

1

Disponibilidade Real de Água do Solo (DRA)

ETc mm	Chuva mm	Irrigação mm	DRA início	DRA final
5,0	0	0	39,0	34,0
6,0	0	0	34,0	28,0
5,0	0	0	28,0	23,0
4,0	0	0	23,0	19,0
4,5	0	0	19,0	14,5
6,0	0	0	14,5	8,5
5,5	0	30,5	39	33,5
5,5	0	0	33,5	28,0
5,5	45	0	39,0	33,5
6,0	0	0	33,5	27,5

2

Cálculo da Evapotranspiração das Culturas

Evapotranspiração Máxima da Cultura (ETm) – Estação Meteorológica

$$ETm = ET_o \cdot K_c$$

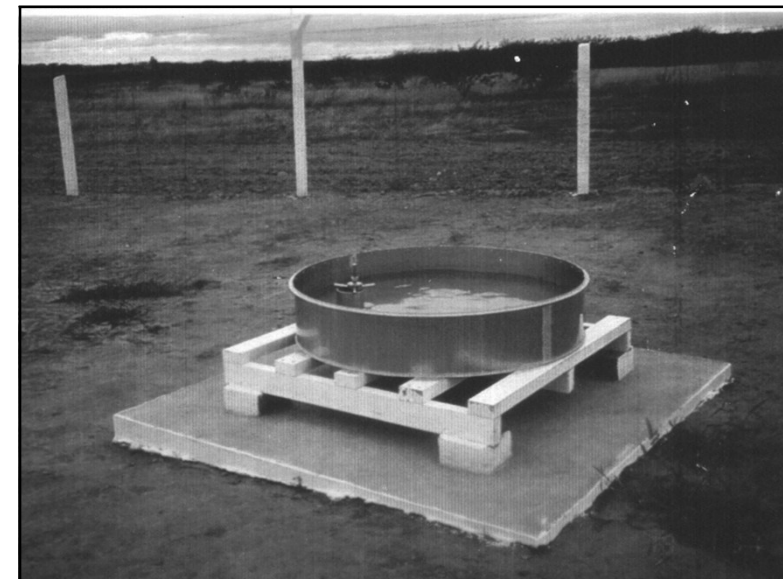
Kc - Coeficiente de cultura

Evapotranspiração Máxima da Cultura (ETm) - Tanque Classe A

$$ETm = ECA \cdot K_p \cdot K_c$$

Kp - Coeficiente de Tanque
Kc - Coeficiente de Cultura

3



4

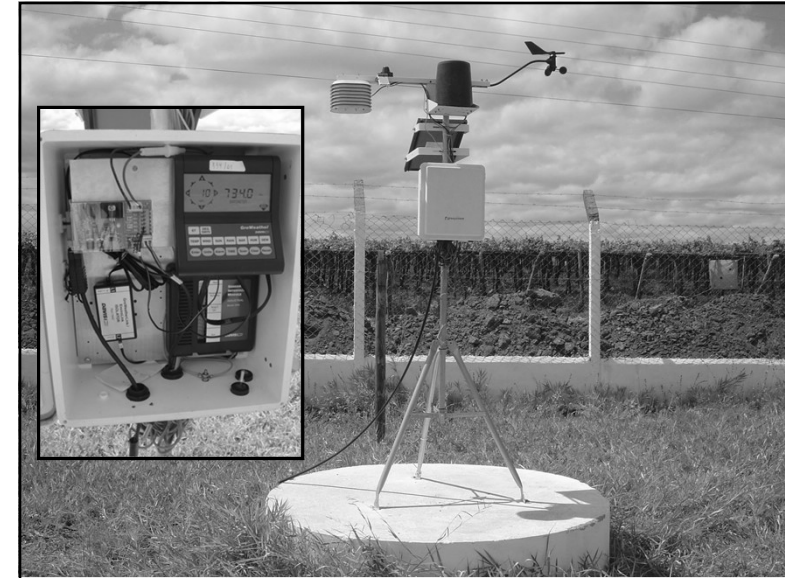
Doorenbos & Pruitt (1977)

Tabela 1 - Coeficientes k_p , de um tanque Classe A, para diferentes coberturas vegetais, níveis de umidade relativa média e ventos durante 24 horas

Tanque Classe A Caso A	Tanque circundado com cobertura verde baixa			Caso B ⁽¹⁾				
	RH média	Baixa	Média	Alta	Tanque circundado com alqueire de sequeiro,			
		<40	40-70	>70	Baixa	Média	Alta	
Ventos em km/di	Distância a barlavento da cobertura verde (em m)			Distância a barlavento do alqueire de sequeiro (em m)				
Fracos >175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
Moderados 175-425	0	0,75	0,85	0,85	1000	0,5	0,6	0,7
	10	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8
	100	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65*	0,7
Fortes 425-700	0	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	10	0,7	0,8	0,8	1000	0,45	0,55	0,6
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
Muito fortes >700	0	0,45	0,5	0,60	0	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
	0	0,65	0,7	0,75	1000	0,4	0,45	0,55
	10	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65
	100	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	0	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1000	0,55	0,6	0,65	1000	0,35	0,4	0,45

⁽¹⁾ No caso de extensas superfícies de alqueires descobertos e com um desenvolvimento agrícola nulo, devem-se reduzir os valores de k_p em 20% nas condições de muito calor e ventos fortes e em 5-10%, quando se tratar de temperatura, umidade e ventos moderados.

5



6

Equações para Estimativa da ETo

- 1) Blaney & Criddle (BLANEY & CRIDDLE, 1950)
- 2) Blaney & Criddle modificado (CAMARGO, 1962)
- 3) Camargo (CAMARGO, 1971)
- 4) Hargreaves 74 (HARGREAVES, 1974)
- 5) Hargreaves 76 (HARGREAVES, 1976)
- 6) Hargreaves modificado (SENTELHAS & CAMARGO, 1996)
- 7) Ivanov (CASTRO NETO & SOARES, 1989)
- 8) Jensen & Haise (JENSEN & HAISE, 1963)
- 9) Linacre (LNACRE, 1977)
- 10) Makking (MAKKING, 1957)
- 11) Penman (PENMAN, 1948)
- 12) Penman-Monteith (MONTEITH, 1965)
- 13) Penman-VNova&Ometto (VILLA NOVA & OMETTO, 1981)
- 14) Penman-Frère (FRÈRE, 1972)
- 15) Priestley & Taylor (PRIESTLEY & TAYLOR, 1972)
- 16) Radiação Solar (DOORENBOS & PRUITT, 1977)
- 17) Tanner & Pelton (TANNER & PELTON, 1960)
- 18) Thornthwaite (THORNTHWAITE, 1948)
- 19) Thornthwaite indice T (CAMARGO, 1962)
- 20) Turk (TURK, 1955)
- 21) Ivanov (IVANOV, 1957)

7

REF-ET
Reference Evapotranspiration Calculator

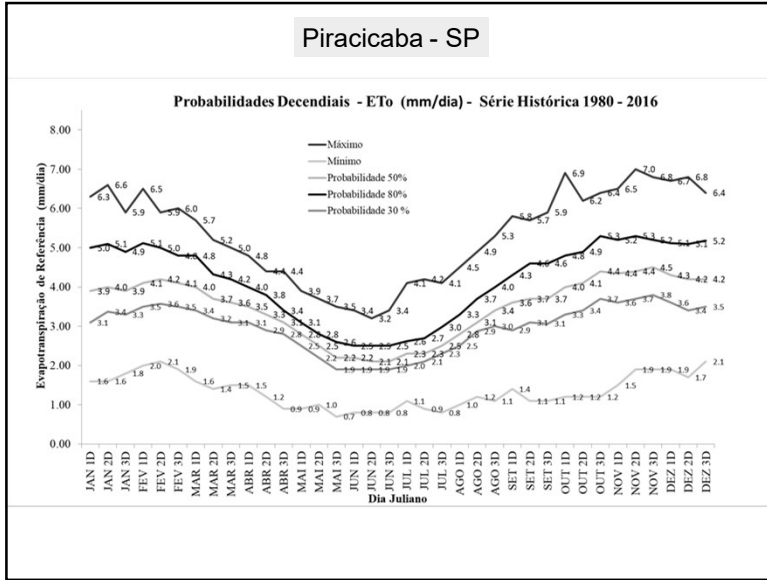
For Support of ASCE Manual 70 (1990) and 2005 ASCE Standardizations
and
FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56: CROP EVAPOTRANSPIRATION

Dr. Richard G. Allen - University of Idaho
Research and Extension Center
Kimberly, Idaho 83341

COPYRIGHT 1990,1994,1999, 2000, 2004, 2008, 2012
Version 3.1.07

This is an Official, Registered Copy. If not the original registrant, Please Register by Obtaining a Registration Form from <http://www.kimberly.uidaho.edu/ref-et/> and submitting \$49. payment plus costs for shipping and handling.

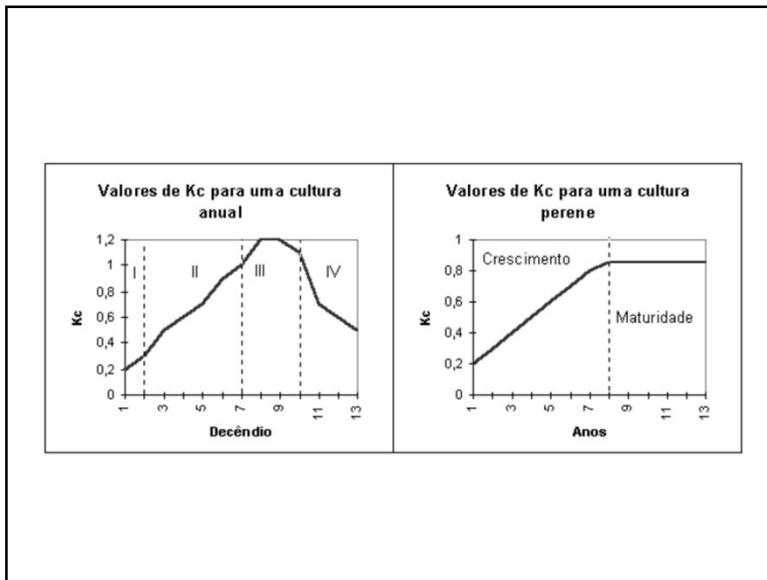
8



13

	Min	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Max
JAN 1D	1.60	2.40	2.80	3.10	3.50	3.90	4.30	4.70	5.00	5.40	6.30	6.30
JAN 2D	1.60	2.59	3.00	3.37	3.70	4.00	4.30	4.70	5.10	5.41	6.60	6.60
JAN 3D	1.80	2.50	2.90	3.30	3.60	3.90	4.30	4.60	4.90	5.30	5.90	5.90
FEV 1D	2.00	2.59	3.10	3.50	3.80	4.10	4.50	4.80	5.12	5.50	6.50	6.50
FEV 2D	2.10	2.70	3.20	3.57	3.90	4.20	4.50	4.80	5.00	5.30	5.90	5.90
FEV 3D	1.90	2.70	3.10	3.50	3.80	4.10	4.40	4.60	4.80	5.20	6.00	6.00
MAR 1D	1.60	2.40	2.90	3.40	3.70	4.00	4.30	4.60	4.80	5.10	5.70	5.70
MAR 2D	1.40	2.49	2.90	3.20	3.50	3.70	3.90	4.10	4.32	4.60	5.20	5.20
MAR 3D	1.50	2.30	2.80	3.10	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	5.00	5.00
ABR 1D	1.50	2.40	2.80	3.10	3.36	3.50	3.70	3.80	4.00	4.10	4.80	4.80
ABR 2D	1.20	2.20	2.50	2.90	3.10	3.30	3.50	3.60	3.80	3.90	4.40	4.40
ABR 3D	0.90	2.00	2.50	2.80	2.90	3.10	3.20	3.30	3.40	3.60	4.40	4.40
MAI 1D	0.90	1.90	2.20	2.50	2.60	2.80	2.80	2.90	3.10	3.30	3.90	3.90
MAI 2D	1.00	1.60	2.00	2.20	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	3.00	3.70	3.70
MAI 3D	0.70	1.50	1.80	1.90	2.10	2.20	2.30	2.40	2.60	2.80	3.50	3.50
JUN 1D	0.80	1.50	1.70	1.90	2.00	2.20	2.30	2.40	2.50	2.61	3.40	3.40
JUN 2D	0.80	1.59	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.33	2.50	2.70	3.20	3.20
JUN 3D	0.80	1.50	1.70	1.90	2.00	2.10	2.30	2.50	2.70	3.40	3.40	3.40
JUL 1D	1.10	1.70	1.90	2.00	2.10	2.30	2.40	2.50	2.62	3.00	4.10	4.10
JUL 2D	0.90	1.60	1.90	2.10	2.20	2.30	2.40	2.60	2.70	3.00	4.20	4.20
JUL 3D	0.80	1.80	2.10	2.30	2.40	2.50	2.60	2.80	2.98	3.30	4.10	4.10
AGO 1D	1.00	1.99	2.38	2.50	2.70	2.80	3.00	3.10	3.30	3.70	4.50	4.50
AGO 2D	1.20	2.20	2.60	2.87	3.00	3.10	3.30	3.50	3.70	3.80	4.90	4.90
AGO 3D	1.10	2.20	2.70	3.00	3.20	3.40	3.56	3.70	4.00	4.30	5.30	5.30
SET 1D	1.40	2.00	2.58	2.90	3.30	3.60	3.90	4.10	4.30	4.50	5.80	5.80
SET 2D	1.10	2.19	2.70	3.10	3.50	3.70	4.00	4.20	4.60	4.90	5.70	5.70
SET 3D	1.10	2.10	2.60	3.07	3.46	3.70	4.00	4.30	4.60	5.00	5.90	5.90
OUT 1D	1.20	2.40	2.80	3.30	3.80	4.00	4.30	4.50	4.80	5.20	6.90	6.90
OUT 2D	1.20	2.40	3.00	3.40	3.80	4.10	4.40	4.60	4.90	5.20	6.20	6.20
OUT 3D	1.20	2.70	3.12	3.70	4.10	4.40	4.60	4.92	5.30	5.60	6.40	6.40
NOV 1D	1.50	2.59	3.10	3.60	3.90	4.35	4.70	5.00	5.20	5.60	6.50	6.50
NOV 2D	1.90	2.60	3.10	3.70	4.10	4.40	4.70	5.00	5.30	5.60	7.00	7.00
NOV 3D	1.90	2.90	3.40	3.80	4.20	4.50	4.70	5.00	5.20	5.70	6.80	6.80
DEZ 1D	1.90	2.70	3.20	3.60	3.90	4.30	4.60	4.90	5.12	5.60	6.70	6.70
DEZ 2D	1.70	2.60	3.00	3.40	3.80	4.20	4.50	4.70	5.10	5.60	6.80	6.80
DEZ 3D	2.10	2.80	3.20	3.50	3.90	4.20	4.50	4.80	5.18	5.54	6.40	6.40

14

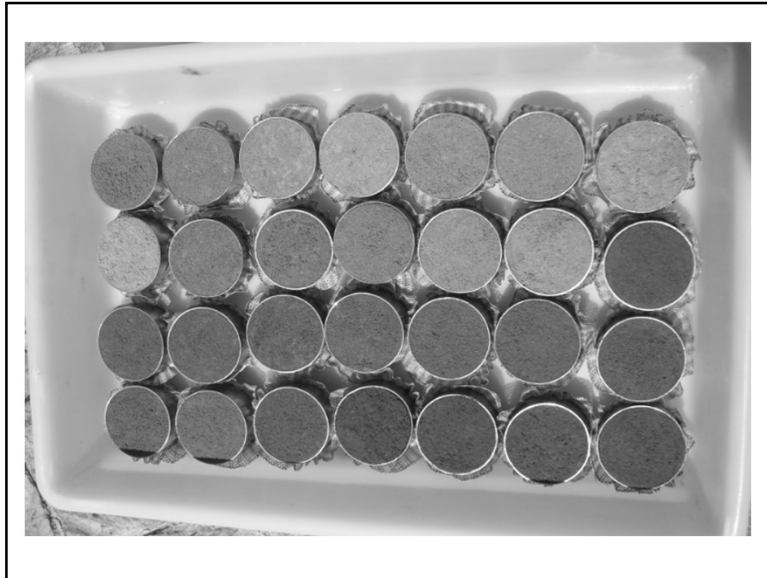


15

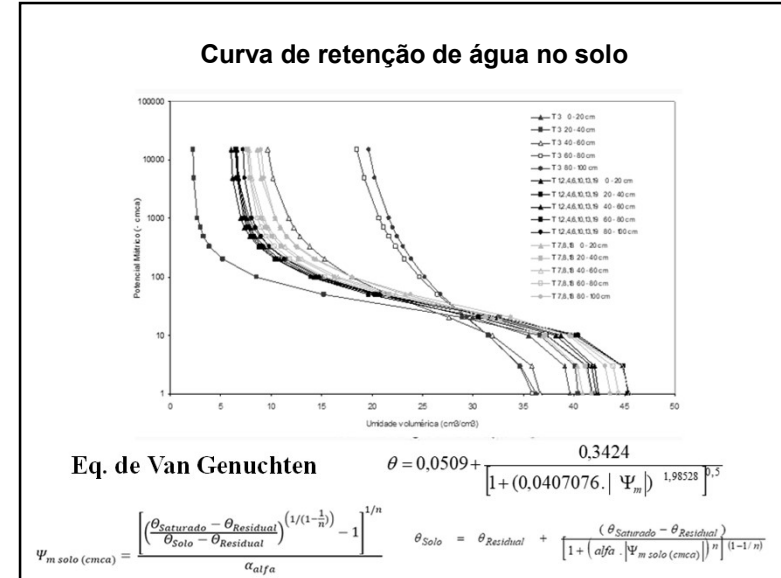
Coeficientes de cultura (Kc) em função do estágio de desenvolvimento

CULTURA	ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA CICLO					
	I	II	III	IV	V	Total
Algodão	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,25	0,80-0,90	0,65-0,70	0,80-0,90
Arroz	1,10-1,15	1,10-1,50	1,10-1,30	0,95-1,05	0,95-1,05	1,05-1,2
Banana	0,40-0,50	0,70-0,85	1,00-1,10	0,90-1,00	0,75-0,85	0,70-0,80
Batata	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,20	0,85-0,95	0,70-0,75	0,75-0,90
Cana-de-açúcar	0,40-0,50	0,70-1,00	1,00-1,30	0,75-0,80	0,50-0,60	0,85-1,05
Citros						0,65-0,75
Feijão*	0,30-0,40	0,70-0,80	1,05-1,20	0,65-0,75	0,25-0,30	0,70-0,80
Melancia	0,40-0,50	0,70-0,80	0,95-1,05	0,80-0,90	0,65-0,75	0,75-0,85
Milho	0,30-0,50	0,80-0,85	1,05-1,20	0,80-0,95	0,55-0,60	0,75-0,90
Soja	0,30-0,40	0,70-0,80	1,00-1,15	0,70-0,80	0,40-0,50	0,75-0,90
Tomate	0,40-0,50	0,70-0,80	1,05-1,25	0,80-0,95	0,60-0,65	0,75-0,90

16



17



18

Disponibilidade Real de Água do Solo (DRA)

Tomate Petrolina - ETo 7 mm/dia

→ Disponibilidade Real de Água (DRA)

- $DTA = (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) \cdot Z \cdot F_{FAO}$
- $DTA = (U_{CC} - U_{PMP}) \cdot \gamma_s \cdot Z \cdot F_{FAO}$

Exemplo PETROLINA :

Calcular a lâmina de água disponível em 300 mm de solo sendo :

$\theta_{CC} = 25,96\%$, $\theta_{PMP} = 21,24\%$, $Z = 300 \text{ mm}$ e $F_{FAO} = 0,325$

$DRA = (0,2596 - 0,2124) \cdot 300 \text{ mm} \cdot 0,325 = \mathbf{4,60 \text{ mm}}$

14.1 mm

19

FATOR DE CORREÇÃO - F_{FAO}

PARA QUALQUER CULTURA EM QUALQUER CLIMA

TABELA 3. Fator de disponibilidade de água no solo (f) de acordo com grupos de culturas e evapotranspiração da cultura (Etc).

Grupo	Culturas
1	cebola, pimenta, batata
2	banana, repolho, uva, ervilha, tomate
3	alfafa, feijão, cítricas, amendoim, abacaxi, girassol, melancia, trigo, <u>arroz</u>
4	algodão, milho, azeitona, açafrão, sorgo, soja, beterraba, cana-de-açúcar, fumo

Grupo da Cultura	Etc (mm/dia)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,500	0,425	0,350	0,300	0,250	0,225	0,200	0,200	0,175	
2	0,675	0,575	0,475	0,400	0,350	0,325	0,275	0,250	0,225	
3	0,800	0,700	0,600	0,500	0,450	0,425	0,375	0,350	0,300	
4	0,875	0,800	0,700	0,600	0,550	0,500	0,450	0,425	0,400	

20

Cálculo da DRA - Experimento Estufa (LEB) 2022 Arroz

Ponto	Profundidade (cm)	Camada Amostrada (cm)	Umidade C. C. (cm ³ /cm ³)	Umidade PMIP (cm ³ /cm ³)	Disponibilidade Total de Água no Solo (DTA) (mm)	Disponibilidade Total de Água no Solo (DTA) (mm)
A	10	00 - 20	0.2635	0.1530	(0.2635 - 0.1530) . 200	22.10
B	30	20 - 40	0.2529	0.1548	(0.2529 - 0.1548) . 200	19.62
C	50	40 - 60	0.2498	0.1573	(0.2498 - 0.1573) . 200	18.49
						60.21 (mm)
						602 m ³ /ha

Admitindo-se $F_{FAO} = 0.6$ DRA = $60.21 \times 0.6 = 36.12$ mm

DRA - Disponibilidade Real de Água
para 60 cm de profundidade radicular

CURVA DE RETENÇÃO - Potencial Mátrico (cmca) x Umidade (cm ³ H ₂ O/cm ³ solo)											
	1	10	20	50	100	200	333	500	700	15400	
	Saturado	cmca	cmca	cmca	cmca	cmca	cmca	cmca	cmca	cmca	cmca
MÉDIA	20	46.73	40.21	37.39	26.35	21.29	19.24	18.27	17.80	16.81	15.30
GERAL	40	46.40	39.61	36.58	25.29	21.41	19.68	18.73	18.13	17.17	15.48
	60	48.07	41.03	37.79	24.98	21.75	19.88	18.96	18.25	17.26	15.73