



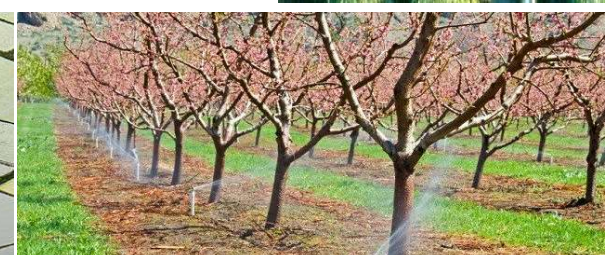
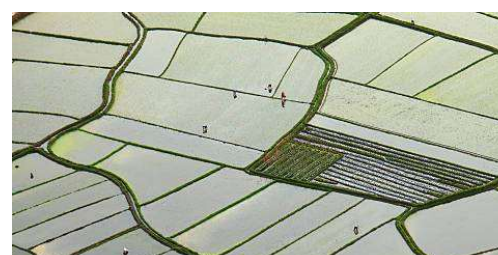
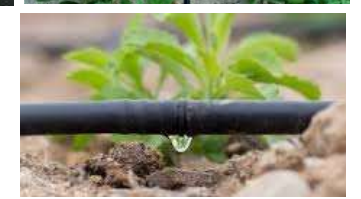
INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa

Departamento de Ciências e
Engenharia de Biosistemas

Recursos Hídricos

MÓDULO 2 NECESSIDADES DE REGA DAS CULTURAS

Aula 4 Neecessidades de rega



II. NECESSIDADES DE REGA DAS CULTURAS

1 Conceitos

2 Balanço hídrico na zona explorada pelas raízes

2.1 As componentes do balanço hídrico do solo: Evapotranspiração cultural, precipitação, escoamento superficial, drenagem, ascensão capilar e variação d armazenamento

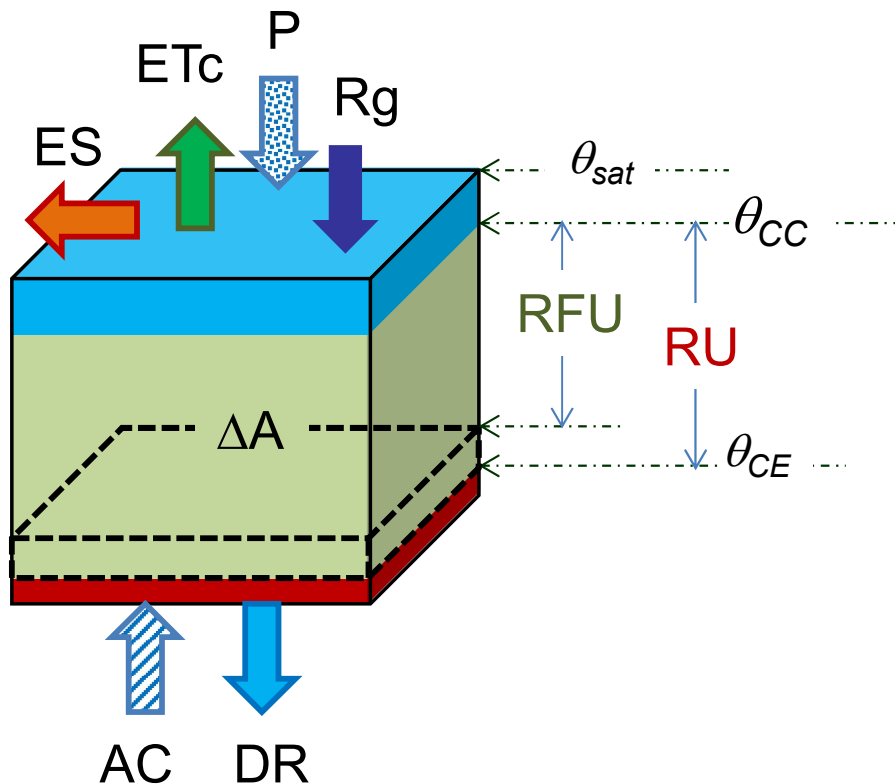
2.2 Balanço hídrico (BH) para a condução da rega

2.3 Equação do BH em conforto hídrico;

1 Conceitos

Solo ↔ Reservatório

- ✓ recebe água através da precipitação, da rega ou da ascensão capilar;
- ✓ perde água através da evapotranspiração das culturas, do escoamento superficial ou da drenagem profunda;
- ✓ armazena água;



➤ Reserva utilizável (RU, mm)

$$RU = (CC - CE) \times 1000 \times z$$

CC e CE em $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ e z em m

➤ Reserva facilmente utilizável (RFU, mm)

parte da RU utilizada em situação de conforto hídrico das culturas

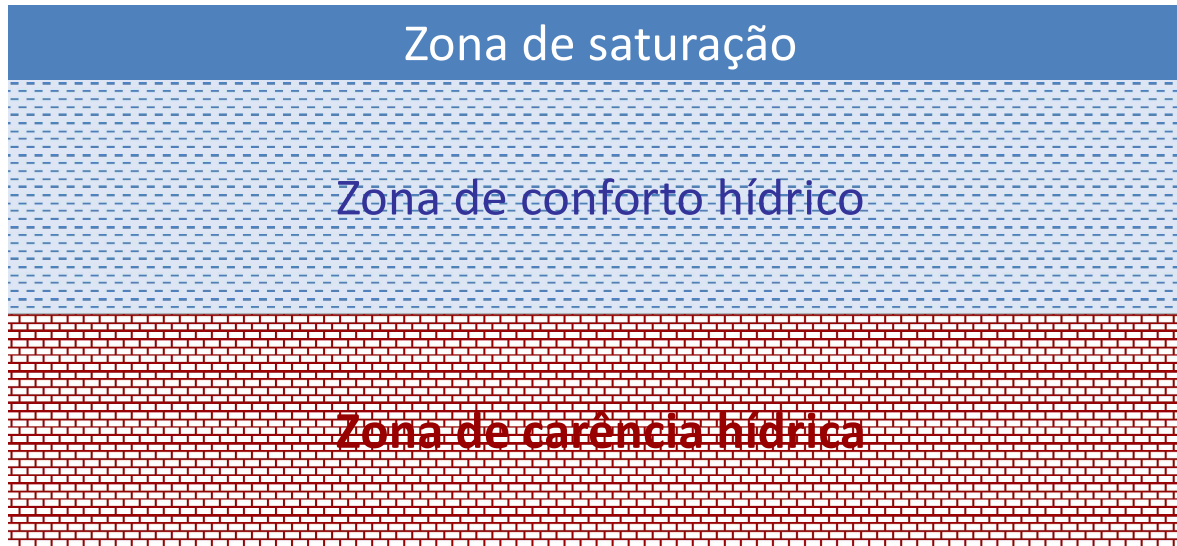
$$RFU = RU \times p$$

p é a fracção facilmente utilizável (adim)

Limite da reserva facilmente utilizável (LRFU): valor mínimo da água no solo abaixo do qual a planta entra em situação de carência hídrica

$$LRFU = RU - RFU = RU(1 - p)$$

Água utilizável no solo



Exercício 9

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

Dados relativos à cultura

	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

Soluções

Necessidades de rega das culturas (Rg):

- *Necessidades hídricas*: quantidade de água necessária para repor no solo a água perdida por evapotranspiração (Doorenbos e Pruitt, 1977);
- *Necessidades de rega*: têm em conta a água perdida por evapotranspiração e outras entradas de água no solo para além da rega;
- São expressas em volume por unidade de área ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) ou em altura equivalente (mm)

Necessidades **de rega** (Rg)

=

Necessidades **hídricas**

(ETc)

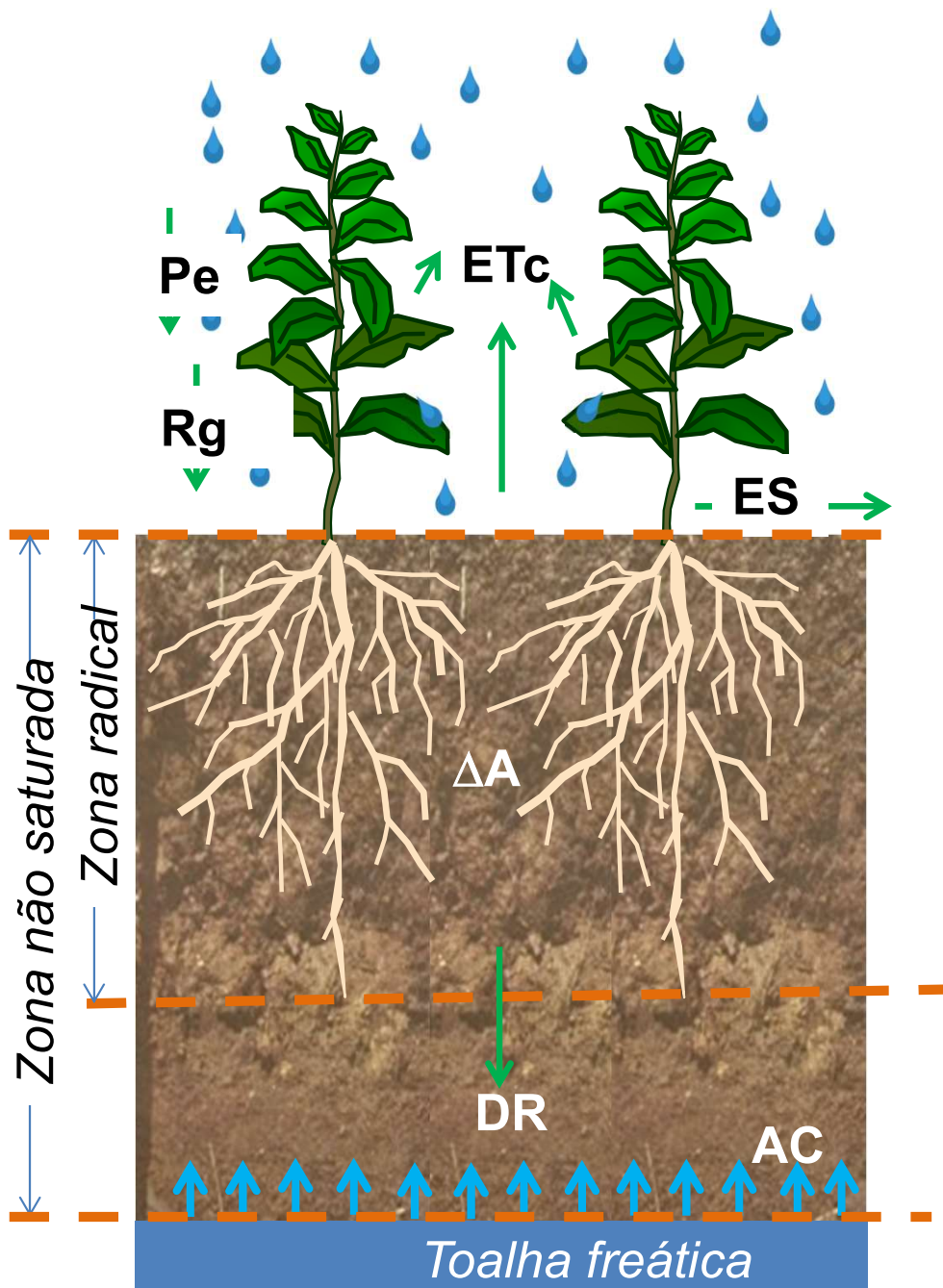
–

outras entradas de água que
não a rega (precipitação,
ascensão capilar, etc)

Método do Balanço Hídrico

2 BALANÇO HÍDRICO NA ZONA EXPLORADA PELAS RAÍZES

2.1 Componentes do balanço hídrico na zona explorada pelas raízes



Equação do balanço para um intervalo de tempo de Δt (t_2-t_1) dias:

$$E - S = \Delta A$$

Termos do BH

Entradas:

Pe – precipitação efectiva

Rg – rega

AC – ascensão capilar

Saídas:

ES – Escoamento superficial

DR – Percolação ou drenagem profunda

ETc – Evapotranspiração cultural

ΔA – variação do armazenamento

$$\Delta A = A(t_2) - A(t_1)$$

Todos os termos em mm

$$Pe + Rg + AC - (ES + DR + ETc) = \Delta A$$

$$\Delta A = Pe - ET_c + Rg - ES + AC - DR$$

Equação do BH em que os termos são **quantidades de água em mm**

Para um determinado intervalo de tempo t (dias) a equação de balanço pode escrever-se do seguinte modo:

$$\Delta A = (Pe - ET_c + Rg - ES + AC - DR) \times \Delta t$$

Equação do BH em que os termos são **fluxos de água em mm dia⁻¹**

Considerando que a precipitação infiltrada (P_{inf}) pode ser definida por:

$$P_{inf} = Pe - ES$$

$$\Delta A = P_{inf} - ET_c + Rg + AC - DR$$

ou

$$\Delta A = (P_{inf} - ET_c + Rg + AC - DR) \times \Delta t$$

Exercício

Determine a dotação de rega diária que foi aplicada a uma cultura durante o período $\Delta t = 3$ dias. Dados: $\theta_{t_1} = 0.2 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; $\theta_{t_2} = 0.22 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; $Z_r = 0.3 \text{ m}$;
 $Pe = 0$, $Ac = 0$; $ES = 0$; $DR = 0$, $ET_c = 5 \text{ mm dia}^{-1}$

Exercício

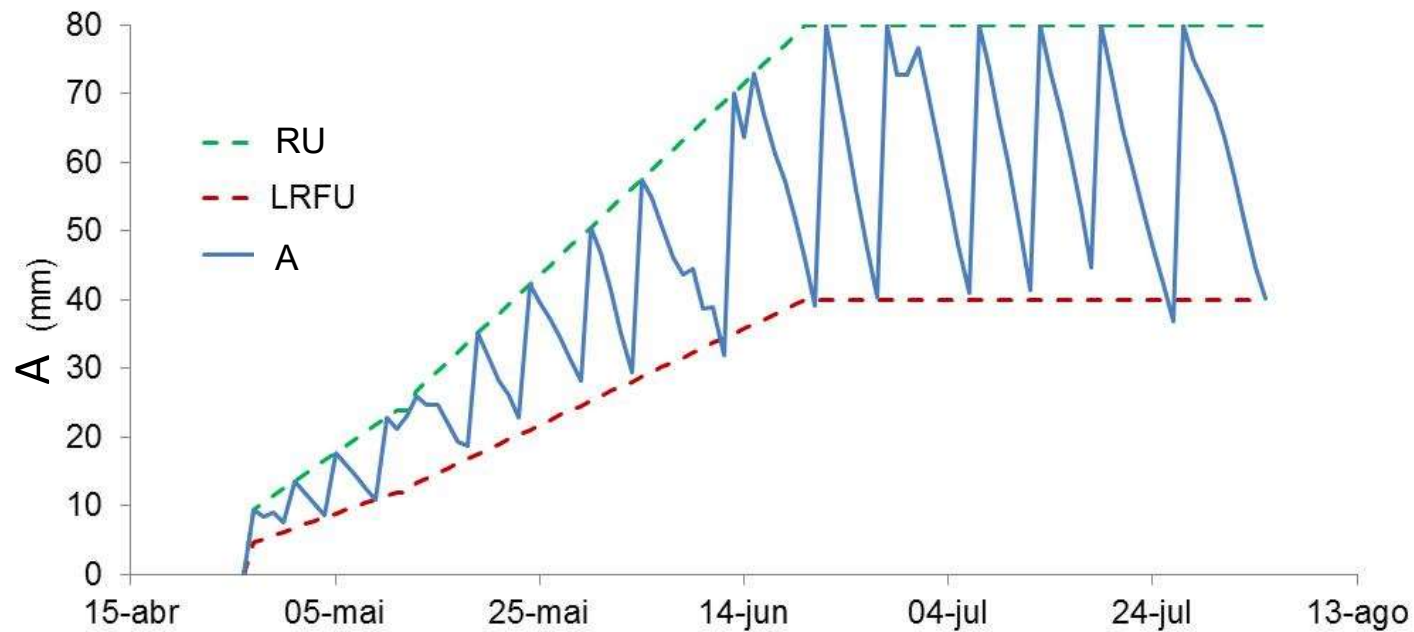
Considere a situação do exercício anterior e determine a variação de armazenamento que ocorrerá nos 5 dias seguintes na ausência de rega e o teor de água final, quando $ET_c = 4 \text{ mm dia}^{-1}$; $Pe = 2.5 \text{ mm}$; $Ac = 0$; $ES = 0$; $DR = 0$

2.2 BALANÇO HÍDRICO PARA A CONDUÇÃO DA REGA

Condução da rega:

- pretende responder às perguntas quando regar e quanto regar
- resulta da combinação ótima entre as necessidades hídricas das culturas, as características do solo, e o método/sistema de rega a utilizar.

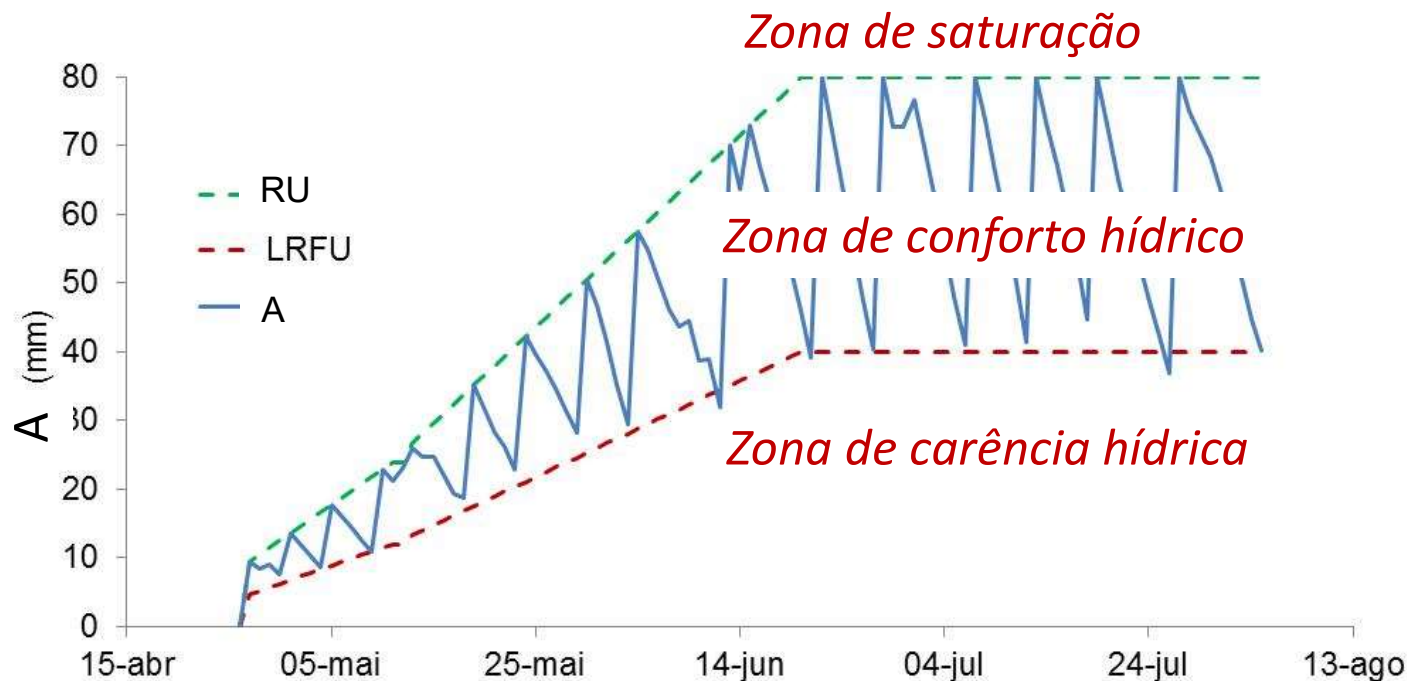
O conhecimento do balanço hídrico do solo na zona explorada pelas raízes é fundamental para a boa condução da água em regadio.



Data	Dotação (mm)
1-mai	7.7
5-mai	10.8
10-mai	13.7
19-mai	19.4
24-mai	23.0
30-mai	25.9
4-jun	32.8
13-jun	45.0
22-jun	47.9
28-jun	47.3
7-jul	46.0
13-jul	46.3
19-jul	42.4
27-jul	48.6
	456.8

Delimitam-se no gráfico:

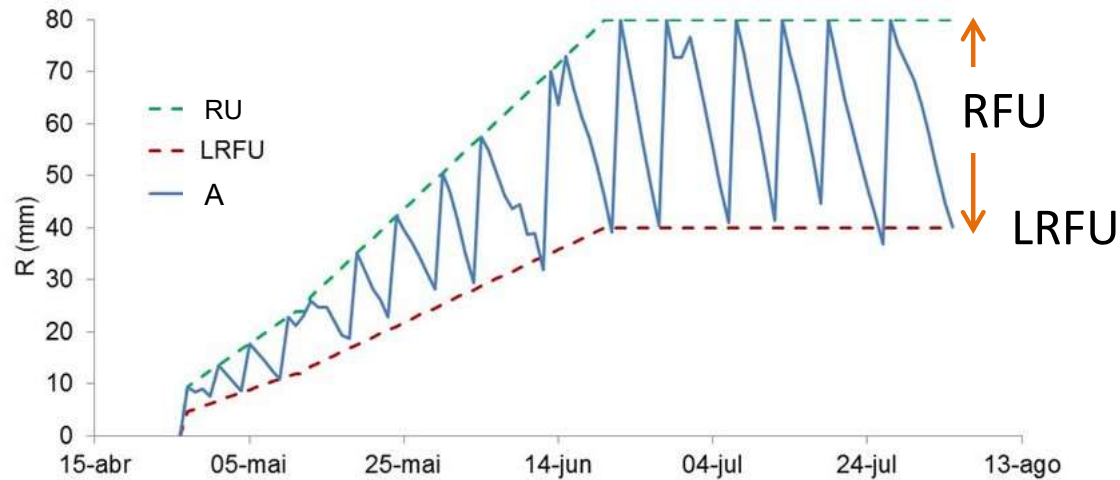
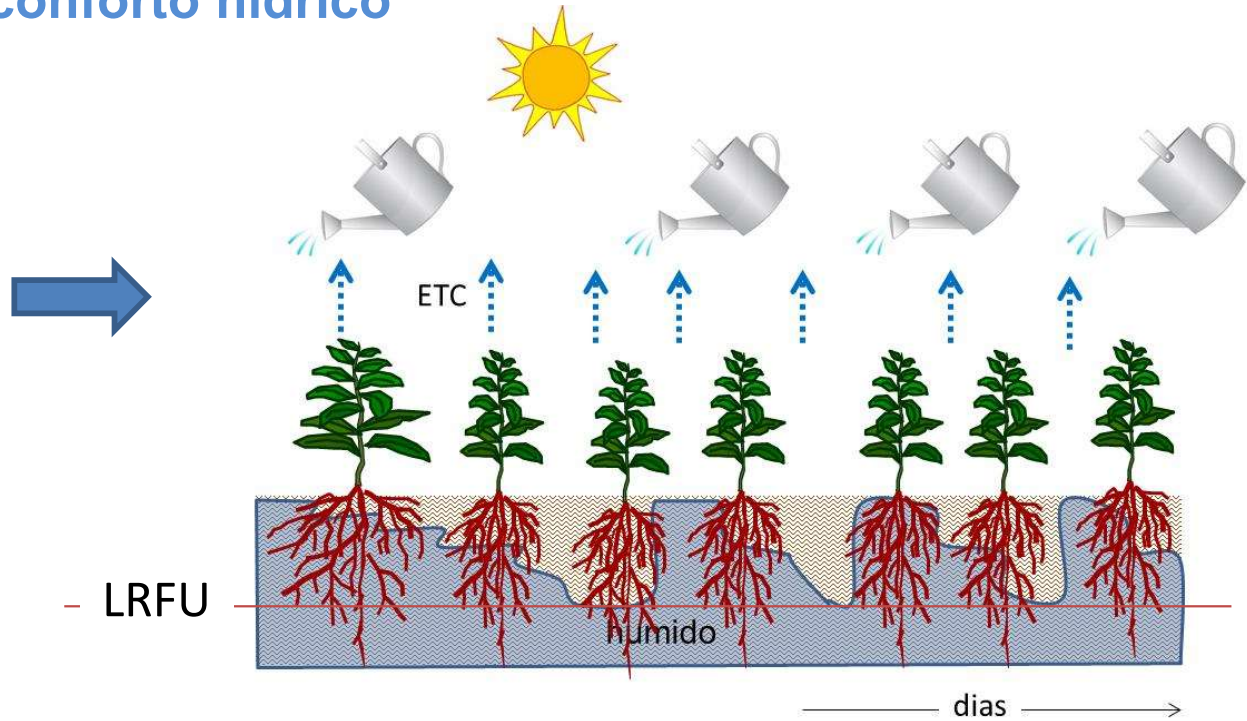
- a) uma *zona de saturação*, em que a água não é imediatamente utilizável, acima da capacidade de campo,
- b) uma *zona de conforto hídrico* entre a capacidade de campo e o LRFU, onde a cultura se desenvolve em condições ótimas,
- c) uma *zona de carência hídrica* entre este limite e o coeficiente de emurchecimento, em que se reduz a evapotranspiração cultural de acordo com a diminuição do teor de água no solo, e uma *zona de água não utilizável* abaixo deste valor.



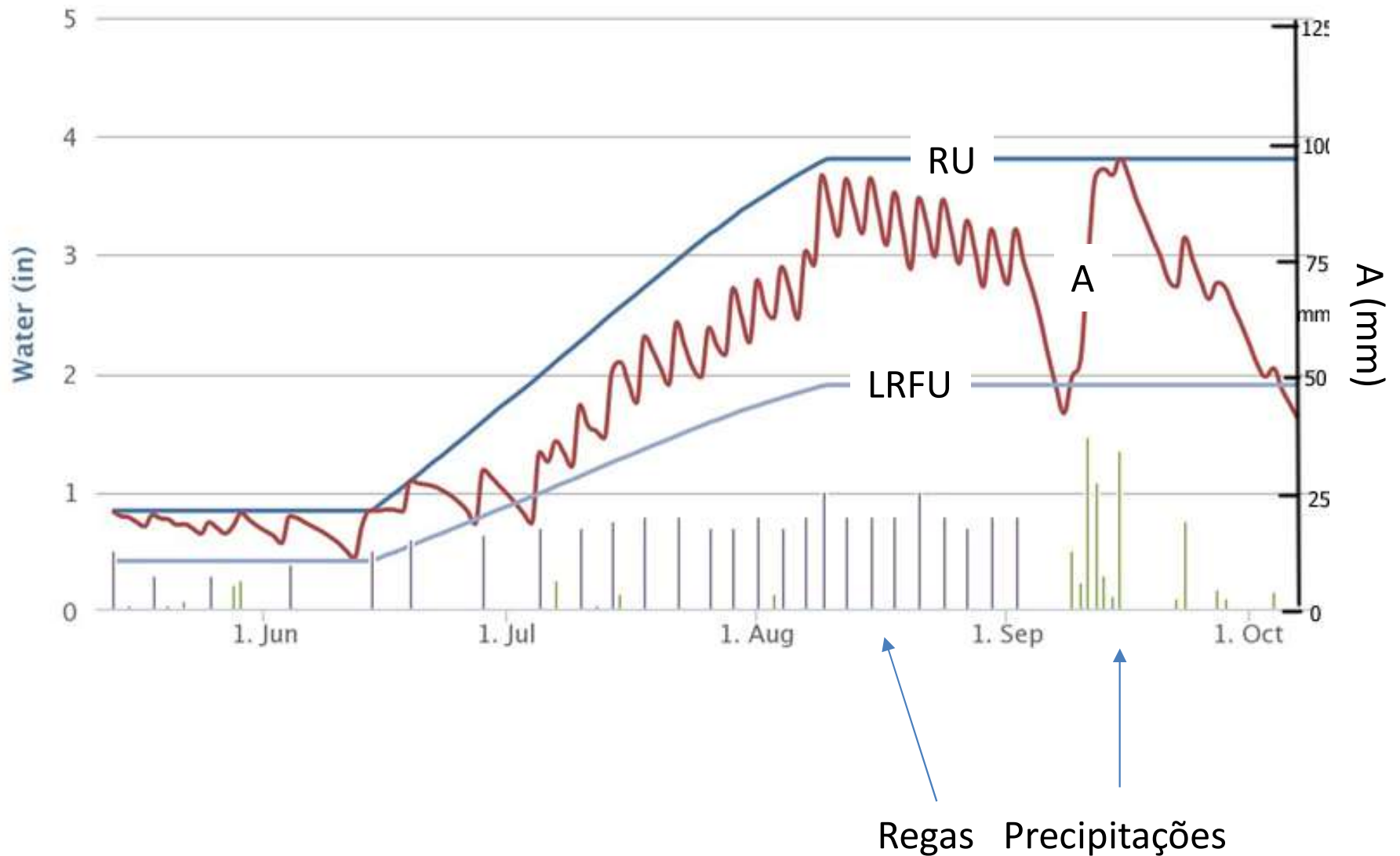
Zona de água não utilizável

2.3. Equação do BH em conforto hídrico

Para a maior parte das culturas, a rega deve ser conduzida de modo a que a água no solo se mantenha sempre na zona de conforto hídrico.



Exemplo de condução da rega com rampa pivotante na cultura da beterraba sacarina, mantendo-se a reserva do solo sempre na zona de conforto hídrico



Na zona de conforto hídrico

- $DR = 0$, porque $\theta < \theta_{cc}$ e $A < A_{cc}$;
- ET é igual ao seu valor máximo, ET_c
- $Ac = 0$, porque não há gradiente de humidade entre a zona das raízes e a zona freática

$$\Delta A = (P_{inf} - ET_c + Rg)$$

Pe e ET_c em mm dia^{-1}

Exercício

- solo arenoso franco
- milho forragem : sementeira a 23 de Maio
- rega por aspersão

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

- manter a cultura na zona de conforto hídrico;
- aproveitar a RFU do solo
- regar ao fim do dia

Na aula, resolver o problema apenas para o período de desenvolvimento intermédio, considerando que no início do 1º dia o armazenamento de água no solo é 80 % da RU;

Fora da aula, resolver o problema para todo o ciclo cultural.

$$p = 0.4$$

Dados relativos ao solo

$$CC = 0.16 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$$

$$CE = 0.08 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$$

a) Determinar RU, RFU e LRFU;

b) Representar graficamente a zona de conforto hídrico

c) Aplicar a equação do BH e calcular as datas e dotações uteis de rega no período intermédio de desenvolvimento da cultura

Conforto hídrico => $Ac = 0$; $DR = 0$

	Pinf (mm)	ETc (mm)	A (mm)	Rg (mm)
12/jul				
13/jul				
14/jul				
15/jul				
16/jul				
17/jul				
18/jul				
19/jul				
20/jul				
21/jul				
22/jul				
23/jul				
24/jul				
25/jul				
26/jul				
27/jul				
28/jul				
29/jul				
30/jul				

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