela expressão:

$$T_o = \sqrt[4]{\frac{E_o}{\epsilon_o \sigma}}, \text{ em que:}$$

T<sub>o</sub> - temperatura da superfície em Kelvin; E<sub>o</sub> - emitância do cultivo de milho, em MJ m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>; ε<sub>o</sub> - emissividade das folhas do milho, igual a 0,95; σ - Constante de Stefan-Boltzman (MJ m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> K<sup>-4</sup>). T<sub>2</sub> é a temperatura do ar a 2,0 m da copa das plantas e e<sub>o</sub> = e<sub>s</sub>(T<sub>o</sub>) e e<sub>a</sub> = e(T<sub>2</sub>);

$$ET_c \text{ (mm dia}^{-1}\text{)} = \frac{\lambda E}{\lambda}$$

$$ET_c = \frac{0,408 \Delta \cdot (R_n - G) + 86,400 \rho_a \cdot c_p \cdot \frac{(e_s - e)}{r_a}}{\Delta + \gamma \cdot \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \text{ (mm dia}^{-1}\text{)}$$

$$\rho_a = 1,29 \text{ kg.m}^{-3} \text{ e } C_p = 1,013 \times 10^{-3} \text{ MJ Kg}^{-1} \text{ m}^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

r<sub>a</sub> e r<sub>c</sub> são a resistência aerodinâmica e a resistência da cultura, respectivamente.

$$r_{a1} = \frac{\ln \left[ \frac{Z_n - d}{Z_{om}} \right] \ln \left[ \frac{Z_h - d}{Z_{oh}} \right]}{K^2 U_z} \text{ em que,}$$

$$r_c = \frac{500 - 0,85 \cdot R_n}{IAF} \text{ (s m}^{-1}\text{)}, \text{ com } R_n \text{ em Cal cm}^{-2}.$$

O Kc foi determinado pelas equações: KcBowen = ET<sub>c</sub> Bowen / ET<sub>o</sub> e Kc<sub>1</sub> = ET<sub>c</sub>1 / ET<sub>o</sub>. A escala fenológica da cultura utilizada foi a proposta por FANCELLI e DOURADO NETO (2000).

<sup>1</sup> Prof. do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). iedoteodoro@ig.com.br;

<sup>2</sup> Prof. do Departamento de Meteorologia, CCEN – MET - UFAL;

<sup>3</sup> Aluno do curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas da  $ET_o$  e da  $ET_c$ , média por fases fenológicas do milho, mostradas na Figura 1, apresentam declínios na 4ª, 6ª e 8ª fase (emissão do pendão, grão leitoso e formação de dentes). Esses declínios foram por conta das chuvas ocorridas nessas fases aliadas à diminuição de temperatura e aumento de nebulosidade e umidade relativa do ar. A  $ET_o$ , por não depender dos parâmetros da cultura, apresentou o valor mínimo na 4ª fase ( $3,7 \text{ mmdia}^{-1}$ ) e máximo na 3ª fase ( $5,0 \text{ mmdia}^{-1}$ ), variando apenas em função dos elementos e parâmetros meteorológicos.

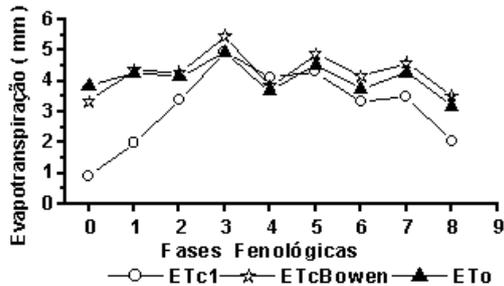


Figura 1. Evapotranspiração da cultura pelos métodos da razão de Bowen ( $ET_c$ Bowen) Penman-Monteith ( $ET_{c1}$ ).

A evapotranspiração (ET) representa a evaporação da água (EV) na superfície mais a transpiração (TR) das plantas (SEDIYAMA, 1996). O método de Bowen estima a ET com base apenas nos gradientes de temperatura e vapor d'água na atmosfera, por isso a curva da  $ET_c$ Bowen, que detecta com maior eficiência a EV, é semelhante a  $ET_o$ , variando de  $3,4 \text{ mmdia}^{-1}$  na emergência até  $5,5 \text{ mmdia}^{-1}$  na 3ª fase de desenvolvimento da cultura. A curva da  $ET_{c1}$  é baseada nos parâmetros aerodinâmicos da cultura e detecta melhor a TR, teve valor mínimo na emergência ( $0,9 \text{ mmdia}^{-1}$ ) e aumentou progressivamente até a 3ª fase quando atingiu o máximo de  $5,0 \text{ mmdia}^{-1}$ , coincidindo com o aumento da altura (L) e do índice de área foliar (IAF). O máximo da  $ET_c$  deveria ter ocorrido na 4ª fase quando L e IAF foram máximos (Tabela 1), mas devido à chuva houve um declínio. O aumento da  $ET_{c1}$  também pode ser atribuído à diminuição das resistências aerodinâmica e da cultura (Figura 2) que são bastante elevadas no início do desenvolvimento das plantas e diminui inversamente proporcional ao aumento de L e IAF.

O  $Kc$ Bowen variou de 0,86 na emergência a 1,10 na 3ª, 6ª e 8ª fase, mantendo valores sempre próximos a unidade (Figura 3), pois esse  $Kc$  representa mais a EV. Sendo, portanto um coeficiente mais recomendado para planejamento de irrigação com sistemas que molha toda superfície do solo. O  $Kc_1$  aumenta em série com o IAF, 0,25 na emergência, 1,10 e 0,65 na 4ª e 8ª fase, respectivamente. Esse  $Kc$  é semelhante ao da FAO (fase I = 0,15, fase II = 1,2 e fase III = 0,50, ALLEN et al., 1998). O  $Kc_1$  é mais apropriado para irrigação localizada, pois ele representa mais adequadamente a transpiração das plantas. A partir da fase de grão duro o milho não precisa mais de irrigação porque a água contida nas plantas é suficiente para manter o seu metabolismo.

Conclui-se, portanto, que nos cultivos com irrigação localizada o  $Kc_1$  é mais recomendado. Porém, quando a irrigação molhar toda a superfície, na fase inicial, o  $Kc$ Bowen é mais apropriado, pois nessa fase a

evaporação é maior do que a transpiração. Na fase final o  $Kc$ Bowen superestima a água requerida pela cultura.

Tabela 1 – Índice de área foliar (IAF), altura das plantas (L) e duração (t) das fases fenológicas do milho irrigado em Rio Largo, AL.

Fases Fenológicas	Dia do ano	t (dias)	L (m)	IAF
Plantio	1	-	-	-
Emergência	5	5	-	-
4 folhas expandidas	19	14	0,21	0,07
8 folhas expandidas	32	13	0,72	1,54
12 folhas expandid.*	46	14	1,66	3,77
Emissão do pendão	57	11	2,23	4,51
Polinização	64	7	2,44	4,30
Grão leitoso	75	11	2,54	3,15
Grão pastoso	80	5	2,60	2,48
Formação de dentes	88	8	2,66	1,66
Grão duro	102	14	2,72	1,24
Matura. fisiológica	112	10	-	-

\* A folha do milho é considerada expandida ou desdobrada quando a linha de união lâmina-bainha ("colar") é facilmente visível.

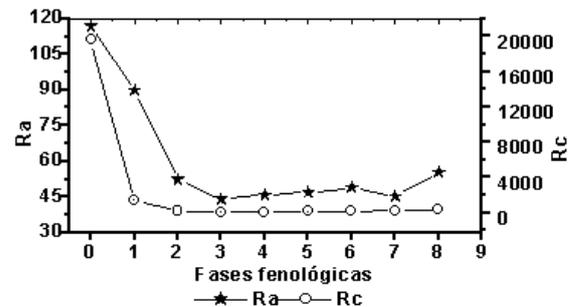


Figura 2. Resistência aerodinâmica (Ra) e resistência da cultura (Rc) do milho irrigado na região de Rio Largo, AL.

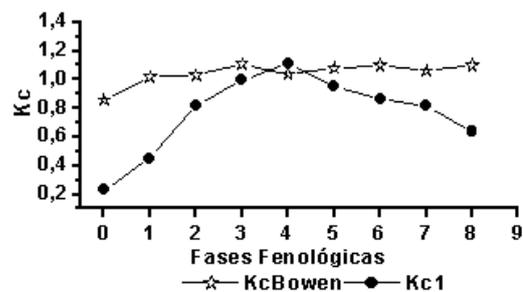


Figura 3. Coeficiente de cultura (Kc) do milho irrigado  $Kc$ Bowen =  $ET_c$ Bowen /  $ET_o$  e  $Kc_1$  =  $ET_{c1}$  /  $ET_o$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 280p. (Irrigation and drainage paper 56).
- Fancelli, A.L., Dourado Neto, D. Produção de milho. Guaíba – RS: Livraria e editora agropecuária, 2000. 359p.
- Sediyama, G. C. Estimativa da evapotranspiração: Histórico, evolução e análise crítica. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, v. 4, n. 1, p. i-xii, 1996.

**AGRADECIMENTOS:** FAPEAL, CNPq, CAPES e PIBIC/UFAL.