

AULA 8 IRRIGAÇÃO POR SULCOS

Parte 2
Patricia Angélica Alves Marques
ESALQ/USP



10 PROJETO

Área da parcela =
14 ha (350 x 400m)

Milho:
espaçamento de 1m;
 $z = 50\text{cm}$; $f = 0,5$ e
 $E_{tm} = 4,2 \text{ mm/dia}$

Solo:
 $U_{cc} = 28\%$;
 $U_{pmp} = 17\%$;
 $d_s = 1,4 \text{ g/cm}^3$;
 $VIB = 9,9 \text{ mm/h}$

Q utilizada
coeficiente $C = 0,631$
e $a = 1$

Equação de avanço:
 $L \text{ (m)} = 15 T \text{ (min)}^{0,59}$

Equação de infiltração:
 $I \text{ (mm)} = 0,87 T \text{ (min)}^{0,68}$

Área da parcela =
14 ha
(350 x 400m)

400 m

↓ 0,1%

350m

→ 0,5%

Resumo:

$$L = 170 \text{ m}$$

$$Y_r = 37,8 \text{ mm}$$

$$T_a = 61,2 \text{ minutos}$$

$$T_i = 256,32 \text{ minutos}$$

$$T_c = 317,52 \text{ minutos} = 5 \text{ h } 17'$$

Passo 8) Número de sulcos na área

Espaçamento adotado igual da cultura
 $S = 1\text{m}$

Sulcos distribuídos em 400 m

350m → 0,5%

400 m

↓ 0,1%

Espaçamento entre sulcos
 $S = 1\text{m}$

$400\text{m}/1\text{m} = 400$ sulcos

2 lados

Total = 800 sulcos na área

O TR é de 9 dias mas o período de irrigação é de 8 dias

A irrigação é realizada em 8 dias
Um dia para manutenção
com lâmina de 9 dias = 37,8 mm

Assim são 800 sulcos /8 dias =
100 sulcos irrigados por dia

Podemos fazer:

50 sulcos (5h17') período da manhã
e
50 sulcos (5h17') período da tarde

Vazão necessária por irrigação:
 $Q = 50 \text{ sulcos} \cdot 1\text{L/s} = 50 \text{ L/s}$

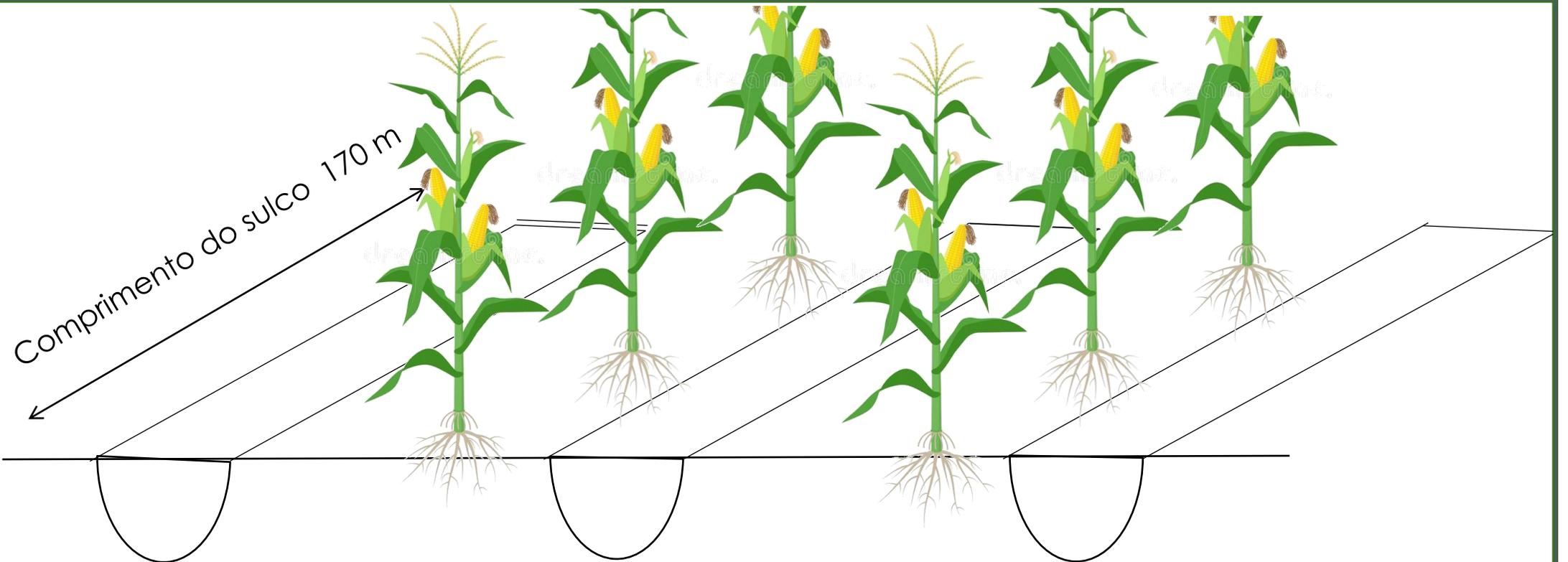
Passo 9) Avaliação da Irrigação

T_c = tempo que será realizada a irrigação.

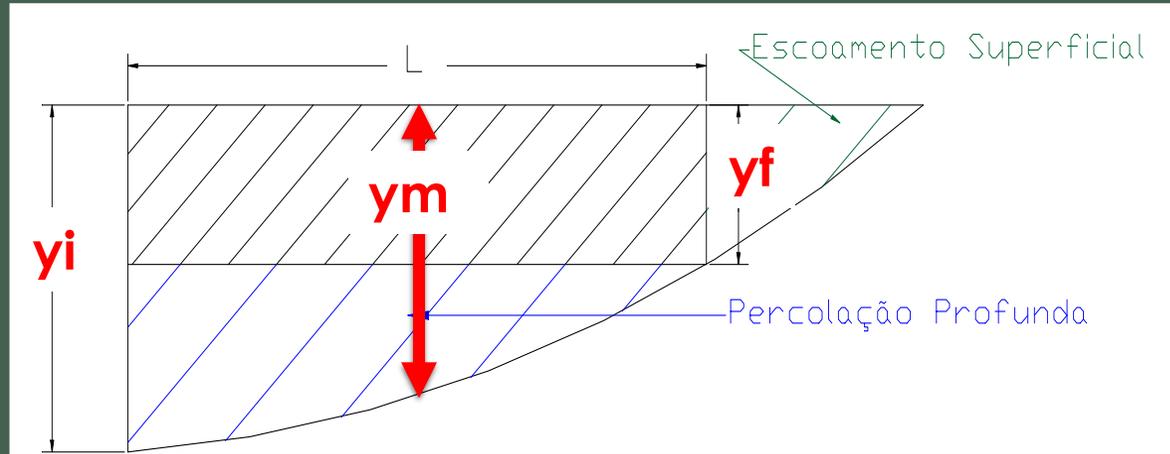
Considera desde o momento que se inicia a derivação de água ao sulco até o término da irrigação (infiltração da yr no final do sulco).

$$T_c = T_a + T_i = 61,2 + 256,32 = 317,52 \text{ minutos}$$

$$T_c = 317,52 \text{ minutos} = 5 \text{ h } 17'$$



Área molhada = 170 m . 1 m = 170 m²



Lâmina inicial = $L_i = y_i$
 será a maior lâmina infiltrada.
 Recebeu água por 317,52 minutos (5 h 17').

$$I(\text{mm}) = 0,87 T(\text{min})^{0,68}$$

$$I(\text{mm}) = 0,87 \cdot 317,52^{0,68}$$

$$I(\text{mm}) = 43,72 \text{ mm}$$

$y_i = y \text{ máxima} = 43,72 \text{ mm}$

Lâmina final = $L_f = y_f = y_r$
 será a menor lâmina infiltrada.
 Recebeu água por 256,32' (4 h 16')

$$I(\text{mm}) = 0,87 T(\text{min})^{0,68}$$

$$I(\text{mm}) = 0,87 \cdot 256,32^{0,68}$$

$$I(\text{mm}) = 37,8 \text{ mm}$$

$y_f = y \text{ mínima} = 37,8 \text{ mm}$

Lâmina média infiltrada.

$$y_m = \frac{y_i + y_f}{2} = \frac{43,72 + 37,8}{2} = 40,76 \text{ mm}$$

- y_m = lâmina média infiltrada no sulco (mm);
- y_i = lâmina máxima infiltrada (mm);
- y_f = lâmina mínima infiltrada no final do sulco (mm);

Uniformidade de Distribuição.

$$UD = \frac{Y_{\text{mínima}}}{y_m} \cdot 100 = \frac{37,8 \text{ mm}}{40,76 \text{ mm}} \cdot 100 =$$

$$UD = 92,74 \% > 80\% \text{ bom}$$

Lâmina média aplicada.

$$y_a = \frac{TC \cdot q_o \cdot 60}{L \cdot E} = \frac{317,52 \text{ min} \cdot 1 \text{ L/s} \cdot 60}{170 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}} = \mathbf{112 \text{ mm}}$$

- y_a = lâmina média aplicada em cada sulco (mm);
- TC = tempo de total aplicação de água no sulco (minutos)
- q_o = vazão aplicada no sulco (L/s);
- L = comprimento do sulco (m);
- E = espaçamento entre sulcos (m).

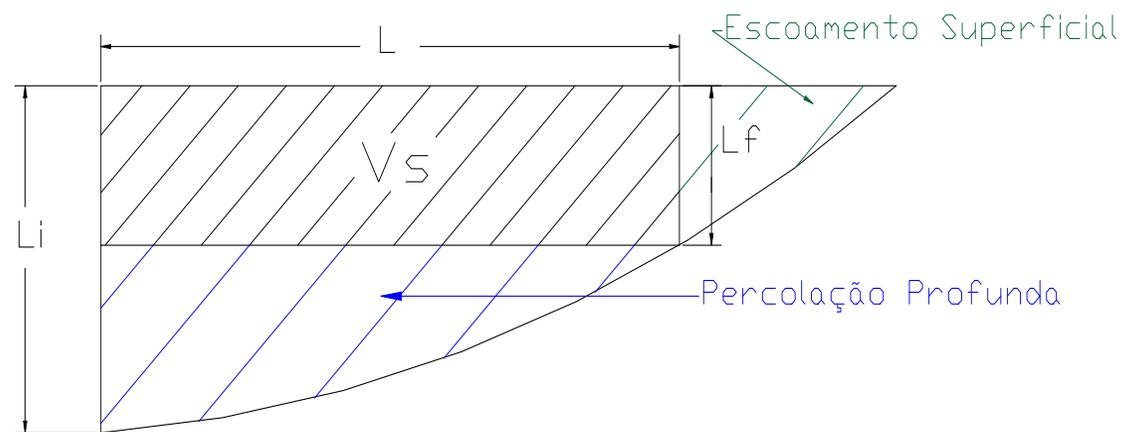
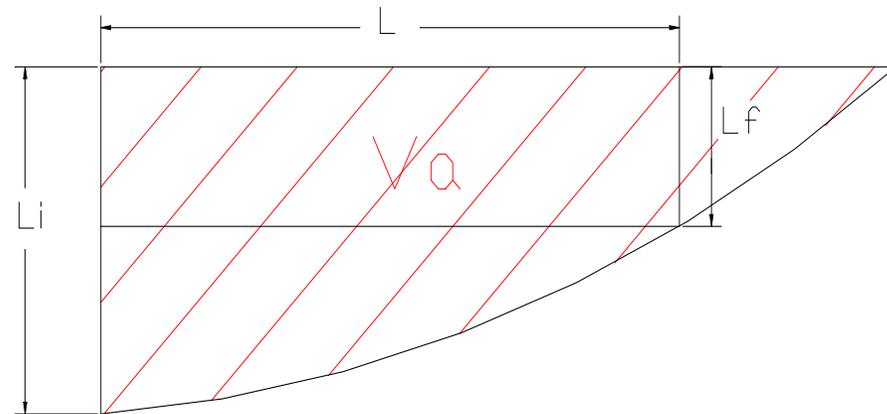
Eficiência de aplicação

Ideal quando $\geq 75\%$ e aceitável quando $\geq 60\%$.

$$E_a = \frac{LL}{y_a} \cdot 100 = \frac{37,8 \text{ mm}}{112 \text{ mm}} \cdot 100 = 33,75 \%$$

- E_a = Eficiência de Aplicação (%);
- LL = Lâmina Líquida necessária (mm).

100% - E_a = perdas por percolação profunda e por escoamento superficial = **66,25%**



$$P_p = \frac{y_m - LL}{y_a} \cdot 100 = \frac{40,76 \text{ mm} - 37,8 \text{ mm}}{112 \text{ mm}} \cdot 100$$

$$P_p = 2,64 \% < 12 \% \text{ OK}$$

$$P_e = \frac{y_a - y_m}{y_a} \cdot 100 = \frac{112 \text{ mm} - 40,76 \text{ mm}}{112 \text{ mm}} \cdot 100$$

$$P_e = 63,60 \% > 25 \% \text{ alto}$$

Para aumentar a eficiência de aplicação

Perdas por escoamento superficial:

- reduzir a vazão, após a água atingir o final da parcela;
- aumentar o comprimento das parcelas;
- reduzir o gradiente de declive;
- aumentar o perímetro molhado da seção de escoamento;
- contenção de água no final das parcelas;

• Vazão Reduzida (Q_r)

- No tempo de avanço mantém a vazão de 1 L/s
- Na infiltração utiliza Q_r

$$Q_r = 1,1 \cdot \frac{VIB \left(\frac{\text{mm}}{h} \right) \cdot L \text{ (m)} \cdot S \text{ (m)}}{3600}$$

$$Q_r = 1,1 \cdot \frac{9,9 \cdot 170 \cdot 1}{3600} = 0,51 \text{ L/s} = 0,50 \text{ L/s}$$

Lâmina média aplicada com redução de vazão.

$$ya = \frac{\left(61,2 \text{ min} \cdot 1 \frac{L}{S} + 256,32 \text{ min} \cdot 0,51\right) \cdot 60}{170 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}}$$

$$ya = 67,7 \text{ mm}$$

Eficiência de aplicação

Ideal quando $\geq 75\%$ e aceitável quando $\geq 60\%$.

$$Ea = \frac{LL}{ya} \cdot 100 = \frac{37,8 \text{ mm}}{67,7 \text{ mm}} \cdot 100 = 55,8\%$$

- Ea = Eficiência de Aplicação (%);
- LL = Lâmina Líquida necessária (mm).

$100\% - Ea$ = perdas por percolação profunda e por escoamento superficial = **44,2 %**

$$P_p = \frac{y_m - LL}{y_a} \cdot 100 = \frac{40,76 \text{ mm} - 37,8 \text{ mm}}{67,7 \text{ mm}} \cdot 100$$

$$P_p = 4,4 \% < 12 \% \text{ OK}$$

$$P_e = \frac{y_a - y_m}{y_a} \cdot 100 = \frac{67,7 \text{ mm} - 40,76 \text{ mm}}{67,7 \text{ mm}} \cdot 100$$

$$P_e = 39,8 \% > 25 \% \text{ alto}$$

Para aumentar a eficiência de aplicação

Perdas por escoamento superficial:

- ~~reduzir a vazão, após a água atingir o final da parcela;~~
- aumentar o comprimento das parcelas;
- reduzir o gradiente de declive;
- aumentar o perímetro molhado da seção de escoamento;
- contenção de água no final das parcelas;



BONS ESTUDOS!!!

Patricia A A Marques