



# Jornada Desafíos y avances para un riego sostenible: el proyecto Rideco-Consolider

## SOSTENIBILIDAD DEL REGADIO: RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO Y SALINIDAD

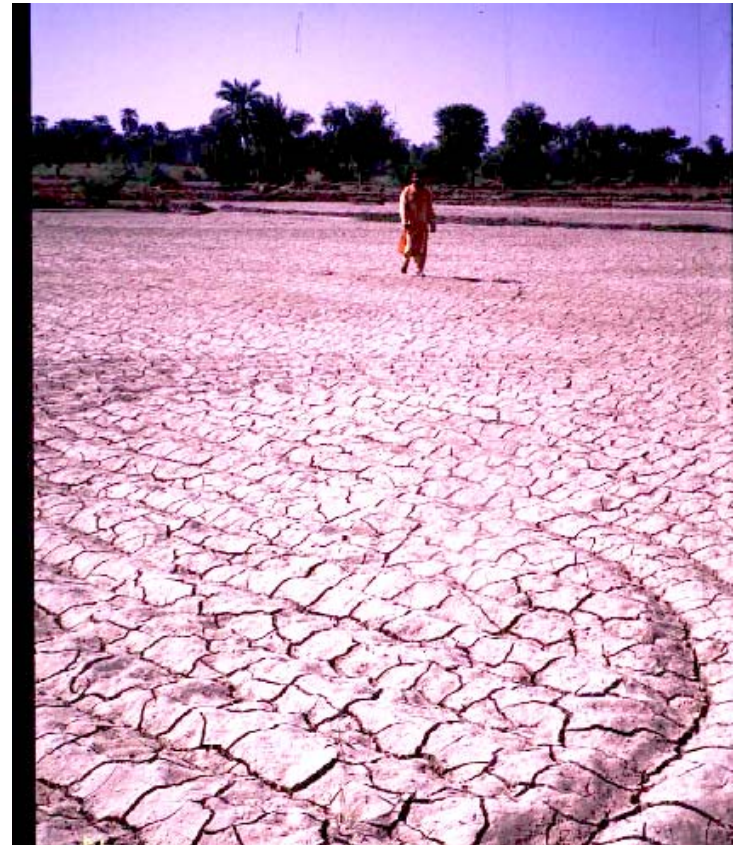
- R. Aragüés, J. Faci, W. Zribi, E. Medina, I. Clavería, **Unidad de Suelos y Riegos (Unidad Asociada EEAD-CSIC), CITA-DGA**
- O. Mounzer, F. Pedrero, E. Nicolás, F. Perez, R. Alcobendas, J.M. Bayona, P. Nortes, J.J. Alarcón, **Dpto. de Riegos, CEBAS-CSIC**

Madrid, MARM, 6 de abril de 2011

- **El regadío, una necesidad incuestionable en zonas áridas y semiáridas**  
**... pero hay que manejarlo de forma apropiada para evitar efectos negativos internos (salinización de los suelos) y/o externos (salinización de los retornos de riego)**

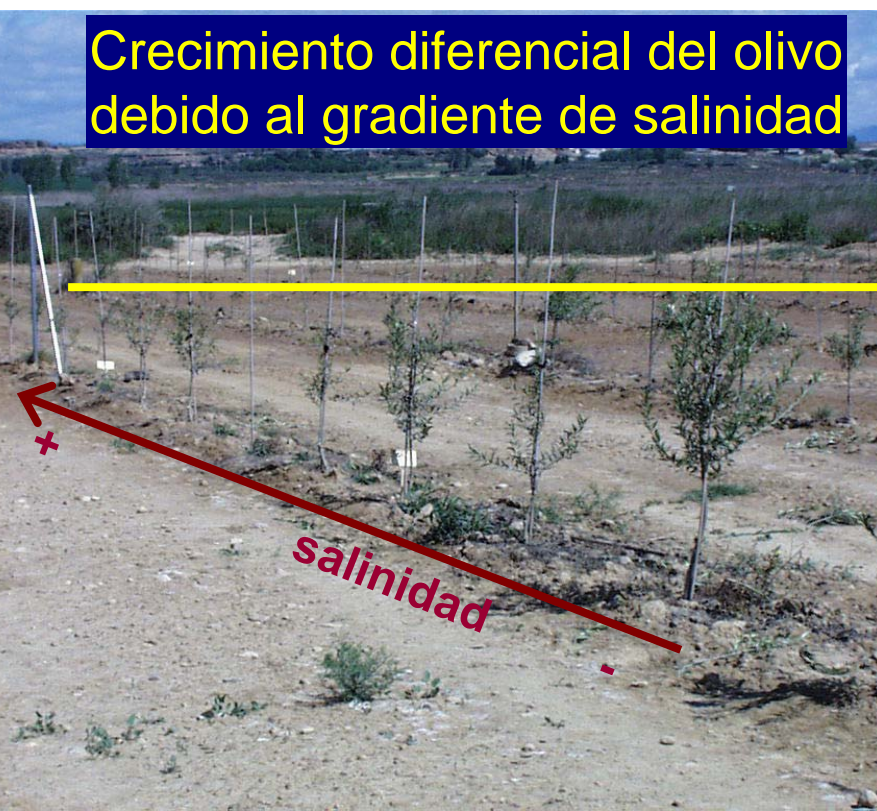


- **Salinización de suelos: efecto negativo potencialmente relevante en el regadío ... en particular con aguas de riego salinas, riego deficitario y zonas de baja pluviometría**



- Peligro de salinización del suelo en riego por goteo deficitario controlado (RDC) ... especialmente relevante en cultivos leñosos sensibles a salinidad

Crecimiento diferencial del olivo debido al gradiente de salinidad



Olivo muerto por salinidad



## **Tres objetivos de Rideco:**

- 1- Cuantificar el grado de salinización de suelos sujetos a RDC (con aguas de salinidad moderada o alta).**
- 2- Modelizar la variabilidad espacial y las tendencias de salinización del suelo mediante Hydrus 3D.**
- 2- Analizar posibles estrategias de control de salinización de suelos sujetos a RDC.**

### **Ensayos Rideco 2007-2011**

- Aragón (CITA): PEBEA (Plan Bajo Ebro Aragonés). Zona semiárida ( $P \approx 300$  mm/año).**
- Murcia (CEBAS): Campotéjar. Zona semiárida ( $P \approx 300$  mm/año).**

# ENSAYOS EN ARAGÓN (CITA-DGA)



CE agua riego = 1.2 – 1.4 dS/m



2007 a 2009

**Uva de mesa apirena  
Autumm y Crimson  
Control + 2trat. RDC**



2008 a 2011

**Melocotón tardío  
Calrico (tipo Calanda)  
Control + 2 trat. RDC**



2010-2011

**Nectarina temprana  
Bigtop  
Efecto acolchado**



# ENSAYOS EN MURCIA (CEBAS-CSIC) 2007-2011

**Agua de depuradora (AD)**  
CE = 3 dS/m



**Agua de trasvase (AT)**  
CE = 1 dS/m

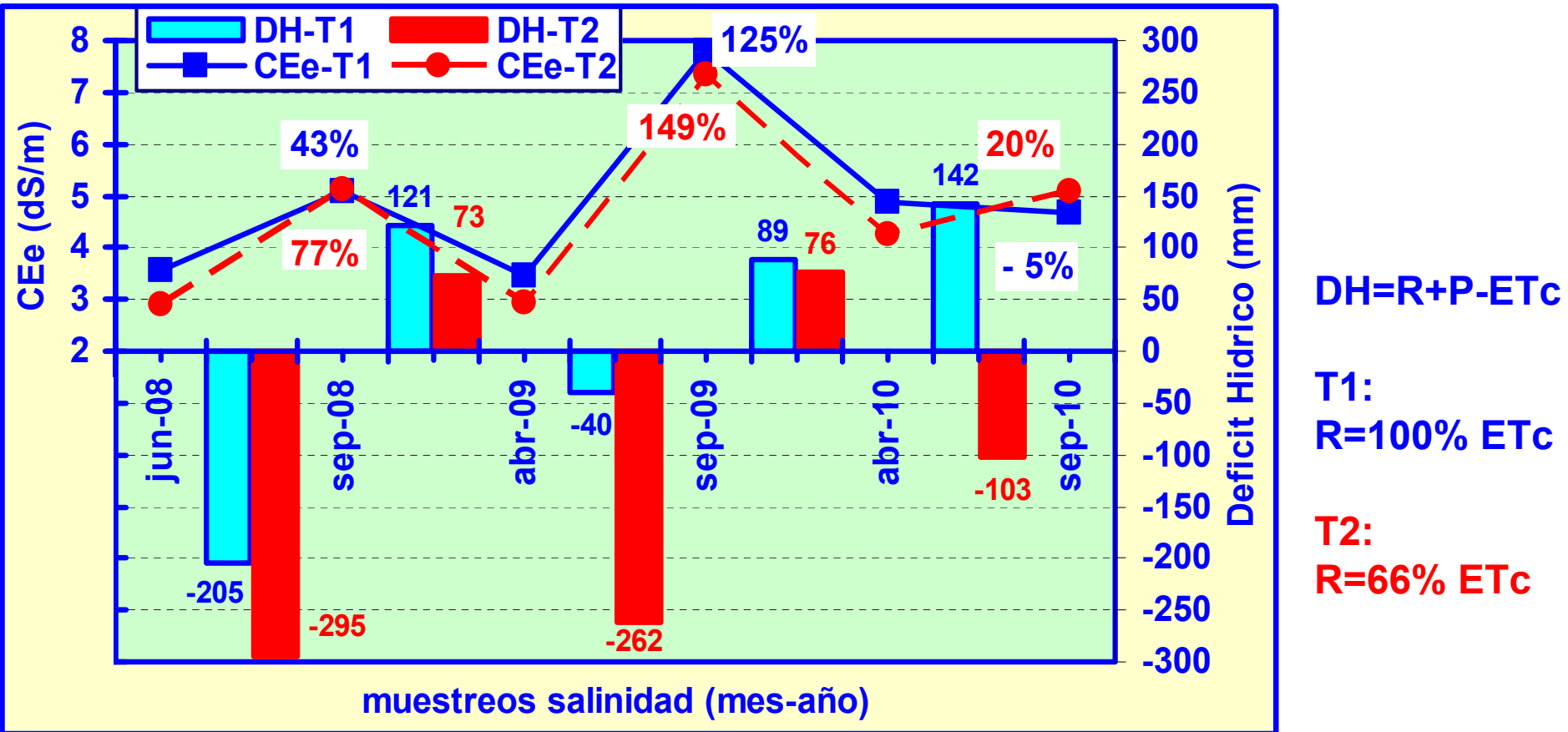


**Agua Com. Reg. (AR)**  
CE = 1 a 4 dS/m



- Mandarino Orogrande s/ Carrizo, 9 años; marco 3.5 x 5 m; 3 goteros de 4 l/h.
- Control (100% ETc) y RDC (50% ETc en Fase II).
- 3 calidades agua x 2 tratamientos riego x 4 repeticiones = 24 unid. exp.

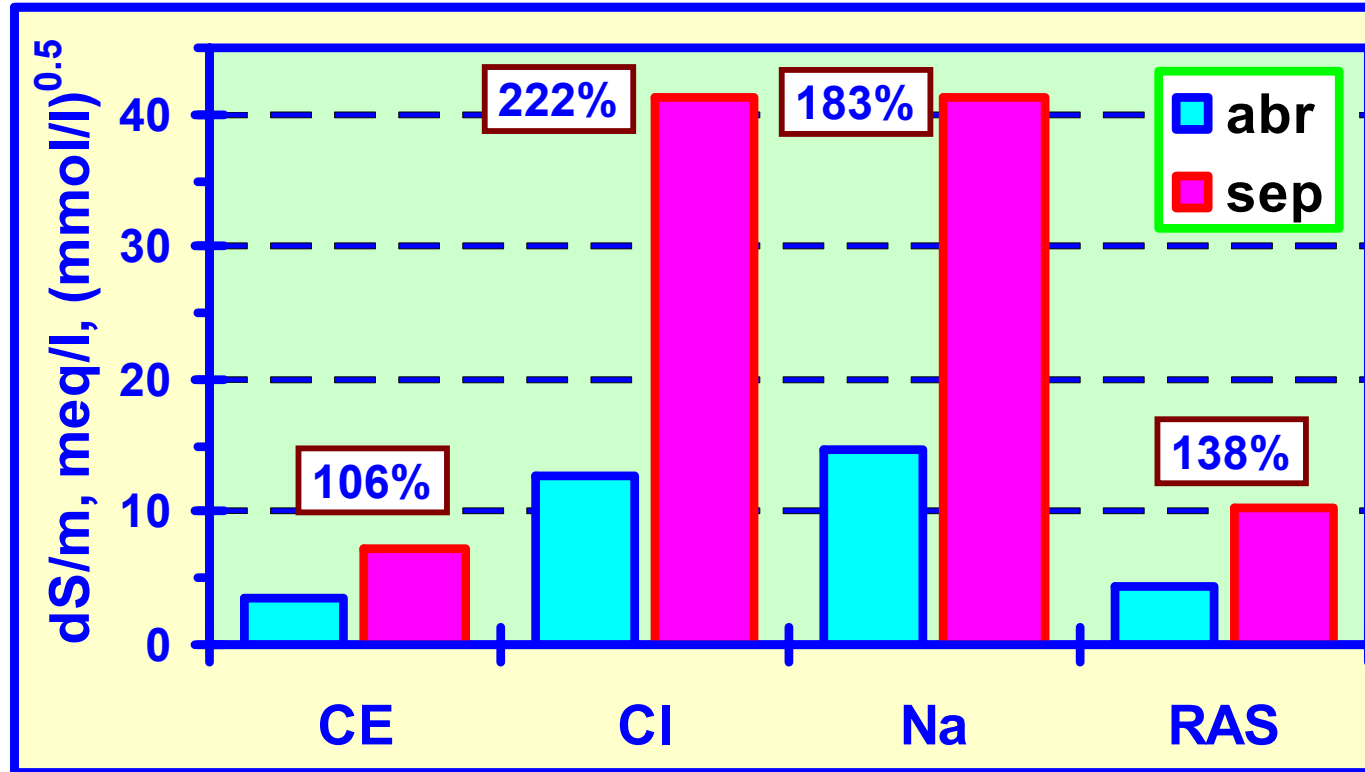
# Melocotón: evolución estacional de la salinidad del suelo



- 1- Incremento de la salinidad en la estación de riego (abr-sep):  
DH negativo y elevada evapoconcentración. El incremento depende del DH (incremento T2 > incremento T1).
- 2- Descenso de la salinidad en la estación de no riego (oct-mar):  
DH positivo y lavado de sales por la lluvia (≈ 190 mm).
- 3- ¿Tendencias de salinización?



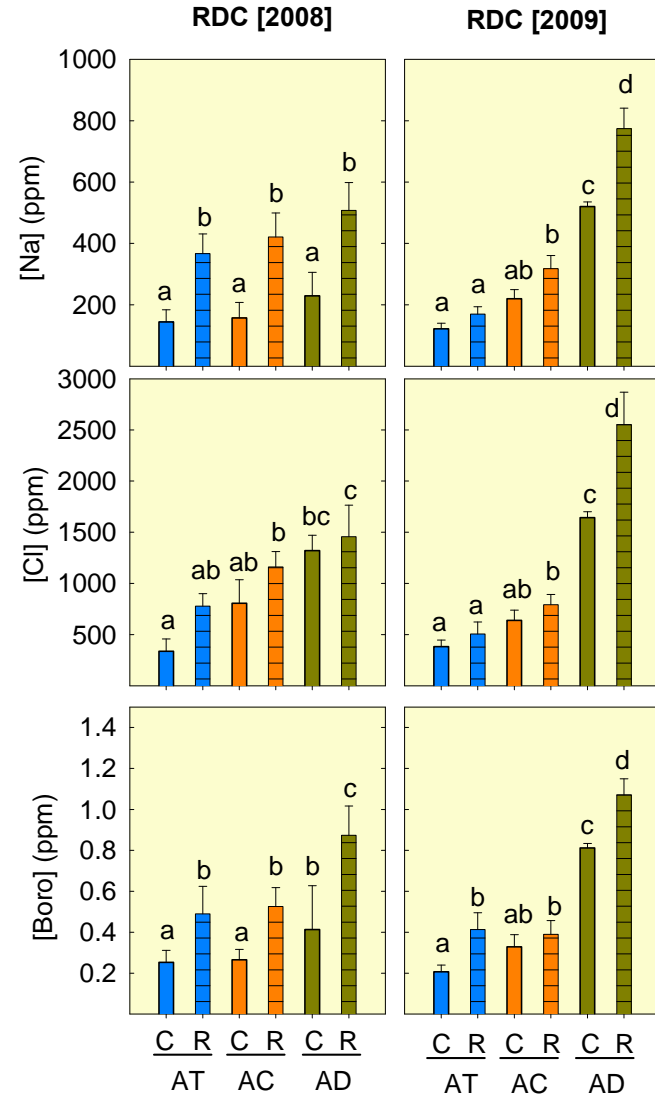
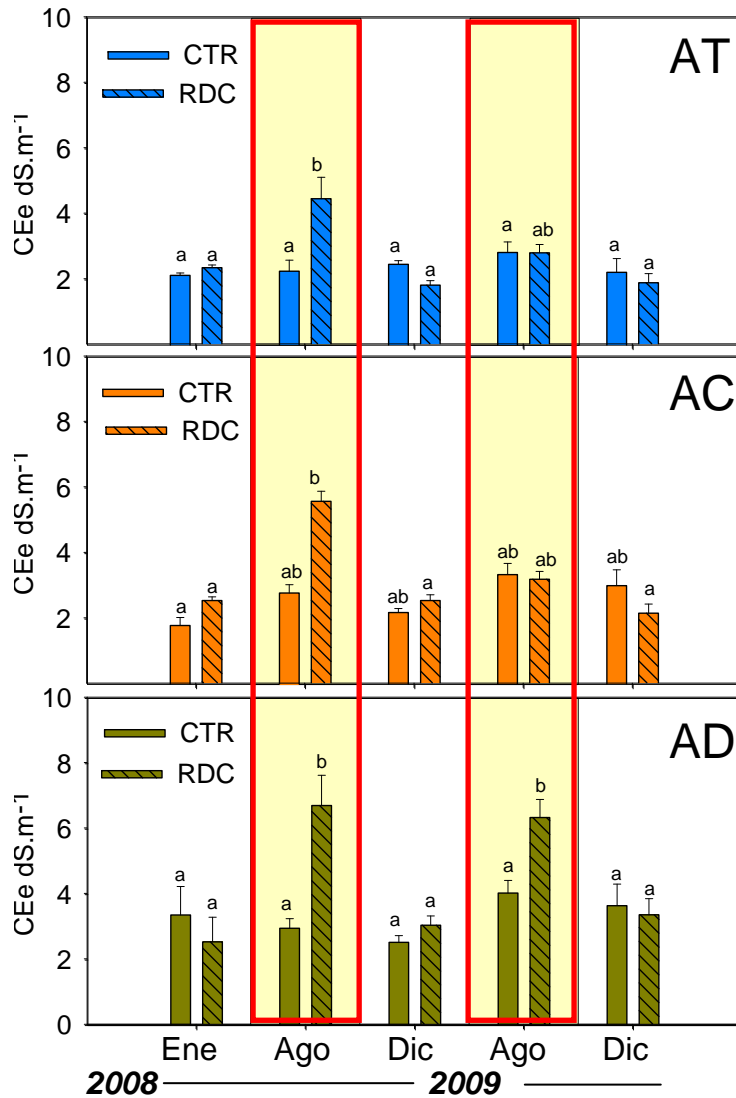
# Melocotón: valores de CE, Cl, Na y RAS en el extracto saturado del suelo en abril y septiembre del 2009 y sus incrementos relativos (sep-abr/abr). Tratamiento T3.



RDC:  
100% ETC, 50%  
ETC en Fase III

- 1- Incrementos muy elevados, en particular para Cl y Na. Los valores en septiembre superan a los umbrales FAO-melocotón.
- 2- Incremento de la sodicidad (RAS) superior al de salinidad (CE). El valor de RAS en septiembre (10.3) puede inducir a la pérdida de estabilidad de los suelos sujetos a lluvia o aguas de baja CE.

# Mandarino 2008 y 2009: CEe extracto saturado suelo; Na, Cl, B en la solución del suelo extraída con sondas de succión

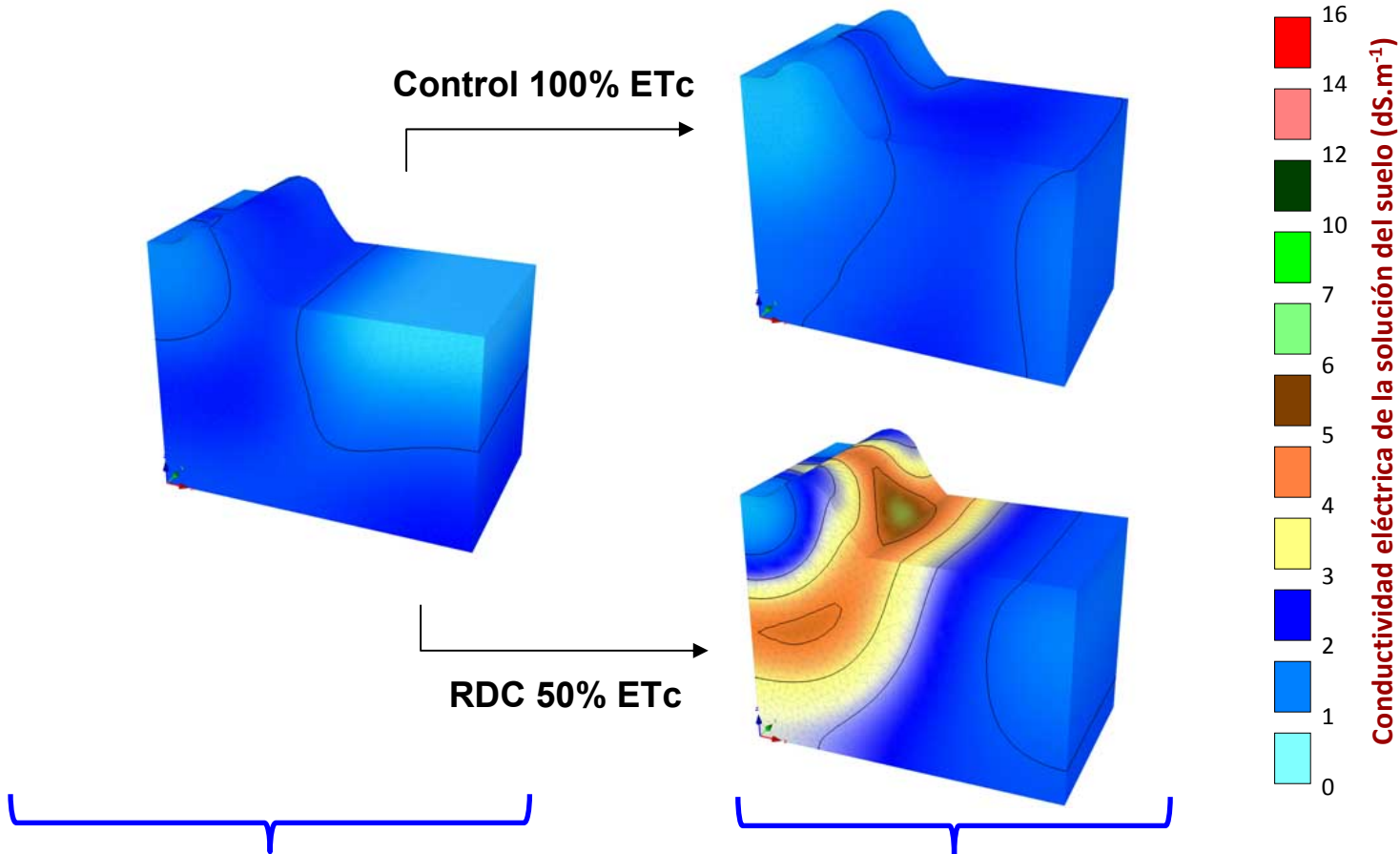


1- Incrementos elevados de las cuatro variables sujetas a RDC

2- Incremento Agua Dep. (AD) > Agua Com. Reg. (AR) > Agua trasvase (AT)

# Mandarino: simulaciones con Hydrus 3D de la CE sol. suelo

Agua Trasvase (CE  $\approx 1$  dS/m): Control (100% ETc) y RDC (50% ETc Fase II)

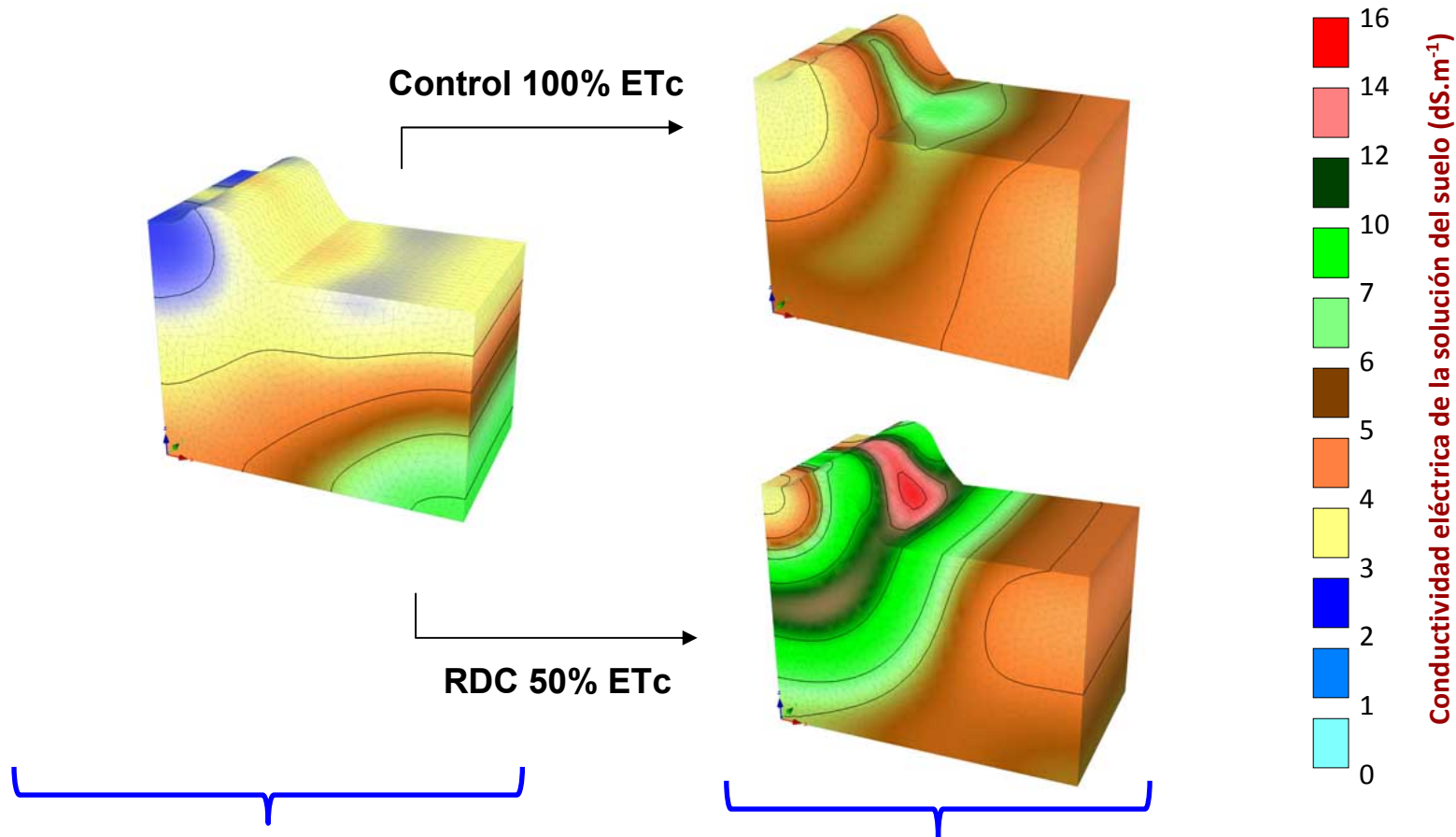


22 Junio, Inicio del periodo de RDC    13 Agosto, Fin del periodo RDC

Incremento de la CE<sub>ss</sub> muy bajo en el Control y relativamente bajo en RDC regado con agua de baja salinidad.

# Mandarino: simulaciones con Hydrus 3D de la CE sol. suelo

Agua Depuradora (CE  $\approx 3$  dS/m): Control (100% ETc) y RDC (50% ETc Fase II)

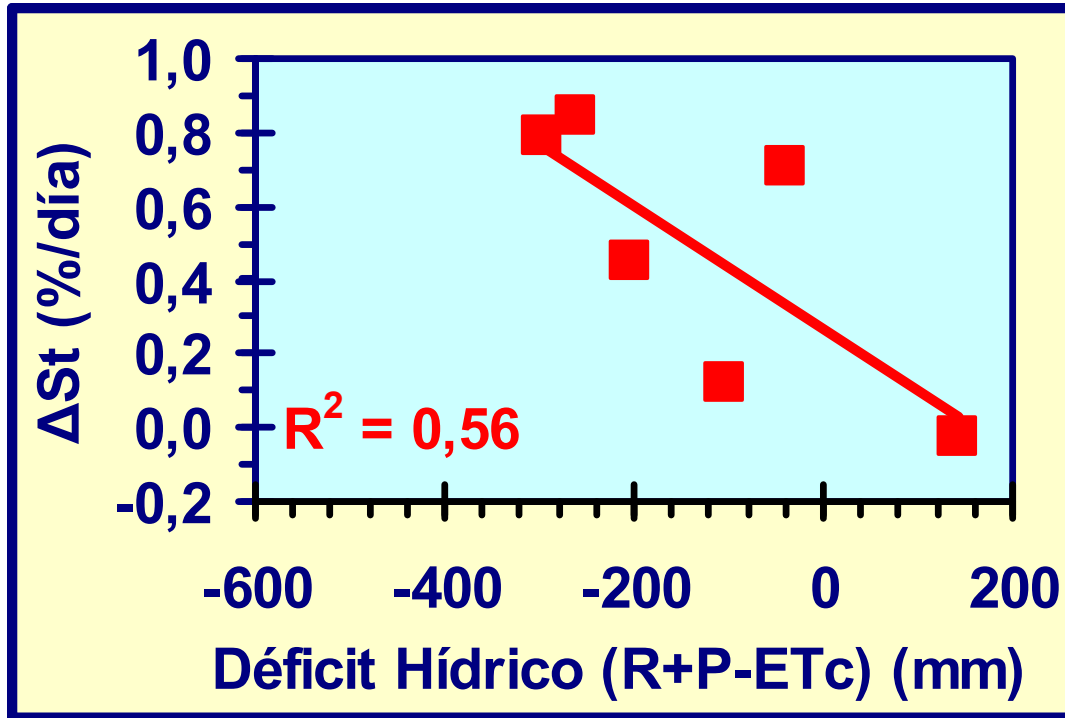


22 Junio, Inicio del periodo de RDC    13 Agosto, Fin del periodo RDC

Incremento de la CE<sub>ss</sub> elevado en el Control y muy elevado y con un fuerte gradiente de salinidad en RDC regado con agua de elevada salinidad.

# Estrategias de control de la salinización edáfica:

I- Reducción del déficit hídrico ( $DH = R + P - ET_c$ ) incrementando R.

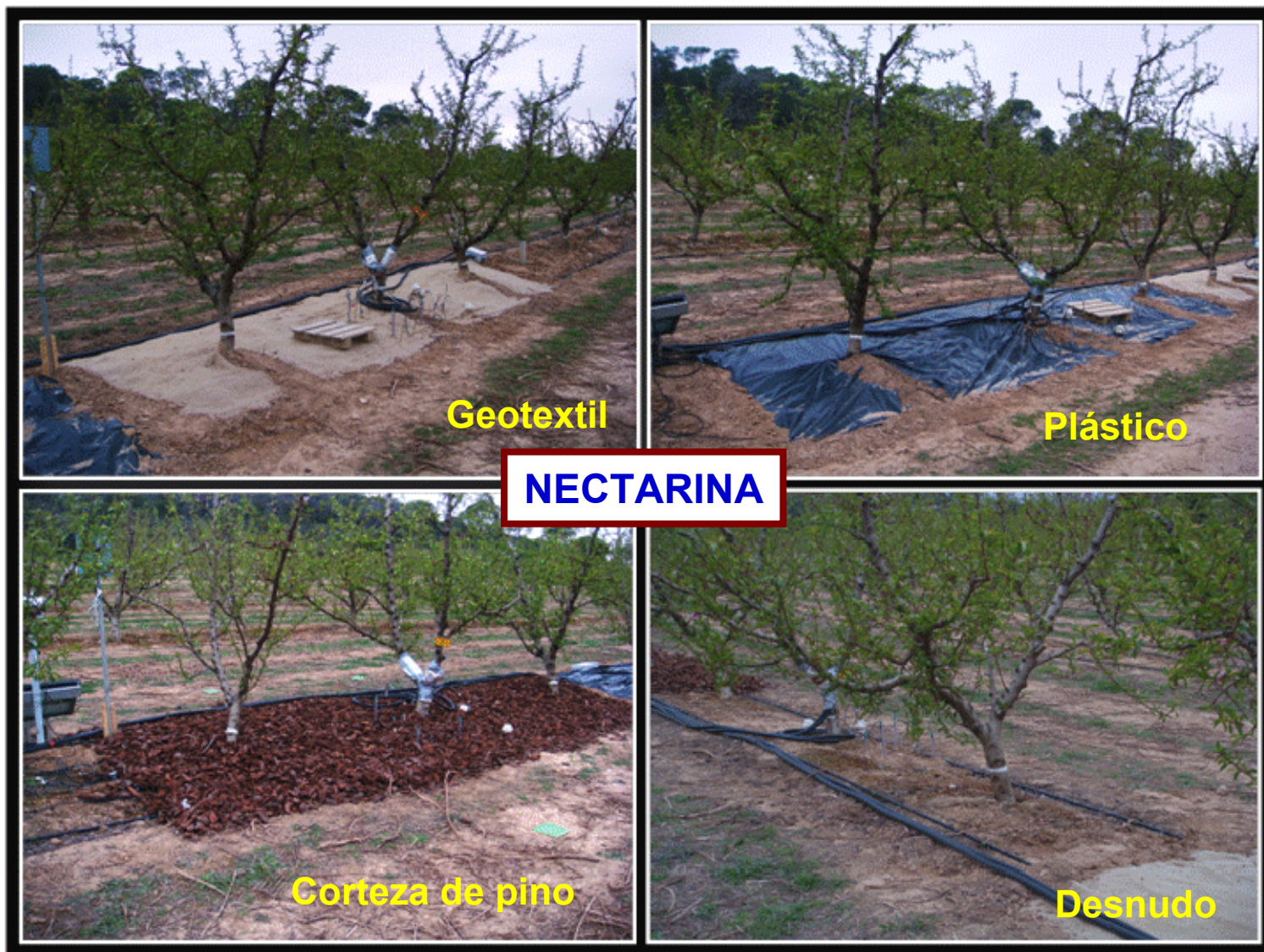


**MELOCOTÓN**  
 $\Delta St$  = porcentaje diario relativo de variación de la salinidad (CEe)

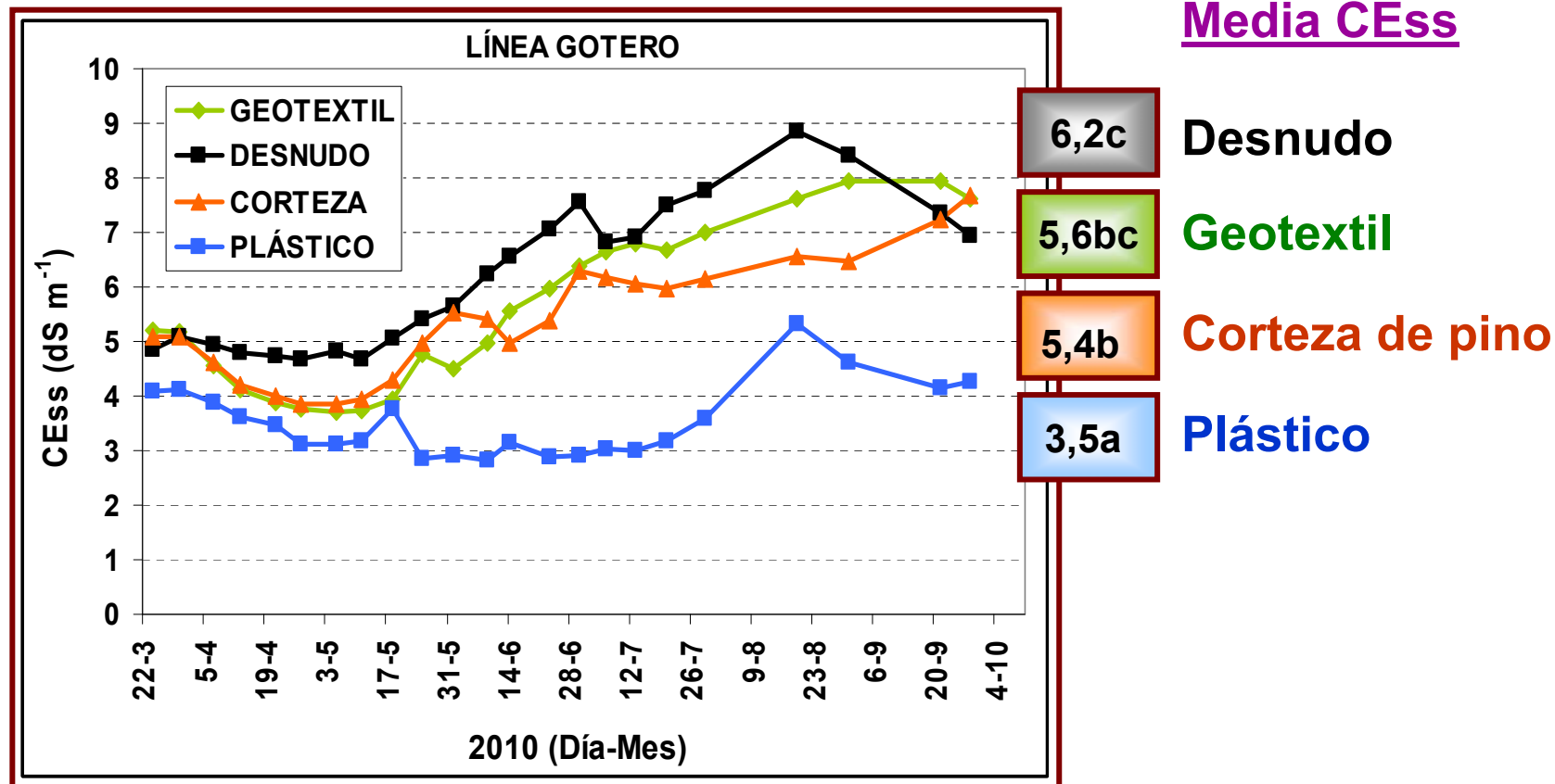
- 1- La reducción del déficit hídrico (o aumento de la fracción de lavado) a través de un incremento del riego disminuye la salinización edáfica.
- 2- El RDC es compatible con este incremento de riego si el mismo se efectúa en la estación de no riego, período más eficiente para el lavado de sales.

# Estrategias de control de salinización edáfica:

II- Reducción del déficit hídrico ( $DH = R + P - ET_c$ )  
disminuyendo la evaporación: acolchado del suelo



# Efecto del acolchado en nectarina (año 2010)



Salinidad de la solución del suelo (CEss) extraída con sondas de succión en cada tratamiento de acolchado.

- 1- El acolchado del suelo es una práctica agronómica muy eficaz para el control de la salinidad edáfica.
- 2- La eficiencia del acolchado es ambiente-dependiente.

# Conclusiones

- 1- La salinización (y su efecto sobre los cultivos) y la sodificación (y su efecto sobre los suelos) de la solución del suelo en climas áridos y semiáridos y aguas de salinidad moderada o alta puede ser un problema importante en el riego deficitario controlado (RDC).
- 2- Los modelos de simulación como Hydrus 3D son herramientas que, calibradas y validadas, permiten efectuar predicciones de salinización de los suelos y establecer estrategias óptimas para su control bajo distintos escenarios de manejo de las aguas, suelos y cultivos.



# Conclusiones

- 3- La combinación del acolchado del suelo con riegos fuera de la estación de riegos es una estrategia que permitiría compatibilizar los beneficios derivados del RDC con el control de la salinidad del suelo.**
- 4- Estos resultados y estrategias son ambiente-dependientes, por lo que es necesario medir la salinidad del suelo de forma apropiada tanto en el tiempo como en el espacio.**
- 5- La metodología desarrollada en el proyecto Rideco está a disposición de los usuarios.**