

## EXERCÍCIOS SOBRE NECESSIDADES HÍDRICAS DAS CULTURAS

- Determine o valor de  $K_{c_{ini}}$  para as seguintes condições: período inicial da cultura decorre no mês de Maio ( $ET_o = 4 \text{ mm dia}^{-1}$ ), o intervalo entre os acontecimentos de humedecimento é de 5 dias; a altura média das precipitações/regas ocorridas: 18 mm; a textura do solo é limosa ( $K_{c_{ini}} = 0.614$ )
- Determine os valores de  $K_{c_{mid}}$  para a cultura do milho para os seguintes climas:
  - clima húmido com  $u = 1.3 \text{ m s}^{-1}$  e  $HR_{min} = 75\%$ ; ( $K_{c_{mid}} = 1.07$ )
  - clima árido com  $u = 4.6 \text{ m s}^{-1}$  e  $HR_{min} = 44\%$ . ( $K_{c_{mid}} = 1.30$ )
- Considere uma cultura de beterraba em solo franco-limoso em Beja, cuja sementeira ocorre no dia 23 de maio. Durante o desenvolvimento inicial a  $ET_o$  vale  $5.5 \text{ mm dia}^{-1}$  e são realizadas regas intervaladas em 14 dias e dotação de 10 mm. Durante o desenvolvimento intermédio a  $HR_{min}$  do ar é de 30 % e a velocidade média de vento é  $2.2 \text{ m s}^{-1}$ . No período final a  $HR_{min} = 45 \%$  e velocidade do vento =  $2 \text{ m s}^{-1}$ . Não há rega nos dias que antecedem a colheita.
  - Construa a curva dos coeficientes culturais;
  - Calcule os  $K_c$  médios mensais;
  - Determine o  $K_c$  do dia 183 (DDA) (2 de Julho)
  - Determine a evapotranspiração cultural acumulada para o mês de Julho se a  $ET_o$  média for  $7 \text{ mm d}^{-1}$
- Considere os dados seguintes: Morango:  $Z_r = 0.20 \text{ m}$ ;  $p = 0.25$ ; Batata doce:  $Z_r = 1.3 \text{ m}$   $p = 0.65$ ; Solo:  $\theta_{CC} = 0.2 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ;  $\theta_{CE} = 0.1 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ 
  - Determine a RU e a RFU das culturas do morango e da batata doce para solo franco arenoso;
  - Represente graficamente RU, RFU e LRFU
- Determine, para uma cultura de tomate ( $Z_r = 0.8 \text{ m}$ ,  $p = 0.4$ ,  $K_c = 1.2$ ) num solo limoso ( $\theta_{CC} = 0.32$  e  $\theta_{CE} = 0.12 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ):
  - RU, RFU e LRFU; ( $160 \text{ mm}$ ;  $64 \text{ mm}$ ;  $96 \text{ mm}$ )
  - Determine a depleção de água no solo nos dias em que o armazenamento (A, mm) de água no solo é 100 e 50 mm. ( $60$  e  $110 \text{ mm}$ )
  - Em algum desses dias há stress hídrico? Justifique (no 2º dia)
  - De acordo com a alínea anterior determine o coeficiente de stress hídrico; ( $1$ ;  $0.52$ )
  - Determine a evapotranspiração para os dias de c), sendo a  $ET_o = 6 \text{ mm d}^{-1}$  ( $7.2$  e  $3.75 \text{ mm d}^{-1}$ )
- Considere uma cultura de tomate plenamente desenvolvida ( $Z_r = 0.8 \text{ m}$ ,  $p = 0.40$  e  $K_c = 1.2$ ) cultivada num solo limoso ( $\theta_{CC} = 0.32$  e  $\theta_{CE} = 0.12 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ):
  - Estime o efeito do stress hídrico sobre a evapotranspiração durante os próximos 10 dias, sendo  $D_p$  inicial = 55 mm, não sendo esperadas chuvas ou regas. A  $ET_o$  esperada para o decénio seguinte é  $5 \text{ mm dia}^{-1}$ .
  - Apresente graficamente a evolução temporal da  $ET_c$  e da  $ET_{adj}$
- Considere que uma cultura do feijão em solo franco. O  $K_y$  para esta cultura é 1.15 (FAO Irrigation and Drainage Paper No 33, Tabela 24).
  - Compare o efeito de diferentes níveis de redução da evapotranspiração sobre a produção;
  - Se a produção máxima for de  $9 \text{ 000 kg ha}^{-1}$ , determine a produção a esperar quando o défice de  $ET$  médio ao longo do ciclo é de 20%.
- Considere a cultura do milho. Considerando que houve restrições no uso da água de rega no final do ciclo, levando a uma redução da  $ET$ , determine o impacto que teve sobre a produção. Qual a redução que ocorreria caso o stress tivesse ocorrido durante a fase intermédia?

	$ET_c$	$ET_{adj}$	$K_y$
Fase de desenvolvimento vegetativo	50	50	0.4
Fase intermédia	250	250	2.3
Fase final	100	70	0.2

9. A produção de feijão numa determinada zona é de  $1100 \text{ kg ha}^{-1}$ . A produção potencial na zona para a variedade utilizada na região, na ausência de stress hídrico e com boas práticas agronómicas, é de  $1800 \text{ kg ha}^{-1}$ . Sendo o  $K_y$  do feijão de 1.15 e a  $ET_c$  total de 350 mm, faça uma estimativa de  $ET_{adj}$  da cultura nesta região.

10. (optativo)

a) Determinar o  $K_{cmid}$  de uma cultura de tomate com 50% de cobertura de solo e 0.6 m de altura, cultivado em linhas com orientação E-W e comprimento de 100 m, espaçadas de 1.50 m, para uma latitude de  $38^\circ 30'$  e para o dia 20 Julho ( $J = 201$ ).  $K_{cmid}$  corrigido = 1.08.

b) Determinar o  $K_c \text{ mid}$  de um pomar de pessegueiros com 20% de cobertura de solo e árvores com 2 m de altura, para uma latitude de  $38^\circ 30'$  e para o dia 20 Julho ( $J = 201$ ).  $K_c \text{ mid}$  corrigido = 1.12

c) Determinar o  $K_c \text{ mid}$  de um pomar de pessegueiros com 20% de cobertura de solo e árvores com 2 m de altura, com enrelvamento.

### EXERCÍCIOS SOBRE NECESSIDADES DE REGA DAS CULTURAS

11. Determine a dotação de rega diária que foi aplicada a uma cultura durante o período  $Dt = 3$  dias. Dados:  $\theta_{t1} = 0.2 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ;  $\theta_{t2} = 0.22 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ;  $Z_r = 0.3 \text{ m}$ ;  $Pe = 0$ ,  $Ac = 0$ ;  $ES = 0$ ;  $DR = 0$ ,  $ET_c = 5 \text{ mm dia}^{-1}$

12. Considere a situação do exercício anterior e determine a variação de armazenamento que ocorrerá nos 5 dias seguintes na ausência de rega e o teor de água final, quando  $ET_c = 4 \text{ mm dia}^{-1}$ ;  $Pe = 2.5 \text{ mm}$ ;  $Ac = 0$ ;  $ES = 0$ ;  $DR = 0$

13. Um solo apresenta teores volumétricos de água à capacidade de campo de 16%, e no coeficiente de emurchecimento, de 8%. A sua porosidade é de 35%. A cultura nele instalada apresenta, para as diferentes fases do ciclo, as profundidades radiculares do Quadro seguinte. A fração da reserva facilmente utilizável é 0.4. Calcule RU, RFU e LRFU e apresente graficamente a sua evolução ao longo do ciclo.

	Início	Zr
Fases do ciclo	dia	m
Estabelecimento	23/mai	0,01
Rápido desenvolvimento	12/jun	0,17
Reprodução/maturação	12/jul	1,00
Senescência	21/ago	1,00

14. Considere uma cultura de milho para forragem semeado no dia 23 de Maio num solo franco arenoso com  $q_{CC} = 0.16 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e  $q_{CE} = 0.08 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . O sistema de rega é a aspersão fixa com cobertura total (pretende aproveitar-se a RFU do solo). O  $p$  da cultura é 0.4. Ver  $P_{inf}$  e  $ET_c$  no Quadro 1.

	Início	Zr
Fases do ciclo	dia	m
Estabelecimento	23/mai	0,01
Rápido desenvolvimento	12/jun	0,17
Reprodução/maturação	12/jul	1,00
Senescência	21/ago	1,00

a) Calcule RU, RFU e LRFU;

b) Apresente graficamente a sua evolução ao longo do ciclo;

c) Determine os dias de rega e as dotações considerando que se pretende:

- manter a cultura sempre na zona de conforto hídrico;
  - aproveitar a RFU do solo
  - regar no início do dia
  - Acabar as regas no dia 1 de setembro
  - Recorra aos dados do Quadro 2
  - Considere que no início do primeiro dia  $A = 85\%$  de RU
- d) Represente graficamente a evolução do armazenamento, com rega, ao longo do período de desenvolvimento intermédio
- e) Apresente um quadro com os dias e as dotações de rega

Quadro 1. Dados para os exercícios 13 (esq) e 15 (dta)

Dia	Pinf	Etc
	(mm)	(mm)
12/jul	0	8.83
13/jul	0	8.03
14/jul	0	6.84
15/jul	0	6.62
16/jul	0	6.73
17/jul	0	7.49
18/jul	13	8.71
19/jul	0	7.42
20/jul	0	8.12
21/jul	0	7.48
22/jul	0	5.97
23/jul	0	5.92
24/jul	0	6.08
25/jul	0	6.22
26/jul	0	5.86
27/jul	0	5.91
28/jul	0	5.40
29/jul	0	4.07
30/jul	0	3.53
31/jul	0	5.37
01/ago	0	6.60
02/ago	0	7.36
03/ago	0	7.91
04/ago	0	5.47
05/ago	5	7.94
06/ago	0	7.23
07/ago	5	6.15
08/ago	0	5.96
09/ago	0	6.06

Datas	ETo
	(mm)
07/07/2023	6.80
08/07/2023	7.10
09/07/2023	7.50
10/07/2023	7.50
11/07/2023	8.00
12/07/2023	7.90
13/07/2023	8.00
14/07/2023	8.00
15/07/2023	8.00
16/07/2023	7.50

15. Considere os seguintes dados referentes a uma cultura de batata em solo franco

- a) Determine os armazenamentos mínimos de água no solo permitidos antes de uma rega para as situações de reserva facilmente utilizável totalmente explorada,  $MAD = 70\%$  da reserva utilizável e  $MAD = 30\%$  da reserva utilizável
- b) Quais os limites correspondentes? Represente-os graficamente

$\theta_{CC}$	0,276	$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$
$\theta_{CE}$	0,098	$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$
Zr	0,6	m
p	0,6	

16. Considere a cultura da batata do exemplo anterior, na fase intermédia do ciclo, com início no dia 7 de Julho. Tenha em conta as seguintes informações:

- Precipitação na fase intermédia do ciclo = 0;
- $K_{cmid} = 1.15$  (tabela 12 da FAO)
- HR mínima na fase intermedia = 45 %;
- velocidade média do vento durante a fase intermedia =  $2 \text{ m s}^{-1}$
- armazenamento inicial de água no solo 30 % RFU

Determine a próxima data de rega e a sua dotação útil, para a seguinte situação: Stress hídrico com MAD = 80% RU e reposição do armazenamento até 40% da RU (=LRFU).  
Nota: considere que se rega no início do dia.

17. Estime para cada dia do período de 10 dias apresentado o armazenamento e a depleção de água no solo, considerando que no início, devido às precipitações, o solo estava à CC e que no fim do 8º dia é efetuada uma rega de 27 mm (Dotação bruta). Considere os seguintes dados adicionais:  $\theta_{CC} = 0.21 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$   $\theta_{CE} = 0.08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$   $z_r = 0.4 \text{ m}$   $p = 0.3$

Dia	ET <sub>c</sub> mm	Pinf mm	Du mm	A mm	Dp mm	K <sub>s</sub> -	ET <sub>adj</sub> mm
1	5.3	0					
2	5.0	15					
3	5.3	0					
4	5.5	0					
5	5.4	0					
6	5.6	0					
7	5.8	0					
8	6.3	0					
9	5.7	0					
10	5.5	0					

18. Considere as dotações de rega calculadas para um período de 31 anos apresentadas no Quadro.

a) diga quais foram os passos de cálculo necessários para chegar aos valores apresentados e quais os dados necessários;

b) determine a dotação de projeto caso se trate de uma cultura anual e de um pomar. Justifique

Ano	D (mm)	Ano	D (mm)
1960	254,4	1976	276,1
1961	260,1	1977	214,8
1962	211,1	1978	206,2
1963	236,4	1979	218,8
1964	260,8	1980	263,8
1965	243,8	1981	243,8
1966	221,2	1982	221,2
1967	204,8	1983	204
1968	212,5	1984	211,5
1969	269,7	1985	270,7
1970	241,6	1986	241,6
1971	262,6	1987	262,6
1972	205,9	1988	220,1
1973	257,8	1989	277,1
1974	206,3	1990	214,6
1975	220,3		

19. Pretende regar-se uma área de 3 ha cultivada com milho grão. A dotação de ponta obtida por análise de frequência de uma série de 31 anos é a calculada no exercício 16. Sabendo que i) a fração de lavagem é 0.2; ii) a disponibilidade horária para a rega é de 8 h e que iii) o intervalo mínimo entre regas pretendido é de três dias, determine:

- a) O caudal fictício contínuo  $(q_{fc} = 0.98 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1})$
- b) O caudal específico  $(q_e = 6.86 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1})$
- c) O caudal de dimensionamento ou projeto  $(q_d = 20.6 \text{ L s}^{-1})$