

# Capacitação Continuada em Fruticultura

*Módulo 3 - Irrigação, fertilidade dos solos, adubação e controle de doenças no maracujazeiro*

25 a 27 de abril de 2012

## MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO EM FRUTEIRAS

Cornélio A. Zolin

Manejo, Conservação e Uso de Recursos Hídricos



**Embrapa**  

---

**Agrossilvipastoril**

# DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO PLANETA TERRA

Volume total de  
água no planeta  
( $1400 \cdot 10^6 \text{Km}^3$ )



Volume de água  
doce (0,003%)



Volume de água  
economicament  
e disponível  
(25%)

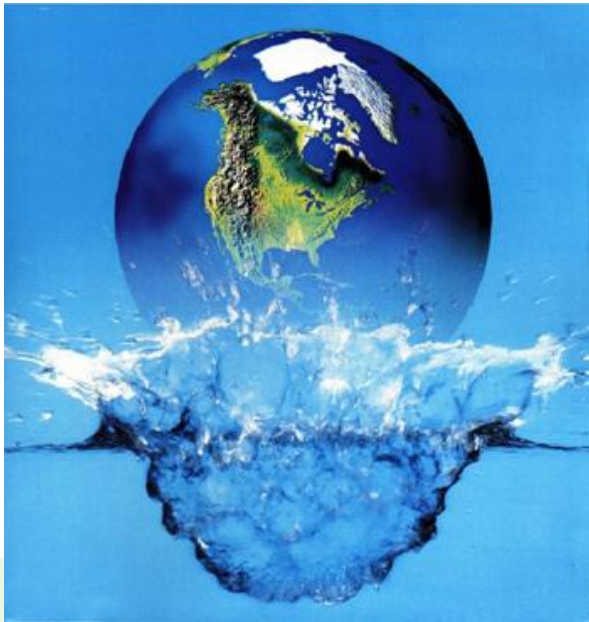


# USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

## USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA



# USO DA ÁGUA PELA IRRIGAÇÃO



**IRRIGAÇÃO**

**70%**

Fonte: ONU, 2011



**69%**

Fonte: Paulino et. al, 2011

# FRUTICULTURA IRRIGADA NO BRASIL



**Cerca de 2,1  
milhões de ha**

# O QUE É IRRIGAÇÃO

**Definição de irrigação:** é a aplicação artificial de água às plantas, visando suprir a falta, insuficiência ou má distribuição das chuvas.

Complementar

→ Planta pode completar o ciclo sem a irrigação.

→ Má distribuição de chuvas.

→ Melhorar a produtividade.

→ Decisão econômica. Região Sudeste.

Essencial ou total

→ Planta não completa o ciclo sem a irrigação. Nordeste e estufas.

# MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO



# ESCOLHA DO MÉTODO DE IRRIGAÇÃO

**Tipo de solo**

**Topografia e tamanho da área**

**Fatores climáticos**

**Manejo da cultura**

**Capacidade de investimento etc...**





# MÉTODOS E SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO PARA FRUTICULTURA

## LOCALIZADA

Gotejamento  
Microaspersão



# VANTAGENS DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

**Controle rigoroso da quantidade de água fornecida às plantas;**

**Economia de água e energia;**

**Menor mão-de-obra para o manejo do sistema;**

**Reduz a incidência de pragas e doenças e o desenvolvimento de ervas daninhas;**

**Permite a quimigação (aplicação de produtos químicos via água de irrigação);**

**Otimiza o uso de fertilizantes;**

**Possibilita o cultivo em áreas com afloramentos rochosos e/ou com declividades acentuadas.**

**Excelente uniformidade de aplicação de água**

# DESVANTAGENS DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

**Ainda possui custo inicial elevado;**

**Potencial de entupimento dos emissores pela deposição de partículas minerais e orgânicas;**

# MANEJO DA IRRIGAÇÃO

MANEJO DE  
IRRIGAÇÃO

Quando Aplicar ?

Quanto Aplicar ?



# IMPORTÂNCIA DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO

A implantação de um programa de manejo apresenta várias vantagens, destacando-se:

- Aumento da produtividade e da rentabilidade,
- Ampliação da área irrigada,
- Otimização da utilização da mão-de-obra, energia elétrica, nutrientes e outros insumos, além da preservação do meio ambiente.

# REPOSTA DAS CULTURAS À LÂMINA DE IRRIGAÇÃO

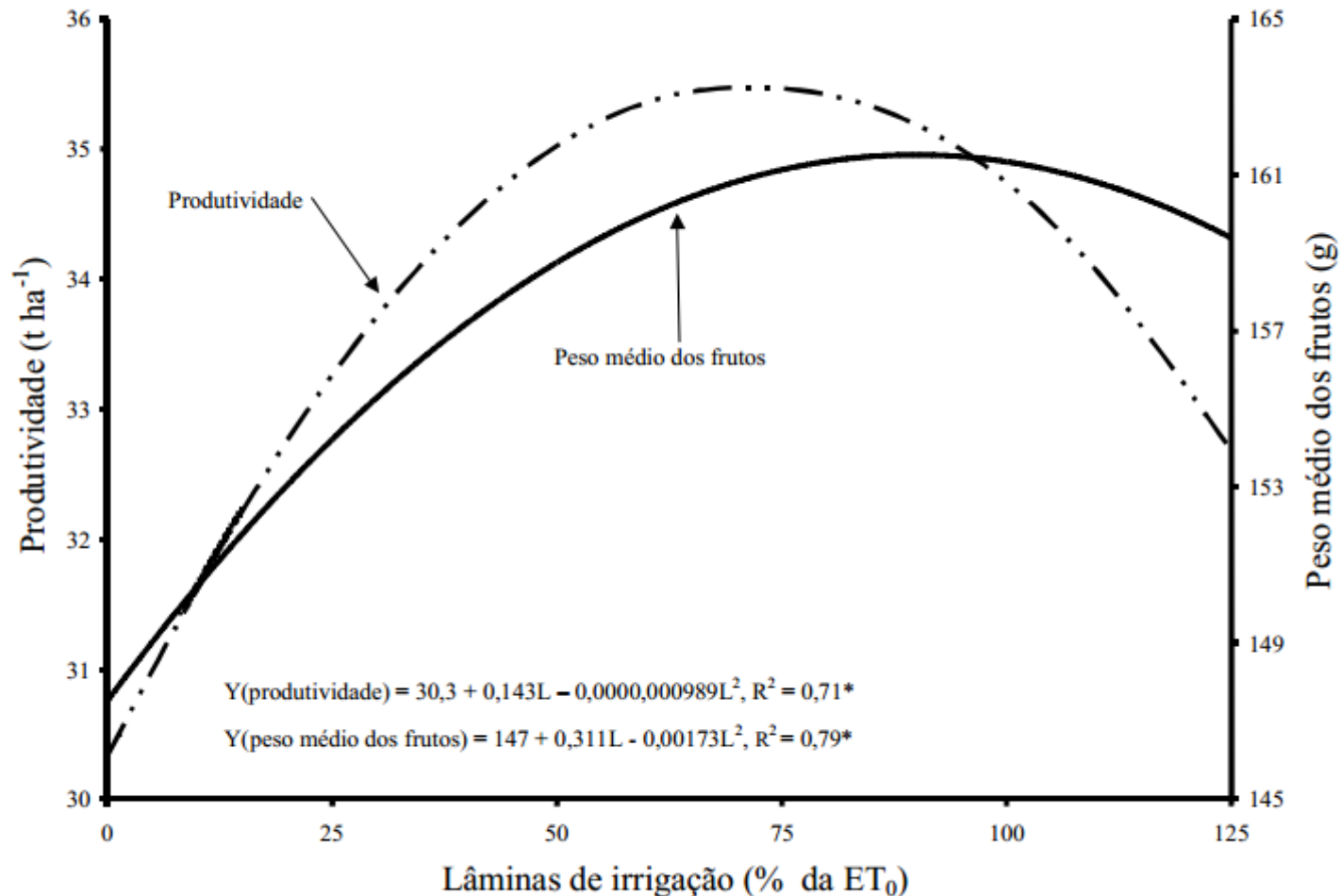


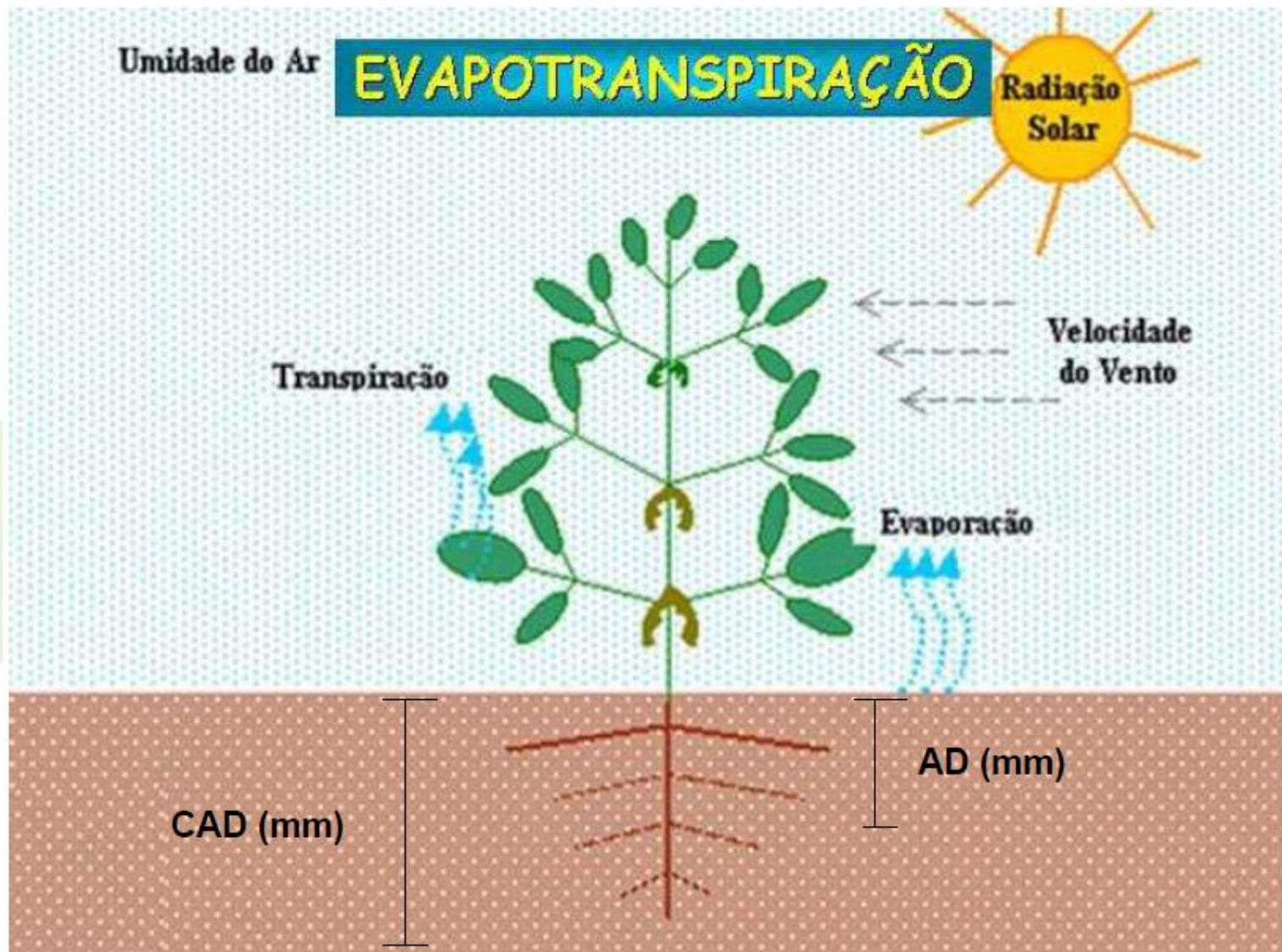
FIG. 3. Produtividade e peso médio (PM) dos frutos do maracujazeiro-amarelo, em função de lâminas de irrigação (% da ET<sub>0</sub>), considerando a média dos tratamentos com adubação nitrogenada.

# MÉTODOS DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO

- 1 - Determinar a quantidade de água presente no solo e aplicar água para elevar o teor de água do solo.
- 2 - Estimar a evapotranspiração da cultura, repondo ao solo a quantidade de água evapotranspirada.

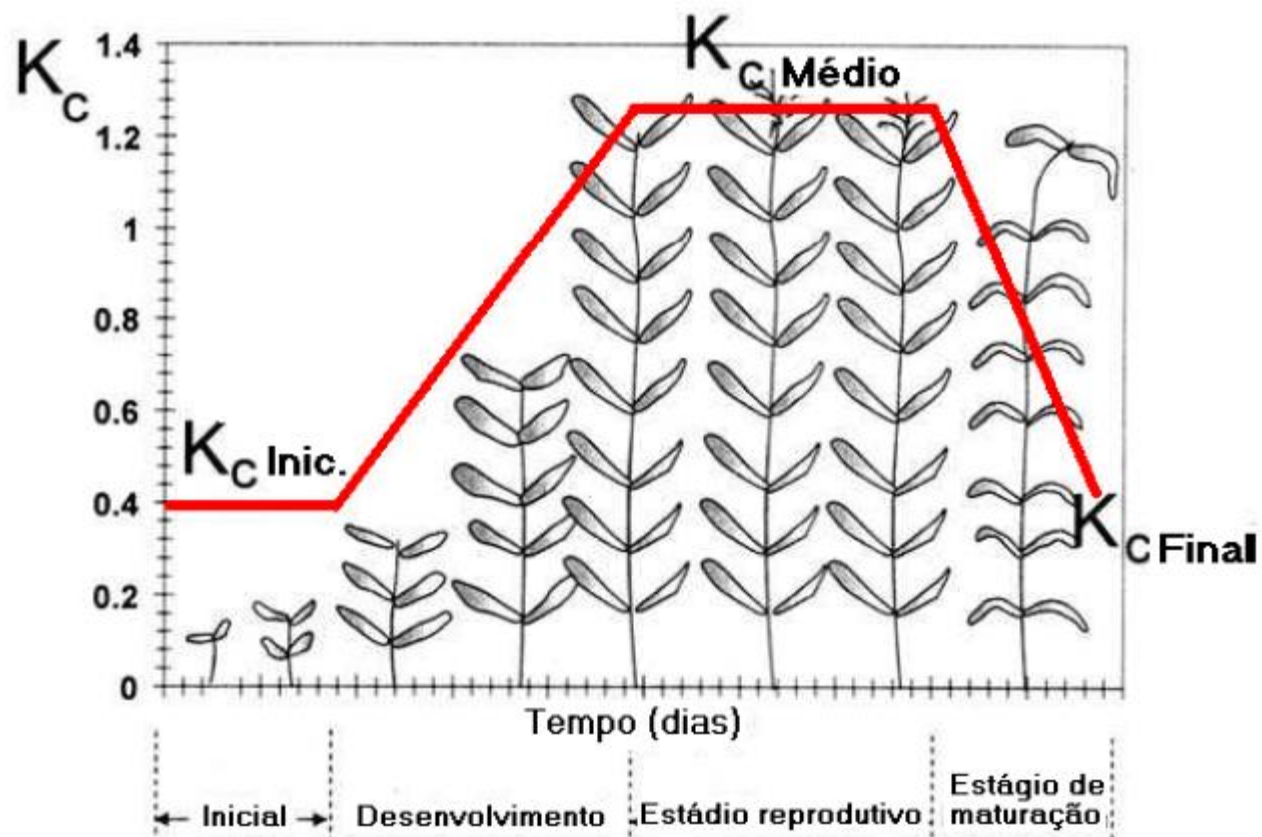
A estimativa da lâmina de irrigação pode ser feita usando dados agroclimáticos ou dados de solo, que pode ser chamada de estimativa **VIA CLIMA** e estimativa **VIA SOLO**, pode-se, também, usar os dois métodos de estimativa da lâmina de irrigação.

# CONSIDERAÇÕES SOBRE MANEJO CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS



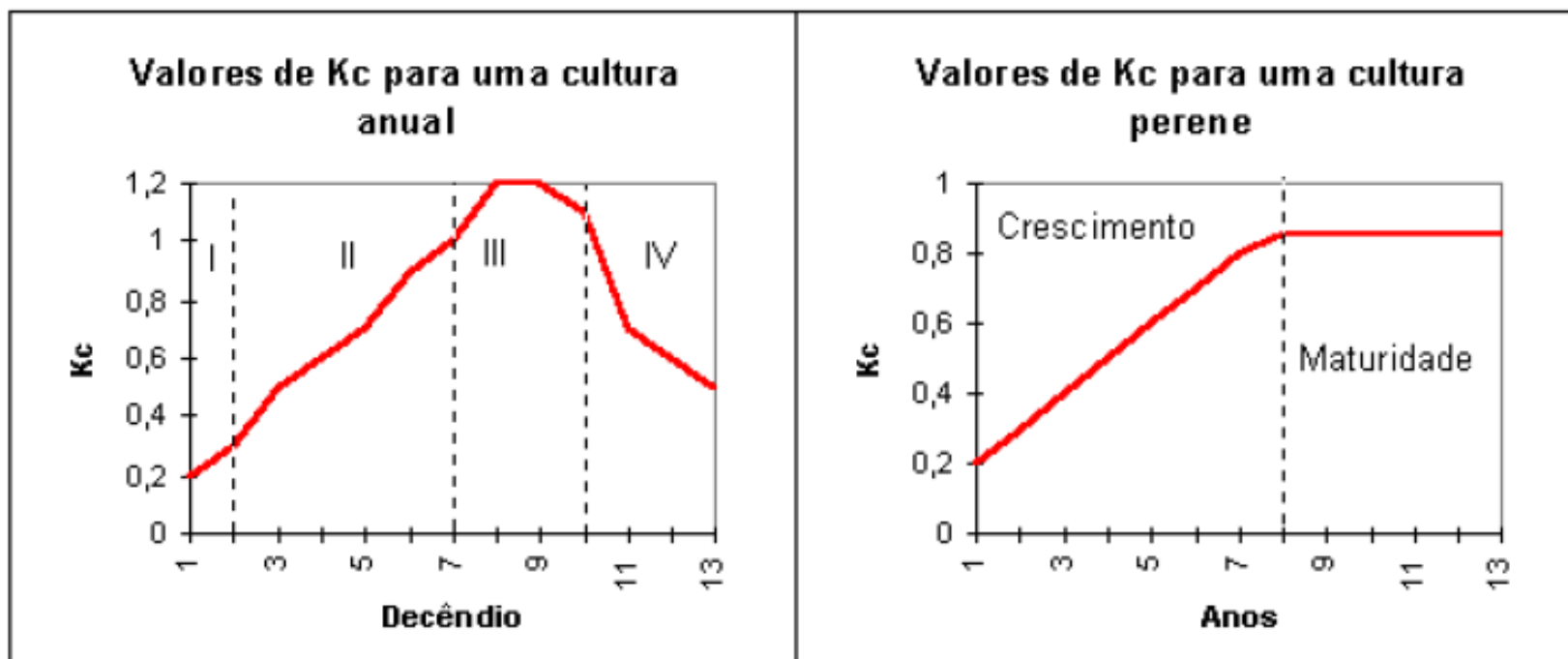


# COEFICIENTE DE CULTIVO ( $K_c$ )



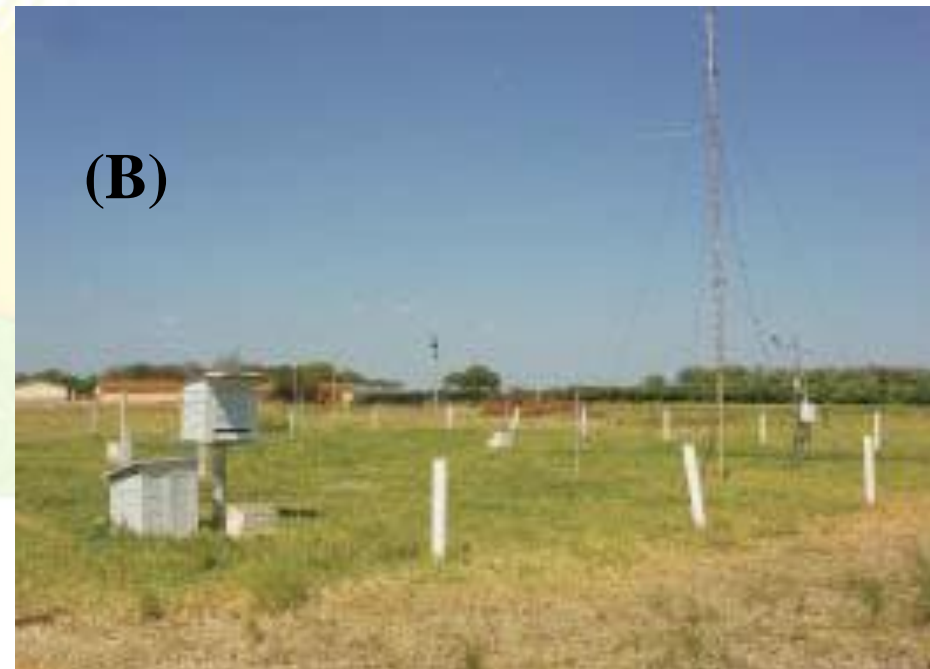
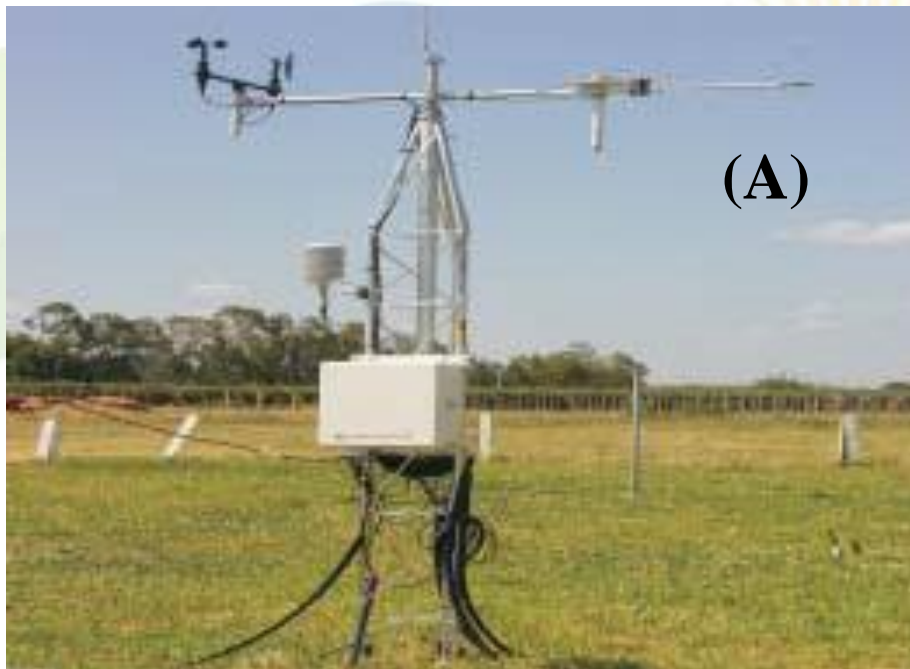
Adaptado FAO Boletim 56 (1998); Pereira et al. (2002).

# COEFICIENTE DE CULTIVO



# DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA – ETo

O valor diário da ETo ( $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) poderá ser calculado com base em dados obtidos em estações agrometeorológicas automáticas (A) ou convencionais (B).



# DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA – $E_{To}$



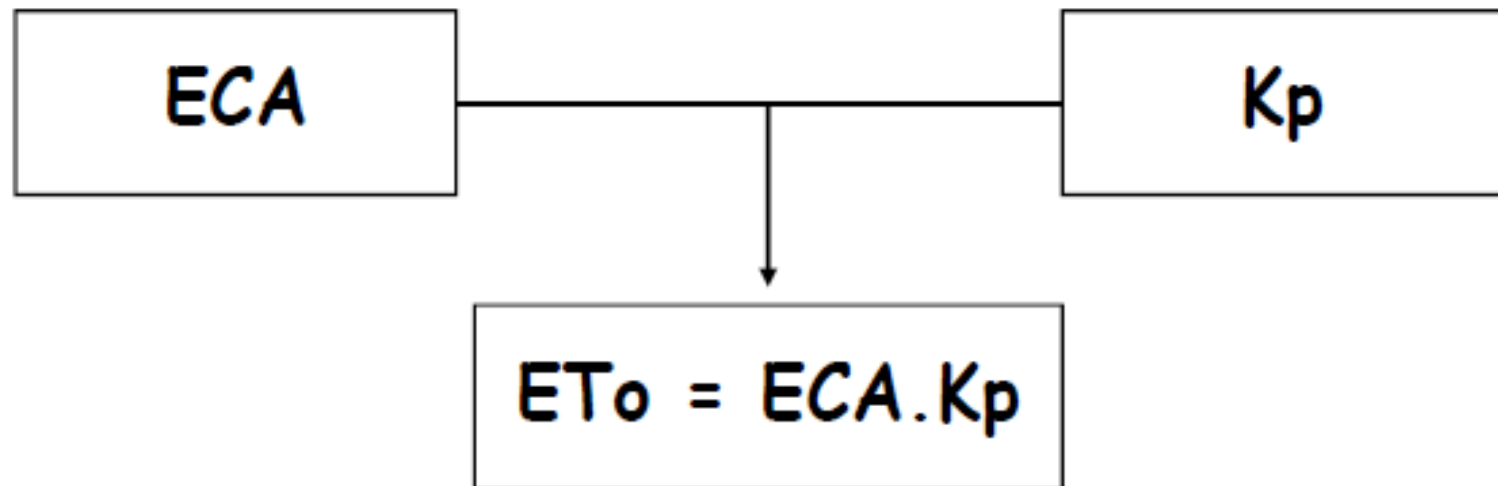
Diâmetro de 121,9cm e altura de 25,4cm.

$$ECA \longrightarrow E_{To} = ECA * K_p$$

## Coeficiente do Tanque Classe A (Kp) para diferentes bordaduras e níveis de umidade relativa e velocidade do vento (Doorenbos & Pruitt, 1997)

		Tanque em Área Gramada			Tanques em Solo Nu		
		Umidade Relativa do Ar (%)					
		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Vento (km/dia)	Raio (m)	(< 40)	(40-70)	(>70)	(< 40)	(40-70)	(>70)
Leve <175	1	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderado 175-425	1	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Forte 425-700	1	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
Muito Forte >700	1	0,40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45


# Método do Tanque Classe A



# EXEMPLO DE CÁLCULO

Determinar a Eto para as seguintes condições:

ECA = 5mm

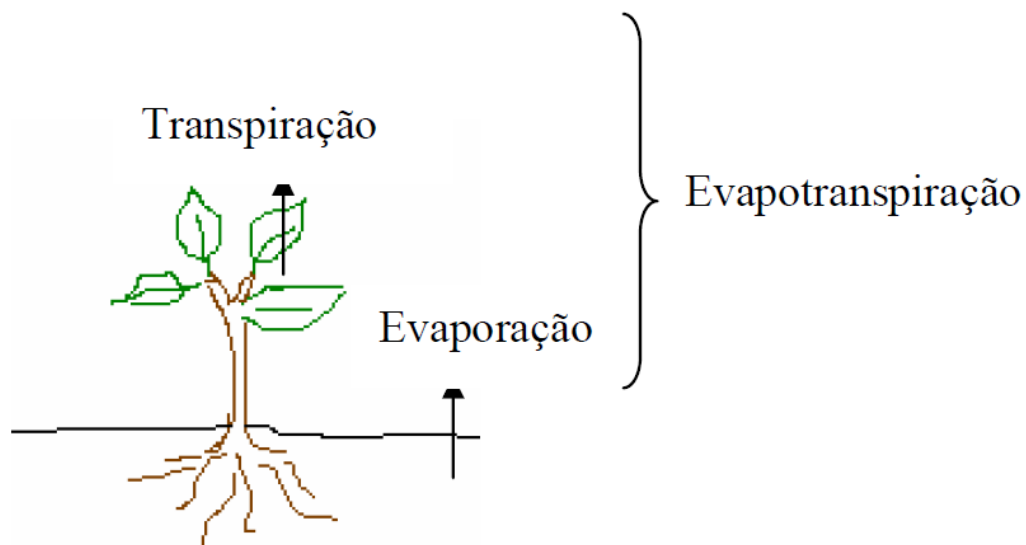
\*Condições de velocidade do vento moderada, raio de bordadura gramada de 10m e UR de 50%)  **Kp = 0,70**

		Tanque em Área Gramada			Tanques em Solo Nu		
		Umidade Relativa do Ar (%)					
		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Vento (km/dia)	Raio (m)	(< 40)	(40-70)	(>70)	(< 40)	(40-70)	(>70)
Leve <175	1	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderado 175-425	1	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65

$$E_{To} = 5\text{mm} * 0,70 = 3,5\text{mm}$$

# CONSUMO DE ÁGUA PELA PLANTA

## Necessidades hídricas das culturas:

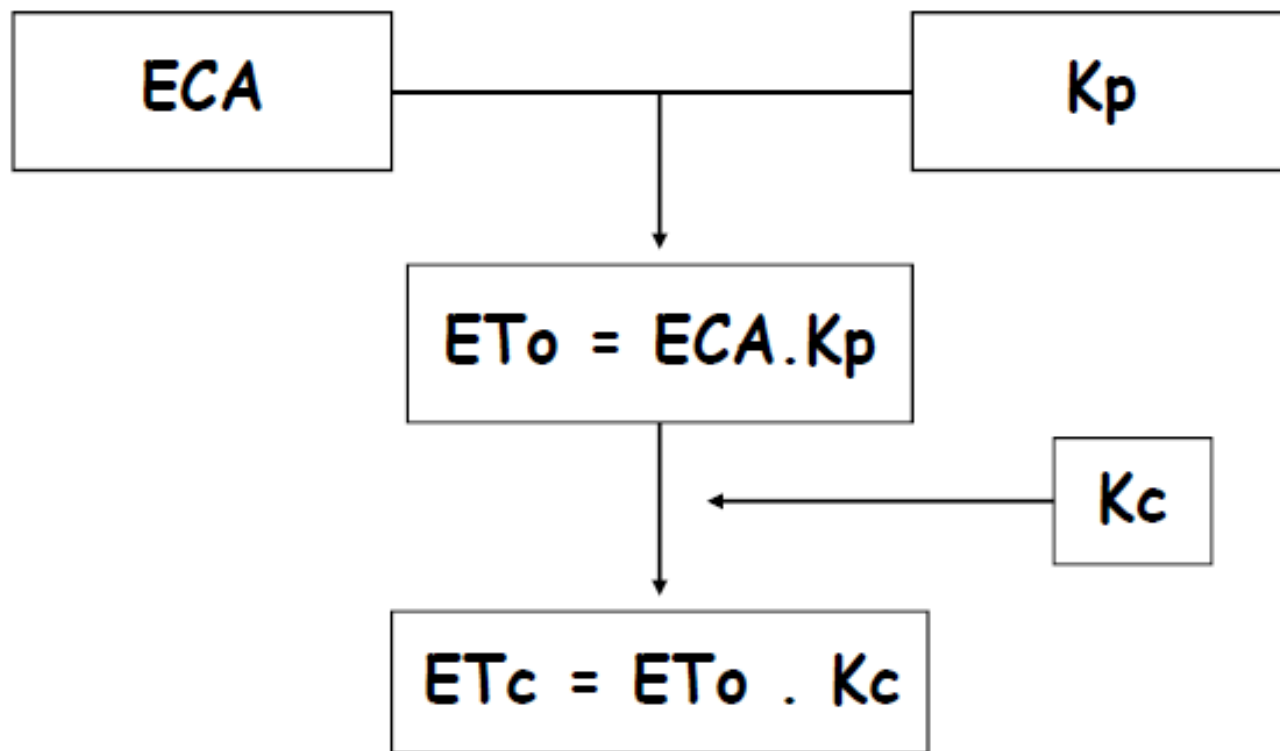


$$ET_c \text{ (mm)} = E_{to} * K_c$$

*Evapotranspiração da cultura*



# Método do Tanque Classe A



# CÁLCULO DO CONSUMO DE ÁGUA DO MARACUJÁ

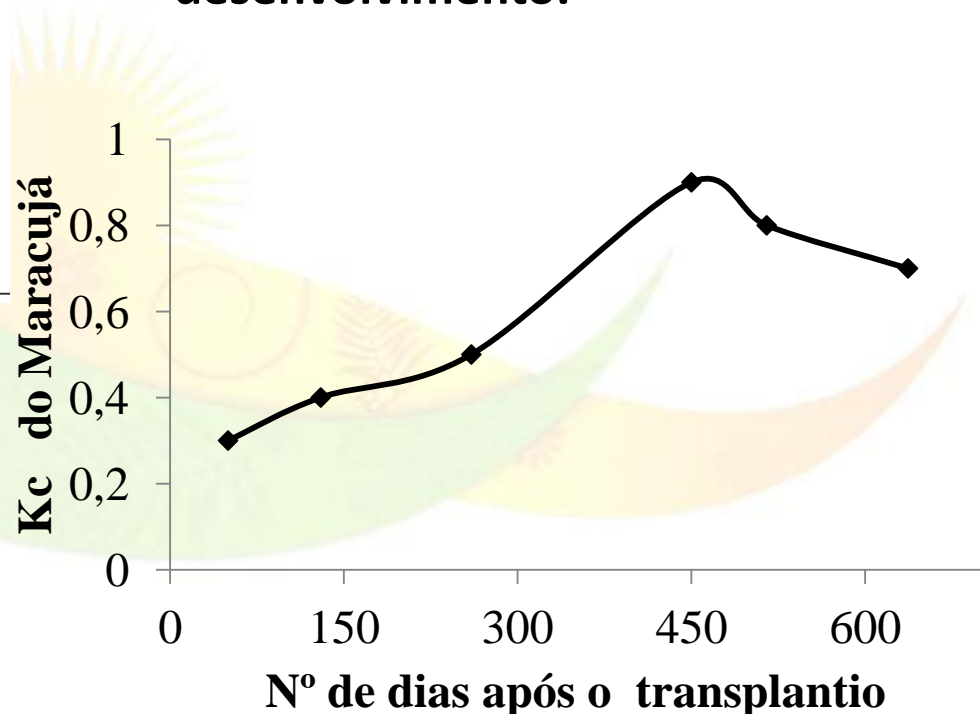
Características fenológicas nos estádios de desenvolvimento do maracuzajeiro Amarelo (Corrêia, 2004). Piracicaba, SP.

Período (DAT)	Estádio Fenológico	Projeção da copa (m <sup>2</sup> )	Kc
1 - 50	Fase juvenil	0,06	0,3
51 - 130	Transição 1	0,09	0,4
131 - 260	Transição 2	1,40	0,5
261 - 450	Adulta 1	3,70	0,9
451 - 515	Repouso	4,00	0,8
516 - 637	Adulta 2	4,00	0,7

Calcular a Etc do maracuzajeiro considerando uma Eto de 3,5 mm e a fase adulta de desenvolvimento.

➤  $ETc = Eto * Kc$

➤  $ETc = 3,5 * 0,9 = 3,15mm$



## VALORES MÉDIOS DO COEFICIENTE DE CULTURA (Kc) PARA DIFERENTES FRUTEIRAS.

Cultura	Kc	Cultura	Kc
Abacateiro	0,75 – 0,95	Macieira	0,95 – 1,20
Abacaxizeiro	0,40 – 0,60	Mangueira	0,75 – 0,95
Bananeira	0,70 – 1,15	Maracujazeiro	0,75 – 0,85
Citros	0,65 - 0,90	Pessegueiro	0,85 – 1,15
Coqueiro	0,80 – 1,00	Videira	0,60 – 0,80

Fontes: Doorenbos & Kassam (1979); Doorenbos & Pruitt (1997); Nogueira et al. (1997); Pereira (1997); Coelho et al. (2000); Conceição (2003a).



## MANEJO DA IRRIGAÇÃO VIA MONITORAMENTO CLIMÁTICO

$$ET_c \text{ (mm)} = ET_o * K_c$$

$$\text{Lamina líquida (mm)} = ET_o * K_c$$

$$\text{Lamina bruta (mm)} = (ET_o * K_c) / \text{eficiência}$$

# CONSIDERAÇÕES SOBRE EFICIÊNCIA DOS MÉTODOS

Vieira, 1986

Sistema de Irrigação	E (%)
Sulcos	40-60
Inundação	50-80
Aspersão	65-85
Gotejamento	75-90
Microaspersão	75-90

$$\text{Lamina bruta (mm)} = (\text{ETo} * \text{Kc}) / \text{eficiência}$$

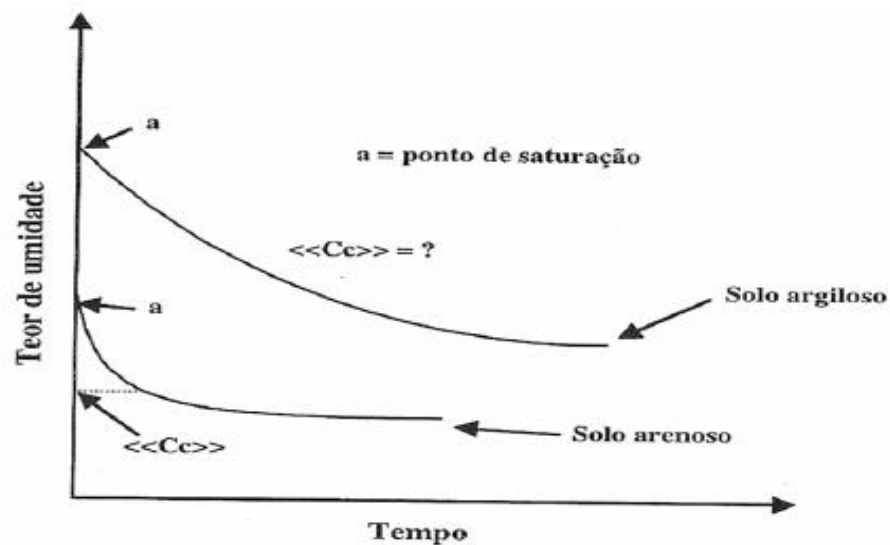
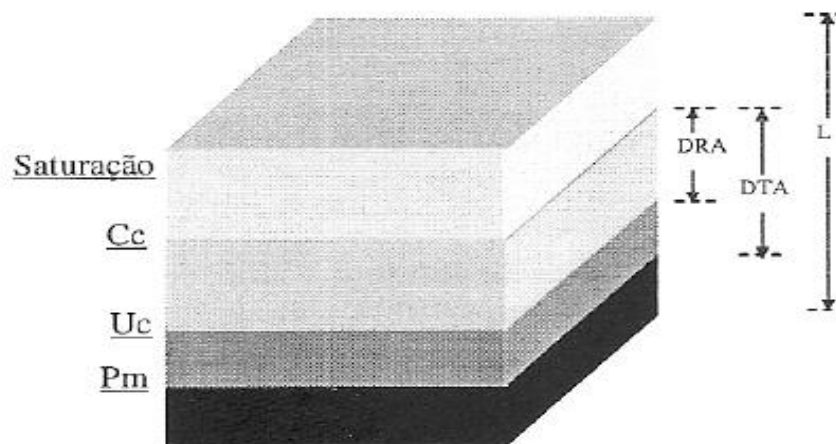
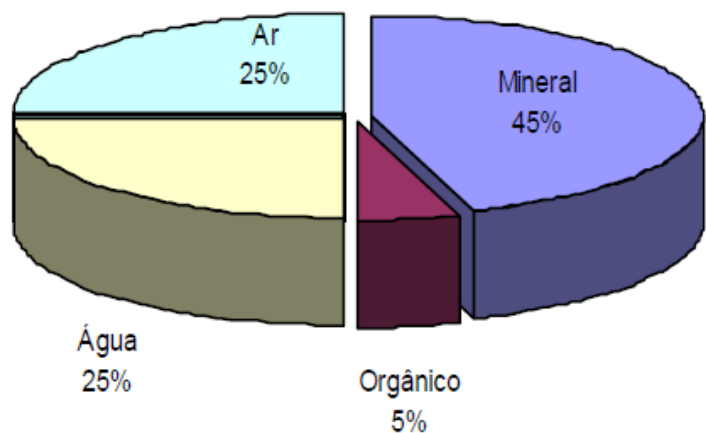
➤  $\text{ETc} = \text{Eto} * \text{Kc}$

➤  $\text{ETc} = 3,5 * 0,9 = 3,15\text{mm}$

➤  $\text{Lamina bruta} = 3,15 / 0,8 = 3,93\text{mm}$

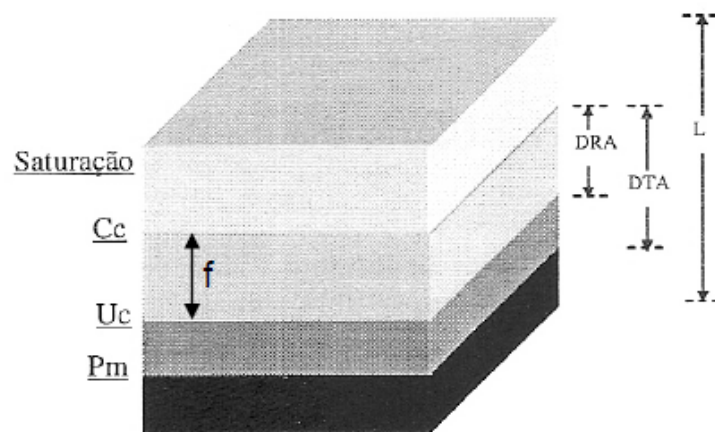
# MONITORAMENTO DA ÁGUA NO SOLO - Considerações

Necessidade no solo



# Coeficiente de esgotamento (f)

- Fator de esgotamento ou de disponibilidade de água no solo:
  - Conceito: é um índice, adimensional, no qual leva-se em consideração até que ponto pode-se deixar o solo secar.



**Figura 13: coeficiente de esgotamento (f) de acordo com a cultura (Bernardo, 2006)**

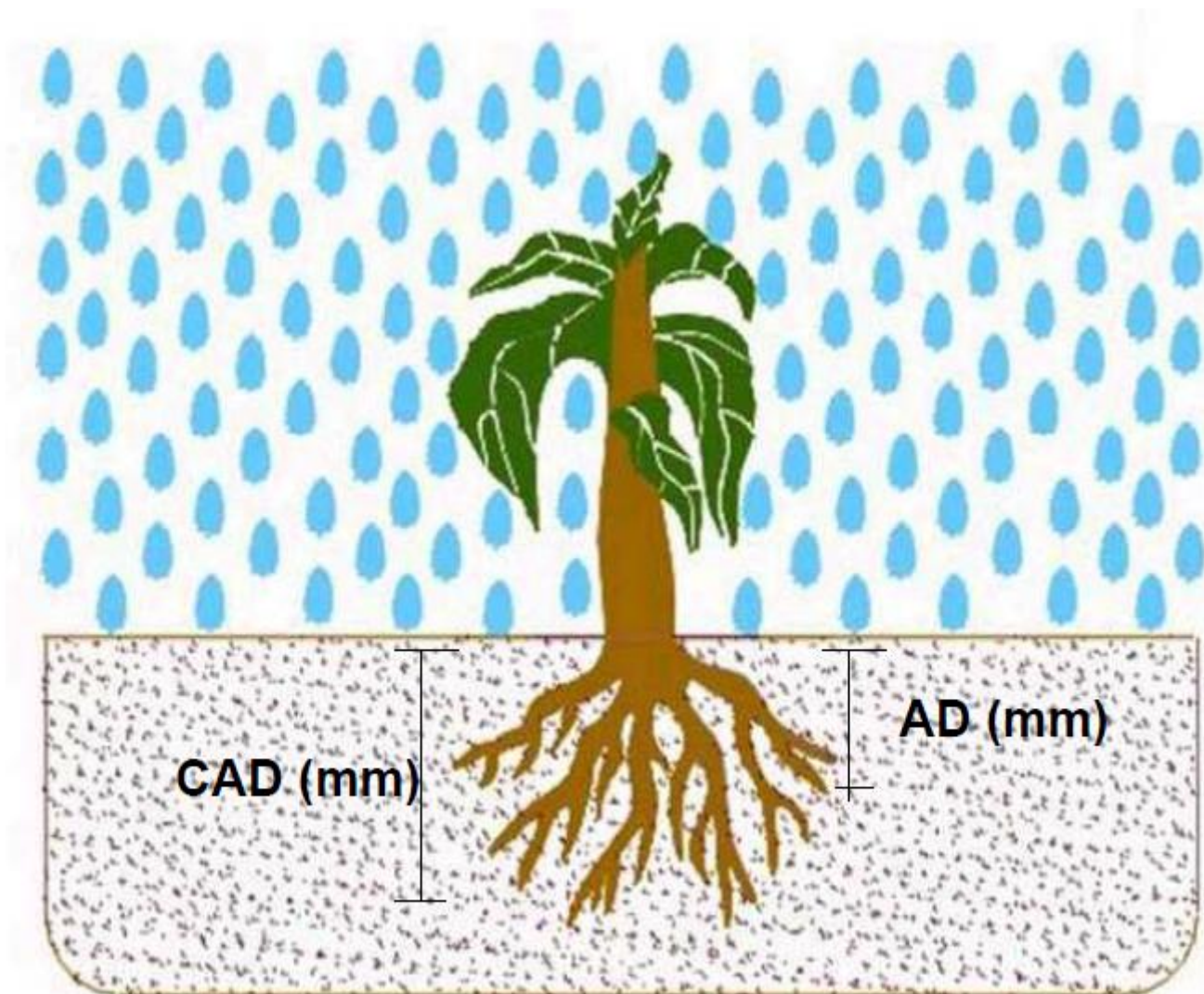
Grupo de culturas	Valores de f
Verduras e legumes	0,2-0,6
Frutas e forrageiras	0,3-0,7
Grãos e algodão	0,4-0,8

# Profundidade efetiva das raízes (Z)

- Conceito:
  - Profundidade na qual pelo menos 80% do sistema radicular esteja disposto
  
- Fatores determinantes
  - Cultura
  - Profundidade do solo
  - Manejo do sistema



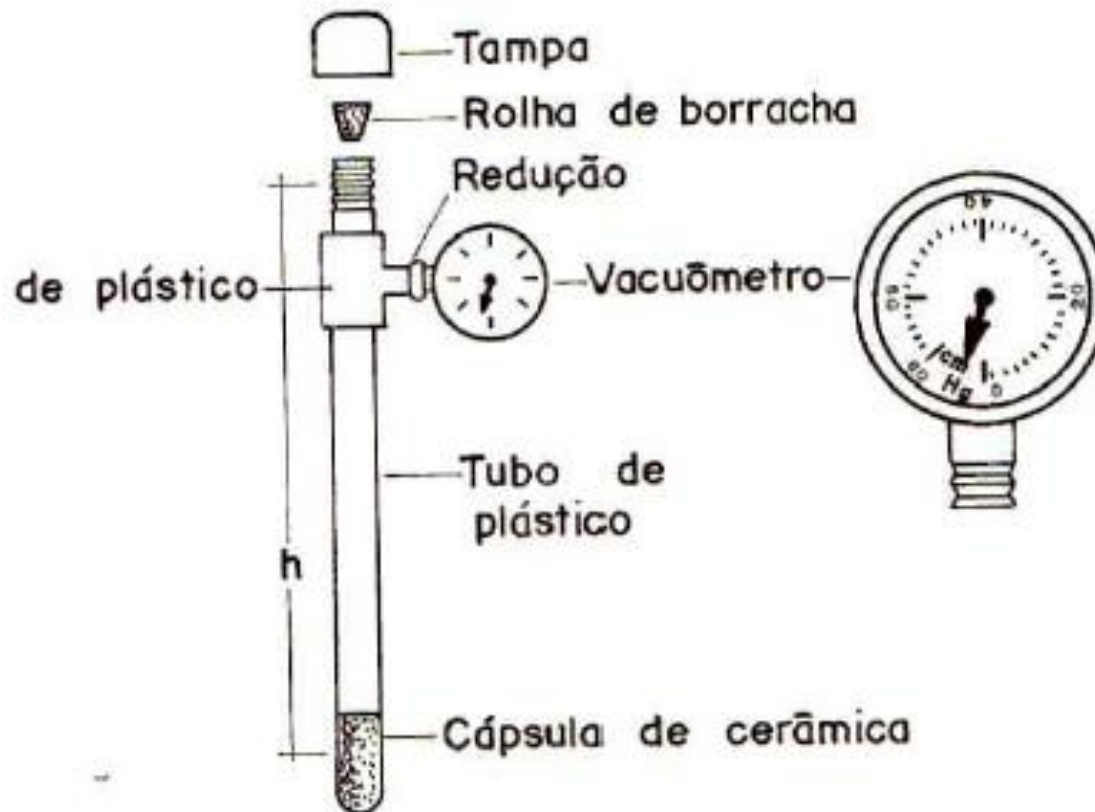
# MONITORAMENTO DA ÁGUA NO SOLO - Considerações



# MONITORAMENTO DA ÁGUA NO SOLO - Considerações

- A água no solo deve ser monitorada constantemente para verificar se o critério adotado para o manejo da irrigação está sendo eficaz.
- Esse monitoramento visa acompanhar a umidade do solo na região das raízes e abaixo delas, para verificar se está havendo déficit hídrico ou se estão ocorrendo perdas por drenagem profunda, respectivamente.
- Um dos equipamentos mais empregados em áreas comerciais para o monitoramento da água no solo é o tensiômetro.

# REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM TENSÍÔMETRO COM VACUÔMETRO



Tensiômetro com vacuômetro para medir a tensão da água no solo.  
Fonte: Silveira & Stone (1994).

# Tensiômetros



# TENCÍMETRO DIGITAL ACOPLADO A UM TENSIÔMETRO

Os tensiômetros são instalados, normalmente, na fileira das culturas entre  $1/4$  a  $1/3$  da distância entre plantas.

- Assim, se essa distância for de 3,00 m, eles devem ser instalados de 0,75 m a 1,00 m de distância das plantas.

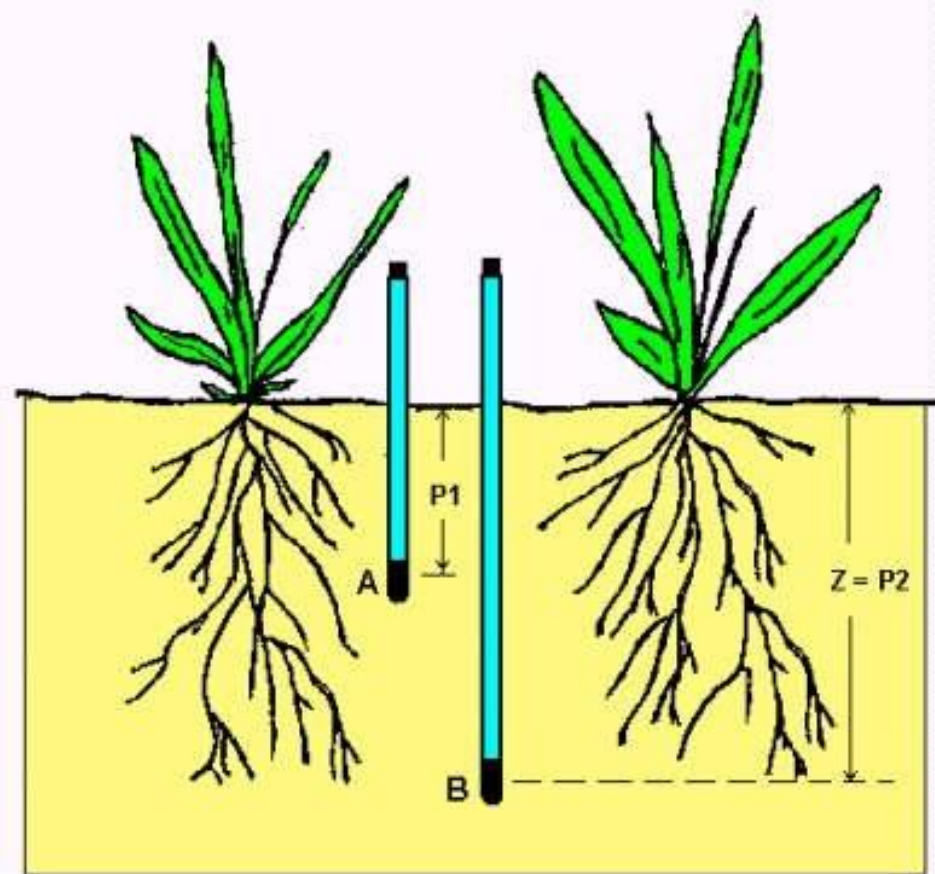
Em caso de plantas de maior espaçamento, na metade da distância representada pelo raio de cobertura da copa da árvore.

- Planta com raio de 4,00 m, os tensiômetros devem ser instalados a cerca de 2,00 m do tronco, dentro da região umedecida pelo microaspersor.

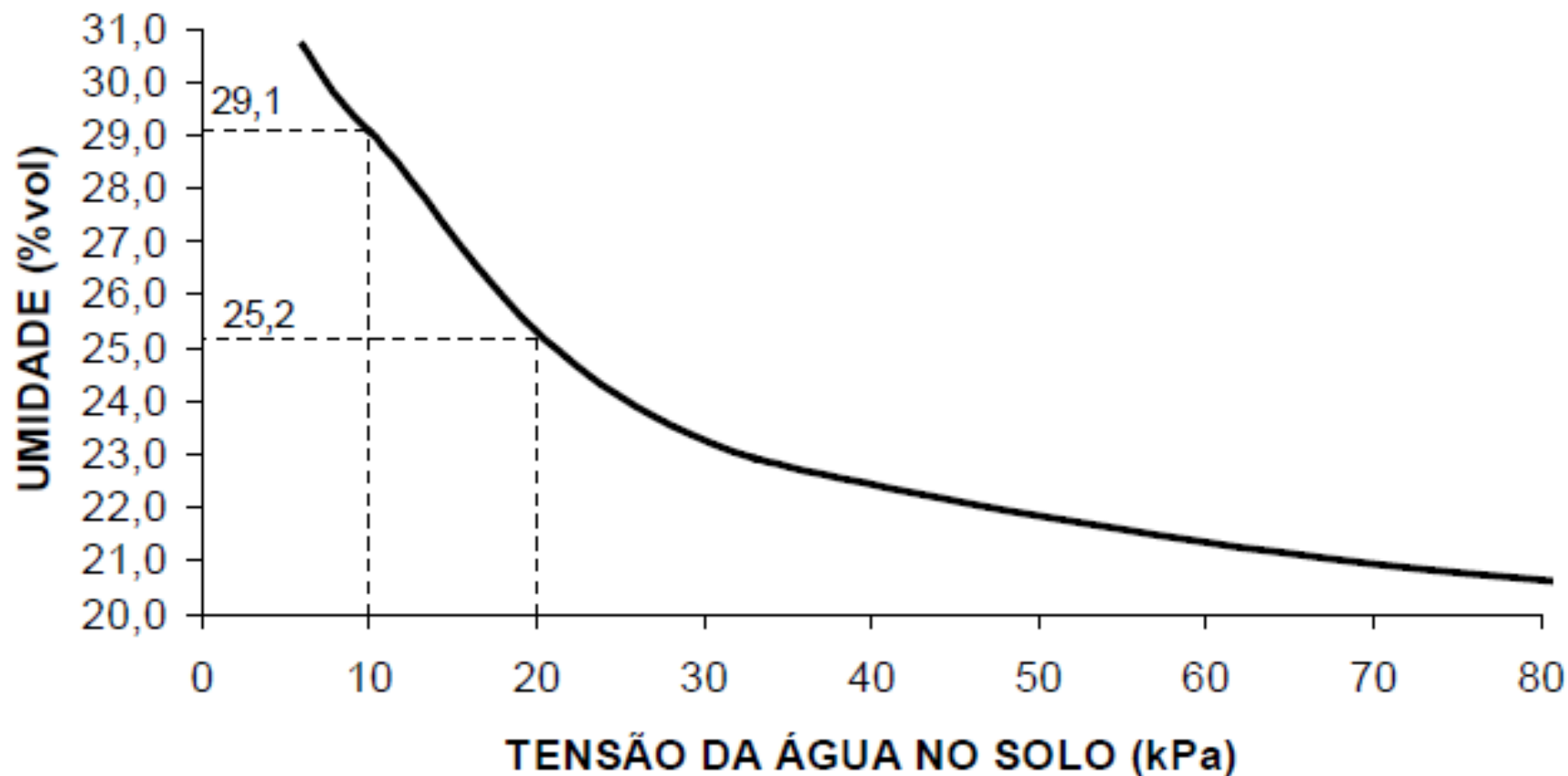


# TENCÍMETRO DIGITAL ACOPLADO A UM TENSIÔMETRO

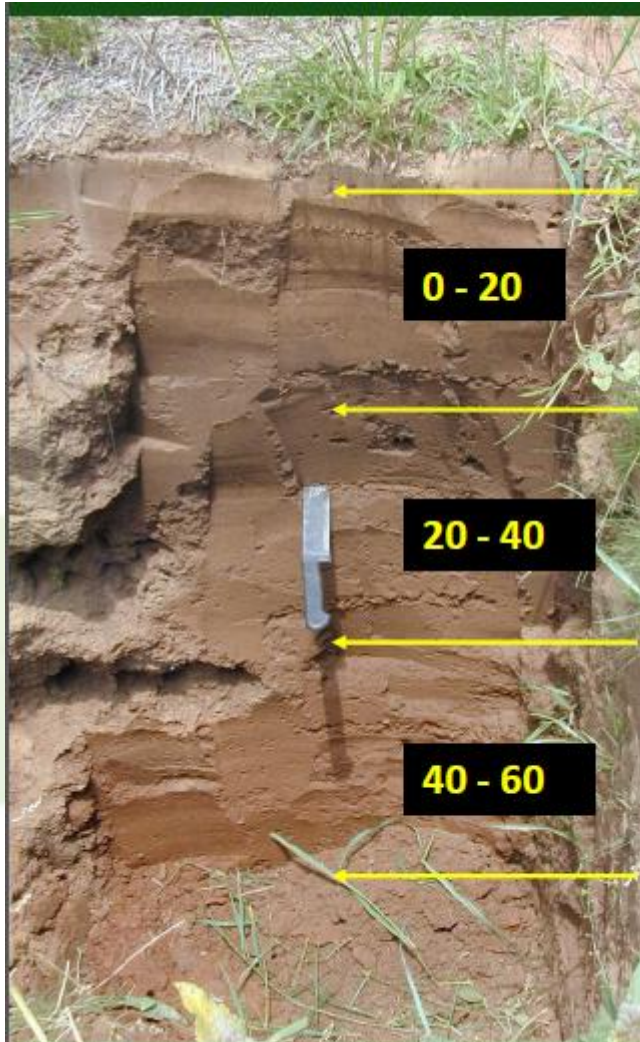
- Em relação à profundidade de instalação, deve-se instalar tensiômetros na região radicular das culturas e imediatamente abaixo delas, para monitorar possíveis perdas por drenagem.
- Se a profundidade efetiva do sistema radicular for de 0,60 m, por exemplo, deve-se instalar tensiômetros a 0,30 m e a 0,70 m de profundidade.



## EXEMPLO DE CURVA DE RETENÇÃO DA ÁGUA NO SOLO.



# COLETAS DE AMOSTRAS INDEFORMADAS DE SOLO





# DETERMINAÇÃO DA CURVA CARACTERÍSTICA DE ÁGUA NO SOLO



- $U_{cc} = 35\%$
- $U_{pm} = 20\%$
- $D_s = 1,4 \text{ g/cm}^3$
- $Z = 0,45 \text{ m}$
- $CAD = (0,35 - 0,20) * 1,4 * 450 \text{ mm}$
- $CAD = 94,5 \text{ mm}$

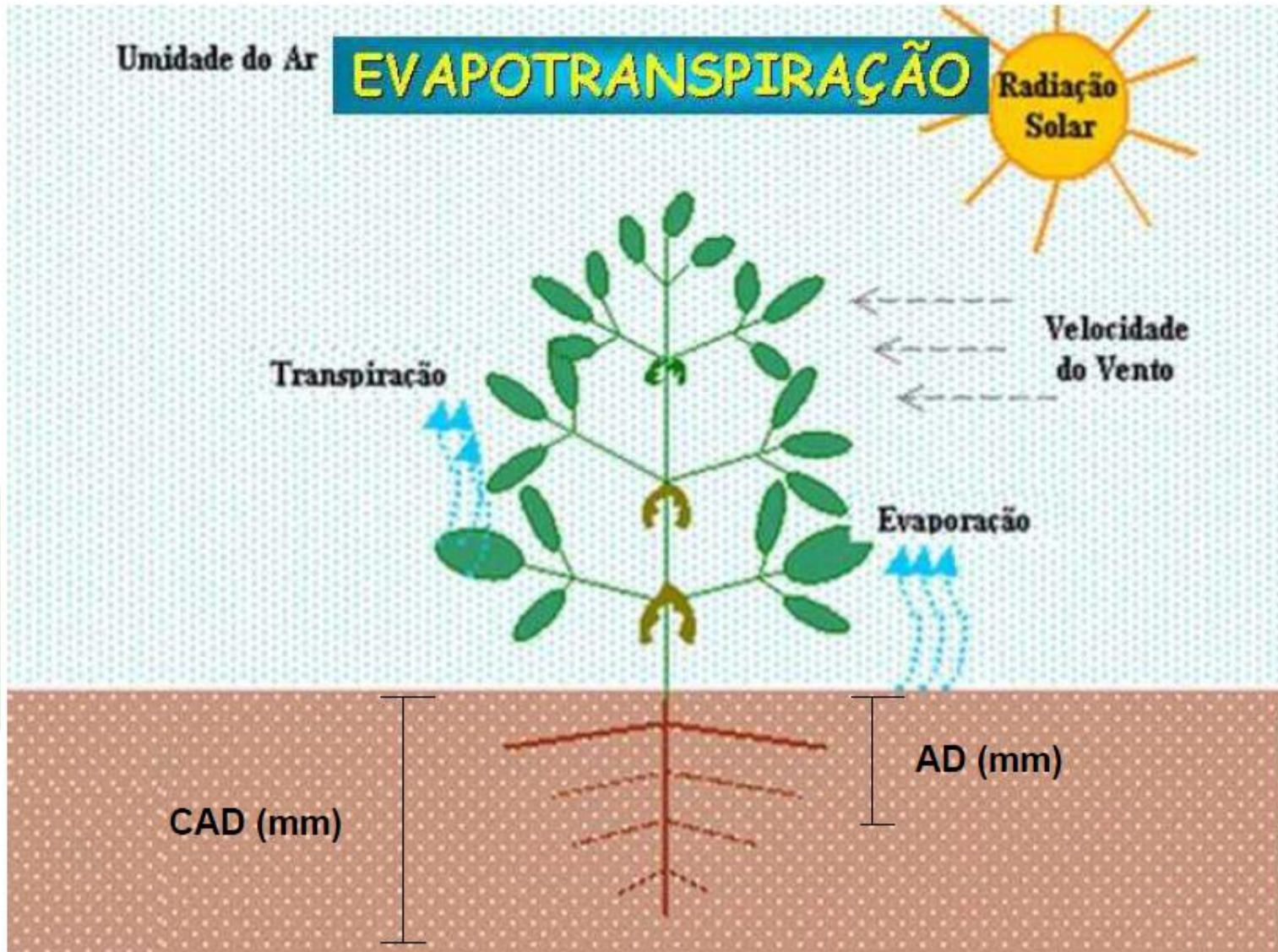
$$CAD \text{ (mm)} = (U_{cc} - U_{pmp}) * d_s * Z$$

# VALORES RECOMENDADOS DA TENSÃO DA ÁGUA NO SOLO (KPA) PARA DIFERENTES FRUTEIRAS

Cultura	Tipo de Solo	
	Arenoso	Argiloso
Abacateiro	55	55
Abacaxizeiro	15	
Bananeira		25-45
Citros	10-20	30-45
Coqueiro	15-25	40-60
Mangueira	15-25	30-60
Maracujazeiro	6	20
Videira	6-10	10-20

Fontes: Nogueira et al. (1997); Coelho et al. (2000); Conceição (2003a).

# RELEMBRANDO



# Reflexão

- Seja uma área com as seguintes características:
  - CC = 32% de peso
  - PMP = 16% de peso
  - $d_g = 1,42\text{g/cm}^3$
  - Sob irrigação total
  - Cultivada com Milho ( $Z=50\text{ cm}$ )
  - $f = 0,40$
- Determine a irrigação total necessária, considerando que o sistema seja aspersão com eficiência de 80%
  - $L_L = (U_{cc} - U_{pm}) * D_s * f * Z$
  - $L_L = (0,32 - 0,16) * 1,42 * 0,4 * 500$
  - $L_L = 45,44\text{ mm}$
  - $L_B = 27 / 0,8 = 56,8\text{mm}$

# REFLEXÃO

Determinar a Lâmina líquida e bruta de irrigação para a cultura do maracujazeiro, considerando os seguintes dados do conjunto Solo-Planta:

- Umidade na Capacidade de Campo (peso)  $U_{cc}=20\%$ ;
- Umidade no ponto de murcha (peso)  $U_{pm}=10\%$ ;
- Densidade do solo ( $D_s$ )=  $1,35\text{g/cm}^3$
- Fator de disponibilidade ( $f$ ) = $50\%$
- Profundidade efetiva das raízes ( $Z$ ) =  $40\text{cm}$
- Irrigação por microaspersão ( $E_f=90\%$ )

- $L_L=(U_{cc}-U_{pm})\cdot D_s\cdot f\cdot Z$

- $L_L=(0,20-0,10)\cdot 1,35\cdot 0,5\cdot 400$

- $L_L= 27 \text{ mm}$

- $L_B=27/0,9= 30\text{mm}$

# EXEMPLO DE PLANÍLHA DE CALCULO

Dados: Cultura do Maracujazeiro

CAD do solo = 40mm

Fator de disponibilidade (f)= 0,5

AD=20mm

Kc=0,75

Dia	ET <sub>o</sub> (mm)	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm)	P (mm)	ET <sub>ca</sub> (mm)	AVISO
1	3,1	0,75	2,3	-	2,3	-
2	4,2	0,75	3,1	-	2,3 + 3,1 = 5,4	-
3	5,0	0,75	3,7	-	5,4 + 3,7 = 9,1	-
4	5,1	0,75	3,8	-	9,1 + 3,8 = 12,9	-
5	4,6	0,75	3,4	7,0	12,9 + 3,4 - 7,0 = 9,3	-
6	5,1	0,75	3,8	-	9,3 + 3,8 = 13,1	-
7	4,8	0,75	3,6	-	13,1 + 3,6 = 16,7	IRRIGAR
8	4,7	0,75	3,5	-	3,5	-
9	4,5	0,75	3,4	-	3,5 + 3,4 = 6,9	-
10	4,7	0,75	3,5	-	6,9 + 3,5 = 10,4	-

ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração de referência; K<sub>c</sub> é o coeficiente da cultura; ET<sub>c</sub> é a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub> = ET<sub>o</sub> . K<sub>c</sub>); P é precipitação pluvial; e ET<sub>ca</sub> é a evapotranspiração acumulada (soma dos valores diários de ET<sub>c</sub> menos o valor de P, quando houver chuva).

Fonte: Conceição, M.A.F. (2005)



**MUITO OBRIGADO!**

**Cornélio A. Zolin**

**[Cornelio.zolin@embrapa.br](mailto:Cornelio.zolin@embrapa.br)**