

# ASPECTOS HÍDRICOS DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)

Romisio G.B. ANDRÉ<sup>1</sup> e Antonio S. FERRAUDO<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da perda d'água por evapotranspiração é de grande importância no planejamento, construção e operação de reservatórios e sistemas de irrigação. Do mesmo modo, o uso da água pelas culturas agrícolas é de grande importância no planejamento da irrigação, ou seja, de quanto e quando irrigar. A disponibilidade da água das plantas depende dos efeitos combinados do sistema solo-planta-atmosfera.

Dos processos que governam os mecanismos de perda d'água de uma superfície natural são fundamentais aqueles inerentes aos balanços energético e hídrico, pois estes mostram as perdas e ganhos de energia e água no sistema. Utilizando o balanço hídrico, realizado para 15 subperíodos, obtido em lisímetros de drenagem, e estimativas da evapotranspiração potencial, pelo modelo de Penman-Monteith, o objetivo deste trabalho foi determinar o consumo de água e coeficientes de cultivo para uma cultura de milho em crescimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental pertencente ao Departamento de Ciências Exatas, junto à Estação Agroclimatológica do Campus de Jaboticabal - UNESP, latitude 21°15' S, longitude 48°18' W e altitude 595 m. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, textura média. O clima do local é do tipo Cwa. Para a estimativa da evapotranspiração máxima, foram utilizados 06 lisímetros de drenagem de 1m<sup>2</sup> de superfície, 1,5 m de profundidade e 2,5 cm de espessura, montados na Estação Agroclimatológica do Campus. Uma descrição completa sobre este sistema pode ser visto em Della Libera et. al. (1986) e André & Churata-Masca (1991). Com o solo devidamente preparado em 23/11/84, foi semeada a variedade MAYA-Normal, no espaçamento de 90 x 20 cm em sulcos previamente adubados. A emergência ocorreu em 28/11/84. O desenvolvimento da cultura do milho foi acompanhado e analisado através de dados relativos à variação da altura das plantas, da caracterização da duração de cada estágio de desenvolvimento e variação do índice de área foliar. A irrigação foi conduzida empregando-se o método de simulação de aspersão, com distribuição de água na área experimental, através de regador manual de volume conhecido nos lisímetros de drenagem e, livremente, fora deles. Foi aplicada quantidade de água suficiente à cultura, com controle de irrigação baseado no método do tanque Classe A e observância dos valores tensiométricos.

Todas as observações micrometeorológicas foram realizadas no centro de uma parcela. Os registros foram efetuados em abrigo de alvenaria, situado na extremidade da área experimental. Todas as ligações entre os sensores e os registradores foram feitas com cabos blindados via subterrânea. Para o cálculo da evapotranspiração máxima foi utilizada a equação do balanço hídrico, simplificada para o lisímetro de drenagem:

$$ETM = P + I + D \quad (1)$$

onde  $P$  é a precipitação,  $I$  a irrigação e  $D$  a drenagem profunda.

Sob estas condições, a evapotranspiração é chamada de máxima ( $ETM$ ), ou demanda ideal, pois o solo é mantido no mínimo na capacidade de campo.

Para fins de cálculo da  $ETM$ , o período que compreende o ciclo total da cultura do milho foi dividido em 15 subperíodos. A evapotranspiração de referência foi obtida pelo método de Penman-Monteith (André, 1996).

$$ETR = \frac{sRL}{(s + \gamma^*)\lambda} + \frac{\rho c_p (e_s - e)}{(s + \gamma^*)r_a} \cdot \frac{86,4}{\lambda} \quad (2)$$

<sup>1</sup> UNESP/Campus de Jaboticabal-Depto. de Ciências Exatas, 14870-000-Jaboticabal-São Paulo, Brasil

onde  $ETR$  é a evapotranspiração (mm/dia),  $s$  é a tangente à curva de pressão de saturação do vapor ( $kPa/^{\circ}C$ ),  $RL$  o saldo de radiação ( $MJ/m^2.dia$ ),  $\rho$  a massa específica do ar ( $kg/m^3$ ),  $c_p$  o calor específico do ar à pressão constante ( $kJ/kg.^{\circ}C$ ),  $\Delta e$  o déficit de pressão de vapor ( $kPa$ ),  $r_a$  a resistência aerodinâmica ao transporte de vapor (s/m),  $r_c$  a resistência da cobertura vegetal (s/m) e  $\gamma$  a constante psicrométrica, considerada =  $0,062 kPa/^{\circ}C$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos valores diários de água aplicada (chuva ou irrigação) e da água percolada (drenagem profunda), foi realizado o balanço hídrico no lisímetro de drenagem, para 15 subperíodos selecionados, de acordo com o critério de drenagem mínima. Os dados meteorológicos foram utilizados para estimativa da evapotranspiração real, pelo método de Penman-Monteith, para todo o ciclo da cultura. A partir da relação entre a evapotranspiração máxima e a evapotranspiração real, estimada pelo método de Penman-Monteith, foram calculados os coeficientes de cultivo para os diversos subperíodos considerados (Figura 1).

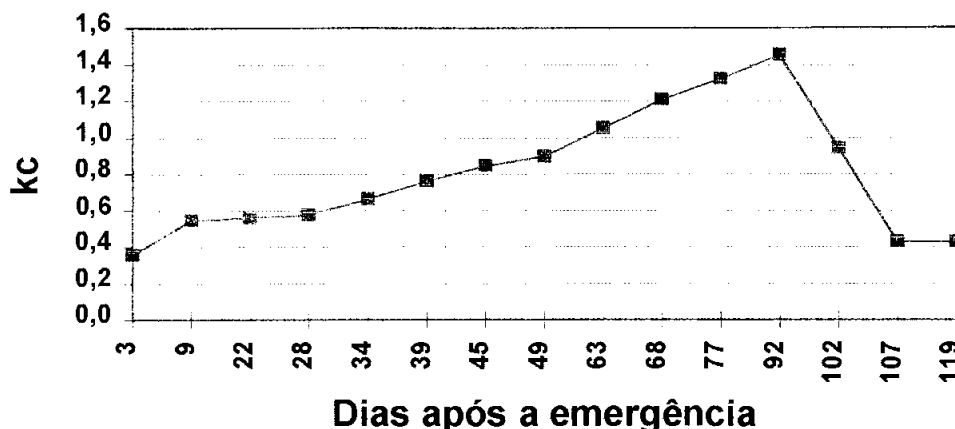


Figura 1. Comportamento do coeficiente de cultivo, nos 15 subperíodos considerados.

Observa-se que o coeficiente de cultivo apresenta uma pequena oscilação até os 28 dias após a emergência. Daí em diante, apresenta valores crescentes em todo o desenvolvimento da cultura, voltando a decrescer na maturação fisiológica ou seja, 92 dias após a emergência.

No entanto, quando são examinados seus valores médios por estágio, o seu comportamento é semelhante ao obtido por diferentes pesquisadores (Tabela 1).

Tabela 1. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e parâmetros fenológicos, nos diversos estádios da cultura do milho.

D.A.E.	ETM	M.S.(g)	h(cm)	IAF	kc
20	2,50	25,00	19,8	0,20	0,51
38	4,34	234,25	75,4	1,58	0,75
44	4,34	426,89	128,3	2,27	0,75
62	5,19	754,70	308,4	4,42	1,11
76	7,36	1339,27	302,3	5,99	1,38
106	1,96	742,59	329,8	2,11	0,60

D.A.E-dias após a emergência; ETM-evapotranspiração máxima

No estágio de estabelecimento (pós-emergência), o valor médio do coeficiente de cultivo foi 0,51. O consumo hídrico da cultura, neste estágio, foi de 2,50 mm/dia. Resultados apresentados pela FAO (Doorenbos & Kassan, 1994) mostram valores de kc entre 0,3 e 0,5 para este estágio. Matzenauer et al. (1983) encontraram valores de kc entre 0,42 e 0,54; Della Libera et al. (1985), entre 0,55 e 0,60; e Souza et al. (1987) obtiveram resultados próximos aos da FAO.

No estágio de desenvolvimento vegetativo, o valor obtido foi de 0,75, sendo o consumo médio diário de 4,34 mm. Os valores apresentados pela FAO (1994) estão entre 0,7 e 0,85. Os valores obtidos por Matzenauer et al.(1983), estão entre 0,93 e 0,96; Della Líbera et al.(1985) encontraram o valor de 0,80; e Souza et al.(1987), valores superiores aos da FAO.

No estágio de florescimento, o valor de kc foi 1,11 com consumo médio de 5,19 mm/dia. Neste estágio Matzenauer et al. (1983) encontraram valores entre 1,10 e 1,34; Della Líbera et al.(1985) entre 1,10 e 1,20; e Souza et al.(1987) valores superiores aos da FAO.

Para o estágio de enchimento de grãos, o valor de kc foi 1,38 com consumo médio diário, neste estágio de 7,36 mm. Os resultados da FAO (1994) estão entre 1,05 e 1,2. Matzenauer et al.(1983) obtiveram valores entre 1,04 e 1,28; Della Líbera et al.(1985), o valor de 1,30; e Souza et al.(1987) valores superiores aos da FAO, com máximo de 1,40, neste estágio.

Finalmente, para a maturação fisiológica, o valor foi de 0,60 com consumo médio de 1,96 mm/dia. Neste caso, os valores apresentados pela FAO (1994) estão entre 0,55 e 0,60. Neste estágio Matzenauer et al.(1983) encontraram valores entre 0,78 e 0,84; Della Líbera et al.(1985) o valor de 0,6; e Souza et al. (1987) valores superiores aos obtidos pela FAO.

Observa-se, pela referida tabela, que os valores da matéria seca total e a altura média das plantas foram crescentes até o final da fase de enchimento de grãos, sendo a fase de maturação acompanhada de um decréscimo desses valores. Com relação aos coeficientes de cultivo médios e índice de área foliar, os comportamentos foram semelhantes, ou seja, valores menores na fase de crescimento vegetativo, crescendo na fase de florescimento e enchimento de grãos, para voltar a decrescer na fase de maturação fisiológica. A correlação entre valores de kc e IAF, para a variedade estudada, forneceu o valor de  $r^2$  igual a 0,90.

Com os valores da ETM, para os 15 subperíodos foi realizada regressão linear múltipla, entre estes, o índice de área foliar (IAF) e a evaporação Classe A (ECA). A equação de regressão obtida foi:

$$ETM = -1,49 + 0,61 IAF + 0,74 ECA \quad r^2 = 0,85 \quad (3)$$

## CONCLUSÕES

- O coeficiente de cultivo mostrou um comportamento crescente, com o desenvolvimento vegetativo. Este se correlacionou muito bem com o IAF (coeficiente de determinação de 0,90), evidenciando que o desenvolvimento das plantas implica num maior consumo hídrico.
- O consumo hídrico requerido pela cultura do milho, em seu ciclo total, foi de 483 mm. A ETM se correlacionou muito bem com o IAF e a ECA, com coeficiente de determinação de 0,85.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDRÉ, R.G.B.. Aspectos energéticos e hídricos da cultura do milho (*Zea mays* L.) na região de Jaboticabal, SP., Jaboticabal, 1996. 96p. TESE (Livre Docência em Agrometeorologia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.
- ANDRÉ, R.G.B., CHURATA-MASCA, M.G.C. Water requirement and crop coefficient for processing tomatoes (*Lycopersicon Esculentum*, L.), *Acta Hort.*, Amsterdam, v.301, p.165-9, 1991
- DELLA LIBERA, C.L.F. et al. Relação entre a evapotranspiração máxima (ETM) da cultura de milho e a evapotranspiração potencial (ETP) estimada por diferentes métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 4, Londrina, 1985. *Anais...*, Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1986. p. 103-12.
- DOORENBOS, S.J., KASSAM, A.H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.(Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 33).
- MATZENAUER, R., WESTPHALEM, S.L., BERGAMACHI, H. Relações entre a evapotranspiração do milho e as fórmulas de Penman e Thornthwaite. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 18, n.11, p.1207-14, 1983.
- SOUZA, J.L., AZEVEDO, P.V., BASTOS, E.J.B. Variação estacional do coeficiente de cultivo numa cultura de milho irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5, Belém, 1987. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1987. p.126-9.