

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA - MARA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO - CPATSA
COORDENADORIA DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA - CTTA
SETOR DE TREINAMENTO - ST

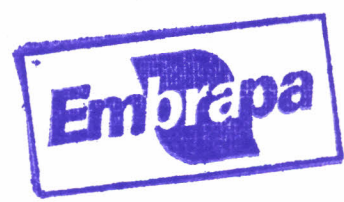
CALENDÁRIO DE IRRIGAÇÃO

EDSON LUSTOSA DE POSSÍDIO
Pesquisador CPATSA-EMBRAPA

Calendário de irrigação.
1992 FL - 14232



PETROLINA - PE
JULHO/1992



CALENDÁRIO DE IRRIGAÇÃO

1. CONCEITUAÇÃO

Das várias alternativas existentes, optou-se pelo calendário de irrigação baseado no balanço de água entre evapotranspiração da cultura e a água disponível armazenada no perfil do solo.

A evapotranspiração é obtida a partir da informação do tanque de evaporação e coeficientes de desenvolvimento da cultura (k).

O coeficiente de desenvolvimento (k) tem sido determinado em função do ciclo vegetativo para as diferentes culturas, utilizando-se dados de evapotranspiração obtidos mediante lisímetros, balanços de água em parcelas experimentais ou balanços de energia, e da informação da evaporação do tanque nos mesmos períodos. Dessa forma k é o resultado da relação entre estes dados, como segue:

$$k = \frac{\text{Evapotranspiração (lisímetro, balanços de água ou energia)}}{\text{Evaporação do tanque}}$$

Para o calendário de irrigação, o problema reside em definir a evapotranspiração (ET) ou uso consuntivo das plantas, o qual é obtido através da relação anterior.

$$ET = k \cdot E_{\text{tanque}}$$

Na falta de coeficiente da cultura (k) determinados especificamente para o trópico Semi-Árido, recomenda-se usar os coeficientes determinados por Hargreaves (1956 e 1976) que deverão ser substituídos por informações obtidas através de pesquisa dirigida para as condições de clima do local onde será desenvolvido o trabalho.

Os coeficientes k em função da percentagem do ciclo vegetativo de diferentes culturas são apresentados na Tabela 1.

Nesta tabela encontra-se as culturas divididas em grupos, de acordo com a sua semelhança quanto ao consumo de água. Nela, o ciclo das culturas está dividido em faixas de 5%.

Toma-se então o coeficiente intermediário de cada faixa, isto é, o coeficiente médio. Assim, se o ciclo for dividido em faixas de 20%, tem-se: 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Os coeficientes a serem considerados serão os correspondentes a 10%, 30%, 50%, 70% e 90%, respectivamente.

Tabela 1. Valores do Coeficiente k para diferentes culturas (Hargreaves, 1956 e 1976).

X do ciclo de cultura	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G	Arroz
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,20	0,15	0,12	0,08	1,00	0,55	0,90	0,90
10	0,36	0,27	0,22	0,15	1,00	0,60	0,60	0,92
15	0,50	0,38	0,30	0,19	1,00	1,60	0,65	0,95
20	0,64	0,48	0,36	0,27	1,00	0,60	0,70	0,98
25	0,75	0,56	0,45	0,33	1,00	0,60	0,75	1,00
30	0,84	0,63	0,50	0,40	1,00	0,60	0,80	1,03
35	0,92	0,69	0,55	0,46	1,00	0,60	0,85	1,06
40	0,97	0,73	0,58	0,52	1,00	0,60	0,90	1,08
45	0,99	0,74	0,60	0,58	1,00	0,60	0,95	1,10
50	1,00	0,75	0,60	0,65	1,00	0,60	1,00	1,10
55	1,00	0,75	0,60	0,65	1,00	0,60	1,00	1,10
60	0,99	0,74	0,60	0,77	1,00	0,60	1,20	1,10
65	0,96	0,72	0,58	0,82	1,00	0,60	1,20	1,10
70	0,91	0,68	0,55	0,88	1,00	0,60	1,20	1,05
75	0,85	0,64	0,51	0,90	1,00	0,60	1,20	1,00
80	0,75	0,56	0,45	0,90	1,00	0,60	1,20	0,95
85	0,60	0,45	0,36	0,80	1,00	0,60	1,20	0,90
90	0,46	0,35	0,28	0,70	1,00	0,60	1,20	0,85
95	0,28	0,21	0,17	0,60	1,00	0,60	1,20	0,80
100	0	0	0	0	0	0	0	0

Grupo A: Feijão, milho, algodão, batatinha, beterraba açucareira, tomate

Grupo B: Coqueiro, oliveira, pessego, ameixa

Grupo C: Melão, cenoura, videira

Grupo D: Aspargo, aipo, linho, cevada, trigo, aveia e outros cereais menores, sorgo granífero

Grupo E: Capim pangola, trevo, fruteiras com culturas de cobertura, banana

Grupo F: Laranja, limoeiro, pomelo

Grupo G: Cana de açúcar, alfafa

2. OPERACIONALIZAÇÃO DO CALENDÁRIO DE IRRIGAÇÃO

Com a finalidade de operacionalizar a metodologia recomendada-se o uso da Tabela 2 na organização do Calendário de Irrigação, contendo as seguintes informações:

Coluna A: Profundidade do solo, em mm, considerada para a profundidade efetiva das raízes no diversos períodos de crescimento da cultura.

Coluna B: Porcentagem do ciclo da cultura, tomando-se como 100% o total de dias do ciclo.

Coluna C: Número de dias do ciclo.

Coluna D: Coeficiente de desenvolvimento da cultura (k). Estes coeficientes são tomados na Tabela 1 para o percentual desejado do ciclo da cultura. Para se determinar estes coeficientes divide-se o ciclo da cultura em termos percentuais de acordo com o fim a que se destina o trabalho. Neste caso, a divisão do ciclo em 10 partes é satisfatório. Toma-se então os valores intermediários correspondentes a cada parte. Assim, dividindo-se o ciclo da cultura em 10 partes teremos 0% a 10%, 10% a 20%, 20% a 30%, 30% a 40%, 40% a 50%, 50% a 60%, 60% a 70%, 70% a 80%, 80% a 90%, 90% a 100% para os quais os valores de k serão: 0,20, 0,5, 0,75,, 0,6 e 0,28.

DBS.: Nota-se neste exemplo que o coeficiente (k) utilizado entre 0% a 10% não foi correspondente a 5% do ciclo, como indicou-se anteriormente, mas sim o correspondente ao 10%. A razão disto é que no início do cultivo as plantas estão com um sistema radicular muito superficial e diante das condições de alta evaporação do Projeto Bebedouro, aconselha-se aumentar um pouco a disponibilidade de água nesta fase.

Coluna E: Evaporação do tanque, em mm.

Esta informação deverá ser coletada do tanque de evaporação e anotada diariamente.

Coluna F: Evapotranspiração ou uso consuntivo, em mm/dia.

Esta informação é obtida multiplicando-se os valores correspondentes das colunas D e E, ou seja, o coeficiente k correspondente ao período considerado, pela evaporação do dia medida no tanque.

Coluna G: Lâmina líquida utilizável, em mm.

Para obter essa informação recomenda-se um nível de aproveitamento de 40% da água disponível no perfil do solo, ou seja, cada vez que 40% da água disponível tenha sido utilizada pelas plantas deve-se irrigar. De acordo com o anterior, a lâmina líquida utilizável (LU) pode ser calculada pela relação seguinte:

$$LU = \frac{0,40 (CC - PM) \times Da \times F}{100}$$

onde,

LU: Lâmina líquida utilizável, em mm.

CC: Água retida no solo quando o potencial matricial é de -0,33 bar (solos argilosos) ou -0,1 bar (solos arenosos), em percentagem de peso seco. Este ponto corresponde ao conhecido como capacidade de campo.

PM: Água retida no solo quando o potencial matricial é de -15 bares, em percentagem de peso seco. Este ponto é conhecido como ponto de murcha.

Da: Densidade aparente da camada do solo considerada, em g cm⁻³.

F: Profundidade efetiva de extração de água pelo sistema radicular da cultura, em mm.
O valor de F varia com o desenvolvimento vegetativo da cultura, e deverá ser usado aquele valor que corresponda ao período considerado do ciclo fenológico.

Coluna H: Balanço entre a evapotranspiração (Coluna F) e a água utilizável (Coluna G).

Nesta coluna vão sendo somados os usos consuntivos diários da coluna F até atingir-se um valor igual, ou o mais aproximado possível, da lâmina líquida utilizável (Coluna G).

Nesse momento se atinge o ponto em que a cultura deve receber a irrigação. A lâmina a repor no solo nesta irrigação corresponde a lâmina líquida utilizável, exceto no caso de mudança de profundidade efetiva do sistema radicular e ou do coeficiente k. Dependendo do método de aplicação de água deve-se levar em consideração a eficiência de irrigação correspondente no momento de aplicação da água.

3. EXEMPLO DE USO DA METODOLOGIA

Com a finalidade de mostrar o uso da metodologia proposta, apresenta-se um exemplo para a elaboração de um calendário de irrigação.

Para fins de cálculos e confecção do calendário de irrigação supõe-se a situação prevalescente em 1972 com um cultivo de tomate no Projeto de Irrigação do Bebedouro em Petrolina-PE.

Os dados básicos necessários para os cálculos são os seguintes:

a) Informação físico-hídrica do solo

Os dados para as duas camadas do solo necessárias para o exemplo são os seguintes:

Camada (mm)	CC %	PM %	Da g cm ⁻³	Ad (mm)	Lu=40 % Ad (mm)
0-300	10,68	2,66	1,65	38,71	15,46
300-600	11,62	4,92	1,61	32,36	12,94

CC: Capacidade de campo

PM: Ponto de murcha

Da: Densidade aparente da camada do solo

Ad: Água disponível

LU: Lâmina líquida utilizável

b) Informações da cultura de tomate

Desenvolvimento do sistema radicular: As profundidades efetivas do sistema radicular da cultura do tomate em função do ciclo vegetativo são as seguintes:

<u>Ciclo Vegetativo</u>	<u>Profundidade efetiva (mm)</u>
0-10%	150
10-20%	300
20-100%	600

Coefficiente da cultura (k): Os coeficientes serão calculados para cada 10% do ciclo vegetativo da cultura o que corresponde a 12 dias, considerando que o ciclo do tomate é de 120 dias.

Ciclo do Tomate: 120 dias.

Data do plantio 10. de maio de 1972.

c) **Informações de demanda evaporativa**

Os dados de evaporação do tanque são do ano de 1972, e foram tomados na Estação Agro-Meteorológica do Campo Experimental do Bebedouro.

d) **Informações de manejo**

- No início da cultura o solo é elevado a CC a profundidade de 60 cm. Para efeito de cálculo neste exemplo considerar-se-á que o solo tem umidade residual igual a PMP.
 - O aproveitamento da água disponível pelas plantas será de 40% deste valor.
 - Utilizando as informações anteriormente citadas reorganizou-se o Calendário de Irrigação da Cultura do tomate para o ano de 1972, com início de cultivo a 01 de maio.
- O calendário de irrigação apresenta-se na Tabela 3.

Tabela 3. Calendário de Irrigação para a cultura de tomate no Projeto de Irrigação de bebedouro.

A	B	C	D	E	F	G	H
Profundida- de do solo considerada (mm)	X do ciclo da cultura	No. de dias da cultura	Coeficiente K	Evaporação do tanque E* mm/dia	Evapotrans- piração ET mm/dia	Lamina liquida utilizavel mm(irrigacao)	Balanco entre Et e lamina liquida uti- lizavel (mm)
150		1	0,36	5,8	2,09	7,74	2,09
		2		6,0	2,16		4,25
		3		5,4	1,94		6,19
		4		4,5	1,62		7,81
		5		5,7	2,05		2,05
		6		6,0	2,16		4,21
		7		4,1	1,48		5,69
		8		4,3	1,55		7,24
		9		3,7	1,33		1,33
		10		7,3	2,63		3,96
300	10	11	0,50	5,0	1,80	7,74*	5,76
		12		7,0	2,52		8,28
		13		6,0	3,00		3,00
		14		7,7	3,85		6,85
		15		5,0	2,50		9,35
		16		10,0	5,00		14,35
		17		6,0	3,00		3,00
		18		7,0	3,50		6,50
		19		6,5	3,25		9,75
		20		4,2	2,10		11,85
600	20	21	0,75	6,0	3,00	15,48	14,85
		22		5,0	2,50		2,50
		23		5,7	2,85		5,35
		24		4,0	2,00		7,35
		25		3,5	2,63		9,98
		26		5,0	3,75		13,73
		27		7,0	5,25		18,90
		28		5,0	3,75		22,65
		29		7,5	5,63		28,28
		30		7,2	5,40		5,40
	30	31	0,92	7,0	5,25	28,42	10,65
		32		5,0	3,75		14,40
		33		6,3	4,73		19,13
		34		7,0	5,25		24,38
		35		4,0	3,00		27,38
		36		7,0	5,25		32,63
		37		3,0	2,76		2,76
		38		5,0	4,60		7,36
		39		5,5	5,06		12,42
		40		4,0	3,68		16,10

*Lâminas de água contabilizada pelo aumento da profundidade efetiva do sistema radicular.

Cont...

A	B	C	D	E	F	G	H
Profundida- de do solo considerada (mm)	% do ciclo da cultura	No. de dias da cultura	Coefficiente K	Evaporação do tanque E ^t mm/dia	Evapotrans- piração ET mm/dia	Lamina liquida utilizavel mm(irrigacao)	Balanco entre Et e lamina liquida uti- lizavel (mm)
600		41		3,0	2,76		18,86
		42		6,2	5,70		24,56
		43		4,0	3,68		28,24
		44		4,0	4,60	28,42	4,60
		45		6,0	5,52		10,12
		46		6,0	5,52		15,64
	40	47		5,0	4,60		20,24
		48		7,1	6,44		26,68
		49		7,0	6,93		33,61
		50	0,99	7,0	6,93	28,42	6,93
		51		6,5	6,44		13,37
		52		6,0	5,94		19,31
		53		6,2	6,14		25,45
		54		7,0	6,93		32,38
		55		6,0	5,94	28,42	5,94
		56		8,0	7,92		13,86
		57		8,2	8,12		21,98
		58		2,0	1,98		23,78
	50	59		6,8	6,73		30,51
		60		3,4	3,37	28,42	3,37
		61	1,00	8,0	8,00		11,37
		62		6,5	6,50		17,87
		63		6,8	6,80		24,67
		64		8,0	8,80		33,47
		65		8,0	8,00	28,42	8,00
		66		5,6	5,60		13,60
		67		7,0	7,00		20,60
		68		7,0	7,00		27,60
		69		5,0	5,00		32,60
		70		6,0	6,00	28,42	6,00
	60	71		8,9	8,90		14,90
		72		8,0	8,00		22,90
		73	0,96	7,0	6,72		29,62
		74		6,0	5,76	28,42	5,76
		75		7,0	6,72		12,48
		76		9,0	8,64		21,12
		77		8,9	8,54		29,66
		78		8,0	7,68	28,42	7,68
		79		7,2	6,91		14,59
		80		8,0	7,68		22,27
		81		8,0	7,68		29,95
		82		8,0	7,68	28,42	7,68
		83		7,0	6,72		14,40

Cont...

A	B	C	D	E	F	G	H
Profundida- de do solo considerada (mm)	% do ciclo da cultura	No. de dias da cultura	Coefficiente K	Evaporação do tanque E ^c mm/dia	Evapotrans- piração ET mm/dia	Lamina liquida utilizavel mm(irrigacao)	Balanco entre Et e lamina liquida uti- lizavel (mm)
600	70	84	0,85	7,7	7,40		21,80
		85		8,0	6,80		28,60
		86		8,0	6,80	28,42	6,80
		87		9,0	7,65		14,45
		88		7,8	6,63		21,08
		89		8,0	6,80		27,88
		90		10,0	8,50	28,42	8,50
	80	80	91	9,0	7,65		16,15
			92	10,0	8,50		24,65
			93	7,7	6,55		31,20
			94	7,6	6,46	28,42	6,46
			95	7,4	6,29		12,75
			96	5,4	4,59		17,34
			97	4,2	2,52		19,86
			98	6,8	4,08		23,94
			99	7,8	4,68		28,62
			100	8,0	4,80	28,42	4,80
90	90	101	9,0	5,40		10,20	
		102	8,7	5,22		15,42	
		103	8,5	7,65		23,07	
		104	6,5	3,90		26,97	
		105	7,0	4,20		31,17	
		106	4,9	2,94	28,42	2,94	
		107	5,3	3,18		6,12	
		108	10,3	6,18		12,30	
		109	8,1	2,27		14,57	
		110	8,1	2,27		16,84	
		111	9,8	2,74		19,58	
		112	11,0	3,06		22,66	
		113	9,0	2,52		25,18	
100	100	114	10,0	2,80		27,99	
		115	7,1	1,99	28,42	1,99	
		116	10,0	2,80		4,79	
		117	10,2	2,96		7,75	
		118	10,7	3,00		10,75	
		119	9,2	2,58		13,33	
		120	6,4	1,79		15,12	

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, PAUL L. 1971. Water use and soil water depletion by dryland winter wheat as affected by nitrogen fertilization. Agronomy Journal 63(1):43-46.
- HARGREAVES, G.H. 1956. Irrigation requirement based on climatic data. Journal of Irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineers Proceedings 1105: 1-10.
- HARGREAVES, G.H. 1976. Manual de requerimento de água para culturas irrigadas e agricultura seca. Logan, Utah State University, Contrato no. AID/ta - c- 1103. 41p.
- PETERSON, R.F. 1965. Wheat-botany, cultivation and utilization. pp. 22-23. Interscience Publishers, Inc. New York.
- POSSIDIO, E.L.; MILLAR, A.A. Controle da irrigação em pesquisa onde o fator água não é variável experimental. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1976. 20p. Trabalho apresentado no Seminário de Manejo de Água, Brasília, 1976.

/mcs.