

COEFICIENTE DE CULTURA DE MILHO IRRIGADO, NA REGIÃO DE RIO LARGO - AL

Iêdo TEODORO¹, José Leonaldo de SOUZA², Eduardo Rebelo GONSALVES³, Alexsandro Cláudio dos Santos ALMEIDA³ Priscila da Silva TAVARES⁴

INTRODUÇÃO

Os rendimentos das atividades agrícolas são determinados, a princípio, pelas características edafoclimatológicas da região. A temperatura e a precipitação pluvial, aliada à fertilidade do solo, são os fatores ambientais que exercem maiores influências sobre a cultura do milho (*Zea mays L.*). No Nordeste brasileiro o principal fator limitante da produtividade do milho é a precipitação pluvial, que devido a sua irregularidade espaço-temporal causa deficiência de água no solo. Esse problema pode ser solucionado com o uso adequado de irrigação.

O momento e a quantidade de água correta a ser aplicada em um cultivo agrícola é determinada através da evapotranspiração da cultura (ET_c) e/ou da evapotranspiração de referência (ET_o), desde que suas diferenças sejam integradas em um coeficiente de cultura (K_c) (ALLEN et al., 1998). A ET_o é considerada um parâmetro climático e, portanto, pode ser estimada a partir de dados meteorológicos calculados ou medidos próximo aos locais do cultivo (SEDIYAMA, 1996).

Nas últimas cinco décadas vários métodos para estimar evapotranspiração (ET) foram propostos. Um relatório preparado pela Sociedade Americana de Engenharia Civil (ASCE) em 1974 apresentou 15 métodos para calcular a ET (STEWART, 1983).

O objetivo desse trabalho é determinar o K_c do milho por meio de diferentes métodos de ET_o e ET_c .

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).

O milho da variedade BR 106 foi cultivado no período de 1º de janeiro a 22 de abril de 2002, com uma população média de 70.000 plantas por hectare.

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 global (R_g) e a radiação da superfície (R_s) foram medidas com um radiômetro da Kipp & Zonnen (NET CRN1, série 990170), composto de dois piranômetros e dois pignômetros, a 1,0 m da copa das plantas. A temperatura (T_a) e a umidade relativa do ar (UR) foram medidas a 2,0 m do dossel vegetativo, com sensor automático modelo HMP 45C. A velocidade do vento (U_2) foi medida a 2,0 m do dossel vegetativo do milho 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 Scientific, programada para fazer medidas a cada dez segundos e armazenar médias de dez minutos.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo Método de Penman-Monteith e Linacre.

MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH (P-M)

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \left(\gamma \frac{900}{T + 273} \right) u_2 (e_s - e)}{\Delta + [\gamma (1 + 0,34 u_2)]} \quad \text{onde,}$$

ET_o = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
 R_n = Saldo de radiação (MJ m² dia⁻¹), estimado a partir a R_g medida;

U_2 = velocidade do vento a 2m e altura (m s⁻¹);

e_s = pressão de saturação do vapor d'água (kPa);

e = pressão do vapor d'água do ar (kPa);

Δ = inclinação da curva da pressão de vapor saturado versus temperatura (kPa °C⁻¹), obtida pela expressão:

$$\Delta = \frac{4098 e_s}{(T + 237,3)^2} \quad \text{em que,}$$

T é a temperatura do ar (°C) e e_s foi calculado pela equação:

$$e_s = 0,6108 \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{237,3 + T}\right) \quad e = \frac{e_s UR}{100}$$

UR = umidade relativa do ar (%)

γ = coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹), obtida pela expressão:

$$\gamma = 0,0016286 \frac{P}{\lambda} (KPa \text{ } ^\circ C^{-1}),$$

onde:

λ é calor latente de evaporação: 2,45 MJ kg⁻¹

P é a pressão atmosférica, em kPa, calculada pela fórmula:

$$P = 101,3 \left(\frac{\bar{T}_{(K)} - 0,0065 z}{\bar{T}_{(K)}} \right)^{5,256}$$

Com z igual a altitude local (m).

MÉTODO DE LINACRE (Lin)

O modelo de Linacre foi criado para determinar a evapotranspiração em períodos mensais, mas nesta pesquisa foram utilizados dados de temperatura média diária no lugar da mensal, objetivando-se obter resultados diários. O modelo é dado por:

$$ET_o = \frac{\frac{500(T + 0,006 z)}{100 - \phi} + 15 (T - T_d)}{80 - T}$$

O termo $(T - T_d)$ foi estimado, apenas em função das temperaturas máxima ($T_{\max.}$) e mínima ($T_{\min.}$), pela expressão: $(T - T_d) = 0,0023z + 0,37T + 0,53(T_{\max.} - T_{\min.}) + 0,35R - 10,9$. Sendo o R obtido pela diferença entre a temperatura do dia mais quente e do dia mais frio, assim como $T_{\max.}$ e $T_{\min.}$ foram representadas pelas médias diárias.

A ET_c foi estimada pelo método razão de Bowen (β) de duas formas, por fase fenológica do milho, conforme as expressões:

¹ Prof. M.Sc. da Escola Agrotécnica Federal de Satuba. Rua 17 de agosto s/n, Satuba - Alagoas. iedoteodoro@ig.com.br;

² Prof. Dr. do Departamento de Meteorologia, CCEN – MET;

³ Aluno do curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas

⁴ Aluno do curso de Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas

$$R_n - \lambda E - H - G = 0, \quad \beta = \frac{H}{\lambda E} \quad \text{ou} \quad H = \beta \lambda E, \quad \text{e}$$

$$\beta = \gamma \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{(e_{s1} - e_2)}, \quad (\text{RB}_1) \quad \text{e} \quad \beta = \gamma \cdot \frac{(T_o - T_2)}{(e_o - e_a)} \quad (\text{RB})$$

T_1 é a temperatura do ar no nível 1 (copa das plantas);
 T_2 é a temperatura do ar a 2,0 m da copa das plantas;
 $e_o = e_s(T_o)$ e $e_a = e(T_2)$;

T_o é a temperatura da superfície obtida através da radiação de ondas longas, emitida pela superfície do cultivo, medida com pignômetro e calculada pela expressão:

$$T_o = \sqrt[4]{\frac{E_o}{\varepsilon_o \sigma}}, \quad \text{onde:}$$

T_o - temperatura da superfície em Kelvin;
 E_o - emitância do cultivo de milho, em $\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$;
 ε_o - emissividade das folhas do milho, igual a 0,95;
 σ - constante de Stefan-Boltzman ($\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{K}^{-4}$).

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

O coeficiente de cultura foi determinado pelas equações:

$$Kc_1 = ET_c(\text{RB}_1)/ET_o \quad (\text{P-M}) \quad Kc_2 = ET_c(\text{RB}_1)/ET_o \quad (\text{Lin})$$

$$Kc_3 = ET_c(\text{RB})/ET_o \quad (\text{P-M}) \quad Kc_3 = ET_c(\text{RB})/ET_o \quad (\text{Lin})$$

A escala fenológica da cultura utilizada foi a proposta por Hanway (1963) e adaptada por FANCELLI e DOURADO NETO (2000).

Fase Fenológ.	DAP	Características Morfológicas
0	5	Coleóptilo visível na superfície do solo
1	14	Planta com 4 folhas expandidas **
2	28	Planta com 8 folhas expandidas
3	42	Planta com 12 folhas expandidas
4	56	Emissão do pendão
5	66	Florescimento e polinização
6	78	Grão leitoso
7	90	Grão pastoso
8	102	Formação de dentes
9	114	Grão duro
10	126	Maturação fisiológica

*DAP - dias após o plantio;

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração nas fases de emergência, polinização e grão pastoso (Figura 01) tiveram valores abaixo de 30 mm porque essas fases duraram apenas 5, 7 e 5 dias, respectivamente. As outras fases duraram mais de 11 dias. A ET_o , nos 102 dias, do plantio (01/01/2002) ao final da 9ª fase (grão duro), pelo P-M somou 369,16 mm, com média de 3,62 mm dia^{-1} e pelo Lin., o total foi 400,93 mm, média de 3,62 mm dia^{-1} . A ET_c estimada pela razão de Bowen (β) em função da T_1 e T_2 (RB_1) apresentou valores inferiores a ET_c determinada pela β obtida através T_o e T_2 (RB), exceto na fase de polinização. Pelo RB_1 , em 83 dias, a ET_c total foi 375,24 mm, média de 4,52 mm dia^{-1} e pelo RB , somou 389,78 mm, média de 4,70 mm dia^{-1} .

O coeficiente de cultura (Kc) determinado em função do RB_1 foram menores do que os obtidos pelo RB , com exceção da 5ª fase fenológica em que o Kc_1 e o Kc_2 apresentaram seus valores máximos, 2,08 e 1,98, respectivamente (Figura 02). O Kc_3 e o Kc_4 ,

obtidos pelo RB , tiveram os valores máximos de 1,19 e 1,42, respectivamente, na 4ª fase (emissão do pendão).

A ET_o pelo Lin. propiciou uma redução no Kc , quando comparado com o P-M, exceto na fase 4. Os menores valores do Kc ocorreram na fase 1 (4 folhas expandidas), sendo 0,94, 0,83, 1,12 e 0,98, respectivamente para o Kc_1 , Kc_2 , Kc_3 e Kc_4 .

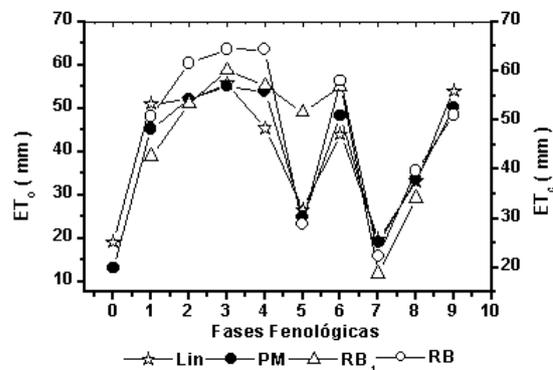


Figura 01 - Evapotranspiração de referência (ET_o) pelos métodos de Penman-Monteith (P-M) e Linacre (Lin) e evapotranspiração da cultura (ET_c) pelos métodos da razão de Bowen com $T_1 - T_2$ (RB_1) e $T_o - T_2$ (RB).

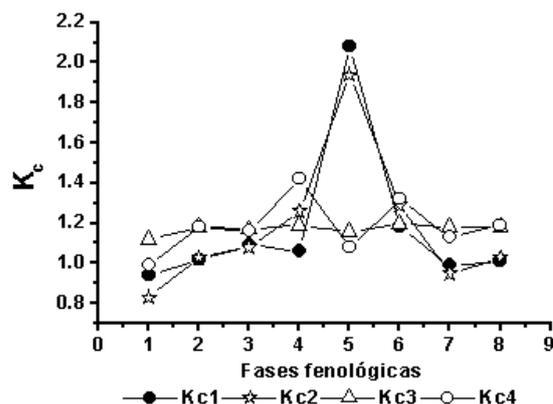


Figura 02 - Coeficiente de cultura (Kc) do milho irrigado pelos métodos: $Kc_1 = \text{RB}_1/\text{P-M}$, $Kc_2 = \text{RB}_1/\text{Lin}$, $Kc_3 = \text{RB}/\text{P-M}$ e $Kc_4 = \text{RB}/\text{Lin}$.

CONCLUSÕES

O coeficiente de cultura apresentou valores mais elevados nas fases de emissão do pendão e polinização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome - FAO, 280p. 1998. (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.
- STEWART, J.B. A discussion of the relationships between the principal forms of the combination equation for estimating crop evaporation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam. v. 30, p 111 - 127, 1983.

6. Agradecimentos

FAPEAL, CNPq, CTPetro e PIBIC/UFAL.