

DETERMINAÇÃO DE COEFICIENTES DE CULTURA PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO SOB RESTRIÇÕES HÍDRICAS

Edmar José SCALOPPI¹, Ilói Antunes dos SANTOS²

RESUMO

A estimativa adequada de coeficientes de cultura para manejo da irrigação, sob condições de restrição hídrica, envolve o desdobramento dos coeficiente de cultura, em componentes relacionados à disponibilidade de água à cultura, e ao processo evaporativo da água através da superfície do solo. Estes componentes, apesar de difícil quantificação, devem possibilitar a execução de balanços hídricos adequados em culturas submetidas à restrições hídricas. Este trabalho avaliou algumas equações e critérios propostos para estimar os coeficientes de cultura sob deficiência hídrica. Estas informações foram posteriormente incorporadas à execução de um balanço hídrico em uma cultura de cebola. Ao final, sugeriu-se um procedimento capaz de proporcionar resultados mais satisfatórios.

Palavras-chave: evapotranspiração, coeficientes de cultura, déficits hídricos.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração, sob condições de restrição hídrica, constitui um processo muito complexo e de difícil previsão por métodos climatológicos usualmente disponíveis, pela dificuldade em se avaliar os coeficientes de cultura. Nestas condições, o estado da água disponível no ambiente radicular das plantas cultivadas e na superfície do solo, afetam significativamente a razão de evapotranspiração. Esta estimativa, assume importância em condições de escassez ou custo elevado da água, impondo restrições nas quantidades aplicadas, em consonância às características reveladas pelas funções de produção das culturas irrigadas.

A recomendação, nestes casos, é que os coeficientes de cultura sejam desdobrados, para que os efeitos individualizados da disponibilidade de água às plantas e ao processo evaporativo na superfície do solo, possam ser devidamente avaliados. A estimativa adequada de cada um desses processos, deve basear-se em equações representativas, avaliadas experimentalmente, em função da dependência do processo evapotranspirativo às condições locais.

¹ Prof. Titular, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu, SP, E-mail: uebtl@eu.ansp.br.

² Eng. Agr., Mestre em Irrigação e Drenagem, Epagri, Rio do Sul, SC.

METODOLOGIA

Diversos trabalhos fornecem valores de coeficientes de cultura basais, determinados sob condições adequadas de fornecimento de água às culturas (Doorembos e Pruitt, 1974, Doorembos e Kassam, 1979). Por outro lado, para aplicações relacionadas ao manejo da irrigação, principalmente sob restrições hídricas, Jensen et al. (1970) recomendaram outra equação para cálculo do coeficiente de cultura, cuja forma geral é

$$kc = kc_b k_a + k_s$$

onde kc = coeficiente de cultura, kc_b = coeficiente de cultura basal ou médio, baseado em resultados experimentais onde a água no solo não deve ser limitada à cultura, k_a = coeficiente relacionado à disponibilidade de água no solo para absorção pelas raízes e, k_s = coeficiente relacionado à disponibilidade de água na superfície do solo, para satisfazer o processo de evaporação.

O valor de k_a pode ser estimado pela equação proposta por Jensen (1973)

$$k_a = \frac{\log(paw+1)}{\log 101}$$

onde paw = percentagem de água disponível no intervalo entre a capacidade máxima de retenção e o ponto de murchamento permanente, ou, alternativamente, pela fórmula apresentada por Hanks (1974)

$$k_a = 1, \quad \text{quando } \frac{aw}{taw} > b$$

$$k_a = \frac{1}{b} \frac{aw}{taw}, \quad \text{quando } \frac{aw}{taw} < b$$

sendo b = coeficiente menor que 1, indicativo do percentual de água armazenada no solo, no qual a planta passa a sofrer restrição hídrica (em geral, superior ao ponto de murchamento permanente), aw = armazenamento atual de água no solo, taw = armazenamento máximo de água na zona radicular da cultura.

Por sua vez, o valor de k_s pode ser estimado pela seguinte fórmula (Jensen et al., 1970)

$$k_s = (1 - kc_b)[1 - (tw / td)^{0.5}] fw$$

onde tw = número de dias decorridos desde a última reposição significativa de água ao solo, através de chuva ou irrigação, td = número de dias requerido para a superfície do solo secar, sendo sugeridos os seguintes valores: 3 para solos arenosos, 4 para limo-arenosos, 5 para limosos, 6 para limo-argilosos, e 7 para argilosos, e, fw = fração da superfície do solo efetivamente molhada pela água de

irrigação, com valores de 0,1-0,7 para irrigação localizada, 0,4-0,7 para irrigação por sulcos, e, 1 para chuva, e irrigação por faixas, tabuleiros, e aspersão.

Em virtude da inadequação desta fórmula, para representar satisfatoriamente as perdas de água ocorridas no processo evapotranspirativo, conforme pôde ser verificado no presente trabalho, foi proposta a seguinte equação para estimativa do valor de k_s

$$k_s = (k_{\max} - kc_b)c fw$$

onde $k_{\max}=kc_b$ máximo observado para a cultura, c =coeficiente que varia conforme o número de dias decorridos após a última chuva efetiva ou irrigação. No presente trabalho, os valores de x adotados foram definidos em função do número de dias decorridos após a ocorrência de chuva ou irrigação. Assim, x assumiu valores de 0,8, 0,5, 0,3, 0,2, 0,1, para períodos de 1, 2, 3, 4, e 5 dias, respectivamente. Períodos superiores a 5 dias, o valor de c foi assumido igual a zero. O valor de fw adotado foi 1, pela característica de aspersão utilizada nas irrigações.

Para valores de potencial matricial superiores a -61 kPa, a curva de retenção de água no solo foi determinada *in situ*, utilizando-se tensiômetros de mercúrio. Abaixo deste valor, utilizou-se os dados determinados pelo equipamento extrator de água do solo sob pressão de Richards.

Durante o ciclo da cultura, as precipitações ocorridas totalizaram 223 mm. Através do balanço hídrico efetuado, pode-se estimar que grande parte desse valor, foi percolado para fora do ambiente radicular e, também, perdido por escoamento superficial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ilustrar o procedimento adotado, o Quadro 1, revela um detalhe do balanço hídrico executado no período de 02/9 a 27/9/1995, para um tratamento caracterizado por deficiência hídrica moderada.

As quantidades de precipitação efetiva, foram computadas em função da deficiência hídrica calculada existente no solo, antes da ocorrência das chuvas. Apesar de ter sido observada a ocorrência de deflúvio superficial na área experimental, por ocasião de chuvas mais intensas, a proporção estimada de deflúvio foi sempre inferior ao excesso da quantidade precipitada, após satisfeita a deficiência hídrica na profundidade de solo considerada. Desta forma, as quantidades correspondentes ao deflúvio superficial foram sempre agregadas à percolação profunda, sendo conjuntamente denominadas por excesso (Exc.) no Quadro 1.

Uma análise aos dados do Quadro 1, revela que o procedimento proposto parece adequado, reproduzindo satisfatoriamente o regime de água experimentado pela cultura neste tratamento. Resultados semelhantes foram também observados em tratamentos submetidos a menor e maior

restrição hídrica. Deve-se salientar, que procedimentos incorretos aplicados à execução deste balanço, conduziram à resultados muito discrepantes, pela interdependência sequencial que o procedimento deve ser aplicado, durante todo o ciclo de crescimento da cultura.

Quadro 1. Ilustração do balanço hídrico executado para um tratamento cujas plantas foram submetidas a déficit hídrico moderado.

Data	ETref mm	Kc _b	k _a	K _s	Kc	ET mm	Prec. mm	Irrig. mm	Exc. Mm	Disp. mm	Pot. -kPa
02/9	3,7	1,06	1,00	0,02	1,08	4,0	0,0	20	0,0	22,8	14,7
03/9	4,9	1,04	1,00	0,01	1,06	5,2	0,0	0	0,0	18,8	19,7
04/9	4,0	1,03	0,79	0,01	0,82	3,3	0,0	0	0,0	13,5	31,6
05/9	3,7	1,01	0,60	0,01	0,61	2,2	0,0	0	0,0	10,2	47,2
06/9	3,5	1,00	0,47	0,00	0,47	1,6	0,0	0	0,0	8,0	66,5
07/9	3,3	0,99	0,37	0,00	0,36	1,2	0,0	0	0,0	6,3	90,2
08/9	3,0	0,97	0,30	0,00	0,29	0,9	0,0	0	0,0	5,1	117,8
09/9	2,8	0,96	0,25	0,00	0,24	0,7	0,0	0	0,0	4,3	148,2
10/9	3,1	0,94	0,21	0,00	0,20	0,6	0,0	0	0,0	3,6	181,5
11/9	2,5	0,93	0,17	0,00	0,16	0,4	0,0	0	0,0	3,0	223,8
12/9	4,7	0,91	1,00	0,14	1,05	4,9	0,0	16	0,0	18,6	19,9
13/9	4,0	0,90	0,80	0,09	0,81	3,2	0,0	0	0,0	13,7	31,1
14/9	2,8	0,89	0,61	0,05	0,59	1,7	0,0	0	0,0	10,5	45,5
15/9	4,7	0,87	0,52	0,03	0,48	2,3	0,0	0	0,0	8,8	57,9
16/9	5,1	0,86	0,38	0,02	0,34	1,8	0,0	0	0,0	6,5	86,6
17/9	3,6	0,84	0,37	0,00	0,31	1,1	1,5	0	0,0	6,3	91,3
18/9	3,1	0,83	0,64	0,21	0,74	2,3	5,8	0	0,0	11,0	42,7
19/9	3,9	0,81	0,97	0,13	0,91	3,6	7,8	0	0,0	16,5	23,7
20/9	2,7	0,80	0,76	0,08	0,68	1,8	0,0	0	0,0	12,9	33,7
21/9	3,8	0,79	0,65	0,05	0,56	2,1	0,0	0	0,0	11,1	41,9
22/9	3,7	0,77	0,52	0,03	0,43	1,6	0,0	0	0,0	9,0	56,5
23/9	1,9	0,76	1,00	0,26	1,02	2,0	15,8	0	0,0	23,2	14,4
24/9	1,7	0,74	1,00	0,16	0,91	1,5	9,5	0	0,0	30,7	9,4
25/9	4,1	0,73	1,00	0,10	0,83	3,4	0,0	0	0,0	29,2	10,2
26/9	3,2	0,71	1,00	0,07	0,78	2,5	41,8	0	33,2	34,4	7,9
27/9	3,7	0,70	1,00	0,03	0,73	2,7	0,0	0	0,0	31,9	8,9

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que o procedimento proposto pode ser empregado para a execução de balanços hídricos em solos cultivados sob regimes insatisfatórios de irrigação. Nestes casos, o coeficiente de cultura deve ser desdobrado, para considerar efeitos específicos da condição físico-hídrica da água no solo nos processos de absorção radicular e de evaporação através da superfície do solo. Parece evidente, que qualquer procedimento proposto deve ser avaliado experimentalmente antes de ser recomendado para uma determinada condição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Doorenbos J., Kassam, A.H. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO Riego y Drenage, 33, Roma, Itália, 212 p.

Doorenbos J., Pruitt, W.O. 1974. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO Riego y Drenage, 24, Roma, Itália, 194 p.

Hanks, R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. Agron. J., 66(2):660-665.

Jensen, M.E.(ed.)1973. Consumptive use of water and irrigation water requirements. Am. Soc. Civil Engineers, New York, NY, 215 p.

Jensen, M.E., Robb, D.C.N., Franzoy, C.W. 1970. Scheduling irrigation using climate-crop-soil data. J. Irrig. Drain. Div., ASCE, 96(IR1):25-38.