

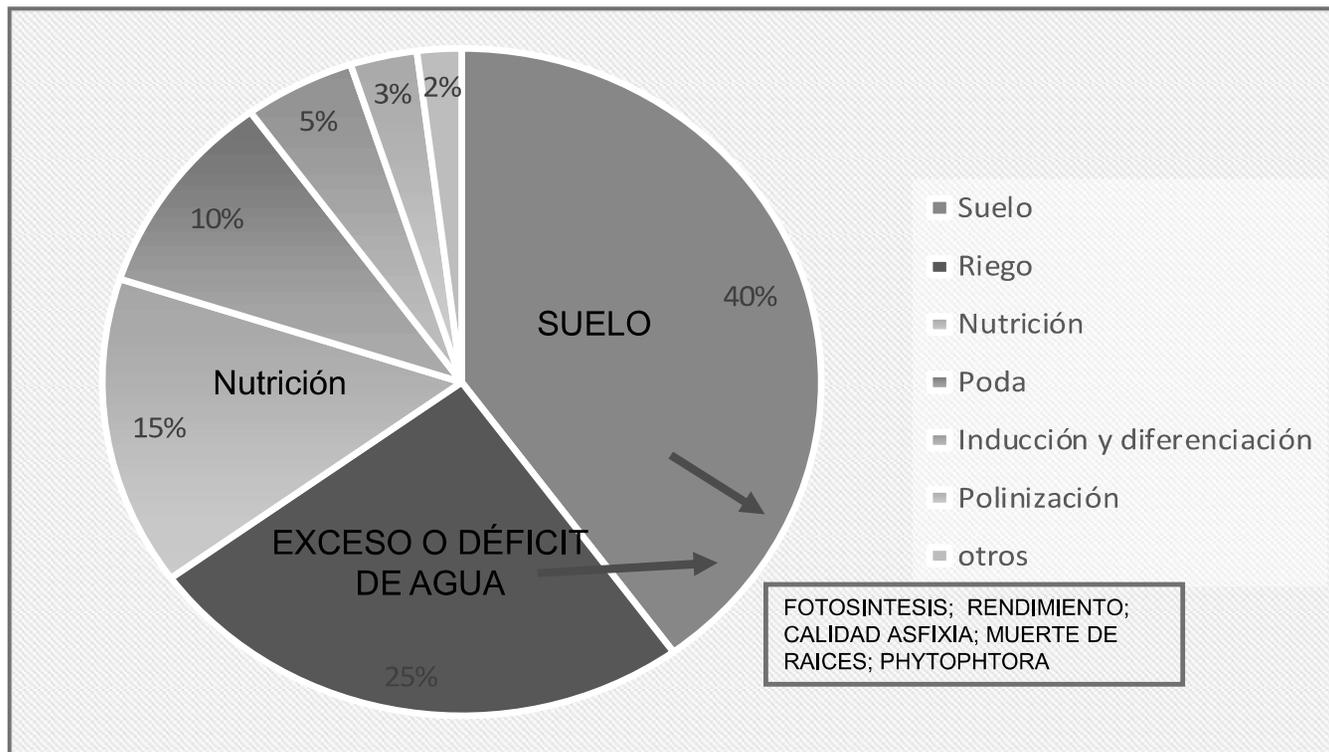
PROGRAMACION Y CONTROL DEL RIEGO EN HUERTOS FRUTALES



Raúl Ferreyra E

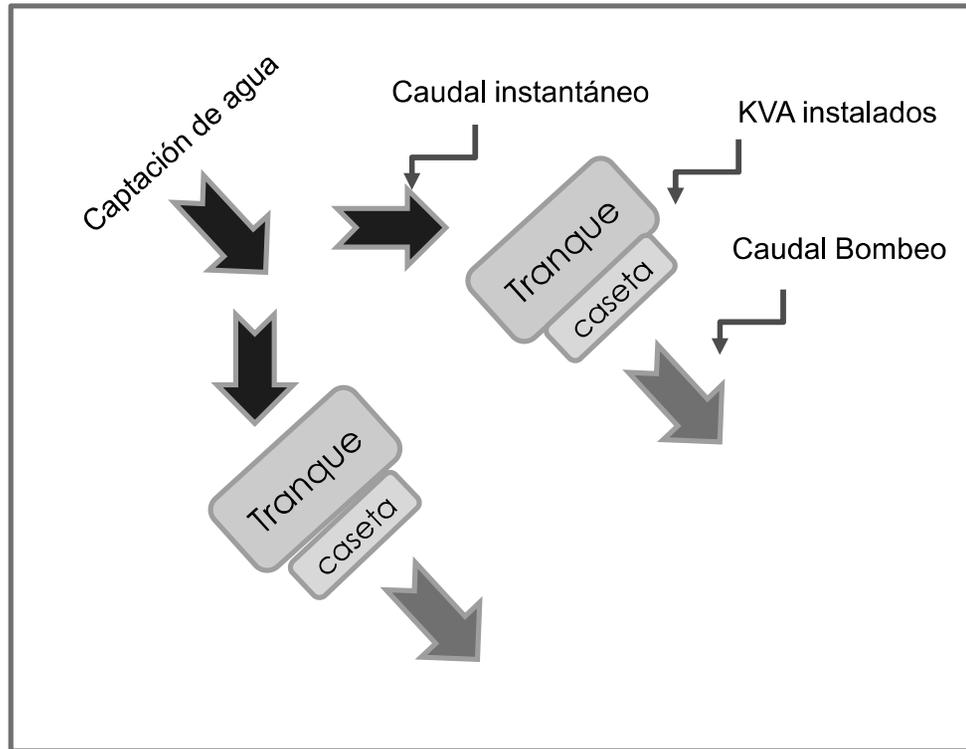
Relevancia del riego en el manejo del cultivo

FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO



Pasos a considerar en la realización de un plan de riego

I) Conocer las limitante en la operación de los equipos de riego para considerarlo en el plan de riego:



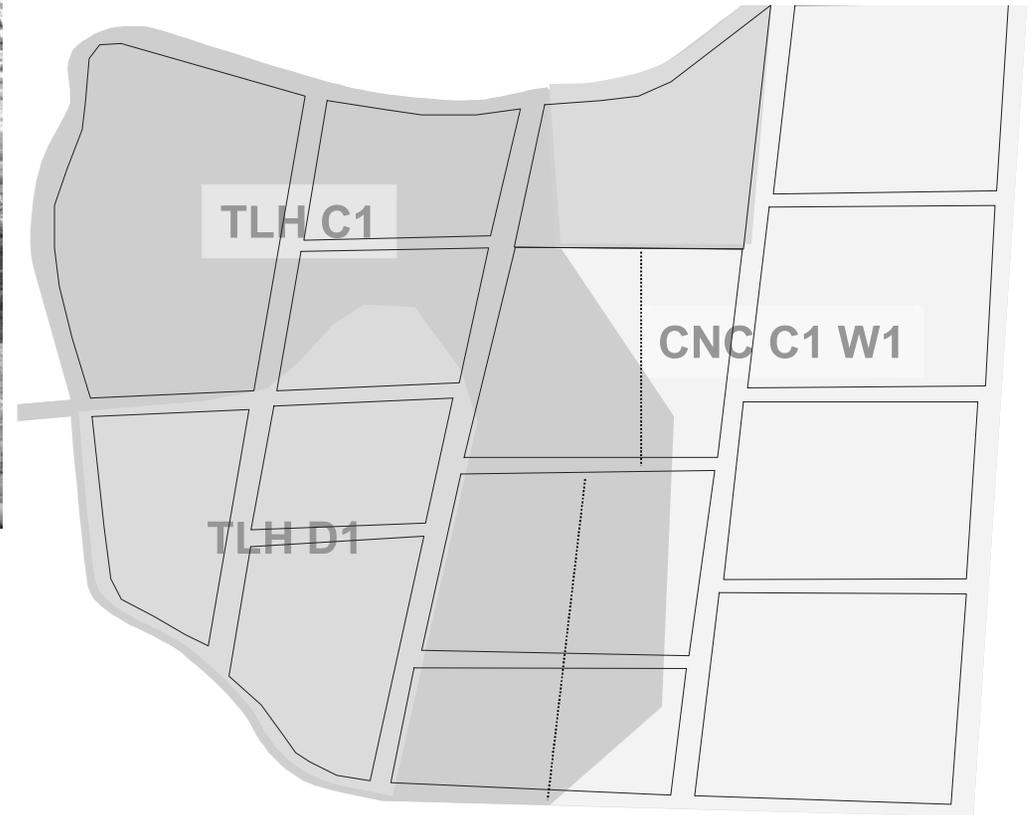
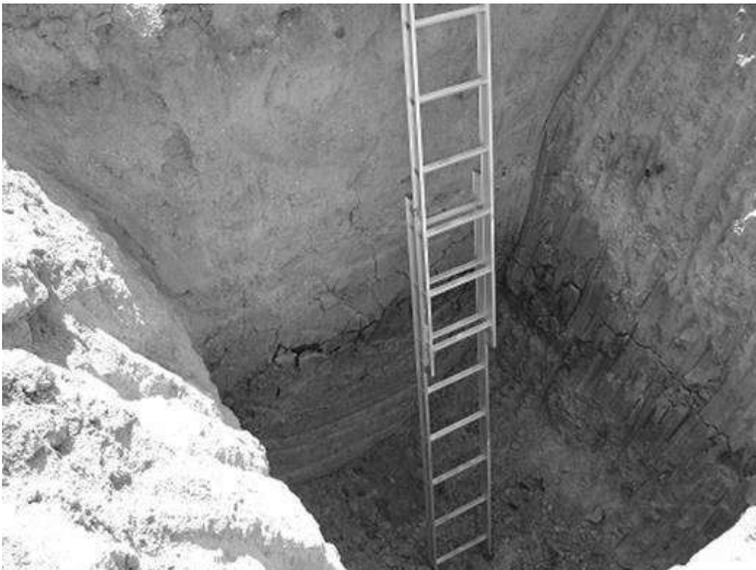
Como:

- 1) Si los caudales que llegan al predio son suficientes para suplir los requerimientos del campo.
- 2) Si el caudal de ingreso al campo sufre los requerimientos de bombeo de los equipos de riego (capacidad de embalse)
- 3) Si la potencia eléctrica instalada permite operar adecuadamente los equipos
- 4) La calidad del agua de riego (necesidades de lavado)
- 5) Otros

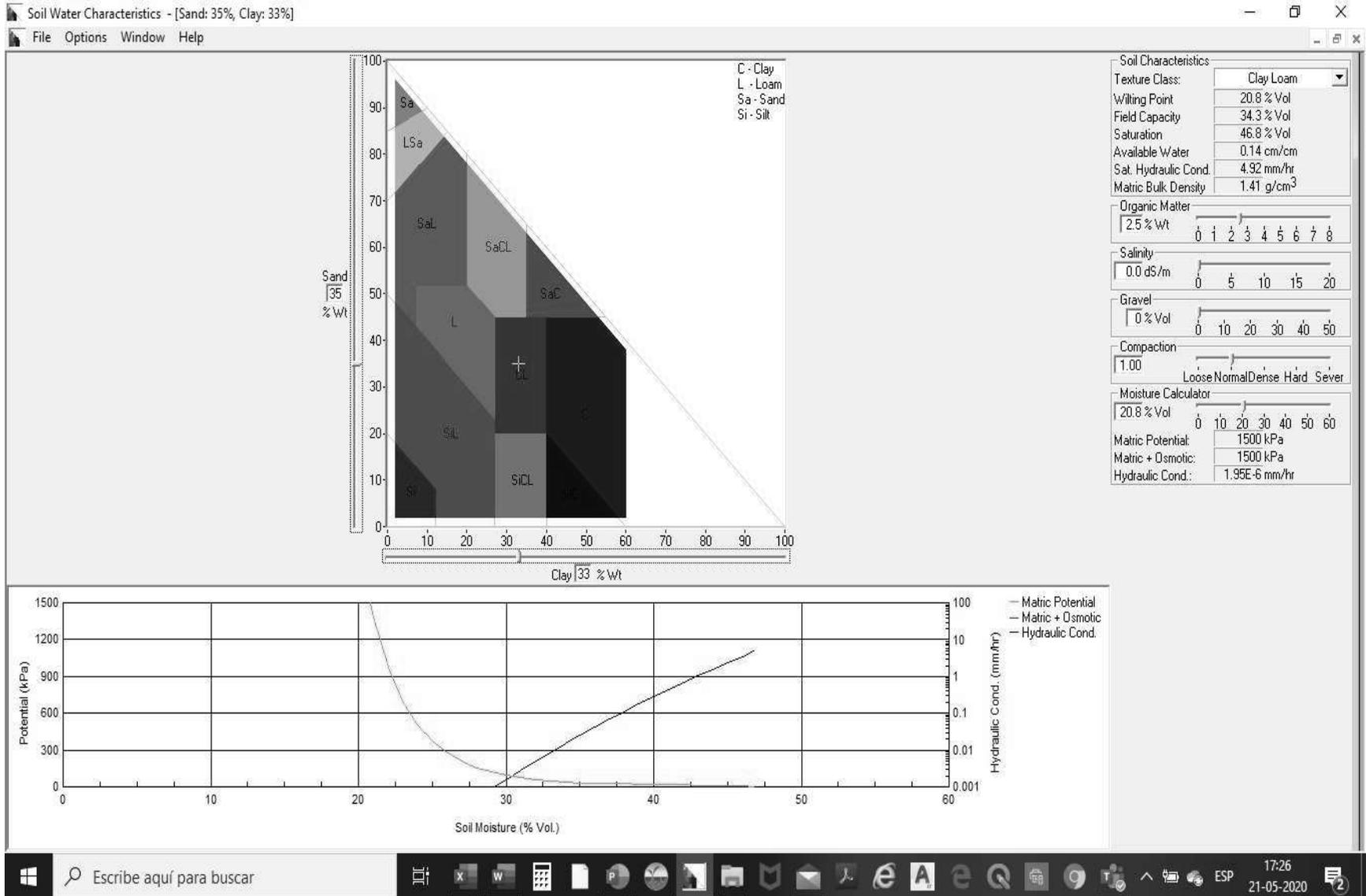
II) El segundo punto a tener en cuenta ante de realizar un programa de riego es:

- Definir grupos de sectores o turnos de riego donde el material vegetal y suelo sean homogéneos.
- Conocer si el suelo presenta problemas de aireación (Si el suelo tiene problemas de aireación debo ser muy cuidadosos en el manejo del riego) Ejemplo:

CONSIDERAR LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LOS SUELOS



Ejemplo



III) Estimar el Aplicar el agua requerida por el cultivo (PROGRAMA DE RIEGO), en la cantidad y momento adecuado :

Con el objetivo:

- Maximizar la producción
- Obtener fruta de buena calidad
- Optimizar la condición de almacenamiento y viaje de la fruta
- Usar eficientemente los recursos hídricos del predio

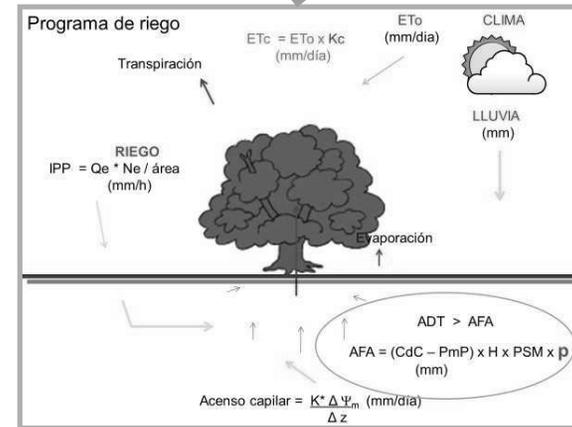
Como definimos la cantidad y el momento adecuado



Uso de Calicatas??



Uso de Sensores?



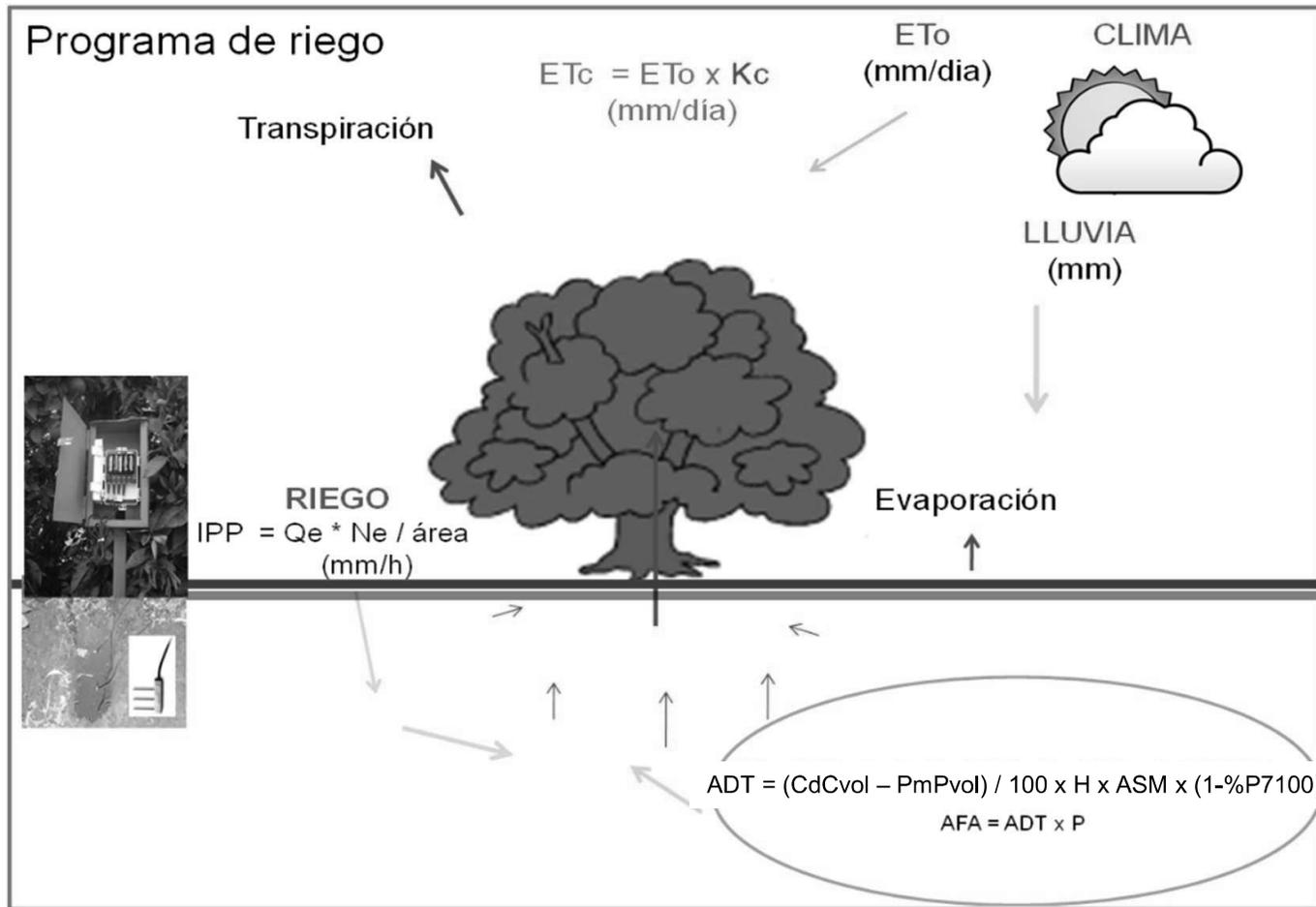
Uso de Programa ?

POR LO TANTO:

La programación de riego hay que dividirla en dos etapas:

- Una predictiva que corresponde a la programación propiamente tal y
- una etapa de control de ésta, a través de la cuantificación de la humedad del suelo y/o el estado hídrico de la planta

Para realizar un programa de riego hay considerar una serie de factores:



Donde: ADT = Agua disponible tota (mm); AFA = Agua fácilmente aprovechable (mm); IPP = intensidad de precipitación equipo riego (mm/h); p = factor P o umbral de riego; CdC = Capacidad de campo base volumen; PmP = punto de marchitez permanente base volumen; H = Profundidad radicular; ASM = Porcentaje de Área de suelo mojado por los emisores; %P = Porcentaje de piedras en el perfil de suelo.

Factores a considerar en la programación del riego

- Factores ligados a clima.
- Factores ligados al cultivo.
- Características equipo de riego
- Factores ligados al suelo

Factores ligados a clima

Radiación

Humedad Relativa

Temperatura

Viento

ET_o

A diagram with a light gray rounded rectangular header containing the text 'Factores ligados a clima'. Below it is a larger rounded rectangular box with a black border. Inside this box, four terms are listed vertically: 'Radiación', 'Humedad Relativa', 'Temperatura', and 'Viento'. To the right of these terms is a large right-facing curly bracket that spans the vertical range of 'Radiación' through 'Viento'. To the right of the middle of this bracket is the text 'ET0'.

Factores ligados al Cultivo

Especie

Etapa del desarrollo

Densidad de plantación

Sistema de conducción

Grado de sombreadamiento

Kc

Factores ligados a equipo de riego

- Porcentaje de suelo mojado (ASM%)
- Intensidad de precipitación del equipo de riego

Factores ligados al Suelo

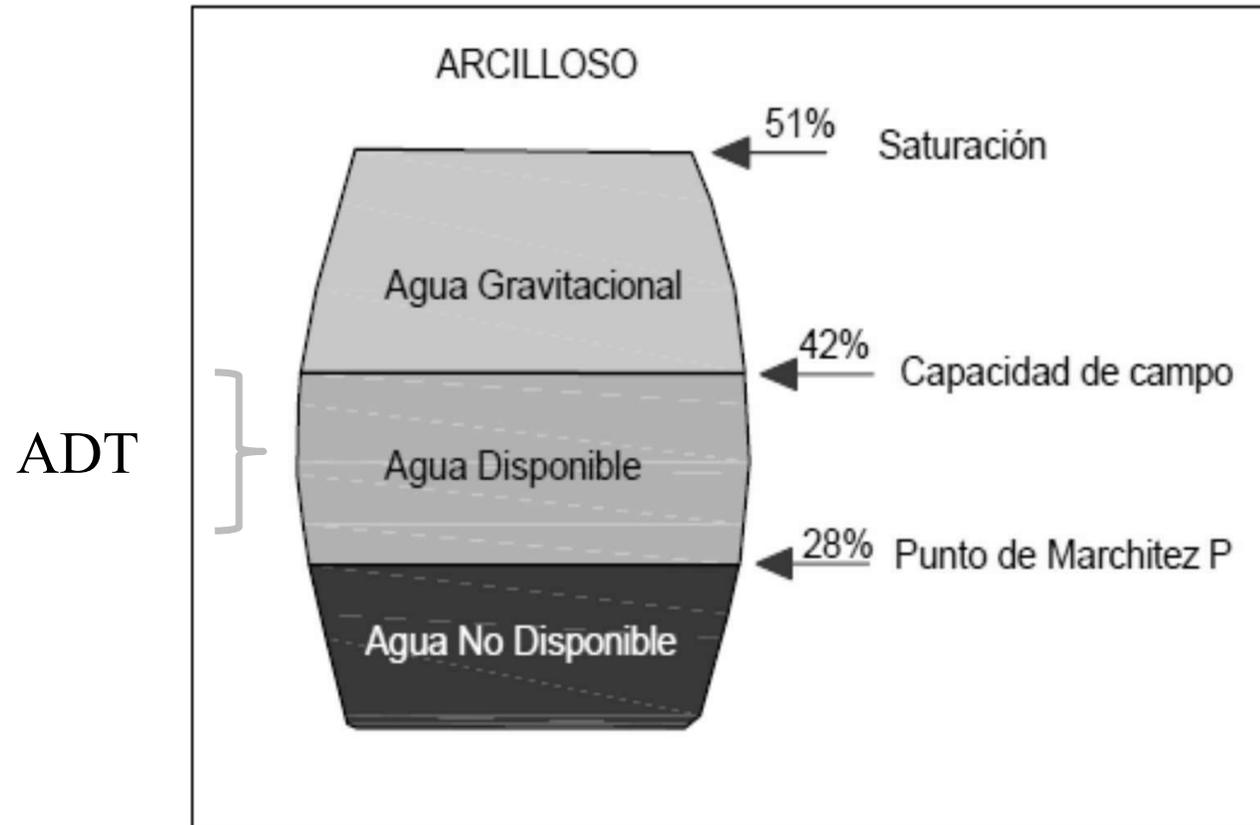
- Capacidad de campo (CdCvol %)
- Punto de marchitez permanente (PmPvol %)
- Profundidad del suelo y raíces (H mm)
- Área de suelo mojado por el equipo de riego (ASM%/100)
- Porcentaje de piedras en el perfil de suelo (Pied %/100)
- Factor “P” de agotamiento

AFA

AFA = Agua Fácilmente aprovechable (mm)

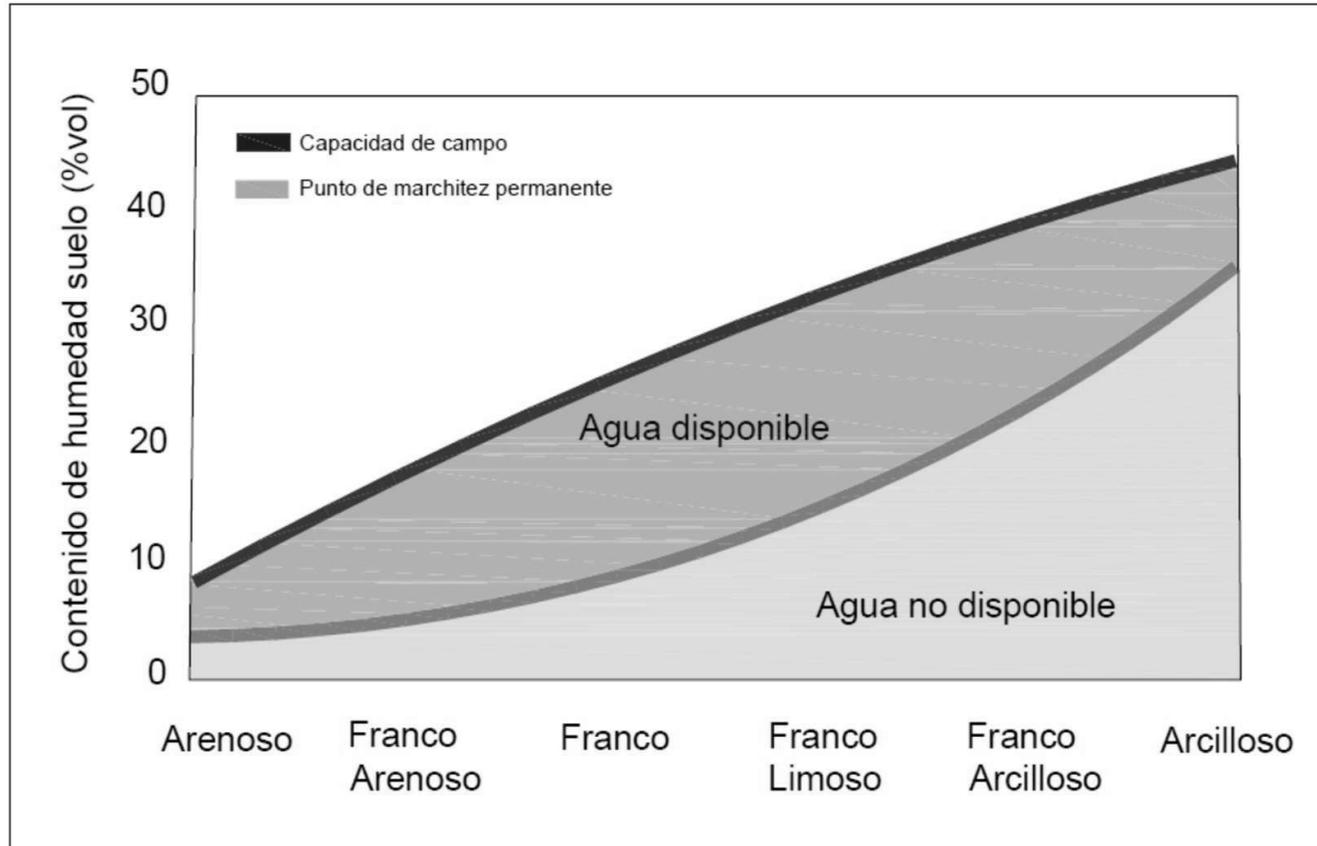
$$AFA = (CdCvol - PmPvol)/100 \times H \times (ASM) \times (1 - Pied) \times "P"$$

Agua disponible para las plantas (ADT)



$$ADT = \text{Agua Disponible Total}$$

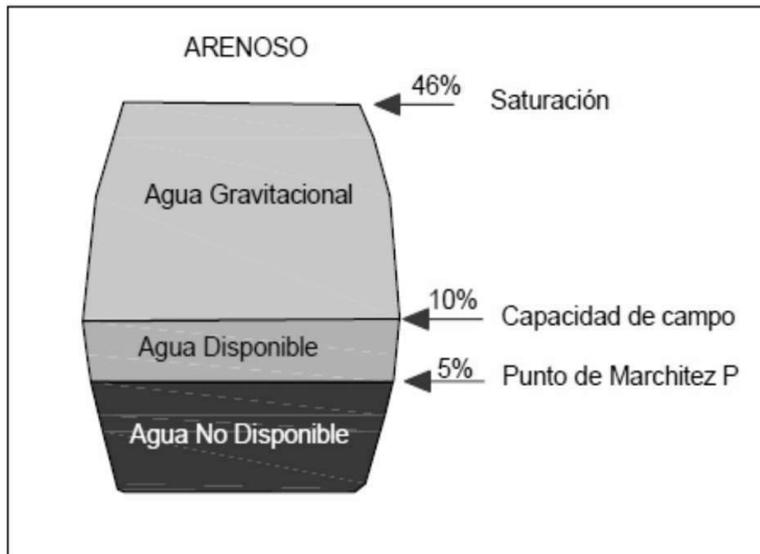
AGUA DISPONIBLE (ADT)



Textura	ADT	Profundidad de raíces	ADT	P	AFA
	mm/cm	cm	mm/40 cm	%/100	mm
Arenoso	0,4	40	16	0,5	8
Franco Arenoso	0,5	40	20	0,5	10
Franco	1,2	40	48	0,5	24
Franco Limoso	1,9	40	76	0,5	38
Franco Arcilloso	1,4	40	56	0,5	28
Arcilloso	1,1	40	44	0,5	22

DISPONIBILIDAD DEL AGUA DEL SUELO

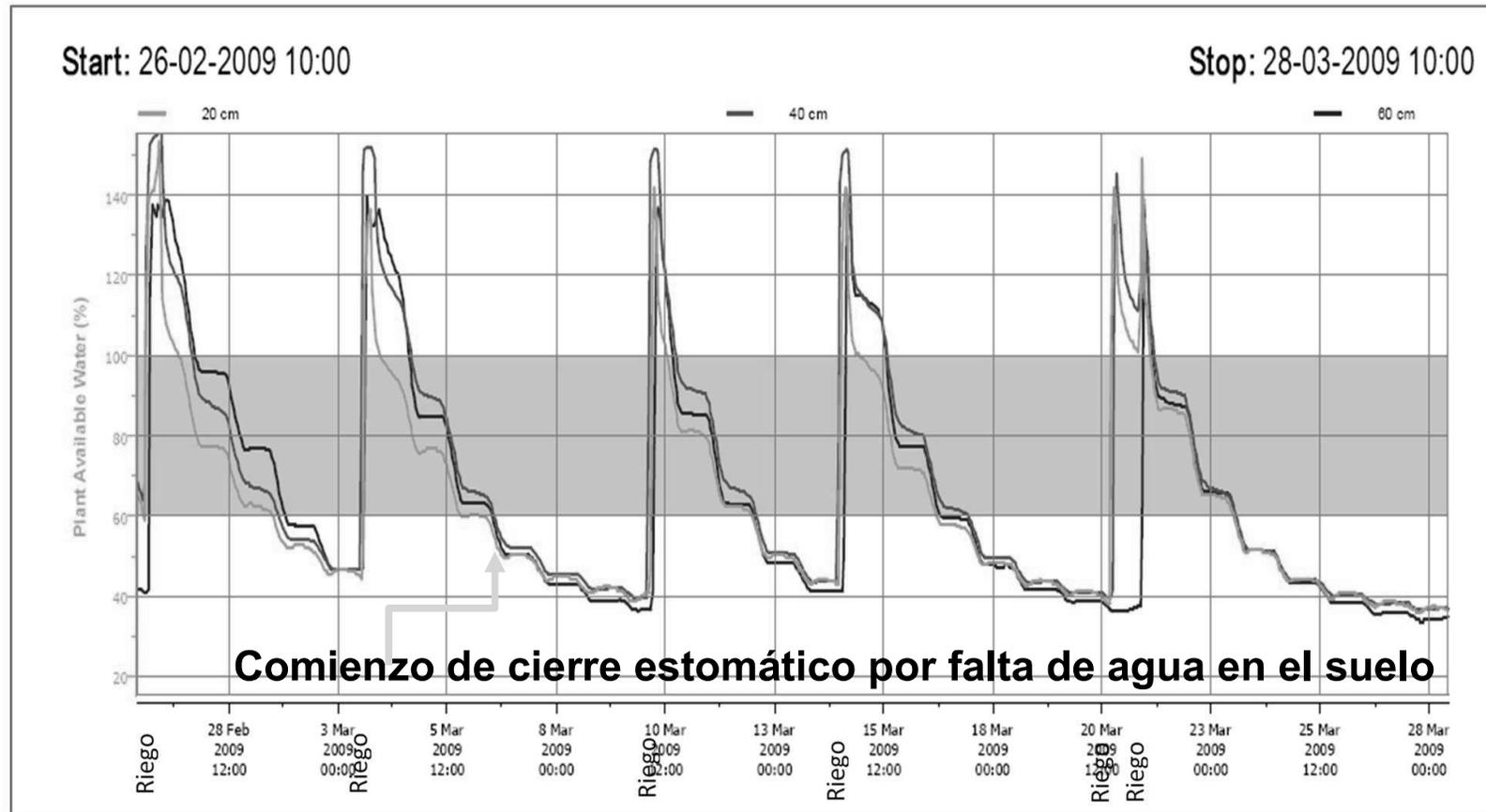
CONCEPTO CLÁSICO



Fracción de Agotamiento “P”

Cultivo	Fracción de agotamiento ² (para ET ≈ 5 mm día ⁻¹) p
I. Frutas Tropicales y Árboles	
Banana – 1 ^{er} año	0,35
– 2 ^{do} año	0,35
Cacao	0,30
Café	0,40
Dátiles	0,50
Espárrago	0,45
Piña	0,50
Árbol del caucho	0,40
Té – no sombreado	0,40
– sombreado	0,45
m. Uvas y Moras	
Moras (arbusto)	0,50
Uvas – Mesa o Secas (pasas)	0,35
– Vino	0,45
Melón	0,45
Caña de Azúcar	0,65
Almendras	0,40
Manzanas, Cerezas, Peras	0,50
Albaricoque, Durazno, Drupa (fruta de hueso)	0,50
Aguacates	0,70
Citricos	
– 70% de cobertura vegetal	0,50
– 50% de cobertura vegetal	0,50
– 20% de cobertura vegetal	0,50

Factor de agotamiento "P"

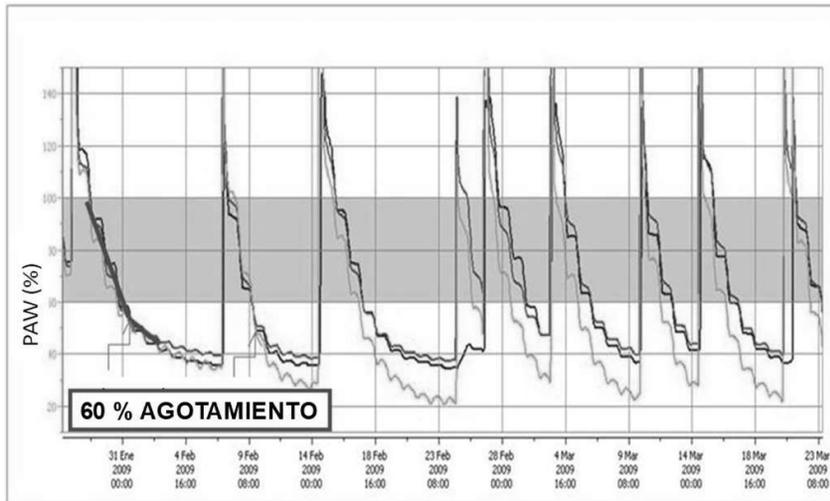


Variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente.

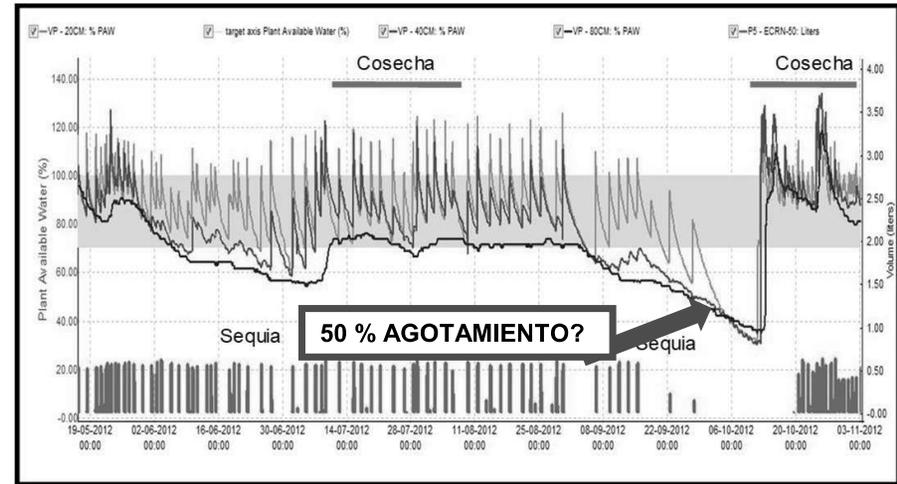
Variación del contenido de humedad en el suelo en un huerto de palto con alta actividad radicular en todo el perfil hasta los 60 cm de profundidad (línea azul)

Factor P

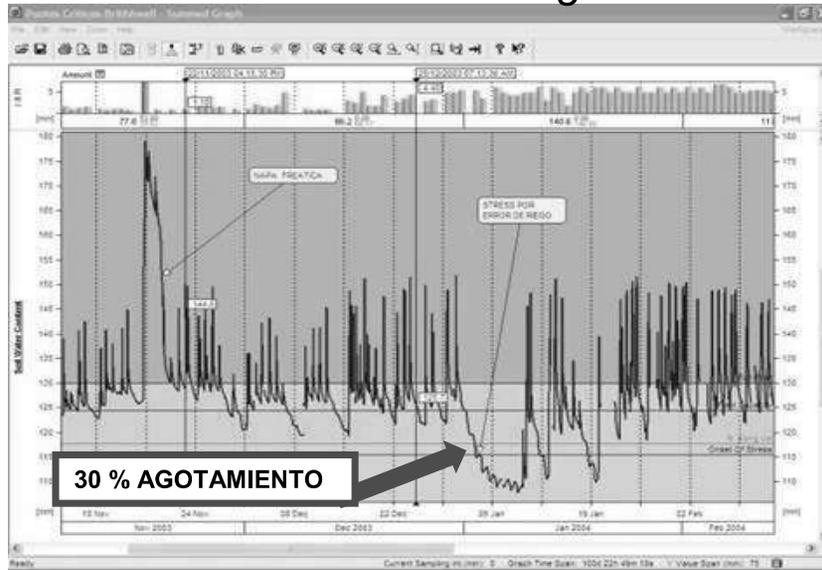
Palto Hass



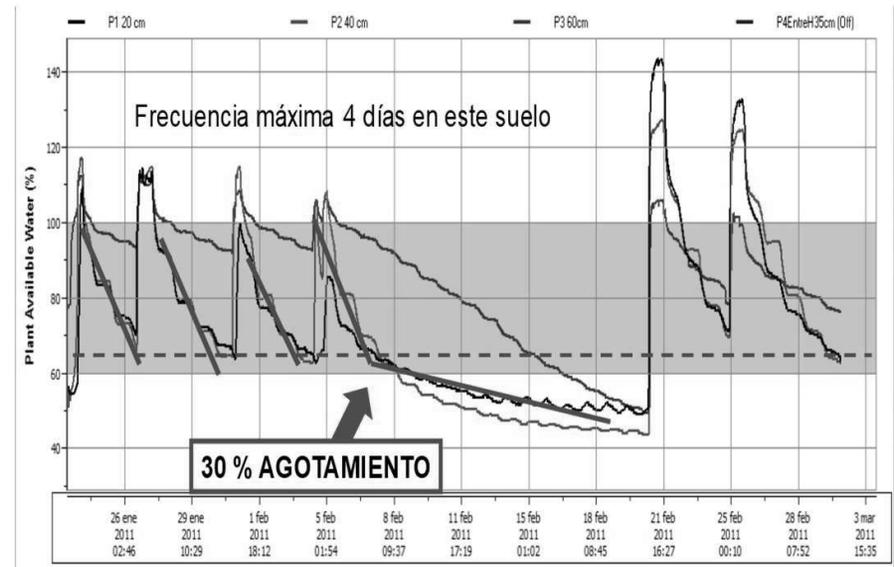
Esparrago Peru



arándano var Brightwell



Vid de mesa Thomson



Programa de riego

$$\text{Frecuencia} = \text{AFA}/\text{ETc}$$

$$\text{T. Riego} = (\text{AFA}/\text{Efa})/\text{IPP}$$

Donde:

AFA = Agua fácilmente aprovechable

ETc = Evapotranspiración del cultivo

IPP = Intensidad de precipitación equipo de riego

Efa = Eficiencia de aplicación del agua de riego

Goteo 0,9; microaspersión 0,85; Surco 0,5; Aspersión 0,75%; Pivote =,85%

Programa de riego

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

$$AFA = (CdCvol - PmPvol)/100 \times H \times (PSM) \times (1 - Pied) \times "P"$$

$$IPP = q_e \times N_e \text{ planta} / (DEH \times DSH) = q_e \times N_e \text{ hectárea} / 10000$$

Donde:

- Capacidad de campo (CdCvol %)
- Punto de marchitez permanente (PmPvol %)
- Profundidad del suelo y raíces (H mm)
- Porcentaje de suelo mojado por el equipo de riego (PSM/100)
- Porcentaje de piedras en el perfil de suelo (Pied %/100)
- Factor "P" de agotamiento
- q_e = Caudal de emisor (l/h)
- N_e = Numero de emisores
- DEH = Distancia entre hilera de planta
- DSH = Distancia sobre hilera de planta

AFA

IPP

EJEMPLO PARA REALIZAR UN PROGRAMA DE RIEGO (Ver video como realizar programa de riego)

GRUPO1 (sector 3, 6 y 7)				Programa de riego con datos medios mensuales									
SUELO				EQUIPO									
AFA mm				Intensidad IPP mm/h									
Capacidad de campo vol (Cdc _{vol})	30	%		caudal del emisor	2,3	l/h							
Punto de marchitez permanente (Pmp _{vol})	15	%		Separación emisores	0,5	m							
Profundidad de raíces (H mm)	600	mm		N° de líneas de riego por hilera de planta	3								
porcentaje de piedra (%P)	0,1	%/100		Distancia de plantas entre hilera	6								
Factor P (FP)	0,4			N° emisores por ha = Ne	10000,0								
Area de suelo mojado (ASM)	0,50	%/100		Intensidad de precipitación del equipo = IPP	2,30	mm/h							
AFA = (CdCvol - PmPvol)/100*H*(1-%P)*ASM*FP	16,2	mm		IPP mm/día = (N° emisores por ha x Qe l/h)/10000									
Edad meses													
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ETo mm/día CLIMA	5,00	5,00	4,00	3,50	2,80	1,50	1,50	2,50	3,00	4,00	4,50	5,00	
Kc CULTIVO	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
ETc mm/día = ETo x Kc	3,75	3,75	3,00	2,63	2,10	1,13	1,13	1,88	2,25	3,00	3,38	3,75	
Efa x CU	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
NB mm/día = ETC/efa	4,17	4,17	3,33	2,92	2,33	1,25	1,25	2,08	2,50	3,33	3,75	4,17	
IPP mm/h = (N° emisores por ha x Qe l/h)/10000	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	
Tiempo de riego (mm) = AFA/efa	16,7	16,7	16,7	17,5	18,7	17,5	17,5	18,8	17,5	16,7	18,8	16,7	
Tiempo de riego (hr) = (AFA(mm)/efa)/IPP(mm/h)	7,2	7,2	7,2	7,6	8,1	7,6	7,6	8,2	7,6	7,2	8,2	7,2	
AFA =	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	
Frecuencia riego (d) = AFA(mm)/Etc (mm/d)	4,0	4,0	5,0	6,0	8,0	14,0	14,0	9,0	7,0	5,0	5,0	4,0	

Si llueve sobre 10 mm corregir riego con sensor

ALTERNATIVAS PARA CONTROLAR FALLA Y AJUSTAR LOS PROGRAMAS DE RIEGO



SONDAS DE HUMEDSD DE SUELO FDR MEDICION CONTINUA



Sonda Enviroscan



Sonda Agrilink

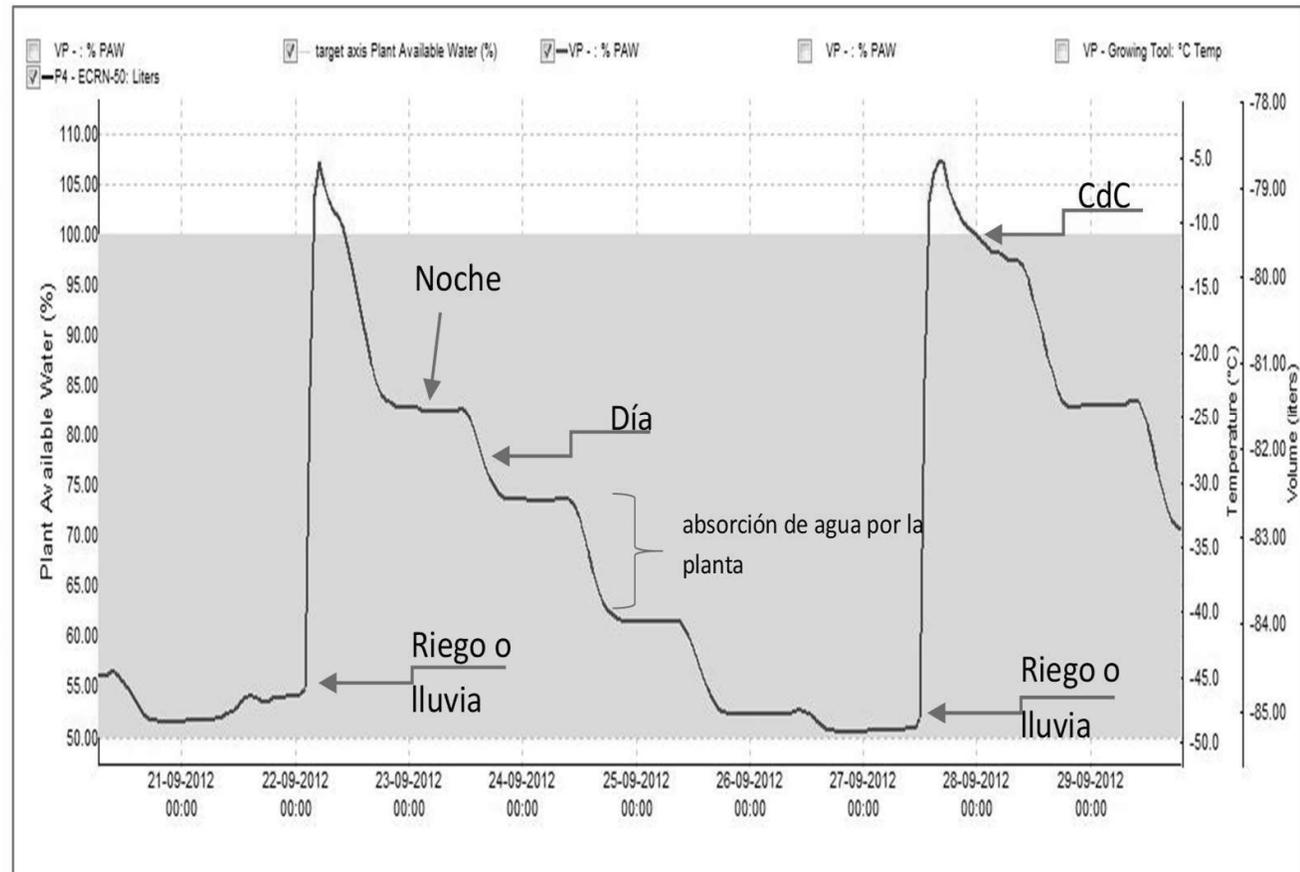
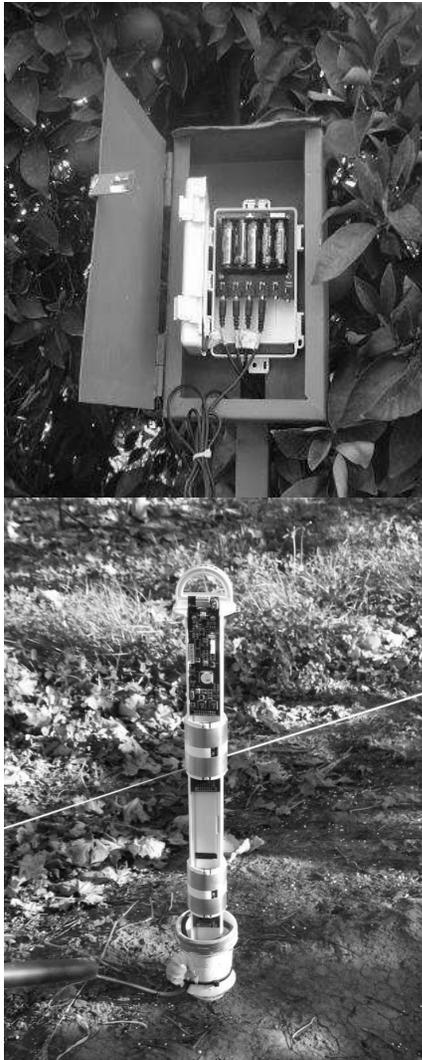


Sonda Decagon (FDR)

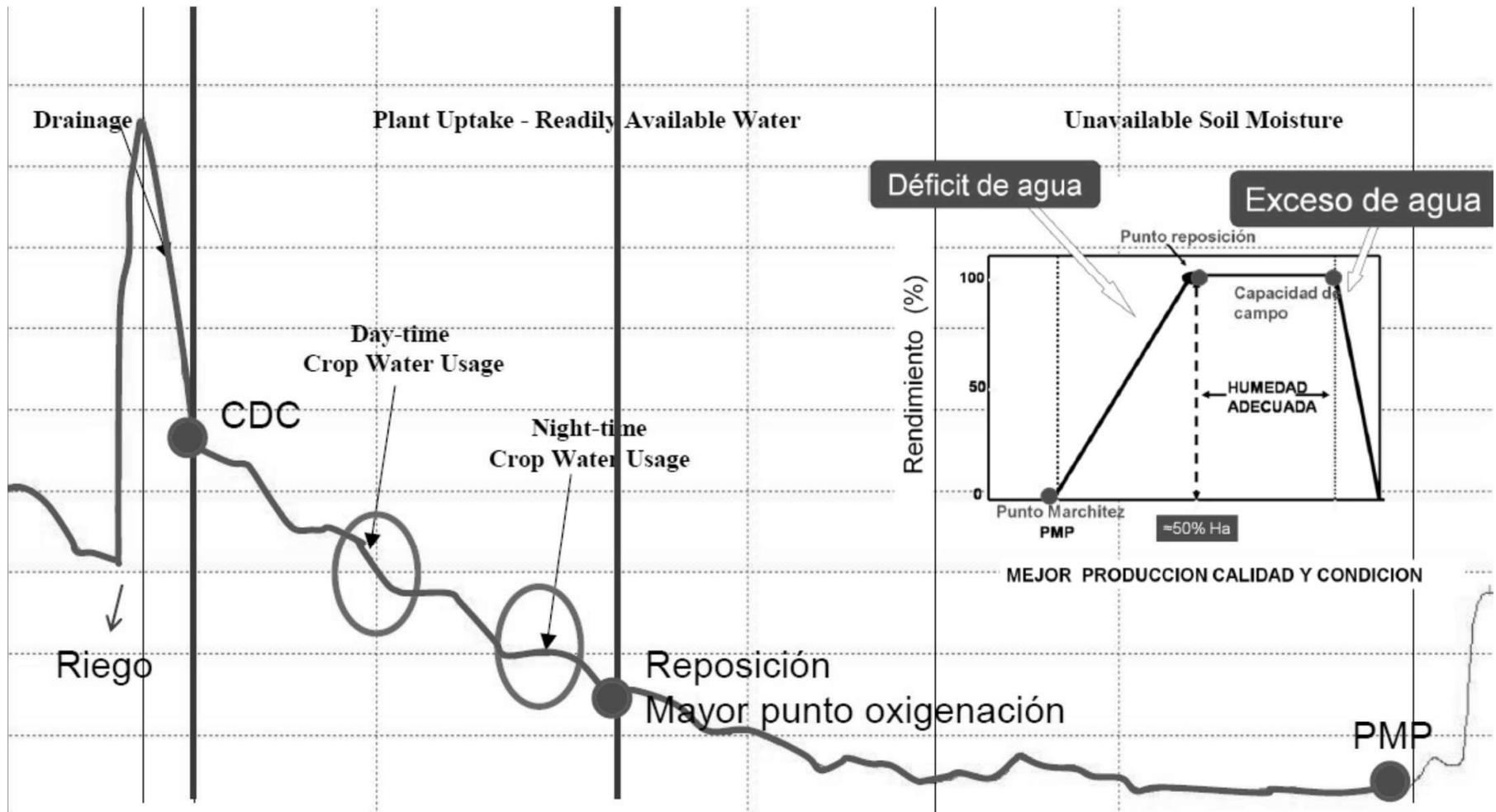


Sonda Aquachecktech (FDR)

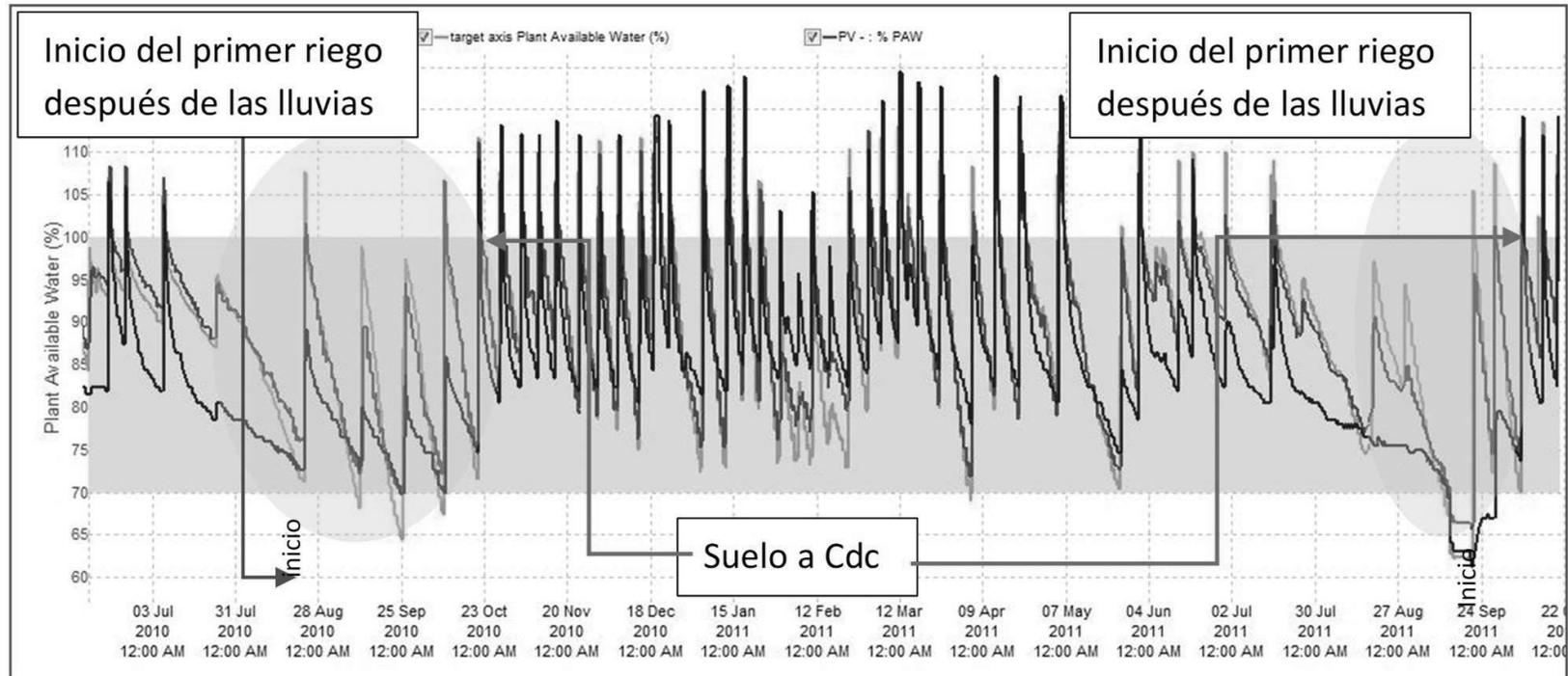
LECTURAS ENTREGADA POR SONDAS DE HUMEDAD FDR



Graficas entregadas por los sensores de capacitancia (FDR). Eje Y en porcentaje del PAW (agua disponible para la planta....Plant available water). 100% es CdC y 0% es PmP

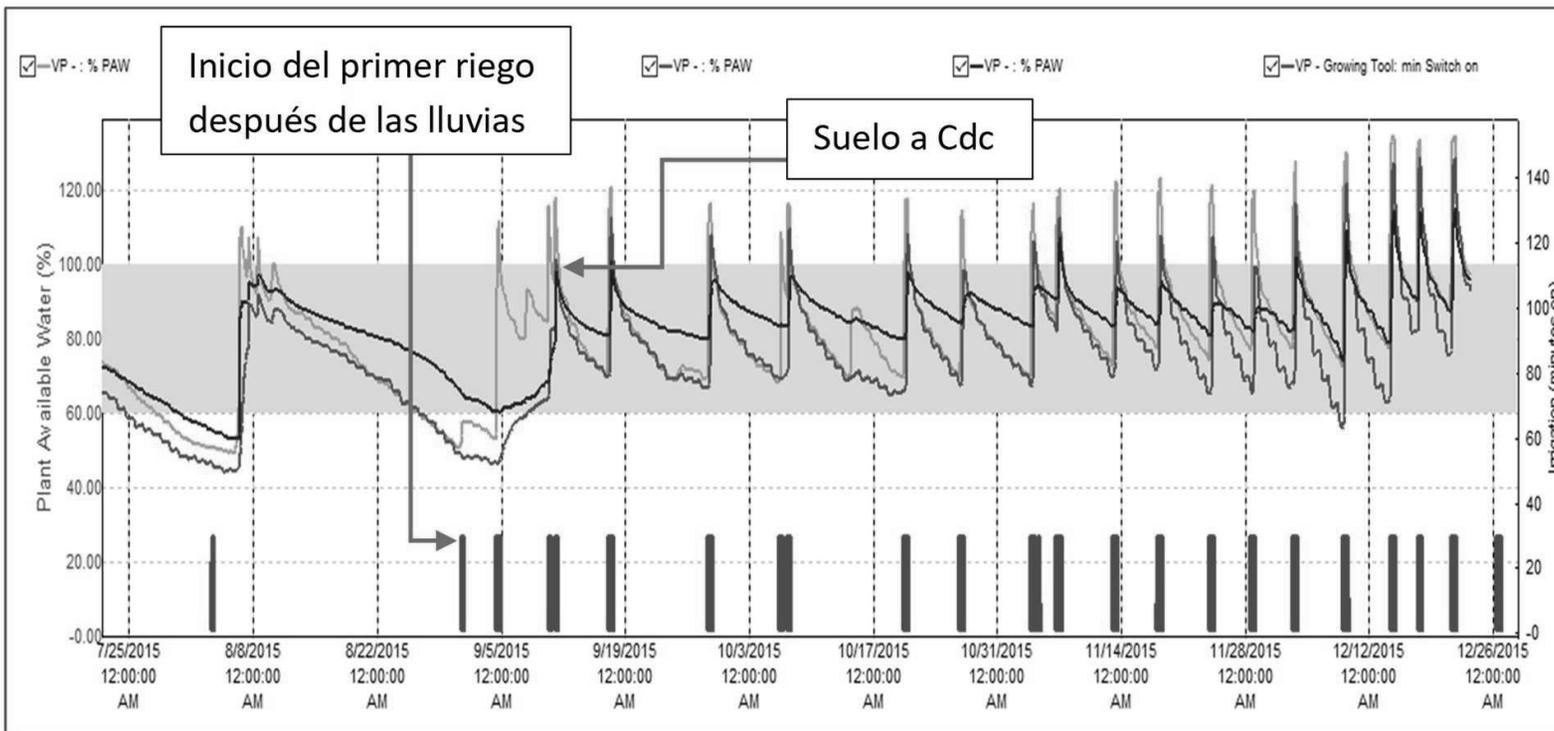


2) RIEGO DE INICIO, PARTIR CON EL “ESTANQUE LLENO”



Variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente

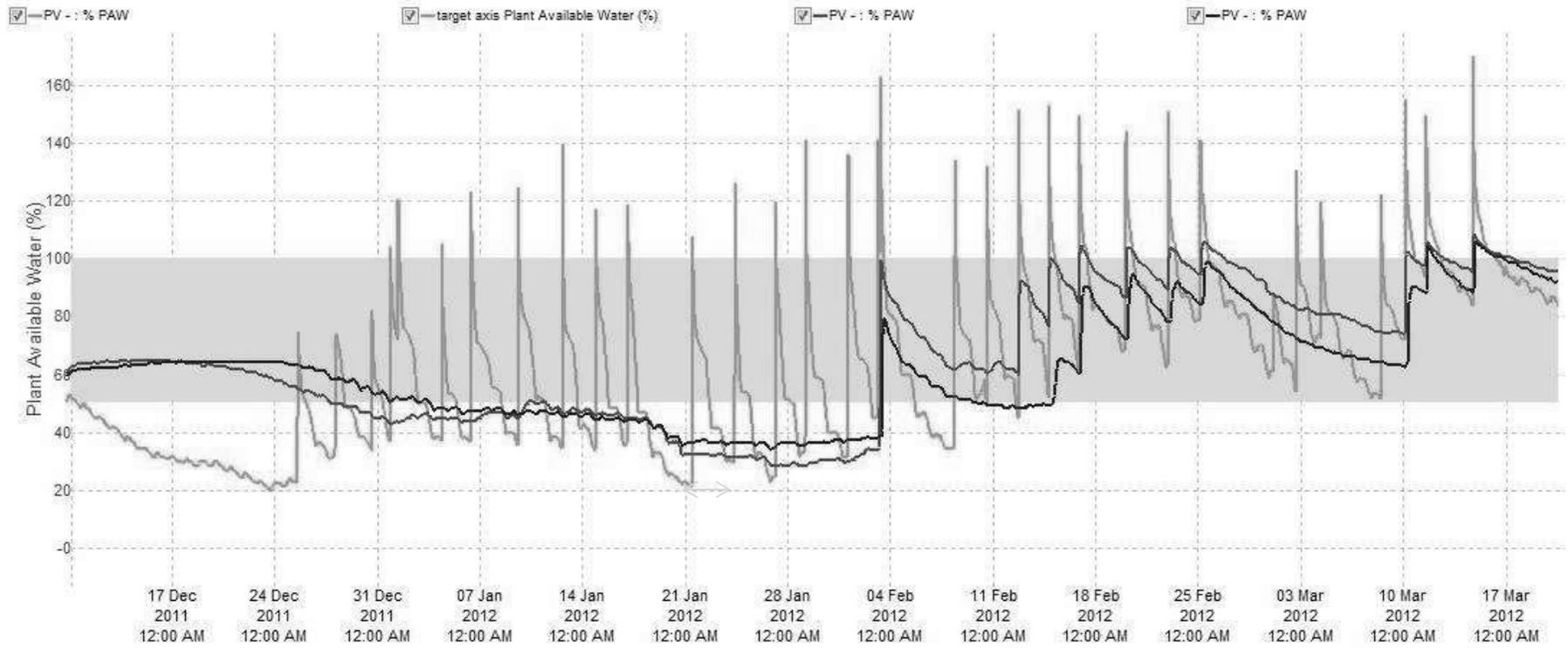
Control del primer riego con sensores FDR, en un huerto de paltos, con el objetivo de iniciar el programa de riego con el suelo a capacidad de campo (100% PAW).



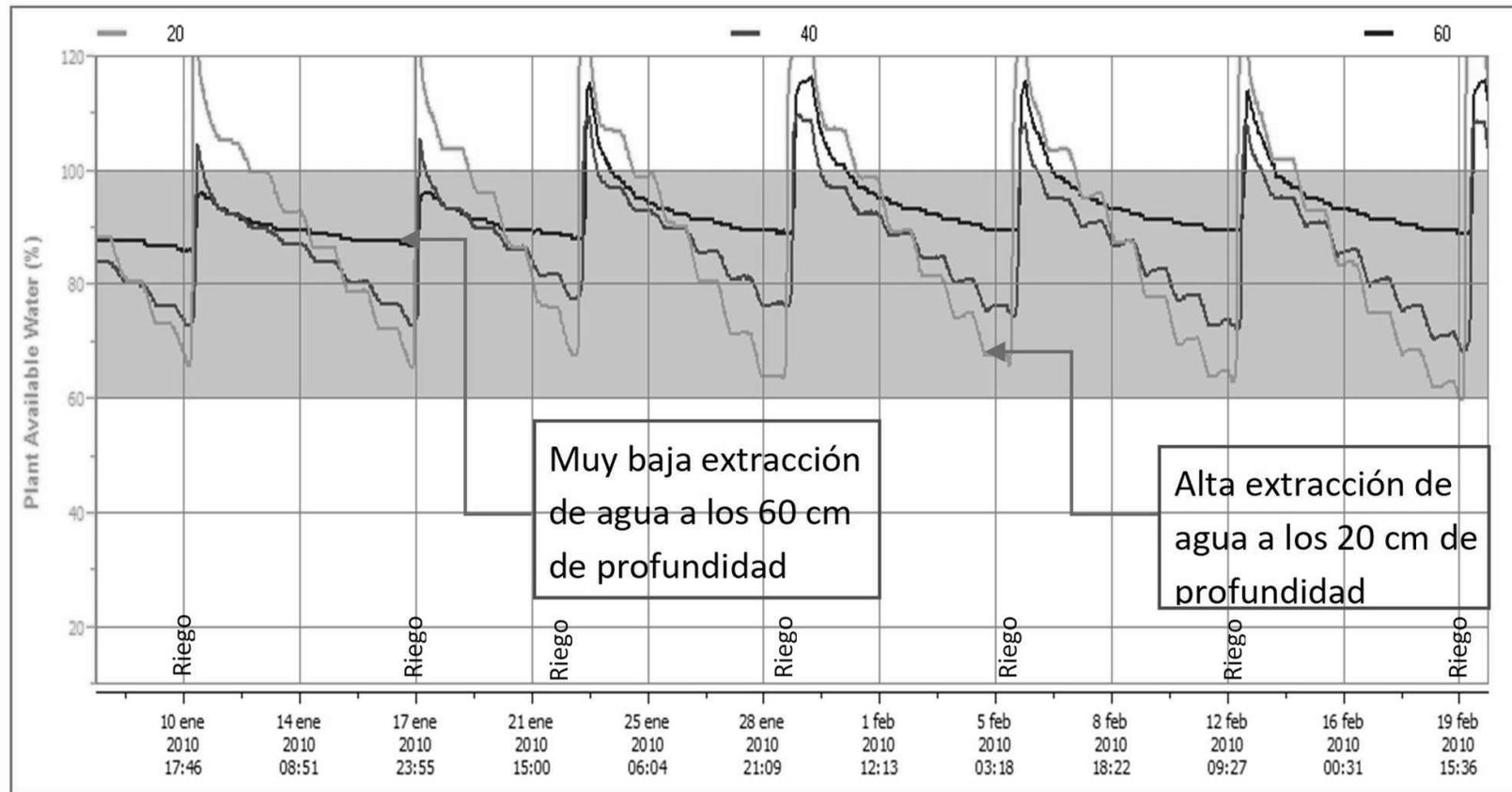
Variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente. Las barras de color rojo corresponden a datos obtenidos con un sensor de presión que indican el momento y magnitud de cada riego.

Control del primer riego con sensores FDR, en un huerto de paltos, con el objetivo de iniciar el programa de riego con el suelo a capacidad de campo (100% PAW).

3) Suelo que se seco y el equipo de riego no pudo recuperar la humedad en el suelo



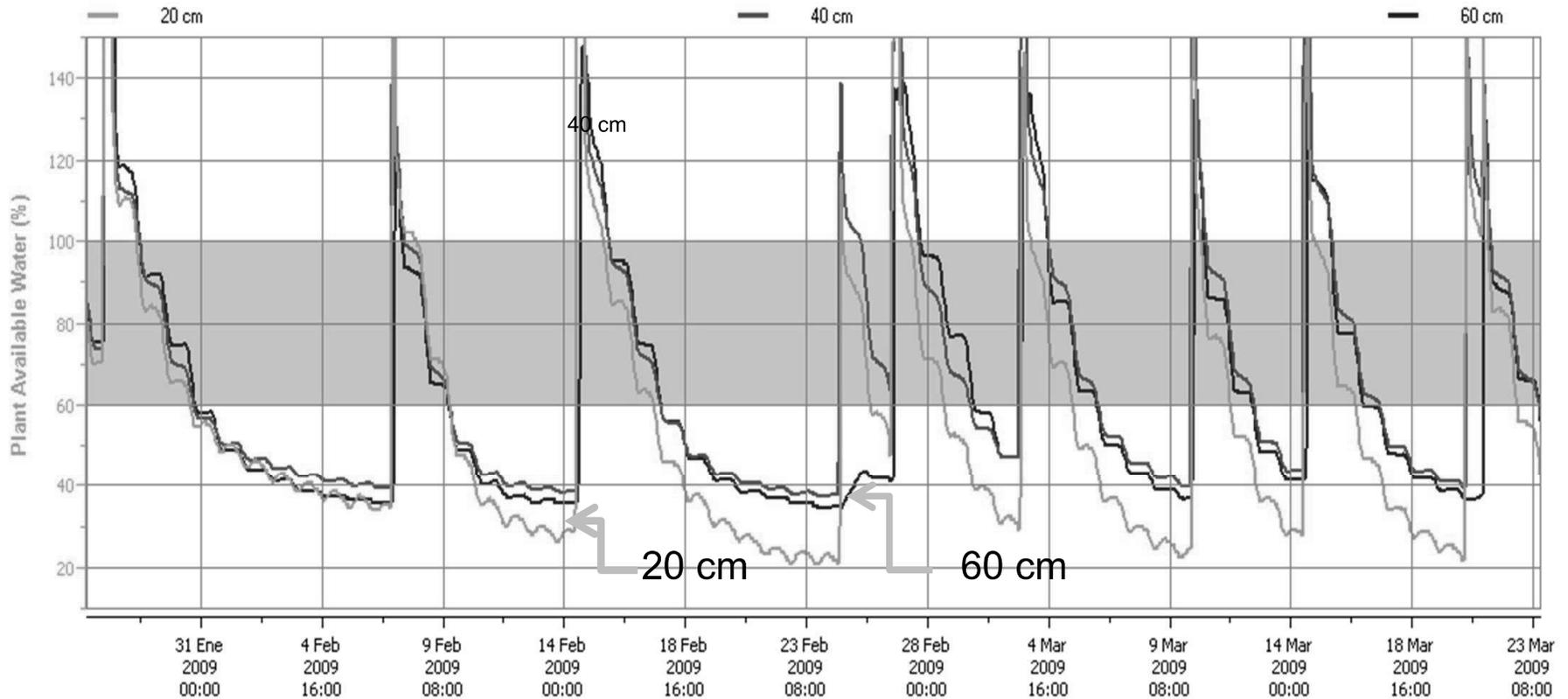
4) MONITOREO ACTIVIDAD RADICULAR



Variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente.

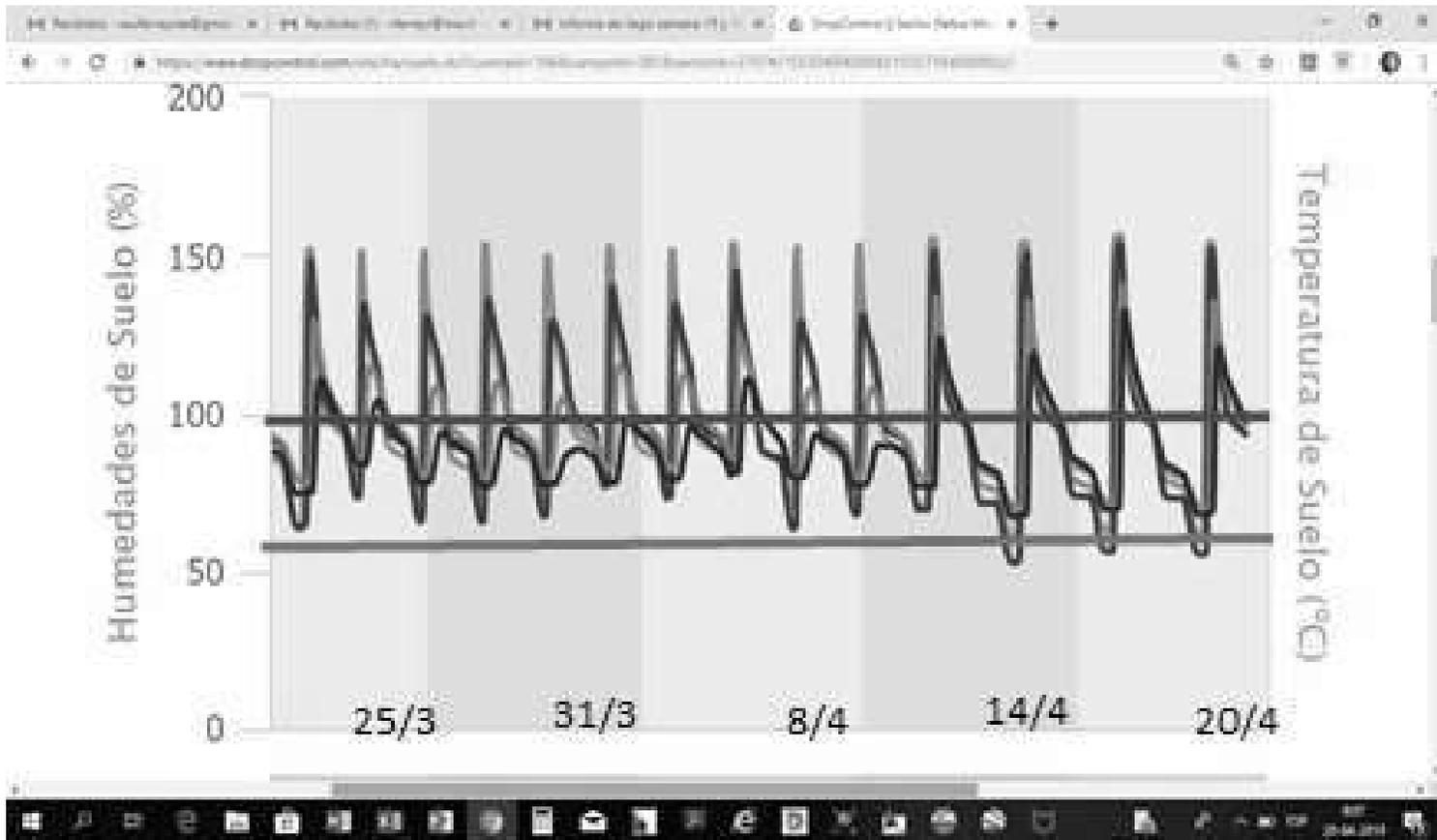
Variación del contenido de humedad en el suelo en un huerto de palto con baja actividad radicular en profundidad (60 cm) al compáralo con la profundidad de 20 cm

5) Comienzo de cierre estomático por falta de agua en el suelo Perdidas de agua por percolación profunda

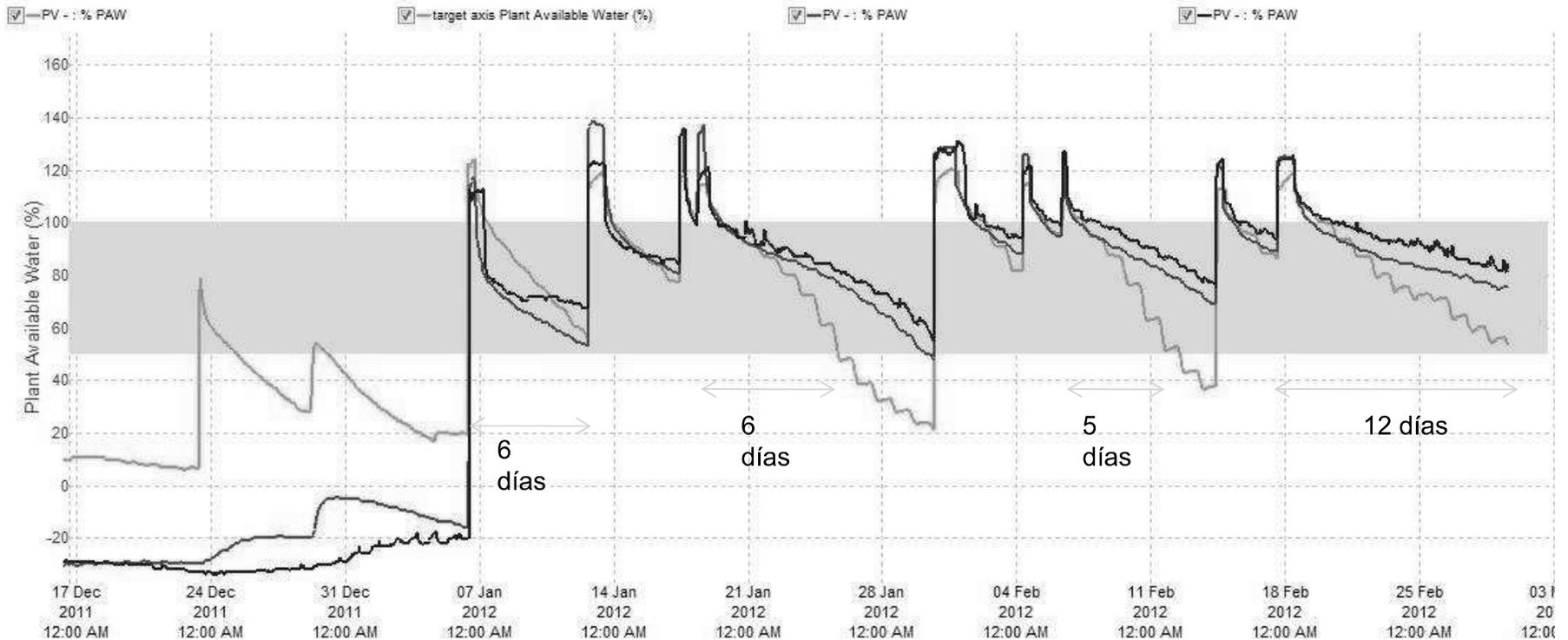


Riego no Frecuente, Salamanca , mal calculo frecuencia de riego, stress hídrico

6) Perdidas de agua por percolación profunda

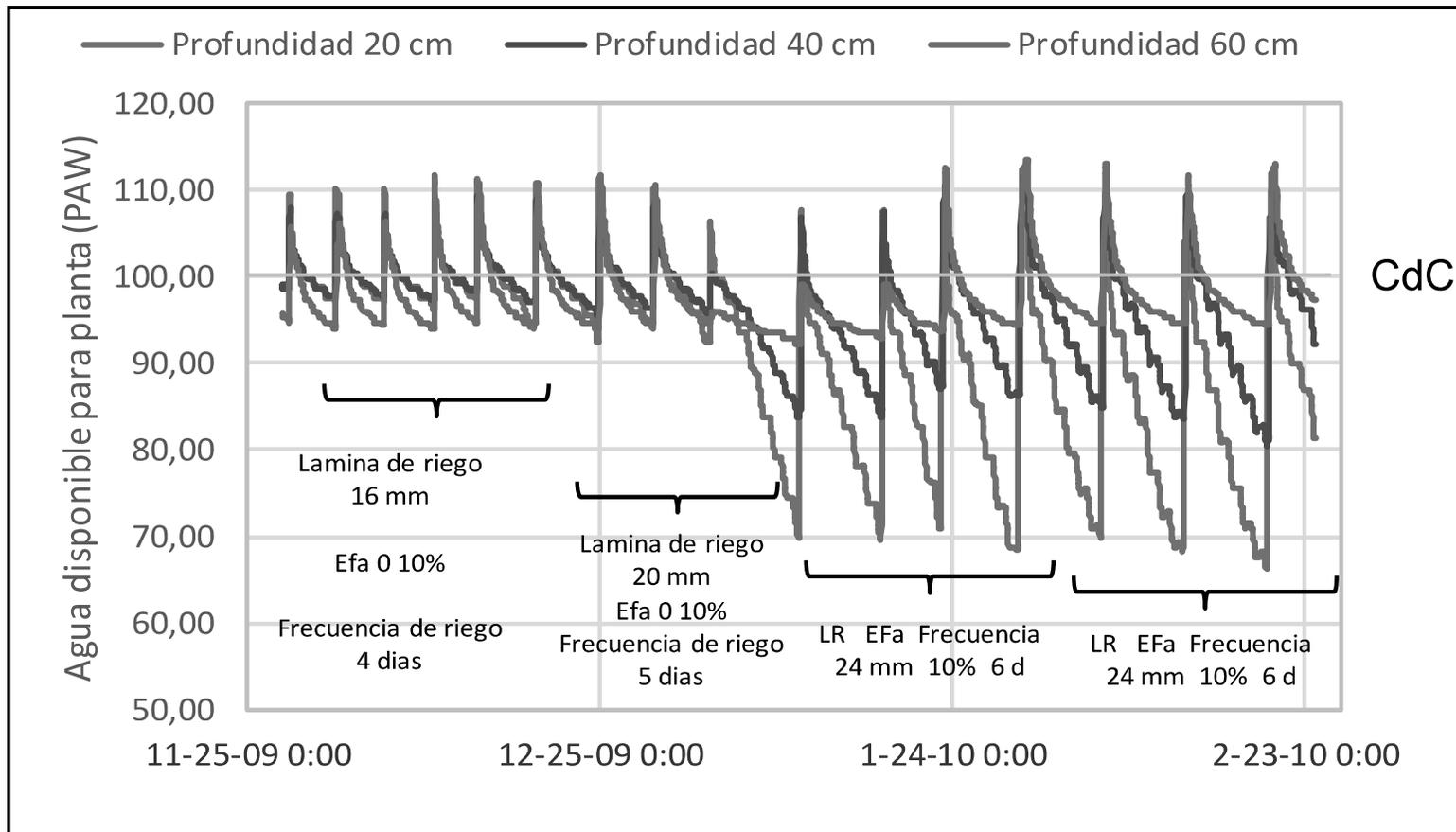


7) Disminución de la transpiración por falta de oxígeno en el suelo



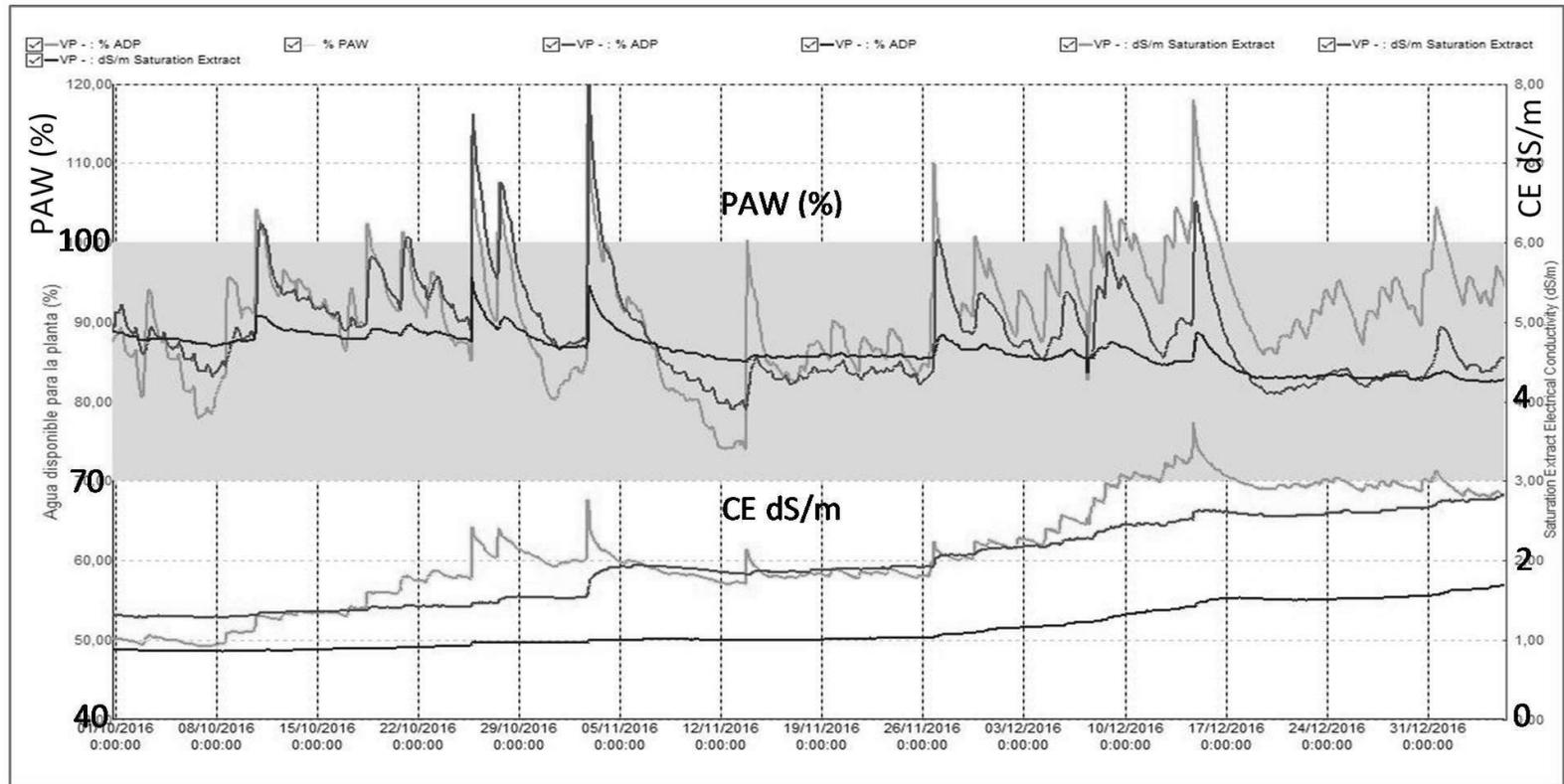
Los sensores reportan información a partir del 17 de diciembre, el suelo tenía un bajo contenido de humedad hasta el 7 de Enero donde se dio un riego profundo que llevo el suelo a capacidad de campo. Luego solo se presento un déficit hídrico alrededor del 28 de enero. En este campo se dieron riego que no eran necesario (frecuencia cada 3 días). De las graficas se puede inferir que en este suelo los riegos frecuentes están limitando la evapotranspiración del cultivo, probablemente por baja disponibilidad de oxígeno. La frecuencia optima para el periodo Enero – Febrero en este suelo es cada 6 días.

8) Ajuste del riego en suelos con problema de aireación



Línea verde agua disponible para las plantas a los 20 cm profundidad, rojo a los 40 cm profundidad y azul a los 60 cm profundidad. Entre 100 y 60% es el agua útil, la que corresponde al 40% de agotamiento del agua disponible para las plantas

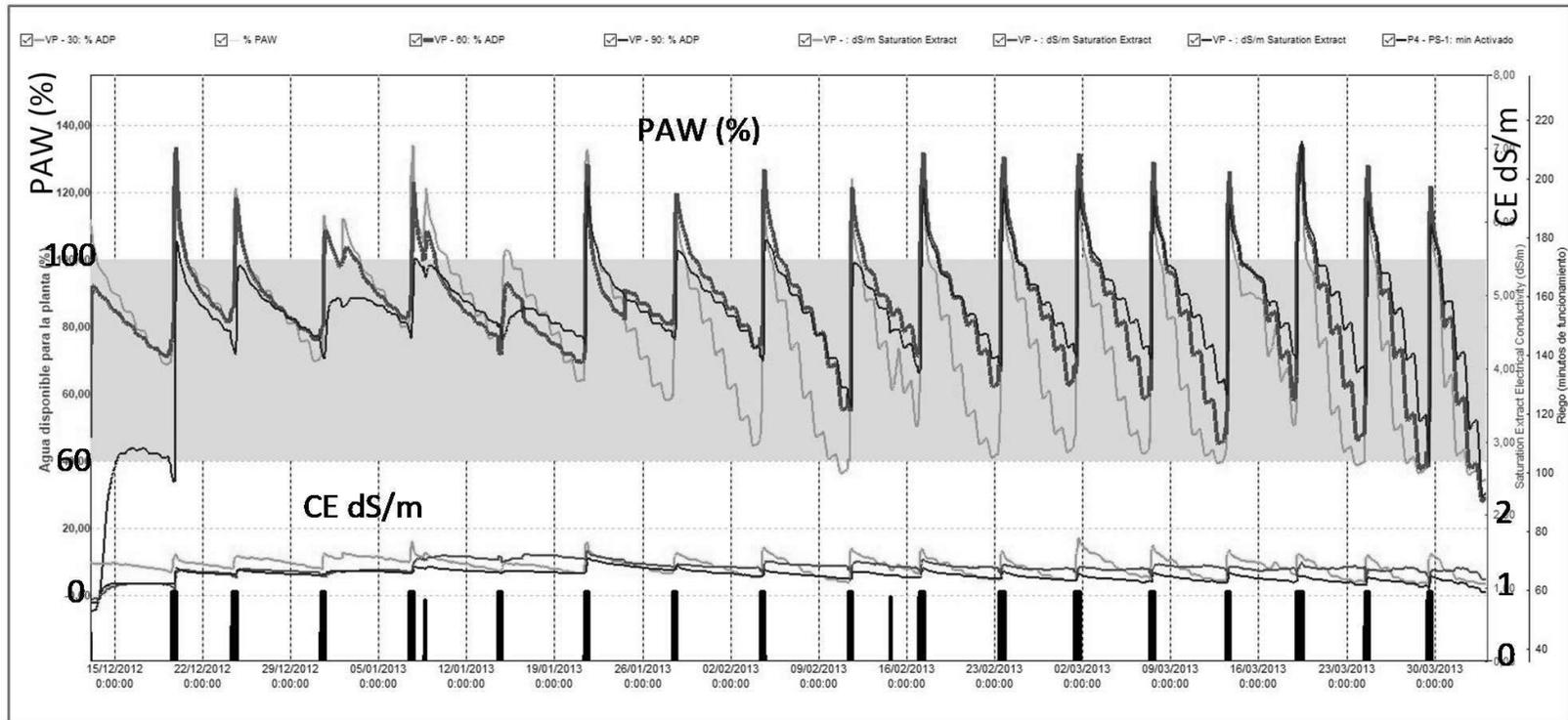
9) ACUMULACIÓN DE SALES EN EL SUELO



Arriba variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente. Abajo variaciones de la Conductividad eléctrica saturada (CE) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. Las barras de color negro corresponden a datos obtenidos con un sensor de presión que indican el momento y magnitud de cada riego.

Monitoreo del contenido de humedad del suelo y el aumento de la conductividad eléctrica del extracto saturado

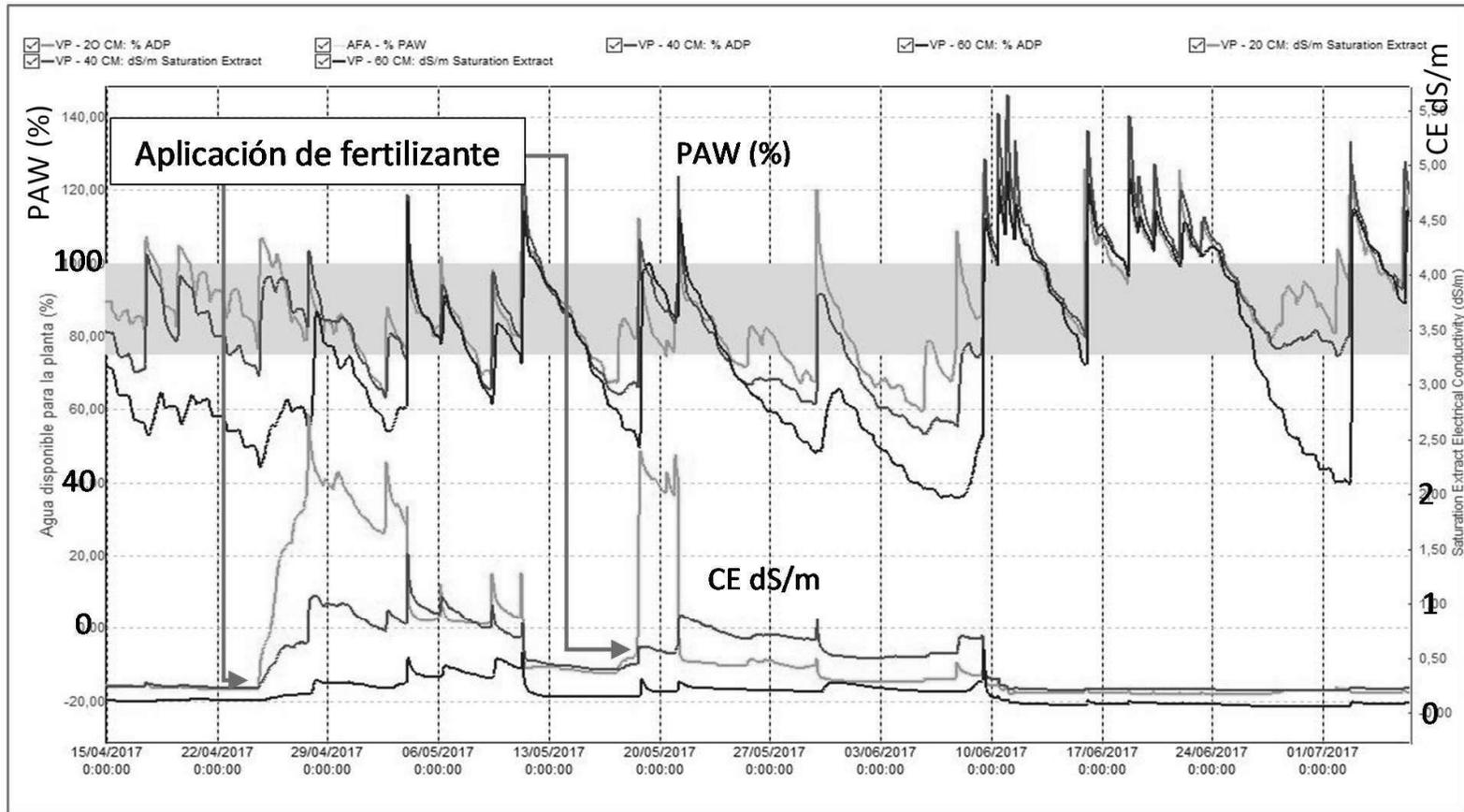
9) ACUMULACIÓN DE SALES EN EL SUELO



Arriba variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente. Abajo variaciones de la Conductividad eléctrica saturada (CE) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. Las barras de color negro corresponden a datos obtenidos con un sensor de presión que indican el momento y magnitud de cada riego.

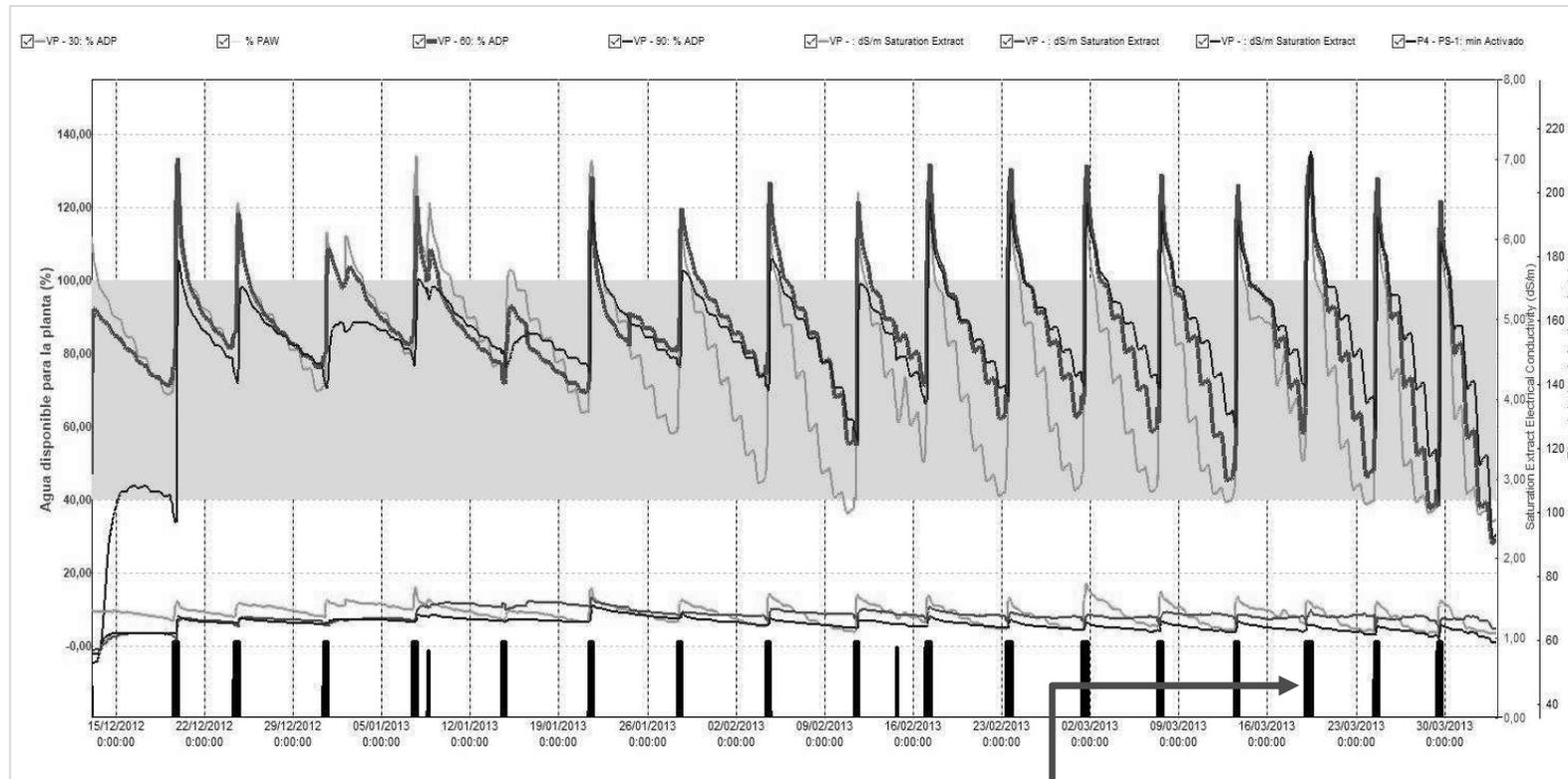
Monitoreo del contenido de humedad del suelo y de la conductividad eléctrica del extracto saturado

Monitoreo del contenido de humedad del suelo y el aumento de la conductividad eléctrica del extracto saturado durante la aplicación de fertilizantes



Arriba variaciones de humedad, agua disponible total (PAW) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. PAW = 100% es Capacidad de campo y 0% es punto de marchitez permanente. Abajo variaciones de la Conductividad eléctrica saturada (CE) a los 20 cm verde, Rojo a los 40 cm y azul a los 60 cm. Las barras de color negro corresponden a datos obtenidos con un sensor de presión que indican el momento y magnitud de cada riego.

10) CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE RIEGO



Control del tiempo y frecuencia programada

Análisis de calicatas



MODULO	Calicatas realizadas 11:30-14:00 15/02/2019	CALICATA ANTES RIEGO			RAICES			PLANTA		
		<i>(Saturado, Optimo, Riego Requerido, seco)</i>			<i>(Abundantes, Inactivas, Ausencia)</i>			<i>(Brote Abundante, Sin Brote, Decaido)</i>		
		20CM	40CM	60CM	20CM	40CM	60CM			
1	Despues de 12.5hr (Riego 5hr)	Optimo	Optimo	Optimo	Abundante	Poca Inactiva	Ausencia	Sin Brote		
3	Despues de 20.0hr (Riego 5hr)	Optimo	Optimo	Optimo	Abundante	Poco Inactiva	Ausencia	Brote Abundante		
4	Despues de 13.5hr (Riego 5hr)	Optimo	Optimo	Optimo	Abundante e inactiva	Abundante e inactiva	Ausencia	Sin Brote		
7	Despues de 22.0hr (Riego 5hr)	Optimo	Optimo	Optimo	Abundante	Abundante e inactiva	Ausencia	Brote Abundante		
8	Regando 2hr en ese instante (Riego 7hr)	Optimo	Optimo	Optimo	Abundante e inactiva	Ausencia	Ausencia	Brote poco		
11	Despues de 18.0hr (Riego 5hr)	Optimo	Optimo	Optimo	Abundante	Ausencia	Ausencia	Brote Abundante		

Sondas Portátiles de capacitancia FDR

Humedad Vol
Temperatura
CE saturada y capilar



Programa de riego

