



PAULO E. P. ALBUQUERQUE e DANIEL P. GUIMARÃES¹

¹ Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151. Sete Lagoas, MG – CEP: 35701-970 – E-mail: emilio@cnpms.embrapa.br

INTRODUÇÃO

O uso racional da água na agricultura é uma forma de atuar sobre um recurso natural finito com vistas a manter a sustentabilidade do meio ambiente. A irrigação é um dos fatores que faz parte do sistema de produção agrícola irrigado que mais consome água, tanto na agricultura em si como globalmente em todas as atividades humanas, atingindo até 70% da água captada para os diversos fins. Ainda, observando-se a irrigação, cerca de 60% dessa água captada se infiltra pelos canais de distribuição e se perde por evaporação, além da porção que é aplicada em excesso e que pode causar a elevação do lençol freático, causando contaminações de aquíferos, salinização do solo etc. (Setti et al., 2001). A água, que é retirada de uma fonte qualquer para abastecer a agricultura, é necessária ao desenvolvimento adequado da cultura de modo a satisfazer às suas exigências metabólicas para o seu máximo rendimento. Estudos das necessidades hídricas das plantas são necessários quando se almeja racionalizar a água na agricultura. Esses estudos se baseiam principalmente na evaporação da água adicionada ao solo (E) e na transpiração das plantas (T). O somatório de ambos os termos (E + T) se denomina evapotranspiração (ET). A evapotranspiração da cultura (ET_c) depende de diversas variáveis ligadas ao clima, ao solo e à própria planta, por isso é um fator difícil de se medir, envolvendo equipamentos e aparatos sofisticados e caros os quais são mais apropriados ao setor da pesquisa como forma de aferir e calibrar métodos mais simples de estimá-la. Um modo de tornar a estimativa da ET_c mais simples é utilizar a ET de uma cultura de referência (ET_o) e correlacioná-la com uma cultura qualquer. Anteriormente, a ET_o era definida para a grama ou alfafa cultivada num campo extenso, em pleno desenvolvimento vegetativo, com suprimento hídrico adequado; nos dias de hoje, a definição de ET_o mais aceita seria para uma cultura hipotética semelhante à grama ou alfafa, cujos parâmetros foram fixados pela FAO para o modelo de Penman-Monteith (Allen et al., 1998). A relação ET_c/ET_o origina o chamado coeficiente de cultura (K_c), portanto K_c é dependente do tipo de cultura e de sua fase do ciclo fenológico. Como provém da ET, o K_c também sofre fortemente os efeitos do clima e da frequência de umedecimento da superfície do solo, principalmente na fase inicial do ciclo fenológico da cultura, quando essa superfície está descoberta. Uma das primeiras publicações sobre K_c

foi da FAO em seu manual 24 (Doorenbos e Pruitt, 1977), o qual apresenta gráficos e tabelas para as diversas culturas em função de frequências (F) de umedecimento do solo e de valores de ETo que ocorrem nesse período. Na fase inicial do ciclo fenológico, quando ainda as plantas não cobrem totalmente a superfície do solo, é suposto que todas as culturas de ciclo anual, das quais fazem parte o milho e o sorgo, se comportam de modo semelhante com relação ao Kc. Para essas culturas, os valores apresentados para o Kc na fase inicial (Kc-ini) do ciclo da cultura podem variar de 0,20 até mais de 1,00, dependendo das condições de umedecimento de solo e da ETo. Albuquerque e Andrade (2001), baseando-se na proposta original de Doorenbos e Pruitt (1977), propuseram uma equação de regressão múltipla que correlacionam os parâmetros F e ETo para a determinação do Kc-ini. Os trabalhos apresentados no Brasil até o momento sobre coeficientes de cultura têm sido mais de caráter pontual, não sendo apresentados para uso de recomendação mais amplo. Por isso, há necessidade de obtenção desses valores de modo a cobrir áreas maiores e que sejam prontamente obtidos quando houver necessidade. O presente trabalho objetivou obter valores mensais dos coeficientes de cultura (Kc) da fase inicial de culturas de ciclo anual, no Estado de Minas Gerais, através da apresentação de mapas com isolinhas referentes às faixas de valores de Kc.

MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com o método da FAO para a estimativa de valores de coeficiente de cultura - Kc (Doorenbos e Pruitt, 1977), a cultura de ciclo anual é dividida em quatro fases do ciclo fenológico, conforme a Figura 1. No presente trabalho, focou-se apenas a fase 1, que corresponde ao estágio inicial até o início do desenvolvimento vegetativo pleno. Essa fase é aqui representada como Kc-ini (Figura 1).

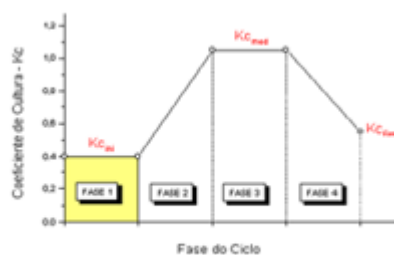


FIGURA 1 - Evolução do coeficiente de cultura (Kc) ao longo do ciclo fenológico, evidenciando-se a fase 1 ou inicial - Kc-ini (Doorenbos e Pruitt, 1977).

Segundo Doorenbos e Pruitt (1977), os quais apresentaram tabelas e gráficos para a determinação do Kc-ini, Albuquerque e Andrade (2001) obtiveram a seguinte equação de regressão quadrática para a estimativa do Kc-ini, mantendo-se uma frequência de irrigação (F) na fase inicial num valor fixo de 4 dias:

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores mínimos, médios e máximos mensais do coeficiente de cultura (Kc) para culturas anuais estão apresentados na Tabela 1, após o processamento do cálculo realizado com a equação 1, integrando-se as 63 estações climatológicas analisadas do Estado de Minas Gerais.

TABELA 1 – Valores mensais mínimos, médios e máximos de coeficientes de cultura na fase inicial (Kc-in) para culturas anuais apresentados para o Estado de Minas Gerais, de acordo com o método do manual 24 da FAO (Doorenbos e Pruitt, 1977) adaptado por Albuquerque e Andrade (2001)

mês	Valores de Kc-in*		
	mínimo	médio	máximo
Janeiro	0,66	0,72	0,79
Fevereiro	0,68	0,73	0,81
Março	0,69	0,74	0,79
Abril	0,70	0,77	0,82
Mai	0,72	0,82	0,87
Junho	0,72	0,84	0,88
Julho	0,72	0,83	0,89
Agosto	0,68	0,78	0,85
Setembro	0,66	0,75	0,84
Outubro	0,66	0,75	0,82
Novembro	0,69	0,74	0,82
Dezembro	0,69	0,74	0,80
Média Geral	0,69	0,77	0,83

* Os valores apresentados de Kc são para uma frequência de irrigação - F (tubo de sopro) de 4 dias. Se F = 4 dias, adicione 0,09 ao valor de Kc para cada dia a menos.
 Se 4 < F ≤ 8 dias, adicione 0,07 ao valor de Kc para cada dia a menos.
 Se 8 < F ≤ 10 dias, adicione 0,06 ao valor de Kc para cada dia a menos.

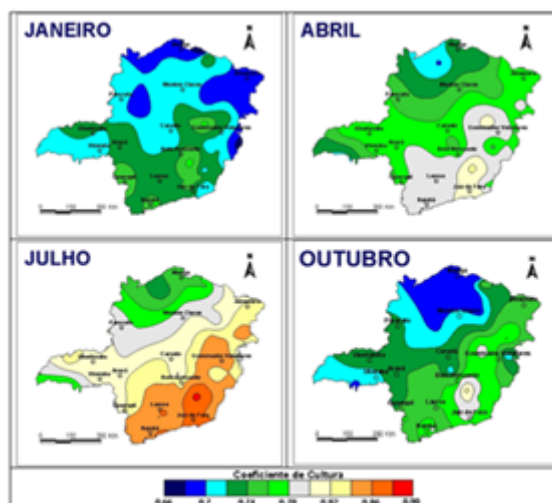


FIGURA 2 – Isothermas de valores de coeficientes de cultura (Kc) na fase inicial para culturas anuais no Estado de Minas Gerais, em quatro meses do ano, considerando-se uma frequência de irrigação inicial de 4 dias.

Observa-se na Tabela 1 que a amplitude entre os valores do Kc na fase inicial é pequena, sendo o mês de janeiro o que apresenta os valores mais baixos. À medida que se avança no ano, os valores tendem a aumentar, atingindo um ponto moderado no mês de abril, culminando com os valores máximos nos meses de junho-julho, ocasião em que cai a evapotranspiração de referência (ET_o), causando interferência direta nos valores de Kc. A partir de agosto, os valores começam a declinar gradativamente, atingindo novamente condições moderadas em outubro até atingir os mínimos em janeiro, retornando ao ciclo normal. Na Tabela 1, como os dados foram oriundos da equação 1, os valores apresentados são para um ciclo de umedecimento do solo (por irrigação ou chuva) de 4 dias, portanto se essa frequência diferir de 4 dias, haverá necessidade de correção dos valores do Kc-ini ao adicionar ou subtrair uma constante por dia, conforme está especificado no rodapé da própria tabela. Elegeram-se os meses de janeiro, abril, julho e outubro para se traçarem as isolinhas dos valores de Kc sobre o mapa de Minas Gerais, quando ocorrem as suas condições baixa, moderada, alta e novamente moderada, respectivamente (Figura 2). Observa-se na Figura 2 que na região Norte (semi-árida) é onde ocorrem os menores valores de Kc em relação a outras regiões do estado, em todos os meses analisados. Por outro lado, a tendência da ocorrência dos maiores valores está nos lados sul e sudeste no mapa. Quando a ET_o fica cada vez menor (normalmente nos meses de junho e julho), observa-se uma nítida divisão no sentido nordeste-sudoeste, com os menores valores se concentrando no lado oeste, em cujos locais se situam o cerrado e o semi-árido (posicionado no lado norte). Ao inverso do que ocorre com o Kc na fase de florescimento (fase 3 – Kc-med), essa tendência é normal, pois valores mais baixos de Kc-ini estão normalmente ligados a taxas maiores de evapotranspiração e menores frequências de umedecimento da superfície do solo, pois o solo ficando sem nenhuma ou com pouca cobertura vegetal na fase inicial ao permanecer seco por mais tempo em sua superfície tende a perder menos água por evaporação. Deve-se frisar que a utilidade de se adotar um valor mais correto para o Kc pode estar, como relatado anteriormente e em outros trabalhos, no incremento da eficiência da irrigação, de modo a torná-la mais racional e, conseqüentemente, evitar desperdícios e minimizar danos ao meio ambiente.

CONCLUSÕES

- Os valores do coeficiente de cultura (Kc) da fase inicial (os primeiros 20 a 27 dias desde a sementeira, no caso do milho) de culturas anuais, das quais fazem parte o milho e o sorgo, no Estado de Minas Gerais, atingem faixas mais altas no mês de julho (de 0,72 a 0,89), atingem a condição moderada nos meses de abril e outubro (de 0,68 a 0,83) e a mais baixa em janeiro (de 0,66 a 0,79), cujos valores são para um ciclo de umedecimento da superfície do solo de 4 dias;
- A região que apresenta os menores valores de Kc é a Norte e os maiores ocorrem nas partes sul e sudeste do estado;
- Os lados oeste e norte do estado (que engloba a região semi-árida e a dos cerrados) apresentam valores mais baixos de Kc em relação aos lados leste e sul.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, P.E.P., ANDRADE, C.L.T. *Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 10).

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. *Crop water requirements*. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 24).

FARIA, R. T. de.; CARAMORI, P. H. *Clima: computação lógica de informação para monitoramento agroclimático*. Londrina: IAPAR, [2002]. 1 CD-ROM

SETTI, A.A., LIMA, J.E.F.W., CHAVES, A.G.M., PEREIRA, I.C. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001. 2ªed. 225p.



XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 29/08 a 02/09 de 2004 - Cuiabá - Mato G
