



GENERALITAT  
VALENCIANA

**ivia**  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

# I Jornada sobre Riego y Fertilización de los Cítricos

## Necesidades Hídricas de los Cítricos

**Eduardo Badal Marín**

Servicio de Tecnología del Riego (STR)  
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

**riegosivia**  
instituto valenciano  
de investigaciones agrarias

# IDEAS GENERALES



<i>Superficie CULTIVO CV (ha)</i>	<i>2021</i>	
<i>Secano</i>	<i>312.099</i>	<i>48%</i>
<i>Regadío</i>	<i>339.375</i>	<i>52%</i>
<b>TOTAL</b>	<b>651.474</b>	



**CV**  
Riego localizado: **71%** superficie regada  
Riego por gravedad: **29%** superficie regada

<i>CÍTRICOS CV</i>	<i>2021</i>	
<i>Superficie (ha)</i>	<i>158.785</i>	
<i>Producción (t)</i>	<i>3.233.414</i>	

*45% naranjo dulce*  
*44% mandarino*  
*10% limonero*



**Eficiencia desde origen hasta parcela**



**Eficiencia de aplicación en parcela**



**GENERALITAT  
VALENCIANA**

**ivia**  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries



# Necesidades de Agua en Cítricos Diseño Agronómico

# Diseño Agronómico

- Es la **componente esencial** y primera fase del **diseño** de cualquier tipo de **riego**, con el se determina la **cantidad de agua** que ha de transportar la instalación para **satisfacer** la demanda de los **cultivos** en el momento de **máximas necesidades**.

Diseño hidráulico



- Dos fases para su desarrollo:

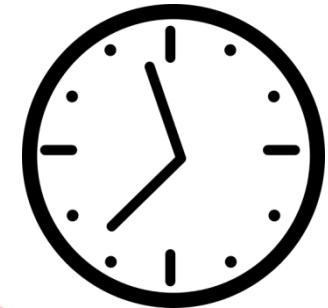
1. Cálculo de las **Necesidades Netas de Riego (NRn)**

$$ET_c = ET_o * K_c$$

$$NR_N = ET_c - P_{ef}$$

2. Determinación de:

- a) Nº emisores/planta
- b) Caudal unitario
- c) Dosis, Frecuencia y Tiempo de Riego



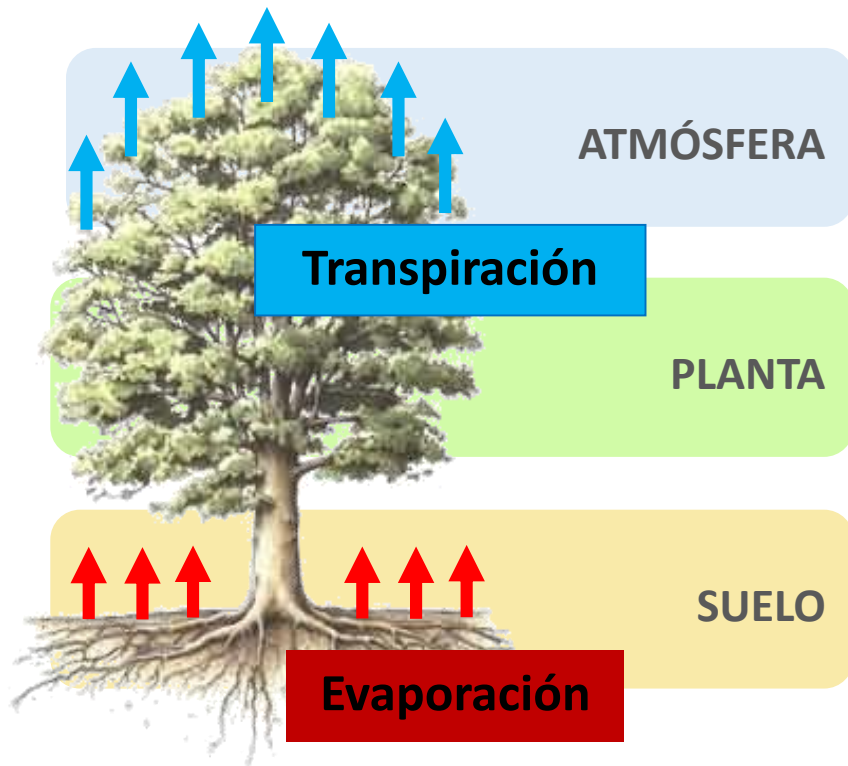
GENERALITAT  
VALENCIANA

ivia  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

# NECESIDADES DE RIEGO

## 1. Necesidades Netas de Riego. $NR_N = ET_c - P_{ef}$

Con el riego hay que reponer el agua que se consume en el suelo



$$NR_N = ET_c - P_{ef}$$

$$ET_c = ET_o * K_c$$



Penman-Monteith (Allen et al., 1998)

$T^a$  mínima  
 $T^a$  máxima  
HR mínima  
HR máxima  
Radiación solar  
Velocidad del viento

Inciendo sobre variables climáticas y manejo → Eficiencia del riego y la productividad del agua

# NECESIDADES DE RIEGO



Sistema de  
Información Agroclimática  
para el Regadío



<https://portal.mapa.gob.es/websiar/Inicio.aspx>



necesidades de riego



estado del cultivo



datos meteo



predicción



mi cultivo



editar cultivo

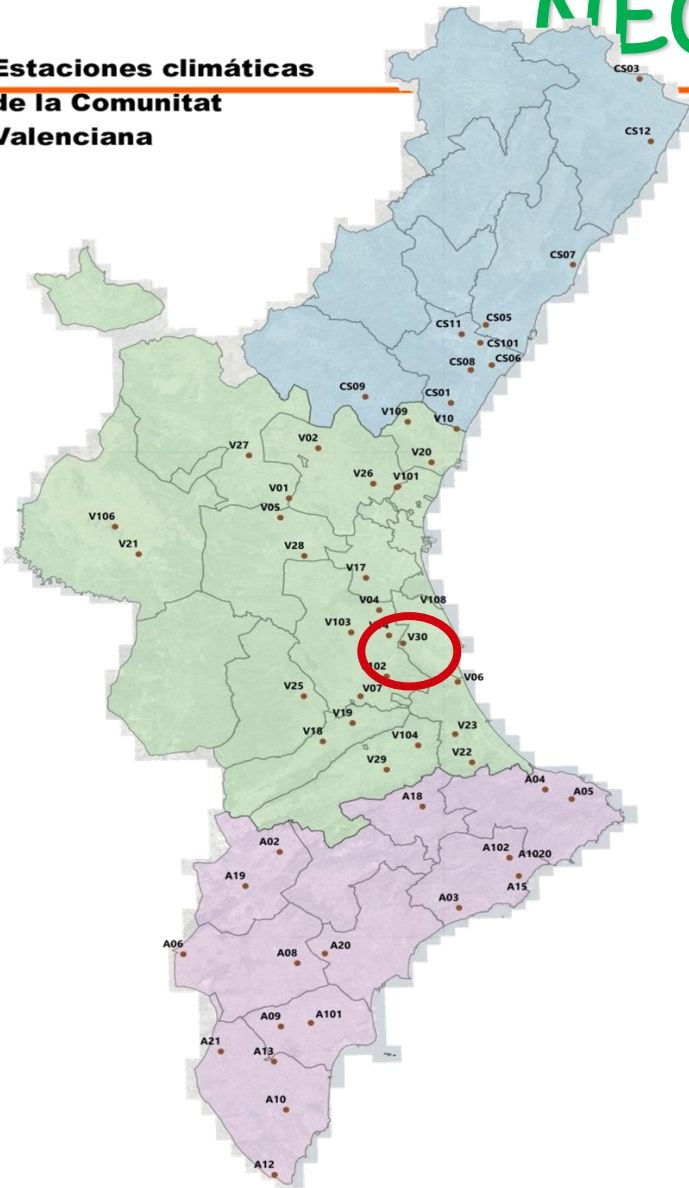


eliminar cultivo



# NECESIDADES DE RIEGO

Estaciones climáticas  
de la Comunitat  
Valenciana



riegosivia

instituto valenciano  
de investigaciones agrarias



Inicio

Investigación y transferencia

Red SIAR

Meteorología

Necesidades de riego

<http://riegos.ivia.es/>



Finca Sinyent. AVA

<input type="checkbox"/>	Estación	Provincia	Instalación	Fecha primer dato	Fecha último dato	Estado
<input checked="" type="checkbox"/>	Polinyà de Xúquer	Valencia	09/04/2015	09/04/2015	18/01/2024	Sin incidencias

# NECESIDADES DE RIEGO

## ▶ CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

Mis parcelas:  Provincia:   Estación Propia

	Estación	Provincia	Término	Instalación	Fecha primer dato	Fecha último dato	Estado
<input checked="" type="checkbox"/>	Polinyà de Xúquer	Valencia	Polinyà de Xúquer	09/04/2015	09/04/2015	22/01/2024	Sin incidencias



Cultivo\*

**Naranja**

### ▶ PARCELA

Diámetro de copa\*

m

Marco de plantación\*

DP\*  DF\* =  m<sup>2</sup>

### ▶ INSTALACIÓN DE RIEGO

Número de emisores por planta\*

emisores/planta

Caudal unitario (Qu)\*

litros/hora

Eficiencia de la Instalación (EA)  %

Coefficiente de parcela (CP)

Período de cálculo\*

-

Utilizar precipitación

Si

Realizar cálculo

Mes	Desde	Hasta	ET <sub>o</sub> Reg	Días con datos	ET <sub>o</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	P	P <sub>u</sub>	P <sub>e</sub>	Nec. riego	Nec. riego brutas	Factor de modulación	Litros/planta	Horas riego
1	08/01/2024	14/01/2024	6.79	7	6.79	0.586	3.98	1.85	0	0	3.98	4.42	<input type="text" value="100"/>	109.51	03:02
TOTALES			6.79	7	6.79	0.586	3.98	1.85	0	0	3.98	4.42		109.51	<b>03:02</b>

**Este procedimiento no proporciona pauta alguna en cuanto a las dosis y frecuencias adecuadas**



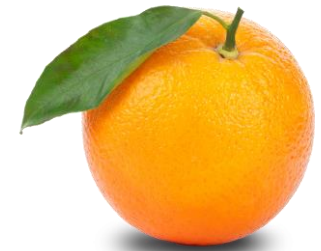
# NECESIDADES DE RIEGO

## ▲ RESULTADOS PROGRAMACIÓN ANUAL ORIENTATIVA

Mes	ETo	Kc	ETc	P	Pu	Pe	Nec. riego	Nec. riego brutas	Factor de modulación	m³/Ha	Litros/planta	Horas riego	Horas riego semanales
Enero	45.8	0.584	26.73	62.49	34.45	21.61	5.12	5.69	100	56.86	125.08	03:54	00:58
Febrero	55.16	0.575	31.69	20.29	20.17	12.65	19.04	21.16	100	211.55	465.42	14:32	03:38
Marzo	83.49	0.584	48.72	83.35	45.2	28.35	20.37	22.63	100	226.32	497.89	15:33	03:53
Abril	94.88	0.548	52	61.27	43.16	27.07	24.93	27.7	100	277.01	609.41	19:02	04:45
Mayo	139.09	0.486	67.63	34.39	27.74	17.4	50.23	55.81	100	558.06	1227.73	1d 14:22	09:35
Junio	157.87	0.548	86.53	26.64	26.46	16.6	69.93	77.7	100	777.02	1709.45	2d 05:25	13:21
Julio	167.48	0.601	100.66	13.59	13.42	8.42	92.24	102.49	100	1024.86	2254.69	2d 22:27	17:37
Agosto	146.78	0.698	102.51	16.1	16.03	10.06	92.45	102.72	100	1027.22	2259.89	2d 22:37	17:39
Septiembre	102.12	0.654	66.78	105.33	59.63	37.41	29.37	32.63	100	326.32	717.91	22:25	05:36
Octubre	69.46	0.742	51.56	51.54	43.82	27.49	24.07	26.74	100	267.42	588.31	18:22	04:36
Noviembre	48.12	0.645	31.06	116.59	52.18	32.73	0	0	100	0	0	00:00	00:00
Diciembre	39.28	0.557	21.86	57.06	33.46	20.99	0.87	0.97	100	9.68	21.29	00:40	00:10
<b>TOTALES</b>	<b>1149.53</b>	<b>0.602</b>	<b>687.72</b>	<b>648.64</b>	<b>415.72</b>	<b>260.78</b>	<b>428.61</b>	<b>476.23</b>		<b>4762.31</b>	<b>10477.08</b>	<b>13d 15:24</b>	<b>3d 09:52</b>



**4800 m³/ Ha**



**GENERALITAT  
VALENCIANA**

**ivia**  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

<http://riegos.ivia.es/>



Buscar



# CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

**riegosivia**  
instituto valenciano  
de investigaciones agrarias

0:01 / 4:37



CÁLCULO DE NECESIDADES DE RIEGO

 **riegos ivia**  
69 suscriptores

Estadísticas

Editar vídeo



6



Compartir

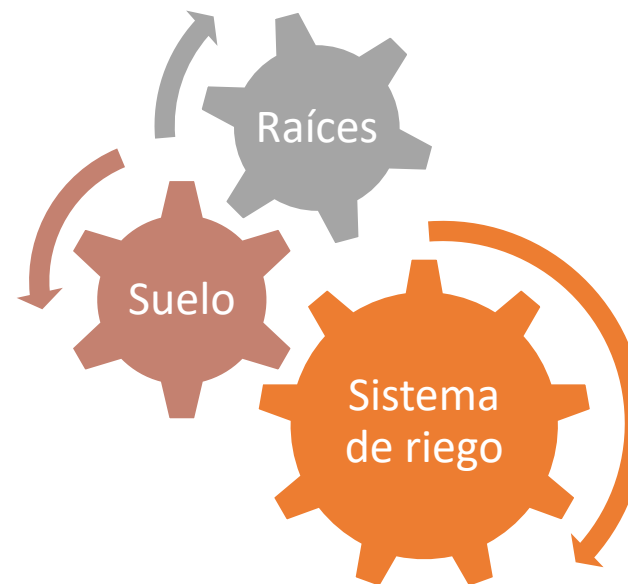
Descargar

Clip



# MANEJO DEL RIEGO

¿Qué debo tener en cuenta para definir la programación del riego?

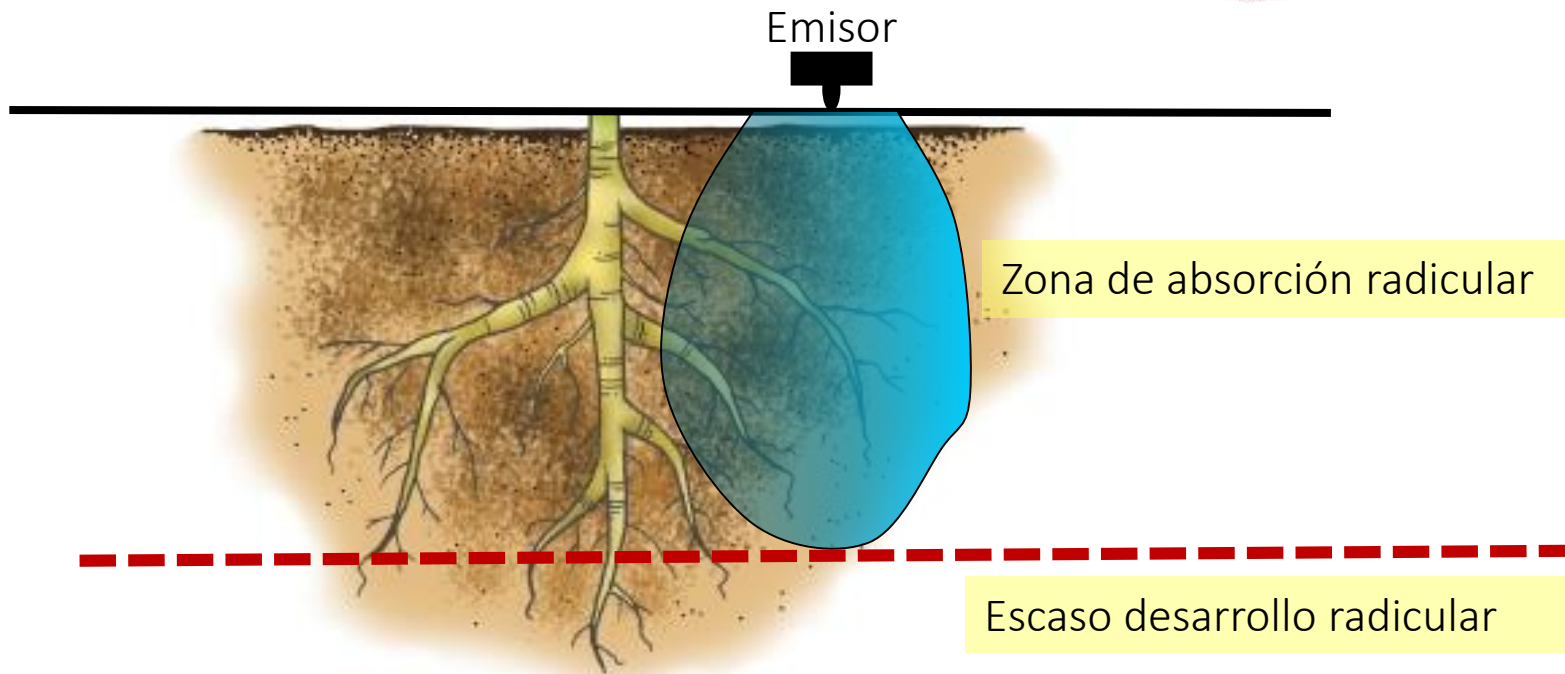


# 1. RAÍCES

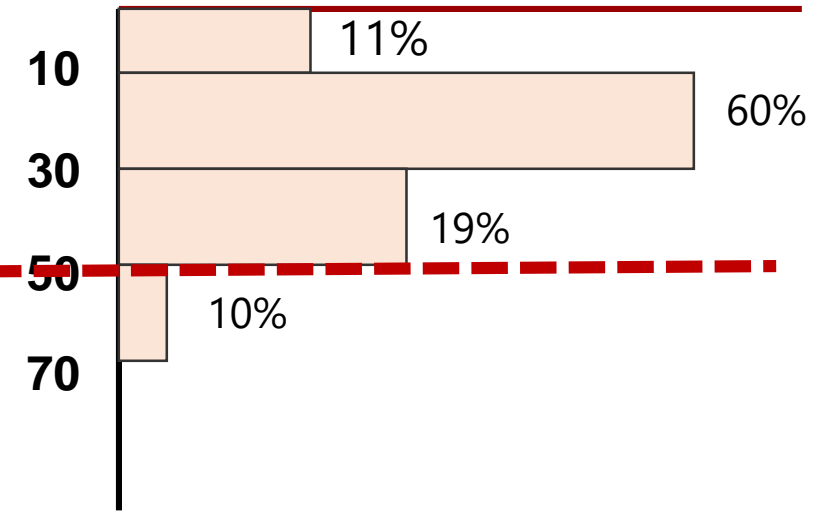
## Morfología sistema radicular



90% raíces -- 50 cm



Prof. cm



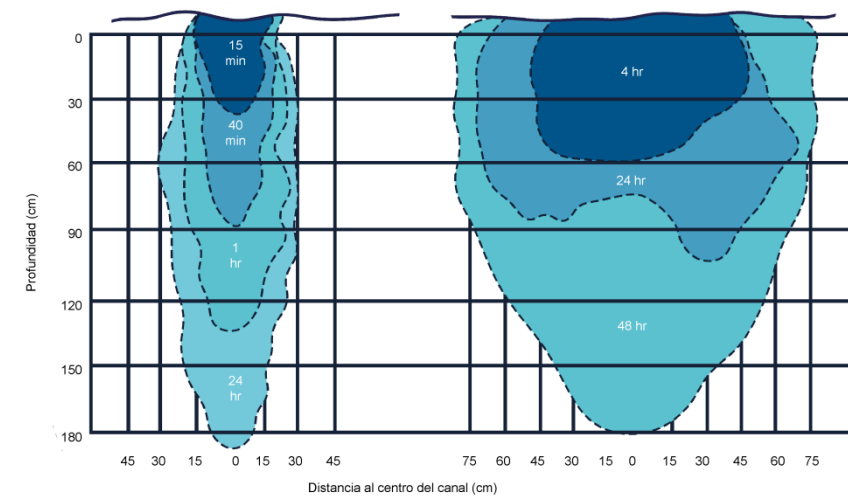
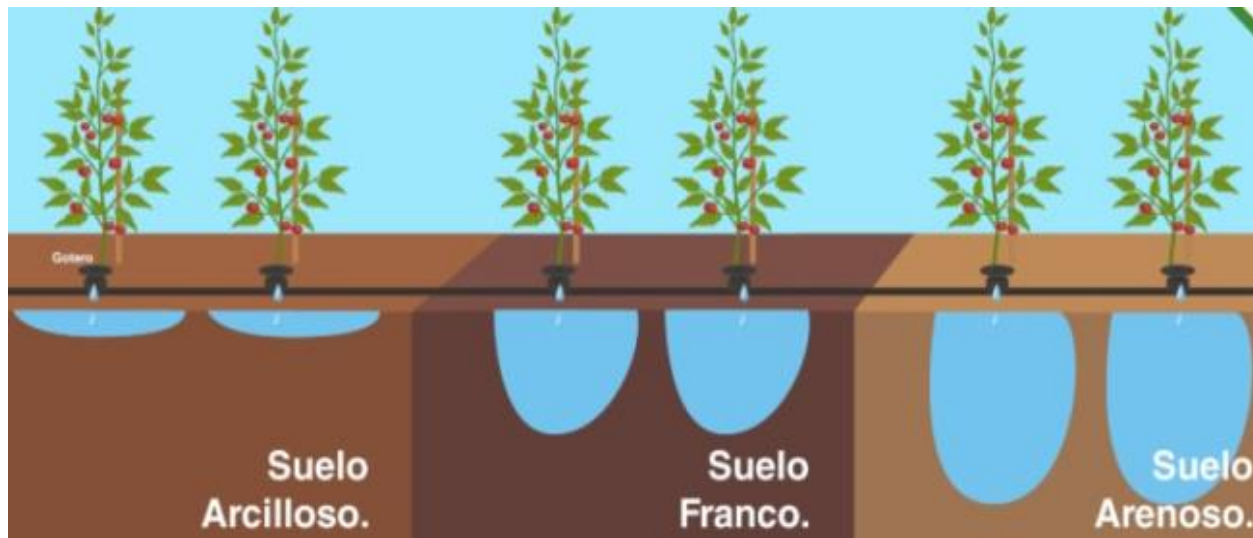
GENERALITAT  
VALENCIANA

ivia  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

# 2. SUELO

## Textura y Estructura

- **Suelos pesados (arcillosos)** → Velocidad de **infiltración** es **menor**. Bulbo achatado
- **Suelos ligeros (arenosos)** → Velocidad de **infiltración** es **mayor**. Bulbo alargado
- **Suelos medios (francos)** → Características **intermedias**

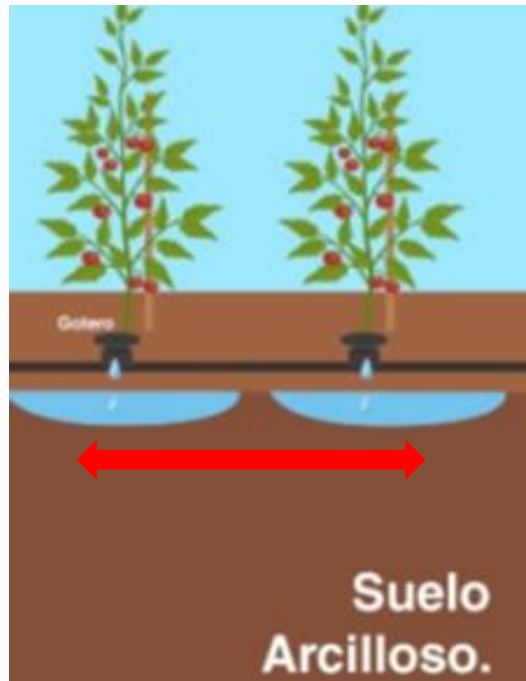


Adaptado de Coony y Pehrson, 1955. Avocado irrigation. California Expt. Sta Leaflet. 50.

# 2. SUELO

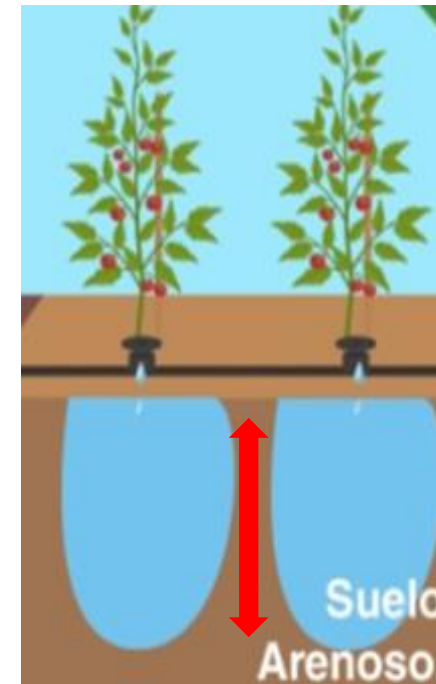
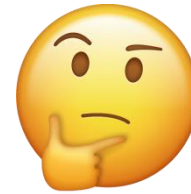
## • Suelos Arcillosos

- Tiempos de riego mayores
- Riegos más espaciados
- **Menos goteros y de menor caudal**



## • Suelos Arenosos

- Tiempos de riego más cortos
- Riegos más frecuentes
- **Más goteros y de mayor caudal**

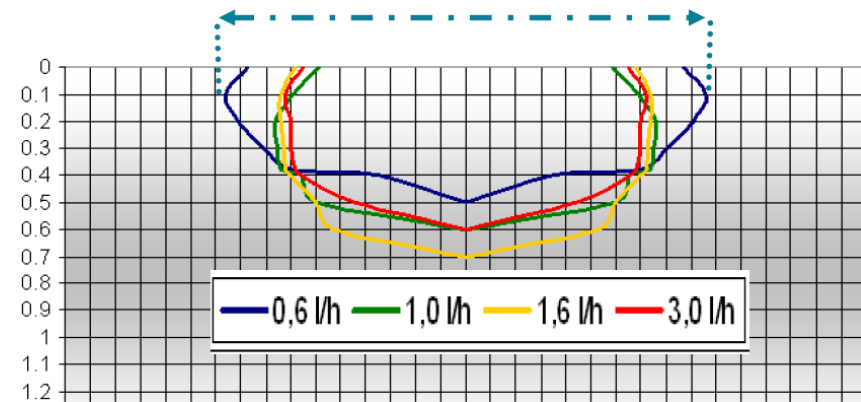
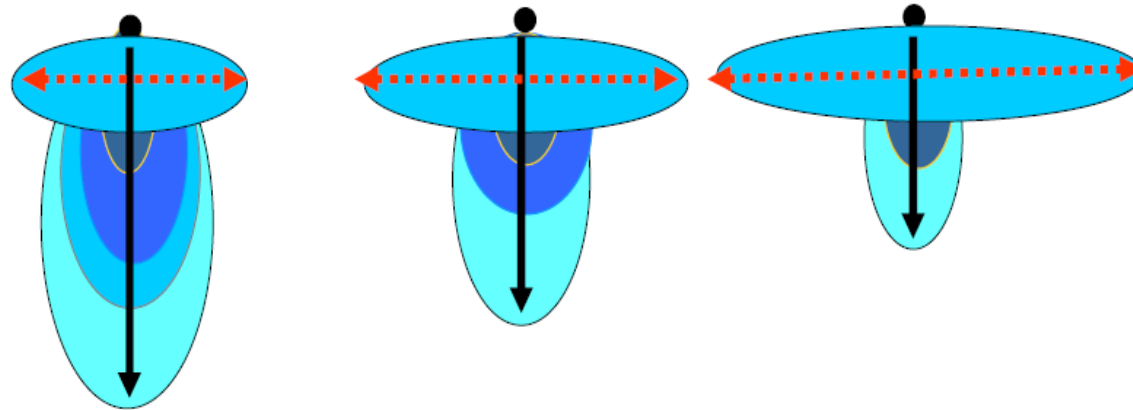


# 2. SUELO

- Nuevos Goteros de Ultra Bajo Caudal (UBC)

Caudales Ultra Bajos ( $Q = 0,25 - 1,6 \text{ l/h}$ ) → Mayor es la extensión **horizontal** del bulbo

- La sorpresa fue que a caudales ultra bajos, el movimiento horizontal prevalecía sobre el vertical
- Forma un bulbo muy ancho y poco profundo
- Las bajas presiones de funcionamiento, permiten sectores más grandes y mejor gestión



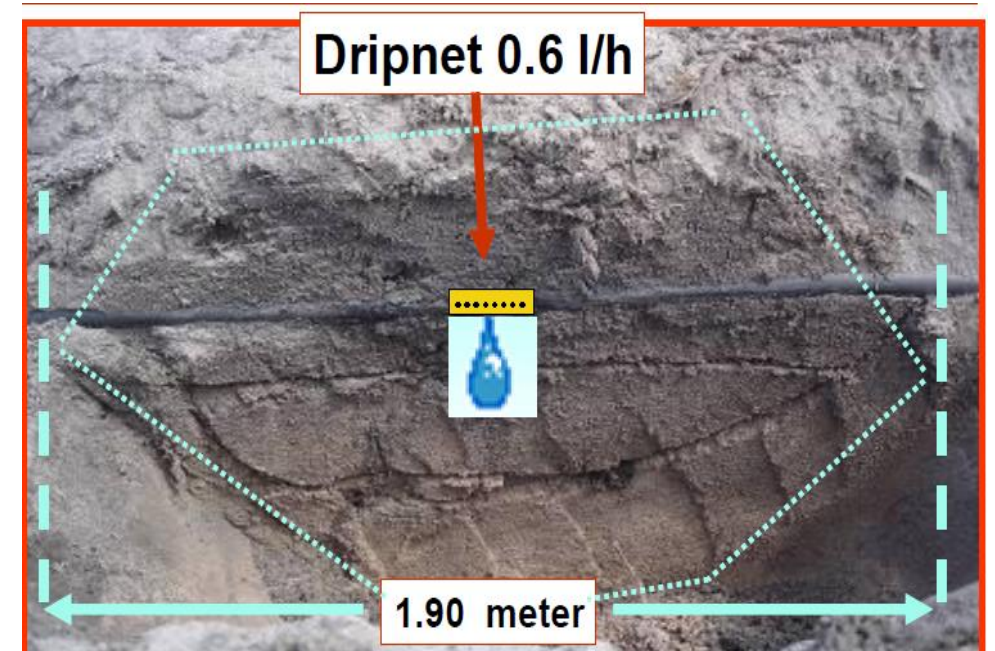
**0.6 l/h – The best horizontal water distribution**

# 2. SUELO

- Goteros de Ultra Bajo Caudal (UBC)

Mayor superficie de **suelo mojado** → Recomendado en hortícolas y leñosos con raíces superficiales

También tiene opciones en el **riego subterráneo**





# EJEMPLO

## Evaluación de diferentes superficies humedecidas de suelo. Valencia 'Midnight'



HANDYWATER

### MATERIAL AND METHODS

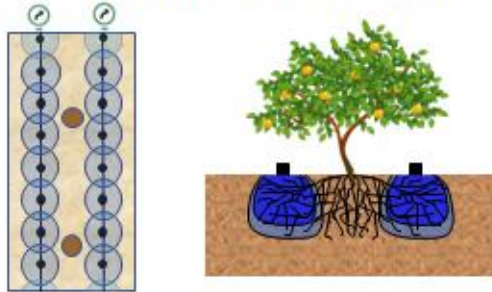
#### Irrigation treatments

#### Experimental orchard



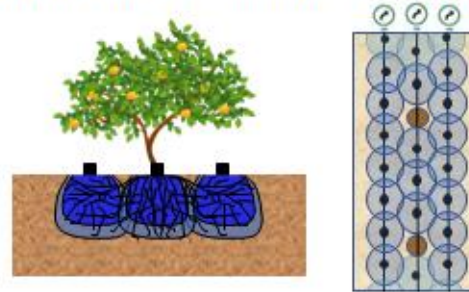
4 years-old 'Midnight' Valencia orange grafted on *Citrus macrophylla* Wester Tree spacing of 5 x 2 m (1,000 trees ha<sup>-1</sup>)

#### Conventional design (CD)



2 lines with integrated drippers of 1.75 L h<sup>-1</sup> and spaced 0.50 m (8 drippers per tree)

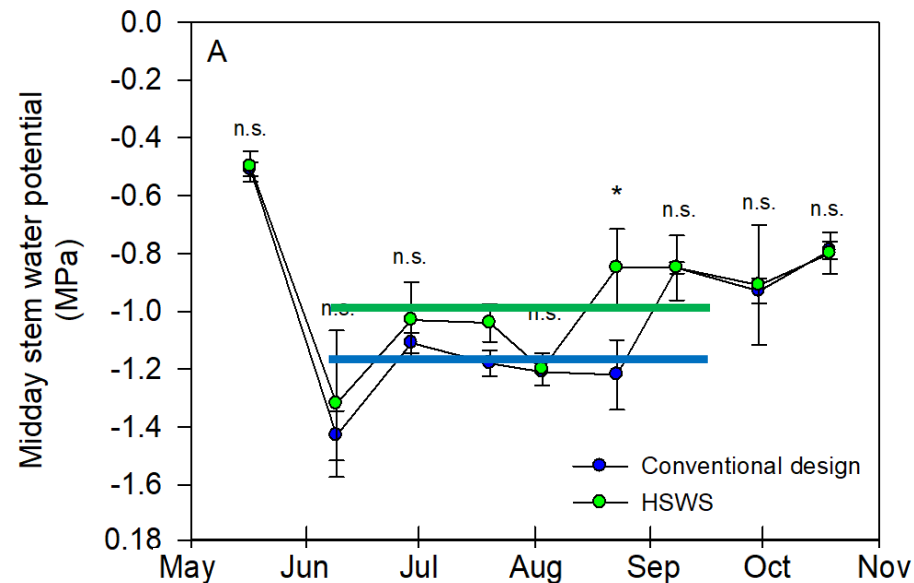
#### Higher soil wetted Surface (HSWS)



3 lines with integrated drippers of 1.75 L h<sup>-1</sup> and spaced 0.50 m (12 drippers per tree)



Detail of the 3 drip lines in HSWS trees



La diferente distribución del agua del suelo en los **árboles con 3 líneas** no altera el estado hídrico de los árboles durante los meses de baja demanda de evaporativa, sin embargo, durante los **meses de alta demanda evaporativa (verano)**, el aumento de la superficie mojada del suelo permitió mantener un **mejor estado hídrico en los árboles.**



GENERALITAT  
VALENCIANA

ivia  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

Entonces, ¿Cómo aplico la dosis teórica (correctamente)?:

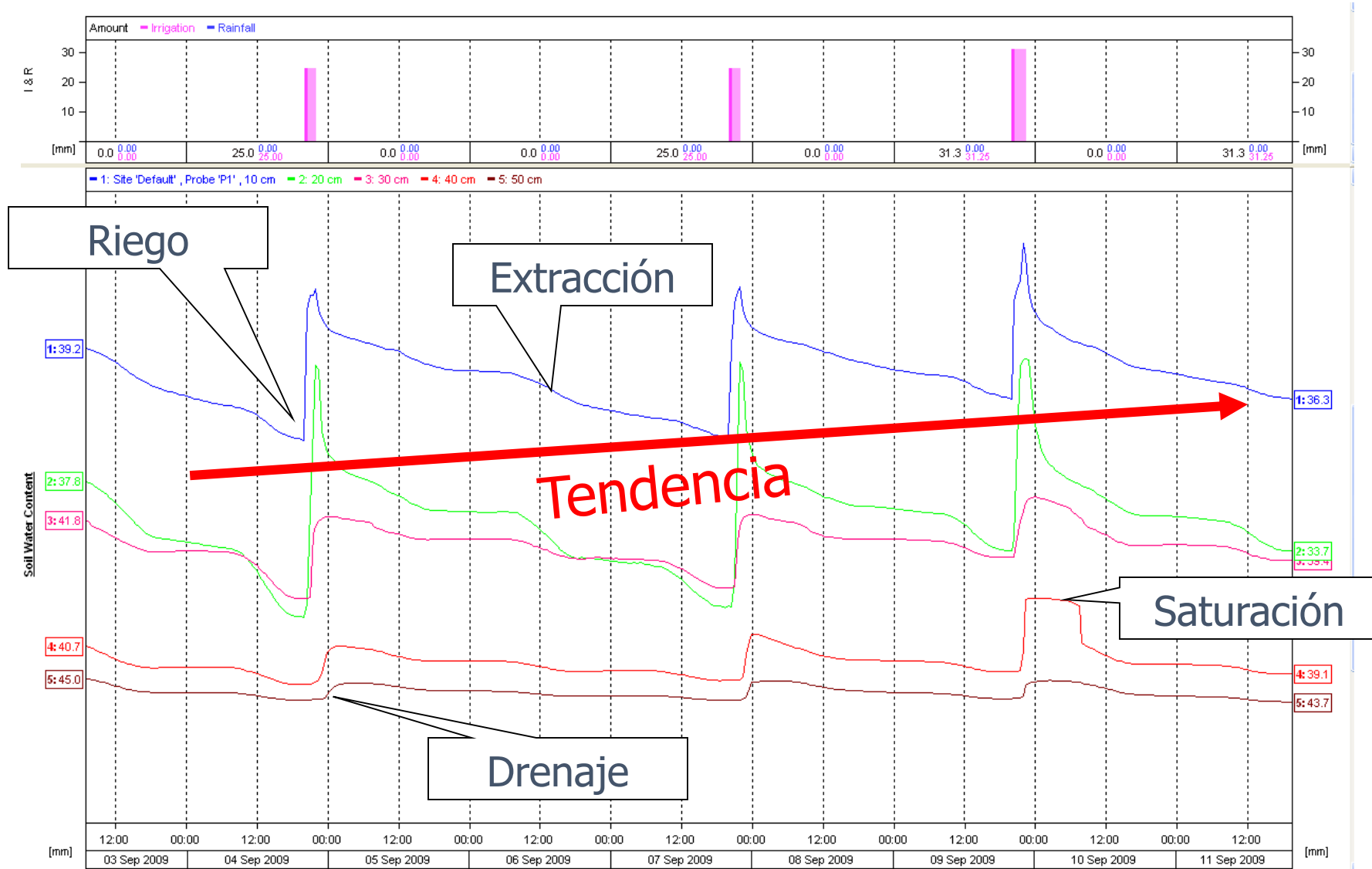
**SENSORES PARA EL CONTROL DEL ESTADO HÍDRICO DEL SUELO ... ¡SONDAS!**



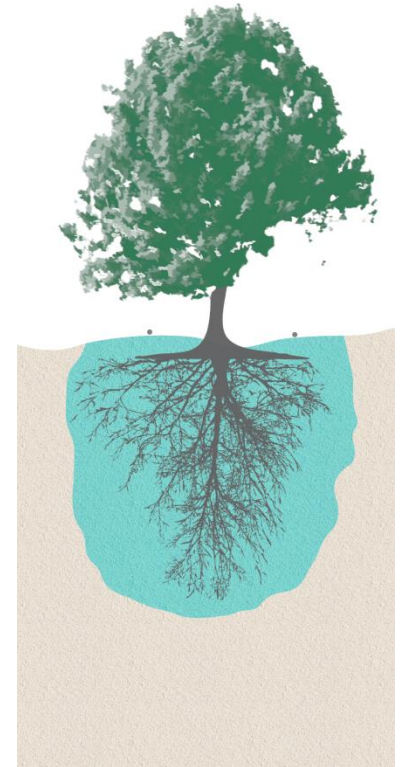
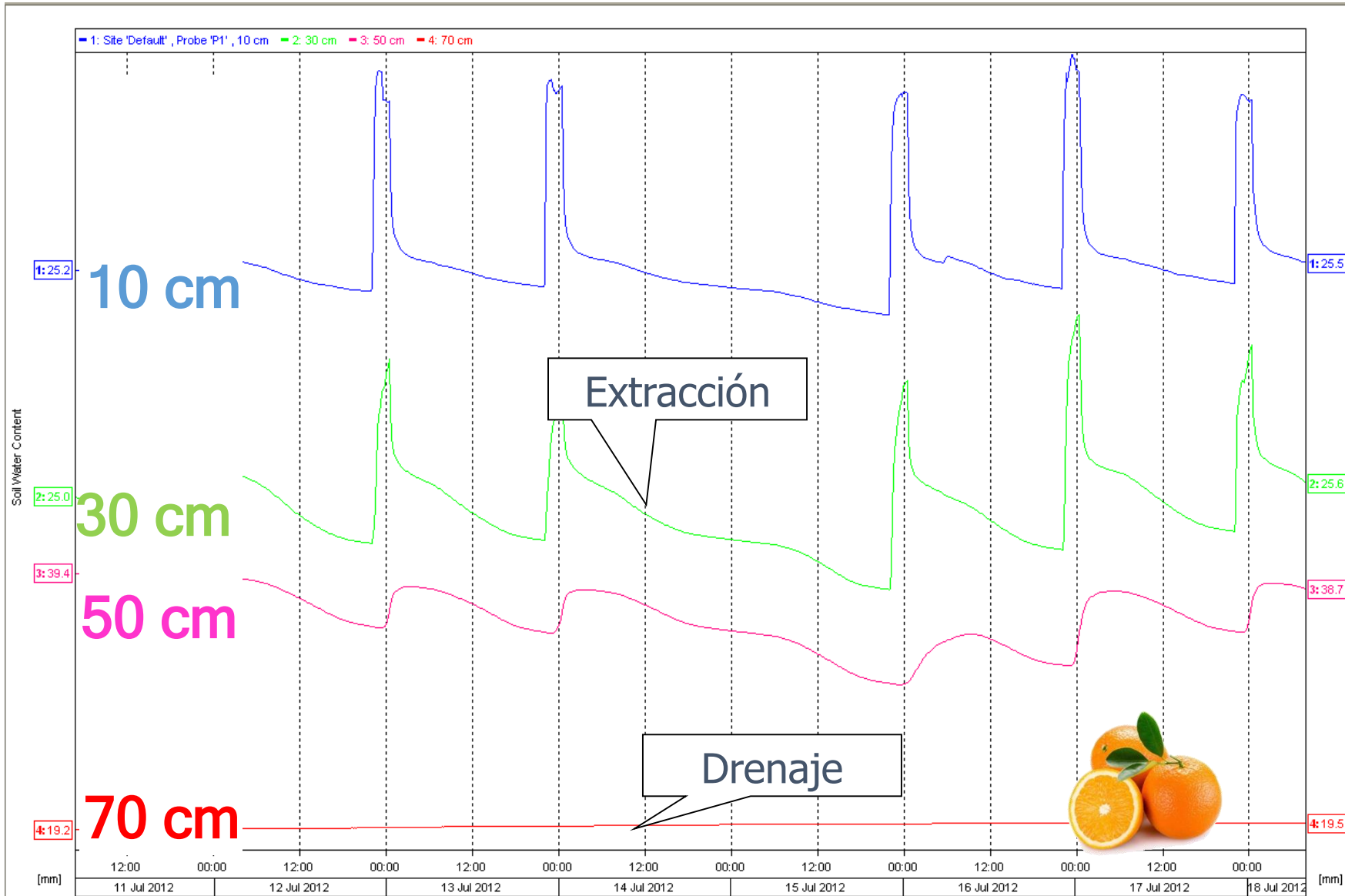
# SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO



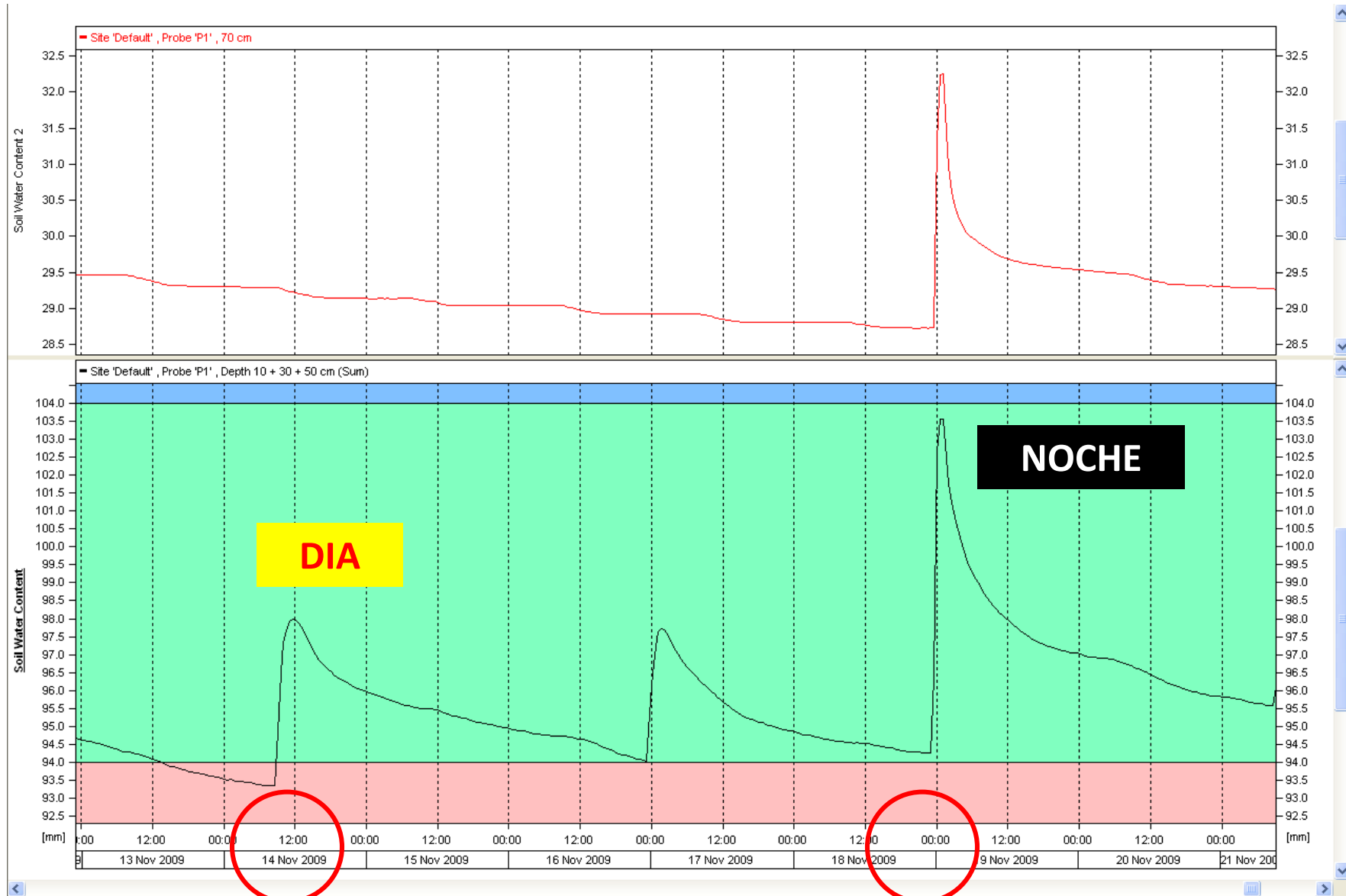
# INTERPRETACIÓN DE DATOS



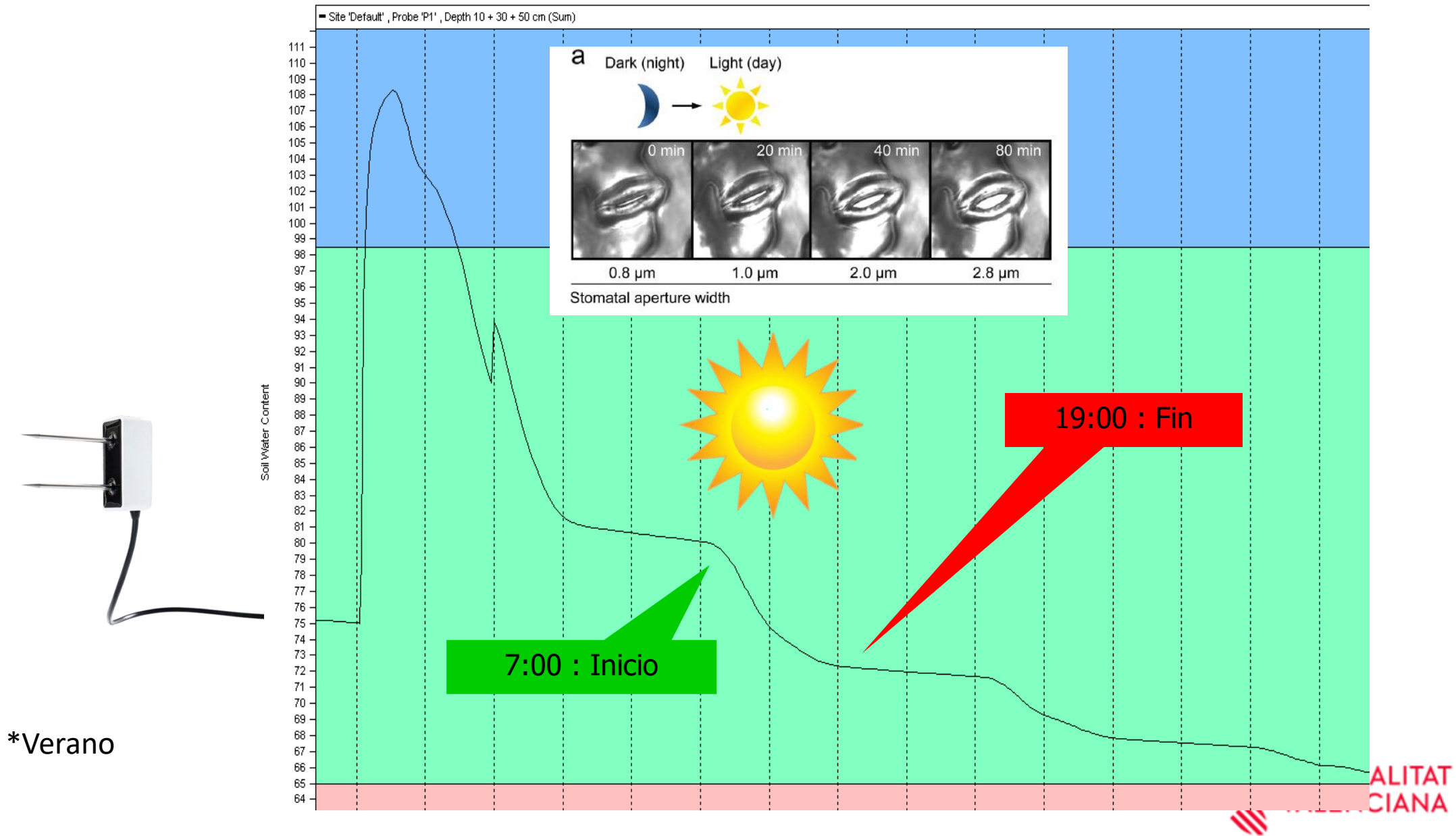
# PROFUNDIDAD DEL FRENTE HÚMEDO



# ¿A QUÉ HORA ES MEJOR REGAR?



# ¿A QUÉ HORA ES MEJOR REGAR?



---

 @IviaRiegos

 riegos ivia

 Riegos IVIA

[www.riegos.ivia.es](http://www.riegos.ivia.es)

[riegosivia@gva.es](mailto:riegosivia@gva.es)

*Muchas gracias*

[badal\\_edu@gva.es](mailto:badal_edu@gva.es)