JORNADA SOBRE
AGUAS NO CONVENCIONALES. APLICACIÓN EN EL REGADÍO.

3 noviembre 2026

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

IMPLICACIONES AGRONÓMICAS DEL RIEGO CON AGUAS NO CONVENCIONALES

CRISTINA ROMERO TRIGUEROS

Científica Titular CSIC
Departamento de Agua y Producción Vegetal (CEBAS-CSIC)
e-mail: cromero@cebas.csic.es

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

CEBAS
CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL SEGURA

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

JORNADA SOBRE
AGUAS NO CONVENCIONALES. APLICACIÓN EN EL REGADÍO.
3 noviembre 2026

1 **Recursos hídricos no convencionales en el regadío (RHNC).**

2 **Casos prácticos de estudios agronómicos en cultivos leñosos.**

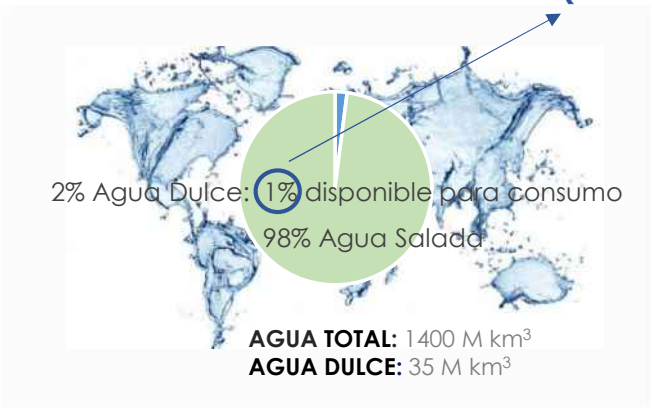
- **Agua regenerada (AR) - CÍTRICOS**
  - Calidad agronómica del AR.
  - Riego con AR durante todo el ciclo vegetativo.
  - Riego con alternancia de fuentes de agua de distinta calidad (AR y agua de buena calidad agronómica).
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AR y umbrales de fitotoxicidad.
- **Agua regenerada desalinizada (AD) - ALMENDRO Y OLIVO**
  - Calidad agronómica del AD.
  - Efectos agro-fisiológicos del uso de AD durante el periodo de riego.
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AD



3 **Proyectos de investigación y líneas futuras.**



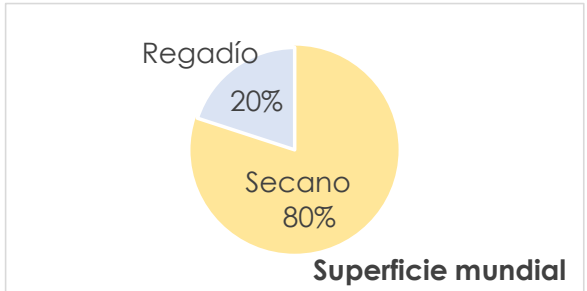
RIEGO (~70%)





FAO, 2025

AGUA: RECURSO ESENCIAL LIMITADO

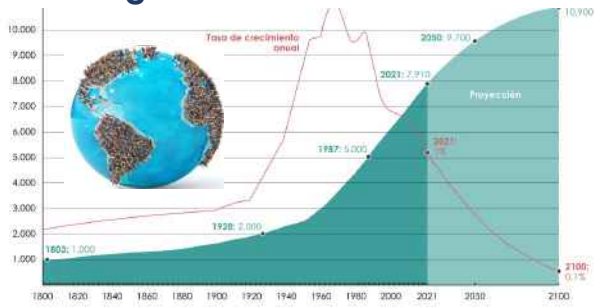


papel clave



60% en áreas con **estrés hídrico**
FAO, 2026

Asegurar demanda mundial



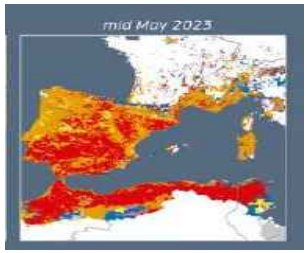
2050: 9.700M hab
ONU, 2024

PRESIÓN RRHH

COMPETENCIA ENTRE SECTORES

CAMBIO CLIMÁTICO

Aumento Sequía
(>Temperatura/ < Precipitación)



EU, 2023



MITECO,2026

Región Mediterránea
75% de la producción procede del Regadío



Necesidades de riego:
Δ 20-30% en próximas décadas

Pérdida Calidad Agua de Riego

En Región Murcia → mix de aguas:

- **Intercuenca.** Buena calidad, **1 dS/m**.
- **Pozo.** Na, Cl, NO_3 Salina, **4 dS/m**.
- **AR.** Comp. variable, **2,5 dS/m**.
- **Desalinizada**. Na, Cl, < nutrientes, **0,6 dS/m**.

Precio agua elevado**: 2.000 €/ha/año **(1/3 costes).

Contaminación masas de agua
(factor externo)

Lucha contra contaminación difusa por NO_3^-





IMPACTO AMBIENTAL

Gestión inadecuada agua y fertilizantes
Degradación calidad agua riego

Degradación suelo
(factor interno) FAO, 2025

>1.000 M ha tierras antes **productivas** Algunas irrecuperables
1/3 regadío en áreas afectadas por salinización





Δ CRISIS GLOBAL: ESCASEZ DE RRHH DISPONIBLES PARA AGRICULTURA

USO SOSTENIBLE DE RHNC EN AGRICULTURA

RIEGO DEFICITARIO

RIEGO PRECISIÓN

INTEGRACIÓN AMBIENTAL

RHNC

AR: garantiza seguridad hídrica en sistemas agrarios

Mundial

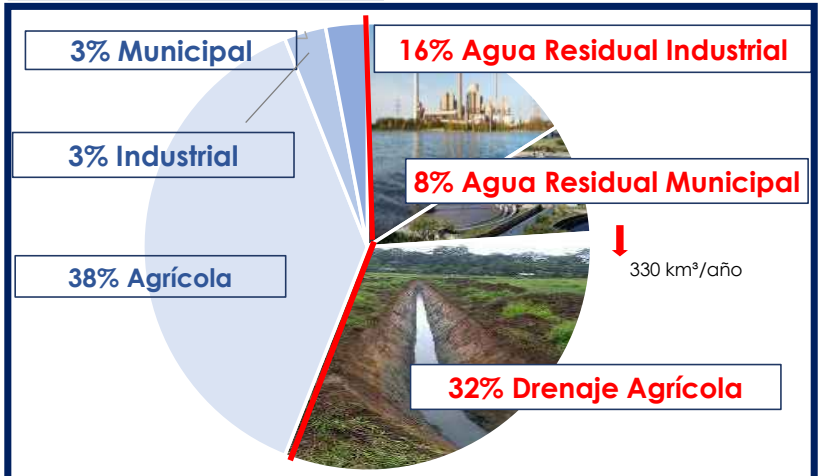


Extracción agua: 3.928 km³/año

AQUASTAT, FAO, s.f.b

44% Agua consumida:

56% Agua residual:



- Con el **8% del Agua Residual Municipal** se podrían regar **40 M ha** (con ~8.000 m³/ha, superficie regada a nivel mundial: 3,28 Mkm², 238 M Ha)
- Alrededor **15%** de todas las tierras de regadío se riega con aguas residuales no tratadas o diluidas

ICID, 2023, Sagasta y col. 2015

España



- **Líder europeo** en reutilización de agua: 908 hm³/año (**14,5%** del a. residual tratada) (2-5% países europeos) INE, 2024
- **5º país a nivel mundial**: MITECO, 2023
  Israel 90%, Singapur 35%, China/Australia/California 14%
- **2.2317 EDARs** → 47% Tratamiento terciario (SEOPAN/SENER, 2025)
- **Instrumentos de gobernanza:**
  - **España Circular 2030** → alineada con los 2 planes de acción de economía circular de UE
  - **II Plan de Acción de Economía Circular**, aprobado el 27 de enero de 2026
  - **Plan DSEAR** (Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización) → Instrumento de gobernanza que pretende impulsar el uso del AR en los planes hidrológicos del 3 ciclo (2022-2027).

CE ~ 1 dS·m^{-1}

Sureste español



- **Referentes internacionales**

Castellón: 39% agua reutilizada.
Valencia: 57% agua reutilizada.
Alicante: 72% agua reutilizada.

- **512 EDAR$_s$** → 454 hm³/año$_{tratados}$

EPSAR, 2025

Murcia: >98% agua reutilizada, (97% destinado a riego agrícola)

- **100 EDAR$_s$** → 121 hm³/año$_{tratado}$ (>Tto terciario)

ESAMUR, 2026

Obliga a un buen manejo

93% CE > 2 dS·m^{-1}
37% CE > 3 dS·m^{-1}

Optimización de los RRHH en la agricultura **para** **generar menos drenaje y reutilizar las aguas residuales**

RHNC + RDC

RIEGO DEFICITARIO → Mejora EUA

Estrategias de riego deficitario	Definición	Referencia
Riego suplementario o complementario	Aplicación de solo 2 o 3 eventos de riego en la temporada de riego.	Abd-Eel-Rahman y El-Sharkawi (1974) Lavee et al. (1990) Proietti et al. (2012)
Riego deficitario baja frecuencia (RDBF)	Aplicación de riego hasta CC una vez el suelo se deja secar hasta que se consume el agua fácilmente disponible.	Lavee y Wodner (1991)
Riego Deficitario Sostenido (RDS)	Una fracción fija de las necesidades de agua del cultivo se aplica durante toda la temporada de riego.	Goldhamer et al. (1994) Grattan et al. (2006) Ramos y Santos (2010)
Desecación Parcial Raíz (DPR)	Similar a RDS, pero el agua se aplica a la mitad de la zona de la raíz y se cambia a la otra mitad	Dry et al. (1995) Fernández et al. (2006)
Riego Deficitario Controlado (RDC)	Dosis de riego en periodos sensibles: cubre las necesidades del cultivo Dosis de riego en periodos f. no sensibles: reducción o incluso supresión	Chalmers et al. (1981) Goldhamer (1994) Fernández et al. (2013) Kassaye et al. (2020)

✓ ***Gran demanda de cómo gestionarlo de forma más eficaz***

Agricultores de zonas infradotadas de RRHH→ obligados a realizar RD

JORNADA SOBRE
AGUAS NO CONVENCIONALES. APLICACIÓN EN EL REGADÍO.
3 noviembre 2026

1 **Recursos hídricos no convencionales en el regadío (RHNC).**

2 **Casos prácticos de estudios agronómicos en cultivos leñosos.**

- **Agua regenerada (AR) - CÍTRICOS**
  - Calidad agronómica del AR.
  - Riego con AR durante todo el ciclo vegetativo.
  - Riego con alternancia de fuentes de agua de distinta calidad (AR y agua de buena calidad agronómica).
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AR y umbrales de fitotoxicidad.
- **Agua regenerada desalinizada (AD) - ALMENDRO Y OLIVO**
  - Calidad agronómica del AD.
  - Efectos agro-fisiológicos del uso de AD durante el periodo de riego.
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AD



3 **Proyectos de investigación y líneas futuras.**



CÍTRICOS
FINCA EXPERIMENTAL

Suelo : Franco-arenoso
Riego : Localizado, 4 goteros árbol^{-1}, 4 l h^{-1}
Programación riego : Semanal $ET_c = ET_0 * K_c$

Mandarino Orogrande *(Citrus clementina)*
Porta injerto : Carrizo
Año plantación : 2000 (8 años en 2007)
Marco : 5 x 3.5 m
Parcela : 0.5 ha

Pomelo Star Ruby (*Citrus paradisi* Macf)
Porta injerto : *Citrus Macrophylla*
Año plantación : 2004 (4 años en 2007)
Marco : 6 x 4 m
Parcela : 0.5 ha





CÍTRICOS

FUENTES DE AGUA Y TRATAMIENTOS DE RIEGO

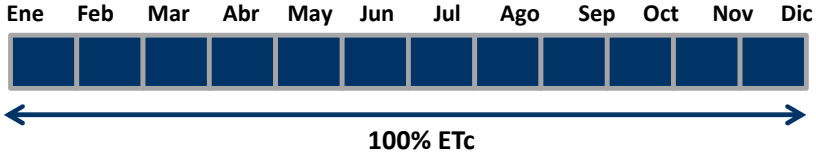
Agua Trasvase Tajo-Segura (AT) (TW, English)
CE ~ 1 dS m^{-1}



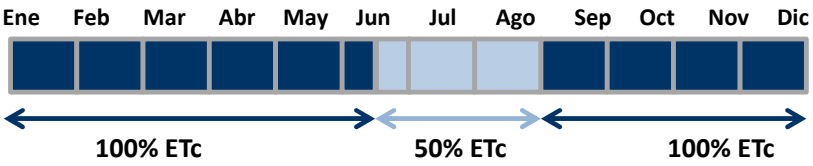
Agua EDAR Molina de Segura (AR) (RW, English)
CE > 3 dS m^{-1}



Control (C)
(100% ET_c)



RDC (RDI, English)
(50% ET_c)



	(English)
AT-C →	TW-C
AT-RDC →	TW-RDI
AR-C →	RW-C
AR-RDC →	RW-RDI

CÍTRICOS
DISEÑO EXPERIMENTAL



ANÁLISIS DEL AGUA

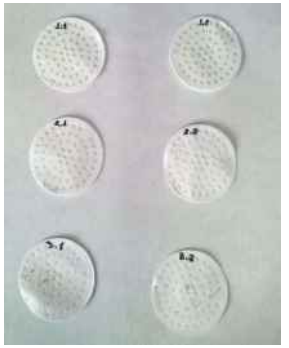
- **Análisis físico-químicos**
  - Macronutrientes, micronutrientes y metales pesados
  - pH
  - Conductividad eléctrica
  - Turbidez
  - Sólidos en suspensión





- **Análisis microbiológico**
  - Determinación de *E.coli*





NORMATIVA AR

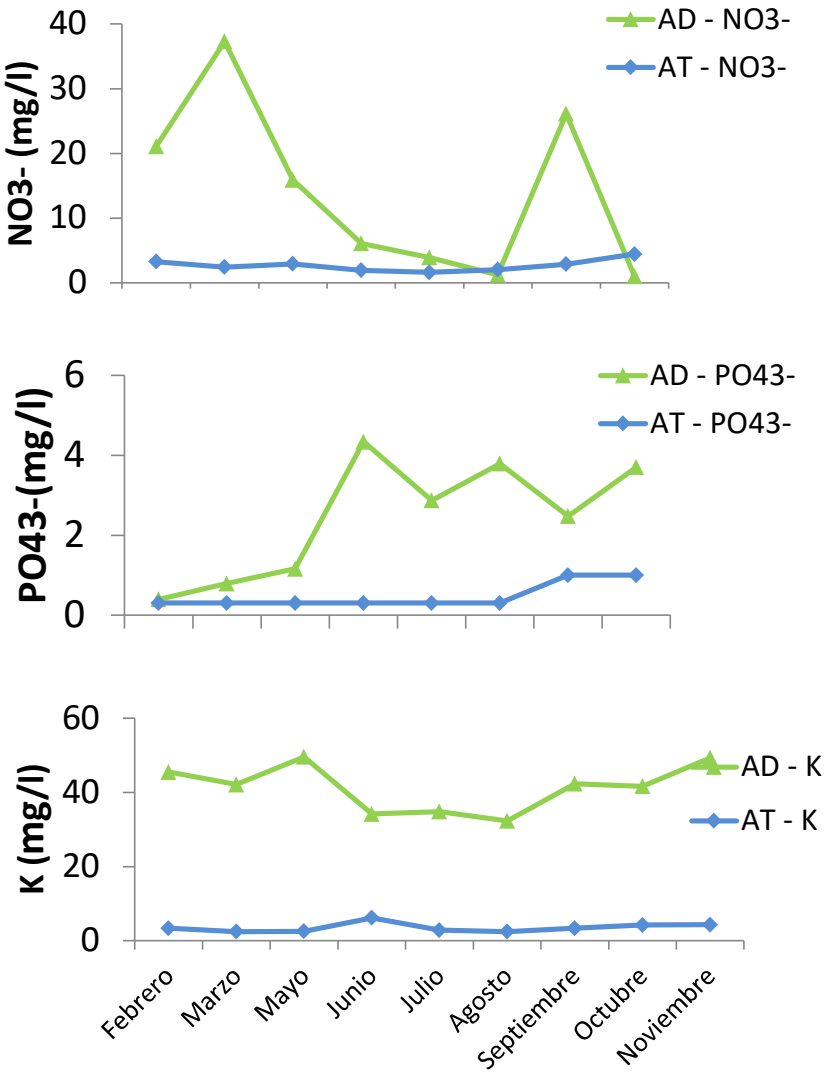
CÍTRICOS

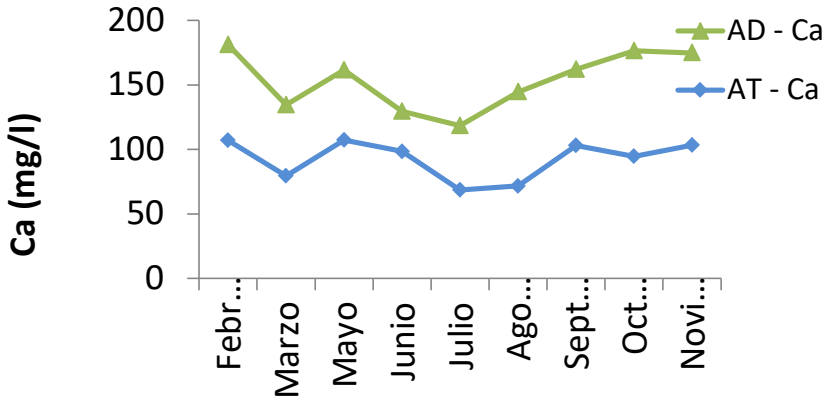
Reglamento UE 2020/741 → RD 1085/2024 VS Real Decreto 1620/2007 (derogado)

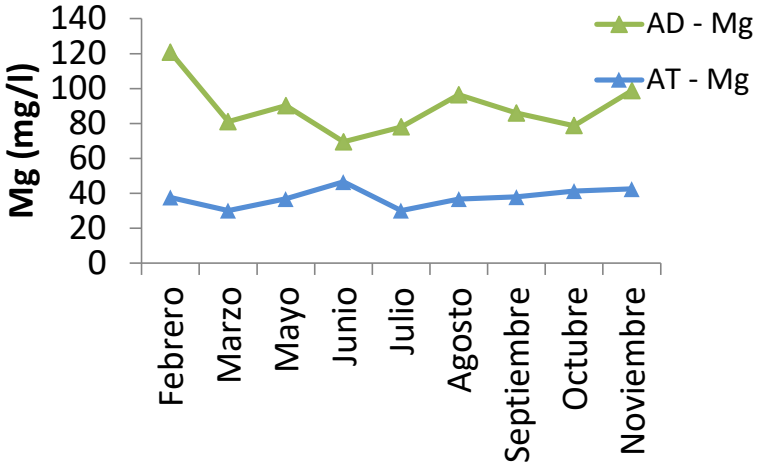
Reglamento UE 2020/741								RD 1620/2007						COMPARATIVA entre Reglamento UE y RD 1620/2007
Categoría cultivo	Calidad minima AR	Método de riego	Criterios de calidad (valores límite)					Calidad Agua/ Categoría cultivos		Valores máximos admisibles				
			E. coli (UFC/100 ml)	SST (mg/l)	Turbidez (UNT)	DBO5 (mg/l)	Otros criterios			*E. coli* (UFC/100 ml)	SST (mg/l)	Turbidez (UNT)	Otros criterios	
Cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las AR y tubérculos que se consumen crudos	Clase A	Todos los métodos de riego	10 (1 vez / semana)	10 (1 vez / semana)	5 (Continuo)	10 (1 vez / semana)	*Legionella spp.*: < 1 000 UFC/l cuando exista un riesgo de aerosolización (2 veces / mes) Nematodos intestinales (huevos de helmintos): ≤ 1 huevo/l para el riego de pastos o forraje (2 veces / mes o como determine el operador de la estación regeneradora de aguas en función del número de huevos en las aguas residuales que entran en la EDAR)	2.1 a)	Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del AR con las partes comestibles para alimentación humana en fresco	100 (1 vez / semana)	20 (1 vez / semana)	10 (1 vez / semana)	*Legionella spp:* 1000 UFC/l si riesgo aerosolización 1 huevo nemátodo/10 l (2 veces / mes)	E. Coli, SST y Turbidez más restrictivos en Reglamento UE
Cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las AR	Clase B	Todos los métodos de riego	100 (1 vez / semana)	35	-	25*		2.3 a)	Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del AR con los frutos consumidos en la alimentación humana	10000 (1 vez / semana)	35 (1 vez / semana)	-	1 huevo nemátodo/10 l (2 veces / mes)	E. Coli más restrictivo en Reglamento EU En RD no se mencionan "cultivos sin contacto", sólo los leñosos
	Clase C	Riego por goteo**	1000 (2 veces / mes)	35*	-	25*								
Cultivos de alimentos transformados	Clase B	Todos los métodos de riego	100 (1 vez / semana)	35*	-	25*		2.2 a)	Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación que no evita el contacto directo del AR con las partes comestibles (consumo no en fresco, sino con tratamiento posterior	1000 (1 vez / semana)	35 (1 vez / semana)	-	1 huevo nemátodo/10 l (2 veces / mes)	-E. Coli más restrictivo en Reglamento EU (solo permite por goteo con la calidad de E.Coli permitida según el RD). Habrá que bajar a 100 para cualquier tipo de riego. -El RD especifica que el sistema permite el contacto directo con partes comestibles y el Reglamento EU no.
	Clase C	Riego por goteo**	1000 (2 veces / mes)	35*	-	25*								
Cultivos no alimenticios, incluidos cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche	Clase B	Todos los métodos de riego	100 (1 vez / semana)	35*	-	25*		2.2 b)	Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne	1000 (1 vez / semana)	35 (1 vez / semana)	-	1 huevo nemátodo/10 l (2 veces / mes)	-E. Coli más restrictivo en Reglamento EU (solo permite por goteo con la calidad de E.Coli permitida según el RD). Habrá que bajar a 100 para cualquier tipo de riego
	Clase C	Riego por goteo**	1000 (2 veces / mes)	35*	-	25*								
Cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas	Clase D	Todos los métodos de riego	10000 (2 veces / mes)	35*	-	25*		2.3 c)	Riego de cultivos industriales no alimentarios, vivero, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas	10000 (1 vez / semana)	35 (1 vez / semana)	-	1 huevo nemátodo/10 l (2 veces / mes)	Igual RD que Reglamento EU

*De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1). ** u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible.

APORTES NUTRICIONALES DEL AGUA DE RIEGO







ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE RIEGO

A. TRASVASE	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviemb	Diciemb	Promedio
C.E (dS/m)	1,1	0,9	0,9	1,2	1,2	1,1	0,7	1,3	1,2	0,9	0,9	0,9	1,0
pH	8,3	8,6	8,2	8,4	8,4	8,5	8,1	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1	8,3
Sólidos Suspensión (mg/L)	60,7	159,8	322,8	30,5	32,5	29,4	237,0	36,5	19,7	12,0	46,0	39,0	85,5
Turbidez (UNT)	31,0	113,0	157,0	18,7	17,6	16,9	130,0	18,9	11,0	4,7	23,0	19,0	46,7
E.Coli (UFC/100 mL)	220,0	189,0	152,0	174,0	135,0	166,0	150,0	155,0	39,0	140,0	> 300	229,0	159,0

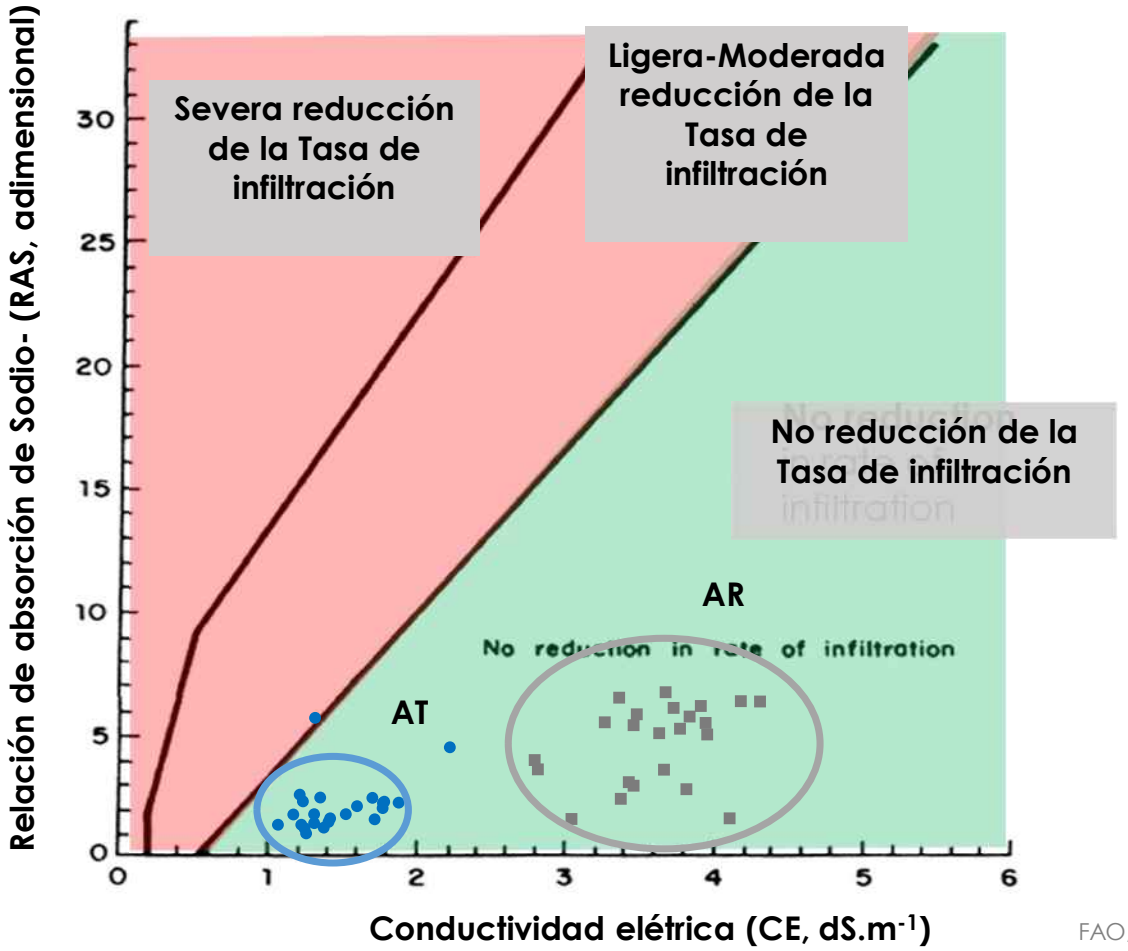
SÓLIDOS SUSPENSIÓN
Calidad 2.3: Límite = 35 ppm
Clase C: Límite = 35 ppm

TURBIDEZ
Calidad 2.3: No se fija
Clase C: No se fija

E-Coli
Calidad 2.3: Límite=10.000 UFC / 100 mL
Clase C: Límite = 1.000 UFC / 100 mL

A. REGENERADA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre	Noviemb	Diciembre	Promedio
C.E (dS/m)	3,4	3,0	3,2	2,9	2,8	2,5	2,6	2,4	2,2	2,5	2,1	2,7	2,7
pH	7,7	7,8	7,1	7,9	8,0	8,0	7,9	8,1	8,2	7,8	7,7	7,9	7,8
SS (mg/L)	3,0	1,3	0,8	3,1	2,3	2,6	0,7	1,5	1,0	9,0	6,1	1,5	2,7
Turbidez (NTU)	0,0	0,0	0,1	0,7	0,8	0,6	1,1	0,9	0,9	3,0	1,6	0,9	0,9
E.Coli (UFC/100 mL)	36,0	46,0	51,0	86,0	74,0	64,0	5,0	40,0	7,0	80,0	125,0	75,0	57,4

Los **procesos de salinización/sodificación** en suelo afectan directamente a los cultivos al destruir la estructura del suelo (infiltración, aireación, resistencia mecánica).



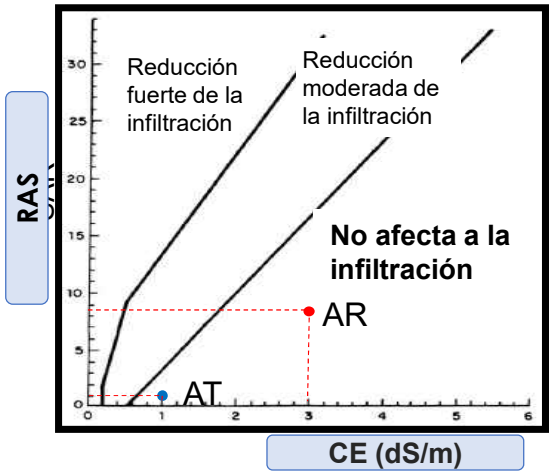
FAO, 1989

Reto: Necesidad de una nueva relación de cationes

- Aumento de concentraciones elevadas de K en el suelo por el uso de AR
- Los **criterios tradicionales de la RAS (Na, Mg y Ca) deben ser reemplazados por CROSS (K, Na, Mg y Ca)**, que explica con > precisión las contribuciones dispersivas del K y el poder de floculación reducido del Mg.

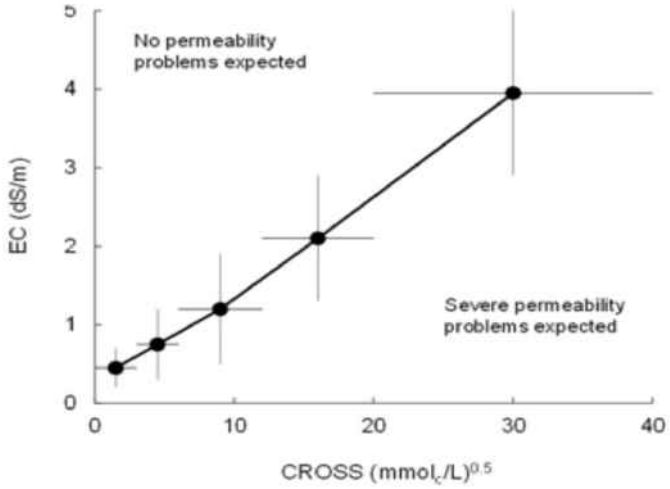
Relación de Absorción de Sodio

$$RAS = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$



Ratio de cationes de estabilidad estructural del suelo (CROSS)

$$CROSS = \frac{(Na^{+} + 0.56K^{+})}{\sqrt{\left[\frac{Ca^{++} + 0.6Mg^{++}}{2}\right]}}$$



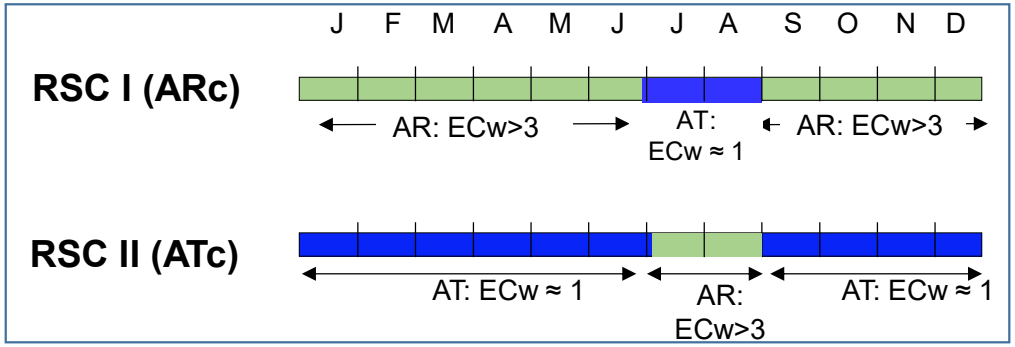


Pomelo (Macrophylla) es más sensible al estrés hídrico que al estrés salino del AR

Mandarino (Carrizo Citrange) es más sensible a la salinidad que al estrés hídrico

ALTERNANCIA DE FUENTES

2 Tratamientos NUEVOS (2013-Actualmente)
Riego Salino Controlado (RSC)



100% ET_c







ACUMULACIÓN DE SALES EN EL SUELO

Mandarino

		Invierno			Verano		
		CE_s	RAS_s	$CROSS_s$	CE_s	RAS_s	$CROSS_s$
2013-2018	AT-C	1,5±0,1a	3,0±0,3a	3,7±0,5a	1,6±0,1a	3,0±0,2a	3,6±0,2a
	AR-C	2,9±0,4b	5,1±0,5b	6,1±0,7b	3,0±0,5b	6,8±0,6c	8,3±0,7d
	RSC I (ARc)	1,8±0,2a	2,9±0,3a	3,9±0,4a	2,9±0,1b	5,4±0,6b	6,2±0,6b
	RSC II (ATc)	3,1±0,4b	6,1±0,7b	7,2±0,8b	2,6±0,6b	4,8±0,2b	5,5±0,8b

Pomelo

		Invierno			Verano		
		CE_s	RAS_s	$CROSS_s$	CE_s	RAS_s	$CROSS_s$
2013-2018	AT-C	1,6±0,1a	2,1±0,1a	2,7±0,1a	2,3±0,1a	5,3±0,2a	6,0±0,2a
	AR-C	3,4±0,1c	4,4±0,2c	5,7±0,2c	3,9±0,1c	7,8±0,2d	9,1±0,3d
	RSC I (ARc)	2,0±0,1b	3,5±0,1b	4,3±0,1b	4,4±0,1d	7,0±0,2c	8,2±0,2c
	RSC II (ATc)	3,6±0,1c	7,5±0,1d	9,1±0,2d	2,7±0,1b	5,9±0,2b	7,2±0,2b

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

$$CROSS = \frac{(Na^+ + 0.56K^+)}{\sqrt{\left[\frac{Ca^{++} + 0.6Mg^{++}}{2}\right]}}$$

La alternancia de aguas evita la acumulación de sales que se da cuando se riega con AR de manera continua

ELEMENTOS FITOTÓXICOS EN HOJA

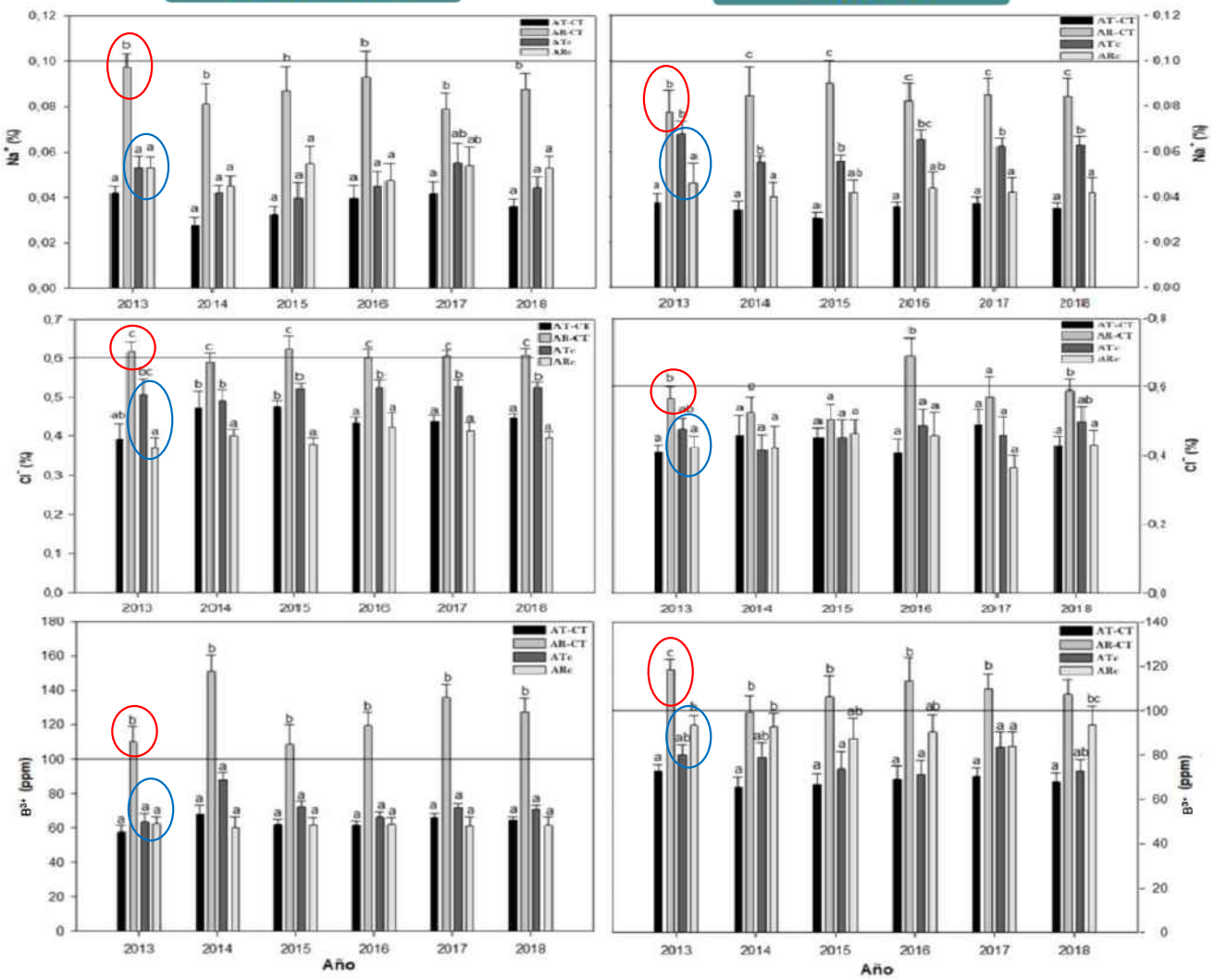
Mandarino

Pomelo

Na

Cl-

B



La alternancia de aguas reduce la acumulación de sales en hoja respecto al tratamiento que se riega con AR de manera continua

FOTOSÍNTESIS, INTERCAMBIO GASEOSO Y EUA





Mandarino

		Junio			Septiembre		
		A	g_s	EUA	A	g_s	EUA
2013-2018	AT-CT	5,6±0,3b	0,06±0,004ns	102,5±4,9ns	9,5±0,2c	0,09±0,002b	106,3±3,9ns
	AR-CT	4,4±0,3a	0,05±0,003	94,6±4,7	7,8±0,2a	0,08±0,003a	107,2±4,8
	RSC II ATc	5,3±0,2b	0,06±0,002	103,1±4,5	8,7±0,2b	0,10±0,003b	101,1±5,4
	RSC I ARc	5,3±0,3b	0,05±0,003	110,2±3,3	10,1±0,2d	0,11±0,004c	97,9±6,9

Pomelo

		Junio			Septiembre		
		A	g_s	EUA	A	g_s	EUA
2013-2018	AT-CT	9,0±0,7bc	0,13±0,1b	93,6±6,7ns	12,2±0,4a	0,14±0,1ab	89,0±3,1a
	AR-CT	7,6±0,7ab	0,09±0,1a	93,7±6,1	12,0±0,4a	0,13±0,1a	102,0±2,2c
	RSC II ATc	7,0±0,4a	0,08±0,1a	102,0±3,3	15,0±0,2b	0,16±0,1b	97,9±1,2b
	RSC I ARc	7,4±0,5ab	0,09±0,1a	98,8±4,6	14,0±0,2b	0,15±0,1b	96,4±1,0b

Caracterización cultivo



Planta



Parcela
(ESCALADO TAMAÑO DE FINCA)



Agroalimentario



Agroecosistema

INDICADORES FISIOLÓGICOS PLANTA



Equipo portátil de fotosíntesis
(LI-6800 Li-Cor)

Intercambio gaseoso (A, g_s)



Cámara de presión
(Modelo 3000, Soil Moisture Equipment)

Potencial hídrico tallo (Ψ_s)

Scholander et al. (1965) y Shackel et al. (1997)



$\Psi_p = \Psi_s - \Psi_\pi$

Gucci et al. (1991)

Osmómetro de presión de vapor (WESCOR 5520)

Potencial osmótico (Ψ_π) y presión (Ψ_p)



Medidor de área
(LI-3100 Leaf Meter, Li-Cor)

PEF AEF

$N_{área}$

Estructura foliar
(peso fresco y seco, área)



Espectrofotómetro
(Thermo Spectronic)

Inskeep and Bloom (1985)



Clorofila (a, b y T):



Cl Metrohm LecoTruSpec ICP-iCAP

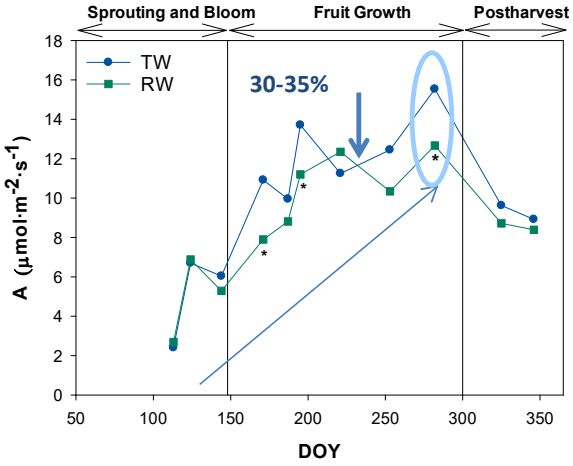
Estado nutricional

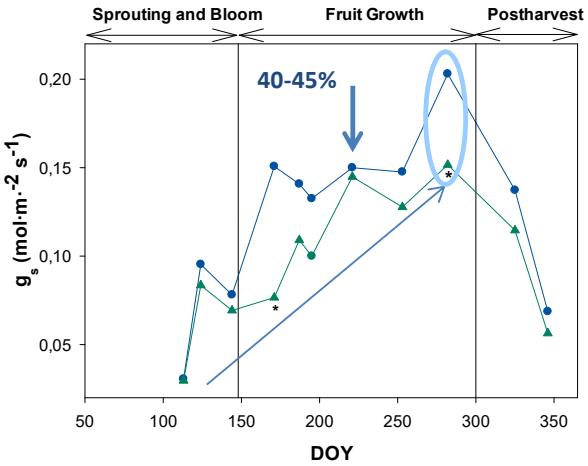
Servicio Ionómicas CEBAS-CSIC
Aniones (Cl), elementos totales (Na, B), análsis elemental (N)

INDICADORES FISIOLÓGICOS PLANTA

1. INTERCAMBIO GASEOSO FOLIAR Y POTENCIAL HÍDRICO DE TALLO

Intercambio gaseoso

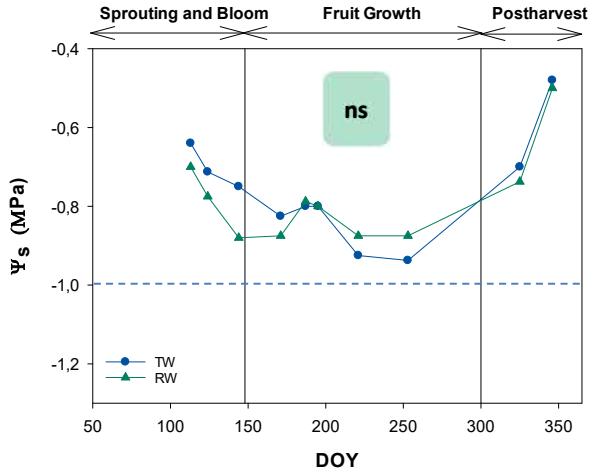




AR: < g_s --- Na, Cl, y B
📖 Melgar (2008)
Hussain et al. (2012)

EUA → Pomelo es tolerante a la salinidad

Potencial hídrico tallo (Ψ_s)



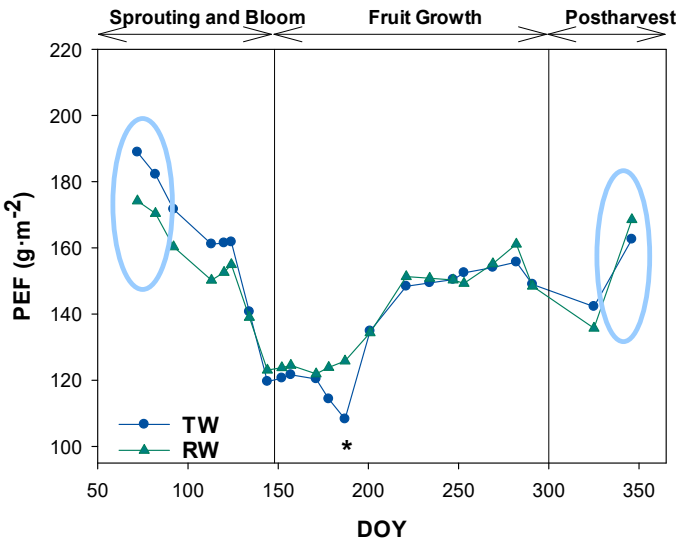
AR reduce la fracción disponible de agua→ raíz estrés osmótico y toxicidad iónica→ limitó la g_s y la disminución del Ψ_s.
📖 Mounzer et al. (2013)

Indicador no adecuado

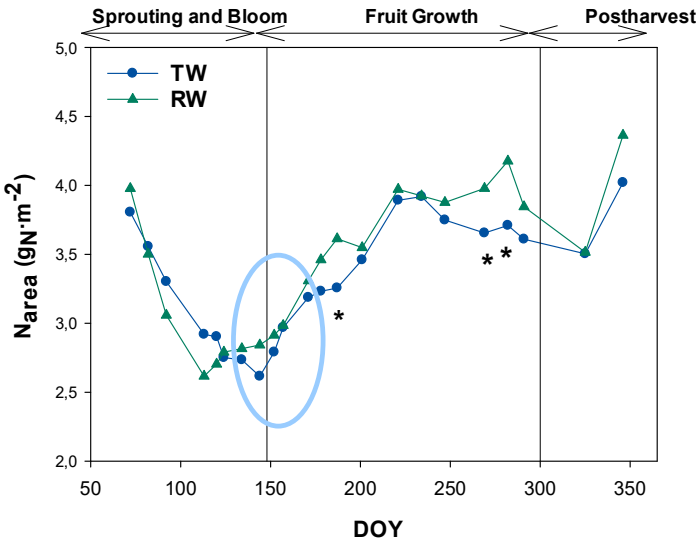
Romero-Trigueros et al., 2014

INDICADORES FISIOLÓGICOS PLANTA

2. ESTRUCTURA FOLIAR



Periodo acumulación carbohidratos



Translocación del N a los nuevos brotes
📖 Egea et al. (2009)

Tejido foliar del pomelo juega un papel clave como órgano de reserva de asimilados

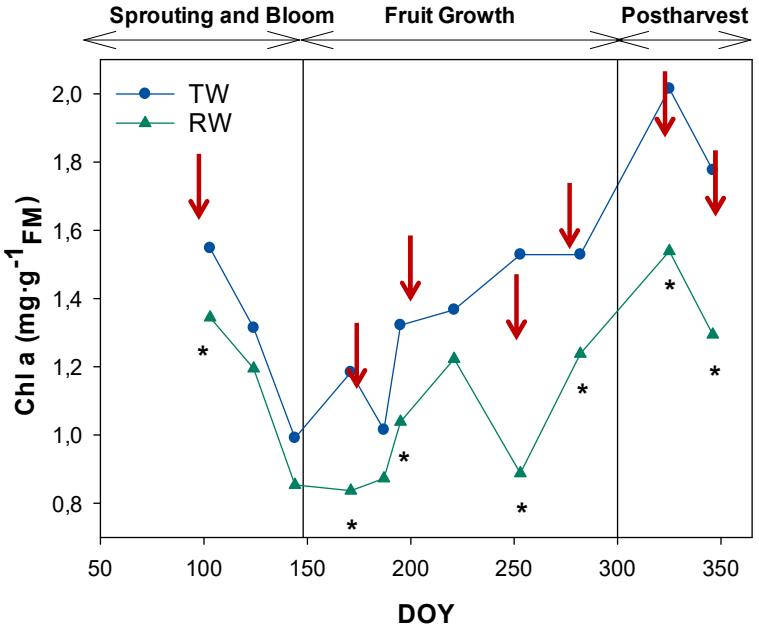
ns → Indicador no adecuado

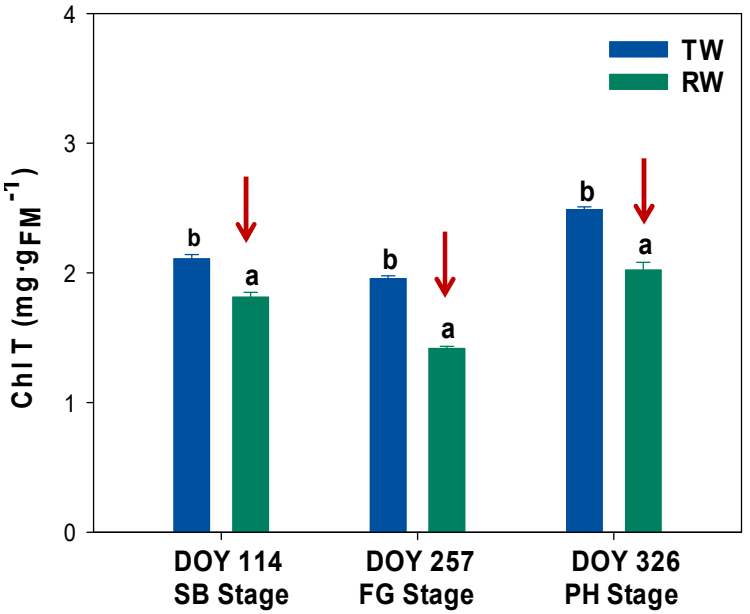
Romero-Trigueros et al., 2014

INDICADORES FISIOLÓGICOS PLANTA

3. CLOROFILA FOLIAR

Reducción Intercambio gaseoso
📖 **Levy y Syvertsen (2004)**
Papadakis et al. (2004a,b)

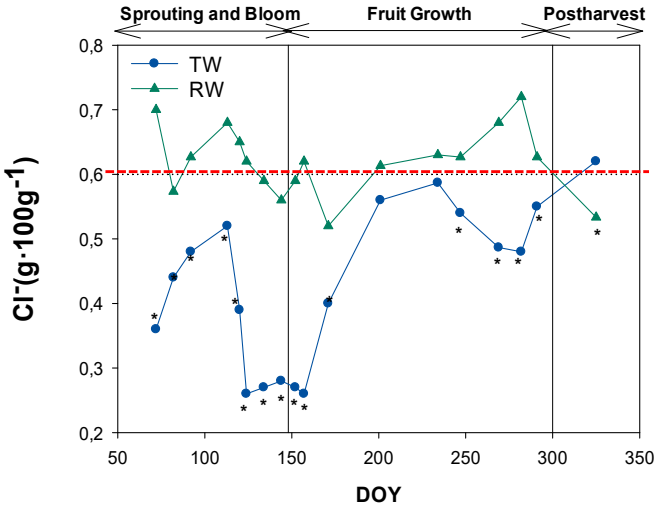


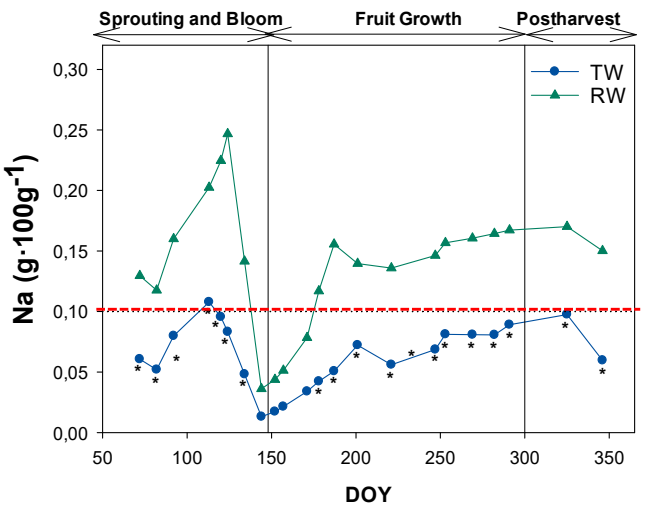


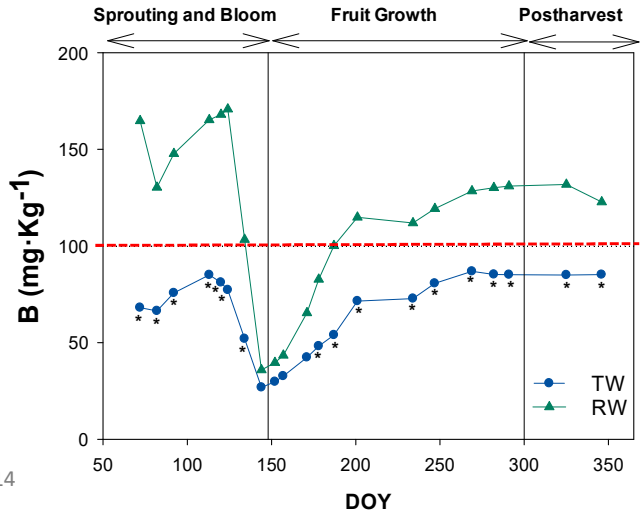
Idoneidad de la medida de Chl foliar como indicador de sostenibilidad/diagnóstico del estrés salino en cítricos regados con AR

Romero-Trigueros et al., 2014

3. ELEMENTOS FITOTÓXICOS (UMBRALES DE SALINIDAD FOLIAR)







Disparidad umbrales fitotóxicos:

- Grattan (2013)
- Emblenton et al. (1973)
- Labanauskas y Bitters (1974)

Umbrales fitotóxicos

Cl^-: 0.6 g·100g^{-1}
Na: 0.1 g·100g^{-1}
B: 100 ppm

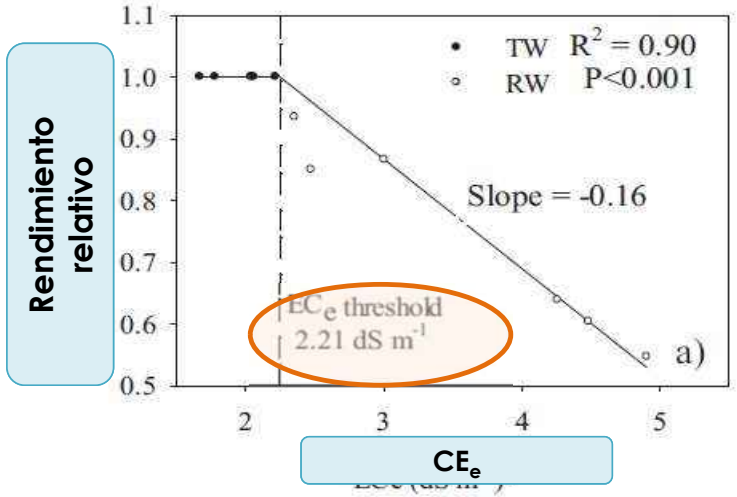
Romero-Trigueros et al. (2014)



Romero-Trigueros et al., 2014

4. UMBRALES DE SALINIDAD EN SUELO PARA CÍTRICOS

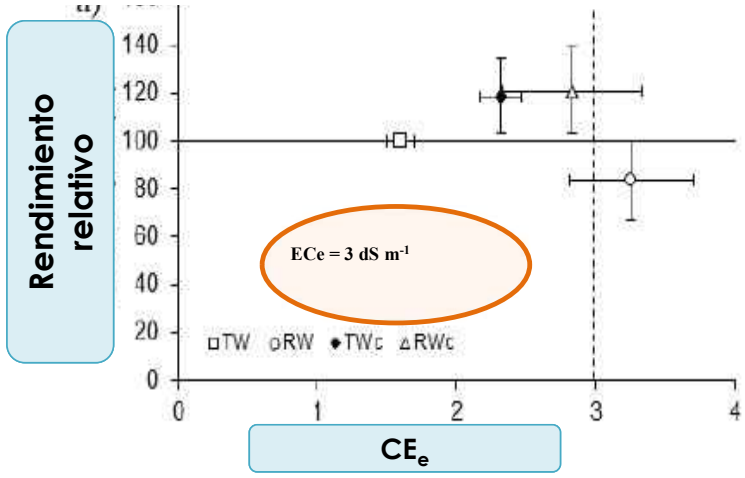
(Nivel de salinidad del suelo a partir de los cuales, la producción puede reducirse)



Con AR durante todo el ciclo:
CE_e: *2,21 dS·m^{-1}*

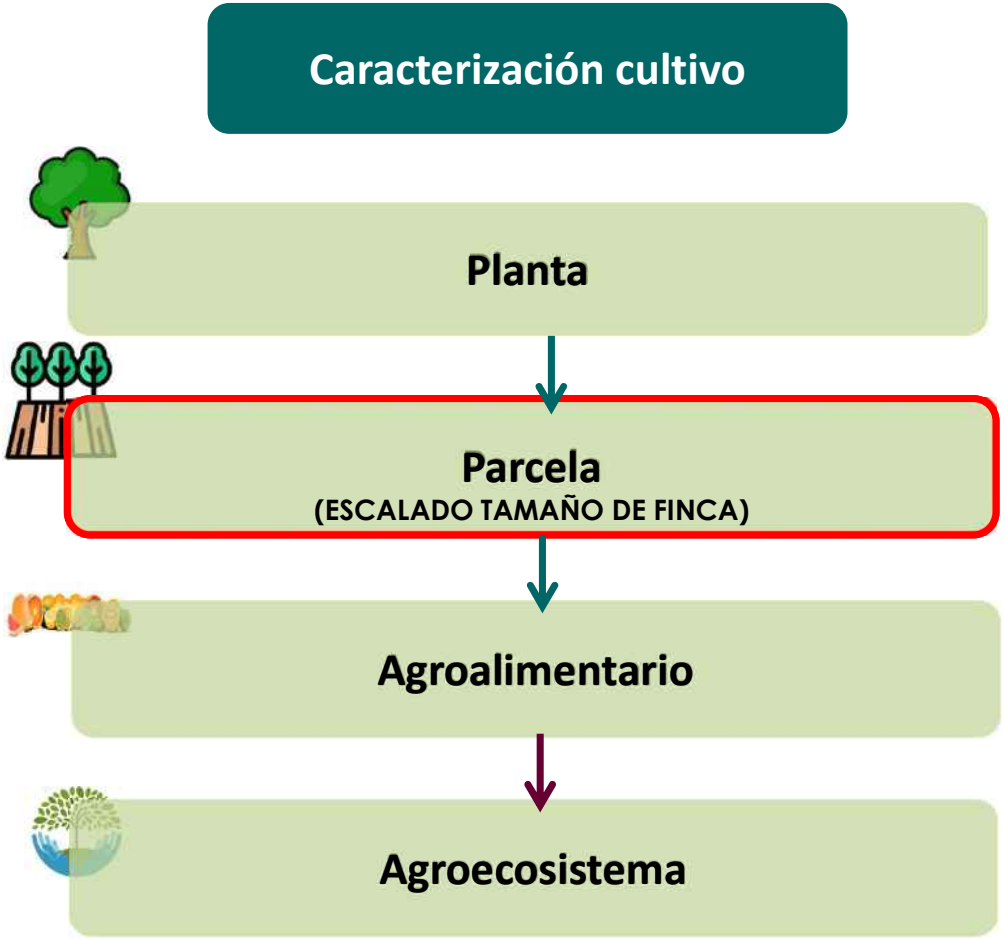
Nicolás et al., 2016

Aprox. a:
1,7 dS/m
(FAO: Ayers y Westcot)



Con alternancia de fuentes de agua (AT y AR) en el mismo ciclo:
CE_e: *3 dS·m^{-1}*

Romero-Trigueros et al. 2024


Caracterización cultivo
Planta
Parcela
(ESCALADO TAMAÑO DE FINCA)
Agroalimentario
Agroecosistema

1. TELEDETECCIÓN

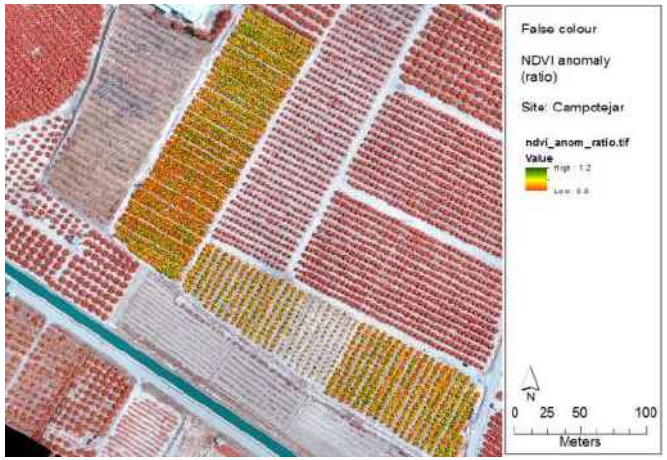
La adquisición de la respuesta espectral del dosel vegetal con técnicas de control remoto es un método:

- **Rápido y no destructivo que determina las señales de estrés de un cultivo**
- **Útil y económico comparado con técnicas basadas en el muestreo foliar más laboriosas y que consumen más tiempo**
- **Se basa en la reflectancia de longitudes de onda:**
  Banda espectral del visible (R)
  Banda espectral no visible (NIR)
- **Índice de vegetación diferencial normalizado**
  NDVI=(NIR-R)/(NIR+R)



R (600-700 nm)↓ → ↑Clorofila

NIR (700-900 nm)↑ → ↑Pared celular



Validar con datos reales a nivel de hoja

📖 **Berni et al., 2009b; Contreras et al., 2014; González-Dugo et al., 2013, 2015; Zarco-Tejada et al., 2012**

1. TELEDETECCIÓN

INDICADORES PARCELA

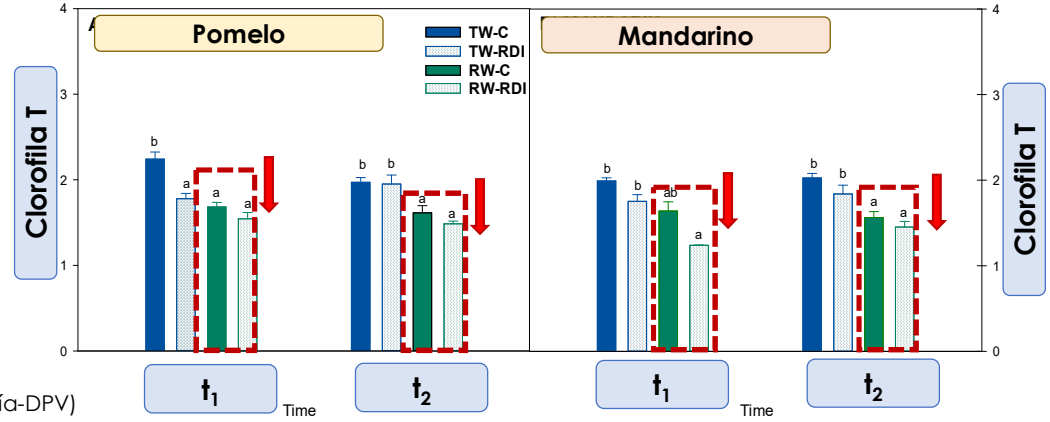
Objetivo: Evaluar los efectos del riego AR y RDC → **Teledetección** • **¿Validar uso con medidas conv. foliares?**



Resultados:

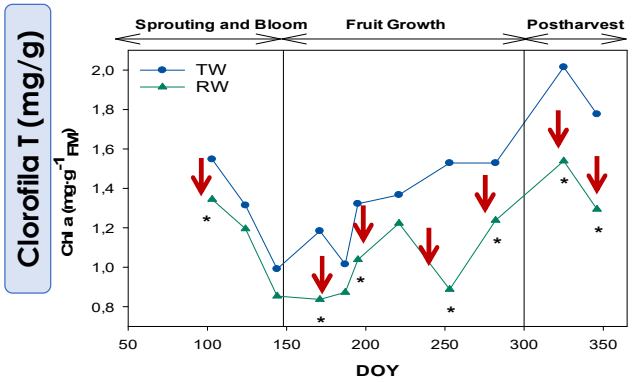
Medidas foliares

- ❑ AR redujo significativamente la Chl T



- ❑ Mandarino: AR → ajuste osmótico→ Δ Turgor foliar (a medio día-DPV)

	Mandarino (t_2)	
	Ψ_π	Ψ_P
AT-C	-1.73±0.03 b	0.83±0.04 a
AT-RDC	-1.64±0.08 b	0.79±0.03 a
AR-C	-1.85±0.05 a	1.06±0.04 b
AR-RDC	-1.80±0.01 a	1.04±0.05 b



✓ **Chl T: Mejor indicador estrés salino Cítricos con AR**

Romero-Trigueros et al., 2014

Romero-Trigueros C et al., 2017

1. TELEDETECCIÓN

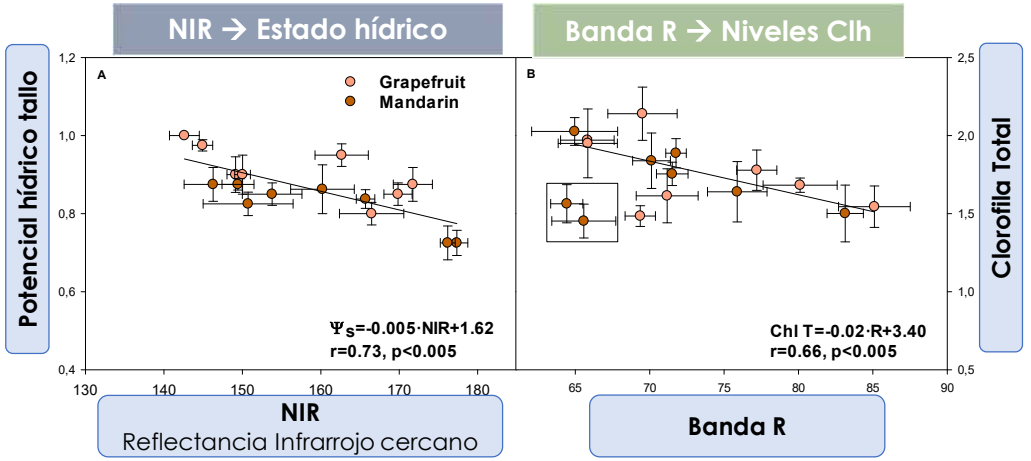
INDICADORES PARCELA

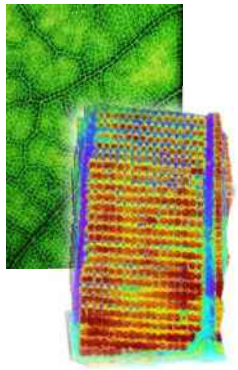
CORRELACIONES ENTRE INDICADORES ESPECTRALES Y MEDIDAS EN PLANTA PARA AMBOS CULTIVOS

Resultados:

Medidas multiespectrales

- ❑ Sí reflejaron cambios fisiológicos medidos a nivel foliar
- ❑ NIR y R: mejores indicadores





Impacto:

✅ **Teledetección UAV validada** como <u>herramienta efectiva para estimar Chl</u> (papel clave Clh como indicador estrés) a ≠ horas del día.

Romero-Trigueros C et al., 2017

2. TERMORADIÓMETROS

INDICADORES PARCELA

remote sensing

MDPI

Article

Determination of Crop Water Stress Index by Infrared Thermometry in Grapefruit Trees Irrigated with Saline Reclaimed Water Combined with Deficit Irrigation

Cristina Romero-Trigueros [1,*], José María Bayona Gambín [2], Pedro Antonio Nortes Tortosa [2], Juan José Alarcón Cabañero [2] and Emilio Nicolás Nicolás [2]

Romero-Trigueros et al., 2019

Remote Sens. **2019**, *11*, 757; doi:10.3390/rs11070757

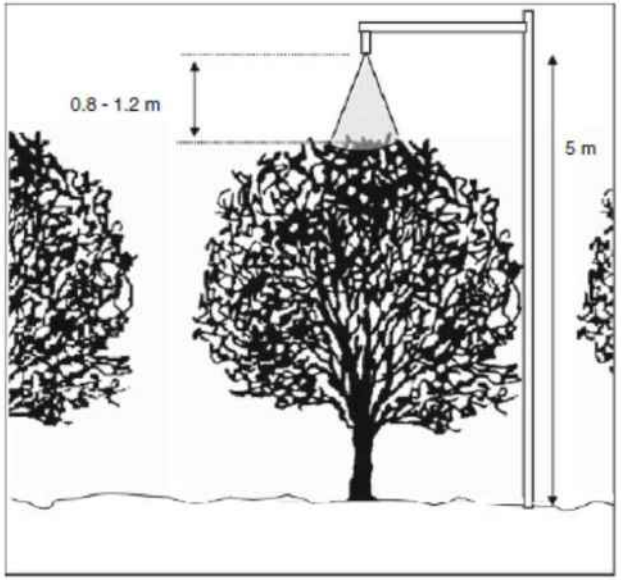


Fig. 1 Mounting position of the infrared thermometers over the trees

T - DOSEL VEGETAL





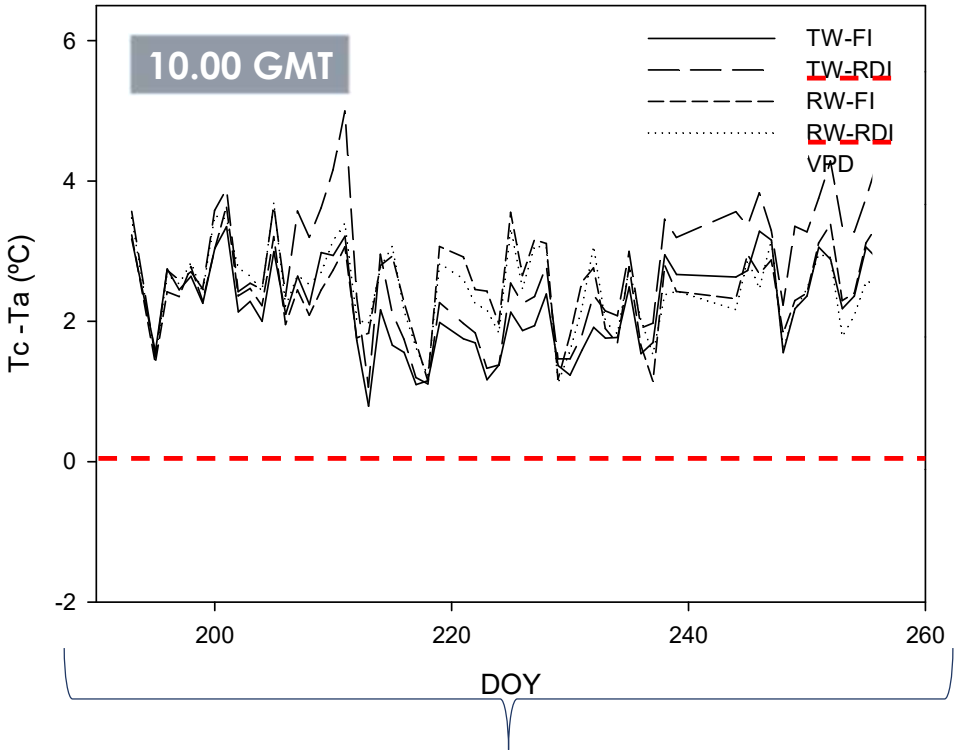
2. TERMORADIÓMETROS

INDICADORES PARCELA





Tª COPA – Tª AIRE

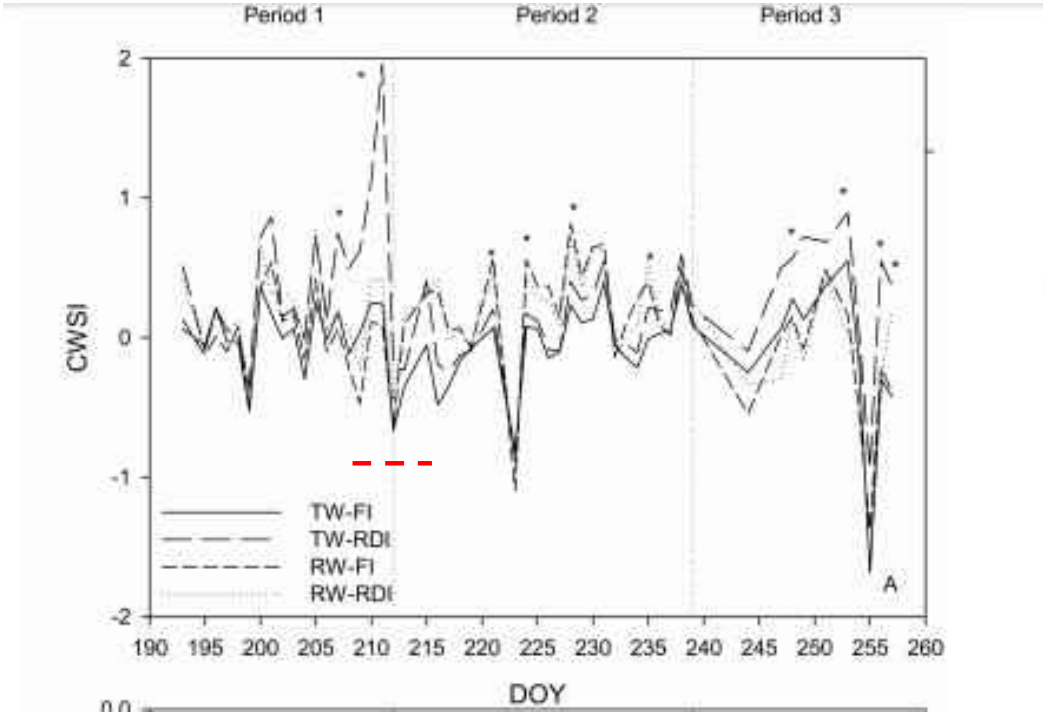


Periodo RDC

Remote Sens. **2019**, *11*, 757; doi:10.3390/rs11070757

2. TERMORADIÓMETROS

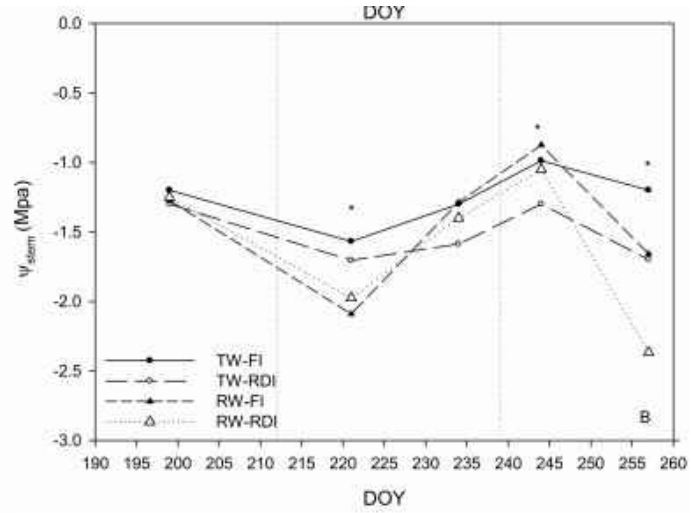
INDICADORES PARCELA



Crop Water Stress Index (CWSI)

$$CWSI = \frac{(Tc - Ta) - (Tc - Ta)_{LL}}{(Tc - Ta)_{UL} - (Tc - Ta)_{LL}}$$

Potencial hídrico tallo



2. TERMORADIÓMETROS

INDICADORES PARCELA

Indicadores térmicos	Slope (a)	Intercept (b)	R	*P*
Tc versus Ψ_{stem}	−0.15	3.56	0.57	<0.005
Tc-Ta versus Ψ_{stem}	−0.33	−0.64	0.63	<0.005
CWSI versus Ψ_{stem}	−0.65	−1.47	0.74	<0.005
CWSI versus Tc-Ta	+0.97	2.41	0.51	<0.01





Remote Sens. **2019**, *11*, 757; doi:10.3390/rs11070757

2. TERMORADIÓMETROS

INDICADORES PARCELA

ANTECEDENTES:

Potencial hídrico tallo (Ψ_{stem}): estimado mediante IRT
(Correlaciones significativas índices termometría infrarroja *vs* gs)

Romero-Trigueros et al. (2019) Q1

Conductancia estomática (g_s): mejor indicador estado hídrico
(Pomelo: comportamiento isohídrico)

Romero-Trigueros et al. (2021) Q1

Objetivos: i) Evaluar utilidad de Termometría infrarroja (IRT) para estimar la g_s en pomelo regados con AR y RDC

2 ciclos vegetativos



❑ Índices térmicos: T_c, T_c-T_a, CWSI

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a) - (T_c - T_a)_{LL}}{(T_c - T_a)_{UL} - (T_c - T_a)_{LL}}$$

Estimar

❑ Conductancia estomática (g_s)



Equipo de fotosíntesis portátil



Mira-García AB et al., 2023

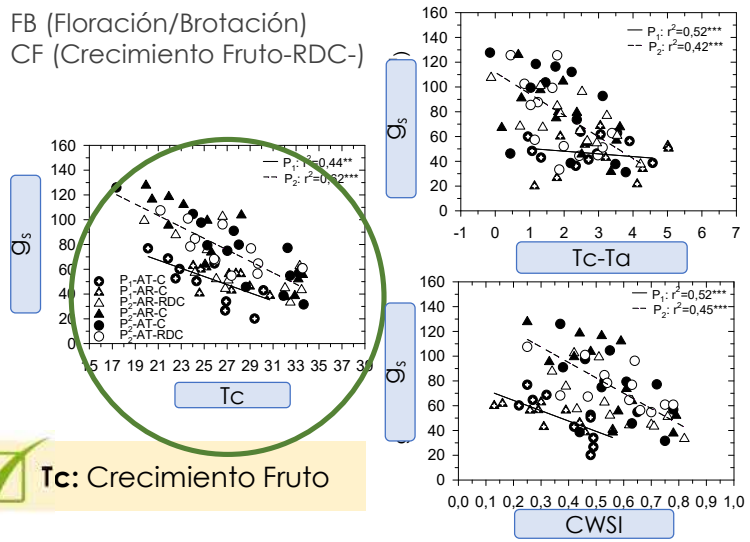
2. TERMORADIÓMETROS

INDICADORES PARCELA

Resultados: Indicador más idóneo

Por períodos fenológicos

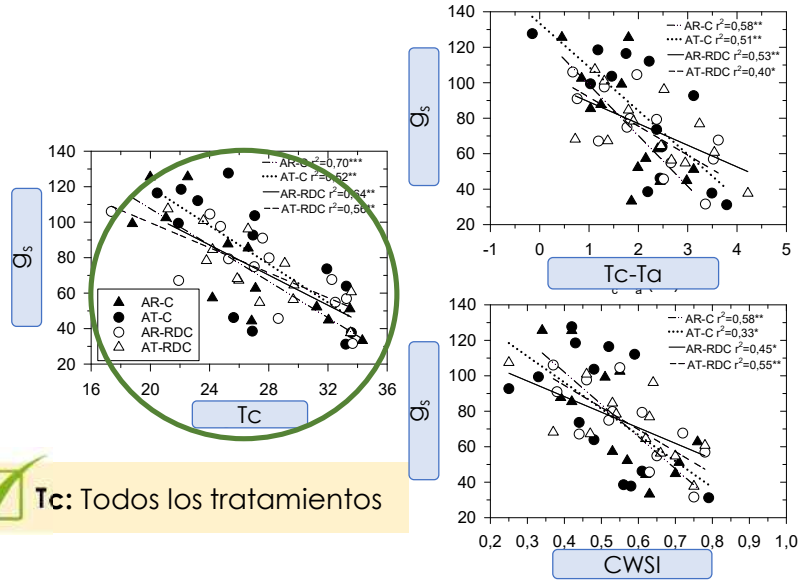
- FB (Floración/Brotación)
- CF (Crecimiento Fruto-RDC-)



Tc: Crecimiento Fruto



Por tratamiento



Tc: Todos los tratamientos

Para *estimar* **el potencial hídrico** emplearemos → **el CWSI** y para estimar **la conductancia estomática → la T del dosel**

Impacto :

✓ Conocer *las necesidades hídricas del cultivo* en tiempo real → ventaja para el "riego de precisión".

Caracterización cultivo



Planta



Parcela
(ESCALADO TAMAÑO DE FINCA)



Agroalimentario



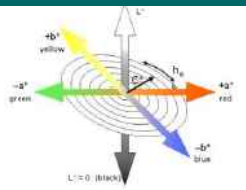
Agroecosistema

INDICADORES AGRO-ALIMENTARIO





IC= (a x 1000) / (L x b)
parámetros Hunterlab L, a y b
Jiménez-Cuesta et al. (1981)









Peso y diámetro fruto, espesor corteza y color

Contenido zumo, SST, TA, ratio SST/TA

Calidad fruto



INDICADORES AGRO-ALIMENTARIO

Objetivo: Determinar los efectos del riego con AR y RDC sobre producción y calidad del fruto de pomelo y mandarino durante 8 ciclos anuales.

Periodo 2008-2015

	PRODUCCIÓN	CALIDAD FRUTO		
	Kg/árbol	**Índice de madurez**	**Peso fruto**	**Espesor corteza**
 **Mandarino**	**RDC** < 6%	**RDC** = IM (>CSS, >AT)	**RDC** = Peso	**RDC** = Corteza
	AR < 17,3%	**AR** < IM (>CSS, >>AT)	**AR** > Peso	**AR** < Corteza
	AR-RDC <15,3%	**AR-RDC** = IM (<IM, algún año)	**AR-RDC** > Peso	**AR-RDC** < Corteza
Estrategias +viables				
 **Pomelo**	**RDC** < 7,7%	**RDC** > IM (>CSS, =AT) algún año	**RDC** = Peso	**RDC** = Corteza
	AR < 2,0 %	**AR** = IM (=CSS, =AT)	**AR** > Peso	**AR** < Corteza
	AR-RDC <14,4%	**AR-RDC** = IM (o > IM, > SST, algún año)	**AR-RDC** = Peso	**AR-RDC =** Corteza

Estándares (UNECE STANDARD)



Romero-Trigueros C* et al., 2020.



Caracterización cultivo



Planta



Parcela
(ESCALADO TAMAÑO DE FINCA)



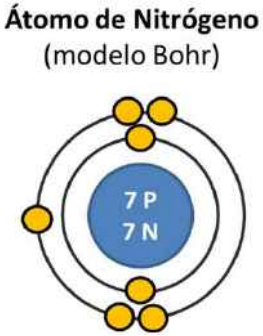
Agroalimentario



Agroecosistema

2 ESTUDIOS PRÁCTICOS EN SISTEMAS AGRARIOS

EUN → TÉCNICAS DE DISCRIMINACIÓN ISOTÓPICAS





LEÑOSO



HORTÍCOLA



Aguas regeneradas



ZVN (acuífero Cuaternario del Mar Menor)
Aguas de riego: mezcla

LEÑOSO - CÍTRICO

Determinación de las abundancias naturales de isótopos estables ^{15}N para evaluar el uso de agua salina regenerada en pomelo

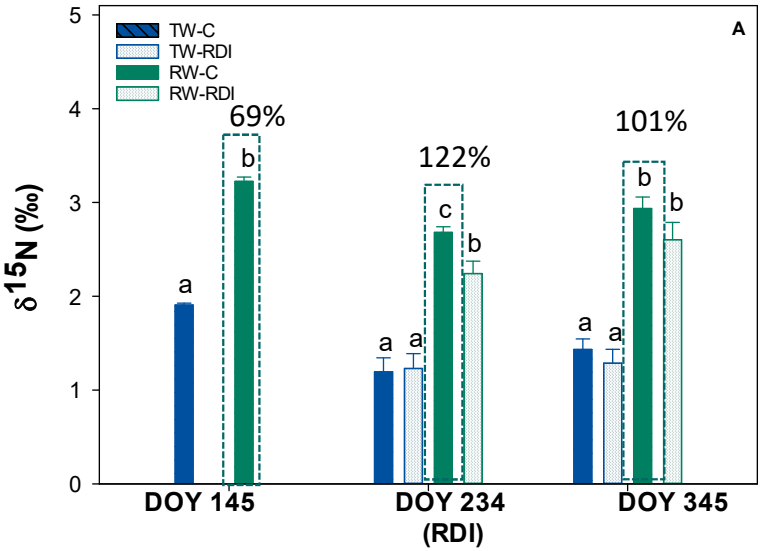
Agua riego: AR ↑ **(Nitratos)**





CAMBIO ESTACIONAL DEL $\delta^{15}N$ FOLIAR

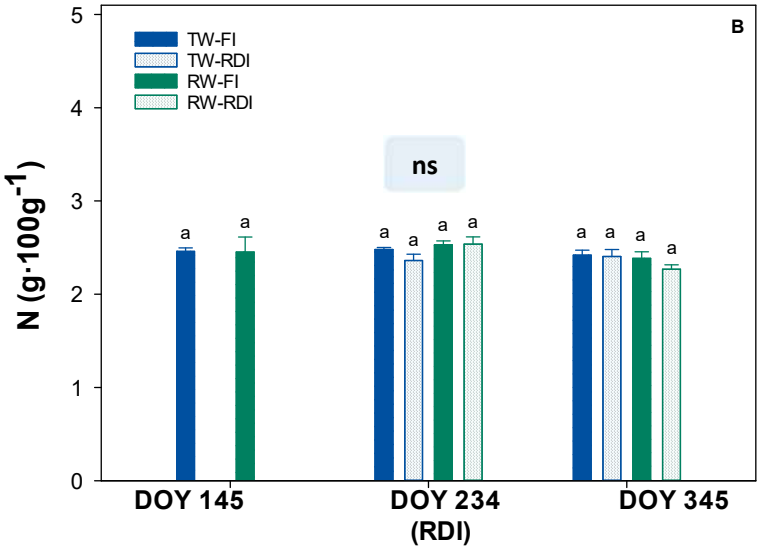
VALORES DE ^{15}N



La > $[NO_3^-]$ del AR no aumentó la absorción de N por parte de la planta en ninguna fase fenológica

📖 Khelil et al. (2013b)

VALORES DE N TOTAL



La absorción de N depende de factores internos relacionados con la demanda de N de la planta más que con la disponibilidad de NO_3^- en el suelo

📖 Cerezo et al. (2007)

INDICADOR AGRO-ECOSISTEMA



Discriminación isotópica del N: indicador de sostenibilidad y de la eficiencia en el uso del N en los sistemas agrarios

JORNADA SOBRE
AGUAS NO CONVENCIONALES. APLICACIÓN EN EL REGADÍO.
3 noviembre 2026

1 **Recursos hídricos no convencionales en el regadío (RHNC).**

2 **Casos prácticos de estudios agronómicos en cultivos leñosos.**

- **Agua regenerada (AR) - CÍTRICOS**
  - Calidad agronómica del AR.
  - Riego con AR durante todo el ciclo vegetativo.
  - Riego con alternancia de fuentes de agua de distinta calidad (AR y agua de buena calidad agronómica).
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AR y umbrales de fitotoxicidad.
- **Agua regenerada desalinizada (AD) - ALMENDRO Y OLIVO**
  - Calidad agronómica del AD.
  - Efectos agro-fisiológicos del uso de AD durante el periodo de riego.
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AD



3 **Proyectos de investigación y líneas futuras.**

DESERT project





Low cost water DEsalination and SEnsoR Technology compact module













ALMENDRO Y OLIVO
DISEÑO EXPERIMENTAL

- **Ensayos:**







Control (100% ET_c)

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic

100% ET_c

OLIVO RDC (50% ET_c)

Inicio1ª etapa acumulación aceite
Rosecrance et al., 2015

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic

100% ET_c | 50% ET_c | 100% ET_c

ALMENDRO RDC (80% ET_c)

División cáscara



Shackel, 2011

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic

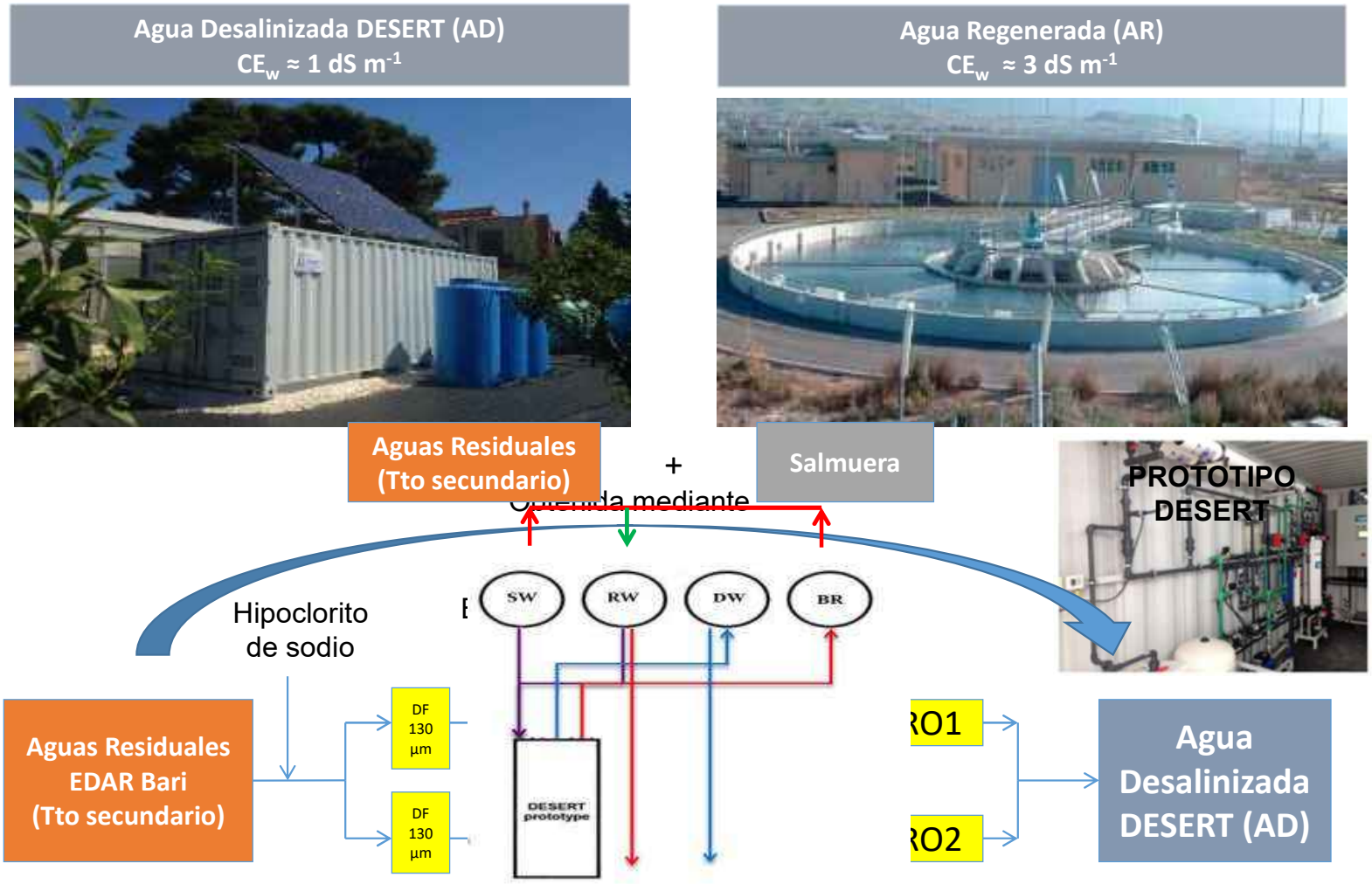
130% ET_c | 80% ET_c | 130% ET_c

Agua Regenerada (AR)
$CE_w \approx 3$ dS m^{-1}



Agua Desalada DESERT (AD)
$CE_w \approx 1$ dS m^{-1}




Agua Desalinizada DESERT (AD)
$CE_w \approx 1$ dS m^{-1}
Agua Regenerada (AR)
$CE_w \approx 3$ dS m^{-1}
Aguas Residuales (Tto secundario)
+
Salmuera
PROTOTIPO DESERT
Hipoclorito de sodio
SW
RW
DW
BR
Aguas Residuales EDAR Bari (Tto secundario)
DF 130 µm
DF 130 µm
DESERT prototype
RO1
RO2
Agua Desalinizada DESERT (AD)

Análisis fuentes de agua de riego
(promedio 12 muestreos)

Propiedad	Unidad	AD	AR	Límites D.L. 185/2003
pH		8.11±0.32	8.44±0.34	6 – 9.5
CE_w	$dS \cdot m^{-1}$	1.13±0.61	3.00±0.89	3
SAR		4.79±1.94	5.69±1.62	10
Ca	$mg\ L^{-1}$	50.76±21.52	108.05±57.15	-
Mg	$mg\ L^{-1}$	18.31±8.12	35.96±16.82	-
K	$mg\ L^{-1}$	20.37±9.77	33.54±12.60	-
Na	$mg\ L^{-1}$	160.10±85.67	270.66±126.36	-
B	$mg\ L^{-1}$	0.13±0.05	0.14±0.04	1.00
Mn	$mg\ L^{-1}$	0.09±0.03	0.17±0.06	-
Zn	$mg\ L^{-1}$	0.03±0.02	0.04±0.01	
Fe	$mg\ L^{-1}$	0.07±0.06	0.13±0.12	-
Cu	mg^{-1}	0.009±0.005	0.015±0.001	
Al	$mg\ L^{-1}$	0.06±0.03	0.09±0.06	
Ni	$mg\ L^{-1}$	0.022±0.023	0.114±0.176	
NO_3^-	$mg\ L^{-1}$	28.39±25.08	42.70±19.93	-
PO_4^{3-}	$mg\ L^{-1}$	2.01±0.52	2.51±1.45	2
SO_4^{-2}	$mg\ L^{-1}$	92.37±66.11	144.92±92.15	500
F^-	$mg\ L^{-1}$	0.22±0.12	0.30±0.17	-
Cl^-	$mg\ L^{-1}$	199.77±184.71	380.18±181.33	250

Reglamento italiano
normas técnicas para
la reutilización de aguas residuales

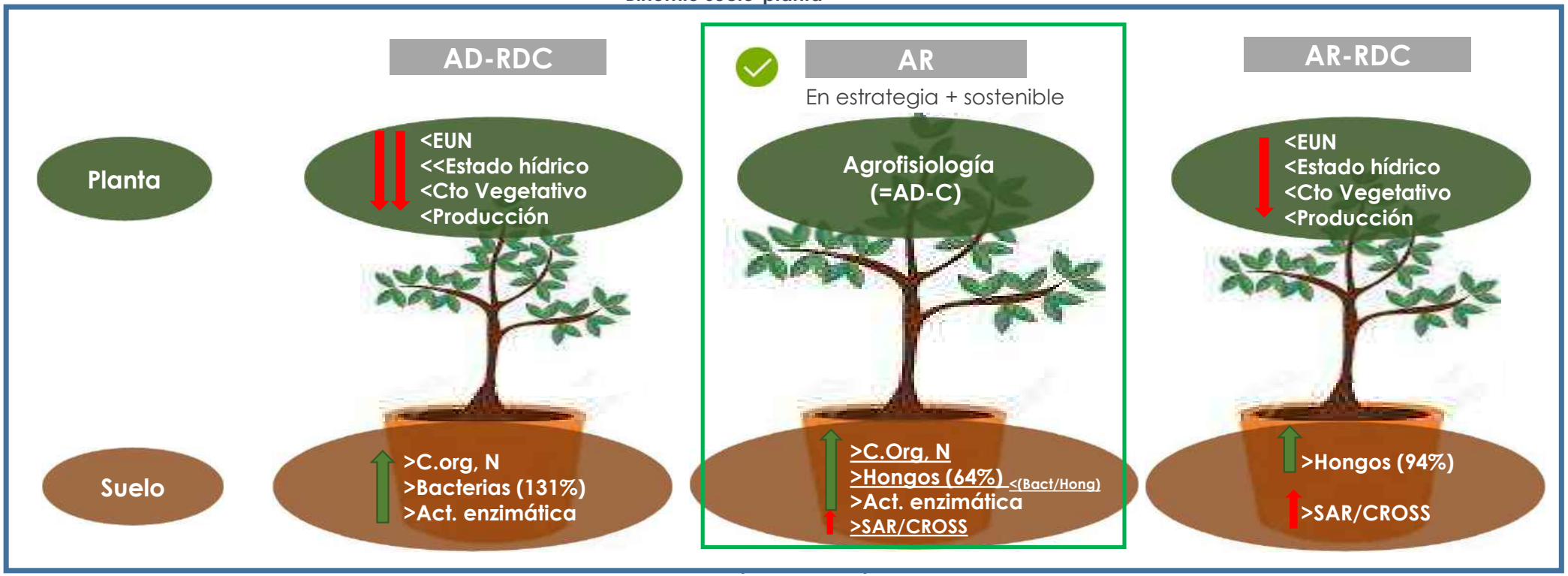


ALMENDRO





Evaluación conjunta
Binomio suelo-planta



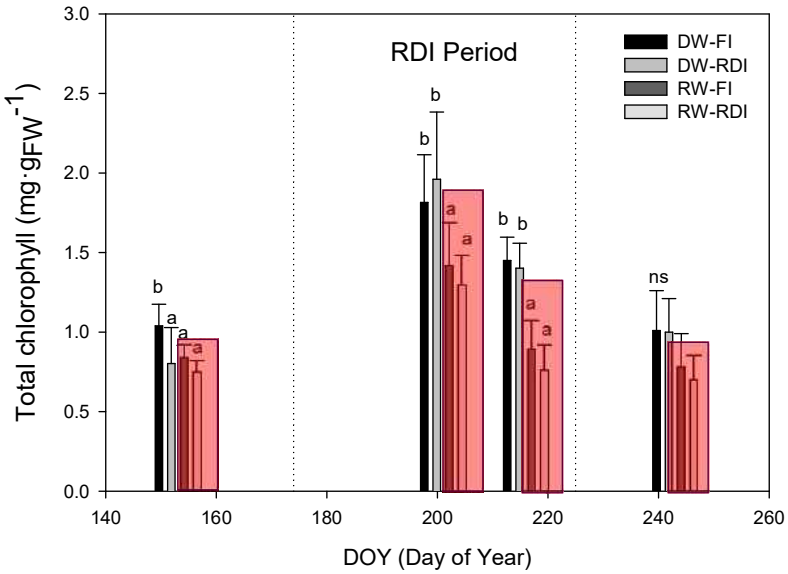
Ninguna estrategia redujo Biomasa/Act. Enzimática
Todas modificaron composición de la comunidad

Impacto:
Se mejoró el conocimiento del funcionamiento de las interacciones suelo-planta (poco estudiado)

Romero-Trigueros* C et al., 2021.

Pigmentos foliares

Clorofila Total



- AR reduce el contenido de clorofila foliar en todas las etapas fenológicas





OLIVO



2 ciclos vegetativos



Olivo

PRODUCCIÓN FRUTO	PROPIEDADES INDUSTRIALES ACEITE	CALIDAD ACEITE
AD-RDC = (<< peso fruto, firmeza durante RDC y >> nº frutos)	**AD-RDC** << extractabilidad, rendimiento grasa, acidez > rendimiento aceite, contenido aceite/peso seco	**AD-RDC** >**polifenoles** (21%) <**peróxido** y acidez
AR > 35% (>peso fruto y nº frutos)	**AR** = todo	**AR > polifenoles** (29%) < oleico, > ω6, > ω6/ω3 ratio (10%)
AR-RDC = (< peso fruto y > nº frutos)	**AR-RDC** < extractabilidad, rendimiento grasa, rendimiento aceite, contenido aceite por peso seco	**AR-RDC >> polifenoles** (37%) << oleico y >> ω6, > ω6/ω3 ratio
Ninguna estrategia redujo		Mejoró calidad sensorial/Valor nutraceútico







Difusión de resultados para aumento de la reutilización en zonas productoras y en nuevos países productores del hemisferio sur.

Romero-Trigueros*, C., et al., 2019

JORNADA SOBRE
AGUAS NO CONVENCIONALES. APLICACIÓN EN EL REGADÍO.
3 noviembre 2026

1 **Recursos hídricos no convencionales en el regadío (RHNC).**

2 **Casos prácticos de estudios agronómicos en cultivos leñosos.**

- **Agua regenerada (AR) - CÍTRICOS**
  - Calidad agronómica del AR.
  - Riego con AR durante todo el ciclo vegetativo.
  - Riego con alternancia de fuentes de agua de distinta calidad (AR y agua de buena calidad agronómica).
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AR y umbrales de fitotoxicidad.
- **Agua regenerada desalinizada (AD) - ALMENDRO Y OLIVO**
  - Calidad agronómica del AD.
  - Efectos agro-fisiológicos del uso de AD durante el periodo de riego.
  - Indicadores del estado hídrico del cultivo regado con AD



3 **Proyectos de investigación y líneas futuras.**

Calibración y validación de nuevos sensores de medida de N-P-K en la solución del suelo.

Centro Agrotecnológico Experimental SLU (CEATEX). IP: Nicolás, E., Romero-Trigueros, C

Contrato soporte tecnológico

Reto agricultura precisión

CEATEX centro agrotecnológico experimental



Objetivo: Evaluación en laboratorio de **nuevos sensores** para la medición de N-P-K en la solución del suelo

No metodologías/equipos validados en continuo → **¡¡ Exigidas en normativas actuales !!**

Impacto:

- ❑ Labor de transferencia hacia empresas que innovan en nuevas metodologías tecnológicas más respetuosas con m.a
- ❑ Sensores de calidad comercialmente disponibles → para mejorar EUF

✓ *Contribuir a la transición ecológica y digital*

Dos proyectos competitivos de I+D concedidos

ECOFERTIQUAL
ECO-sustainable management of smart FERTIgation under different irrigation water QUALity or wastewater sub-products and vulnerability to nitrate contamination scenarios (TED 2021-130501B-I00). AEI.
IP: Nicolás, E., Romero-Trigueros, C.

Nacional

AGRISEN
Sustainable and efficient management of fertigation in Mar Menor area by Smart AGRiculture SENsors (21962/JLI/22). Fundación Séneca. ACyTRM (Evaluada por MICINN). IP: Romero-Trigueros, C

Regional

LOGRAR

Plataformas de demostración
INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE AGRICULTURA

Cómo implementar

Estrategias de fertirrigación
Fomentan la economía circular
Uso de agua y fertilizantes inorgánicos
Riesgo de contaminación por nitratos

Respondiendo

Cumplir
recientes y exigentes regulaciones

Uso de productos y subproductos EDARs
(AR, lodos y cenizas)

Evaluación eco/agro/fisiológica se emplea → Un nuevo sistema integrado

Técnicas convencionales
- Muestreo agua riego
- Muestreos suelos
- Muestreos planta/fruto
- Indicadores estrés

Nuevas tecnologías
- Sensores suelo
- Sensores planta
- Discriminación isotópica
- Indicad. biológicos suelo

FERTECO
(FERTIRRIGACIÓN ECOSOSTENIBLE EN LA CUENCA VERTIENTE DEL MAR MENOR)

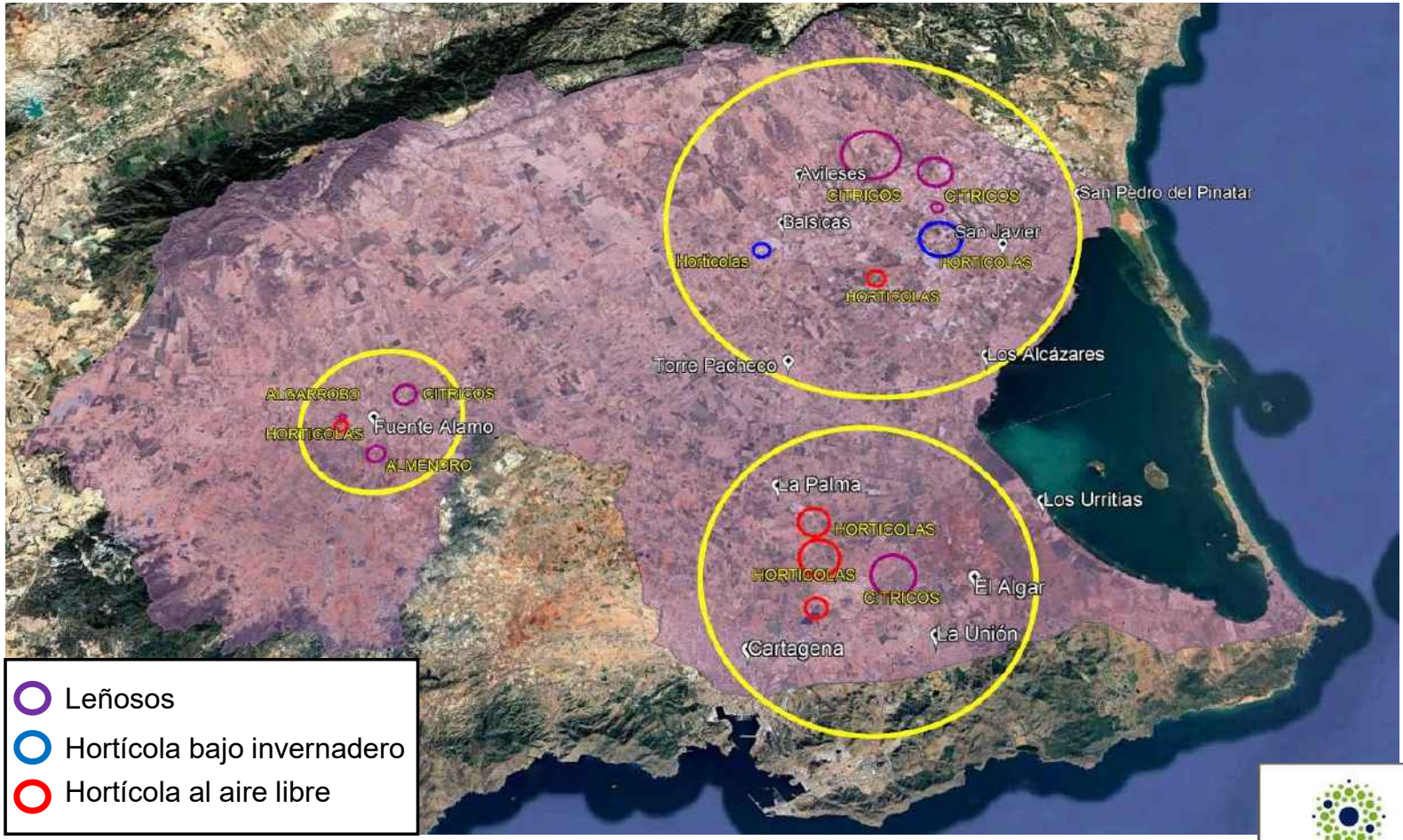
CONVOCATORIA DE AYUDAS PARA LA RESTAURACIÓN Y MEJOA AMBIENTAL EN EL ÁMBITO AGRÍCOLA PARA CONTRIBUIR A LA RECUPERACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD ECOLÓGICA DEL MAR MENOR

EMILIO NICOLÁS NICOLÁS y CRISTINA ROMERO TRIGUEROS

OBJETIVO GENERAL:

VALIDACIÓN E IMPLANTACIÓN DE TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN ECOSOSTENIBLES RELACIONADOS CON LA ECONOMÍA CIRCULAR Y CON BIOSOLUCIONES DE ORIGEN NATURAL EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA CUENCA VERTIENTE DEL MAR MENOR.

DISTRIBUCIÓN - ENSAYOS CON SENSORES



CEBAS
CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL SEGURA

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

UNIÓN EUROPEA

FERTECO
MAR MENOR

UBICACIÓN DE ENSAYOS

LEÑOSOS:

Limonero Eureka: Fuente Álamo de Murcia
37°44'12.0"N 1°09'26.2"W (Cabezal-Convencional)
37°44'19.9"N 1°09'35.1"W (Ecológico)

Pomelo: Cartagena
37°39'08.7"N 0°54'32.4"W (Convencional)
37°39'08.7"N 0°54'32.4"W (Ecológico)
Estación climática: 37°39'12.95"N 0°54'26.56"O

Mandarino bajo malla: San Javier
37°49'51.0"N 0°52'19.7"W

Pitaya: Casas Blancas, Murcia
37°51'22.7"N 0°53'32.5"W

Limonero Fino: Casas Blancas
37°51'44.0"N 0°54'21.4"W (Convencional)
37°51'36.7"N 0°54'28.3"W (Ecológico)
37°51'44.0"N 0°54'21.4"W (Control)
37°51'35.25"N 0°54'29.99"O (Tratamiento H+SL)
Estación climática: 37°51'38.95"N 0°54'26.08"O

Naranjo: Casas Blancas
37°51'01.0"N 0°52'23.1"W (Convencional)
37°51'35.2"N 0°54'41.1"W (Ecológico)

Almendro: Fuente Álamo
37°42'33.21"N 1°10'11.08"O (Tratamiento H+SL)
37°42'32.69"N 1°10'10.18"O (Tratamiento H+SL)
37°42'35.71"N 1°10'11.52"O (Control)
37°42'35.80"N 1°10'10.24"O (Control)

Algarrobo: Fuente Álamo
37°43'37.27"N 1°11'22.46"O

HORTÍCOLAS:

Pimiento invernadero: San Javier
37°48'45.5"N 0°52'18.7"W

Pimiento invernadero: Balsicas
37°48'29.12"N 0°58'15.99"O (Tratamiento H+AG)
37°48'28.87"N 0°58'15.77"O (Tratamiento H+AG)
37°48'29.78"N 0°58'16.45"O (Control)
37°48'30.06"N 0°58'15.77"O (Control)

Calabacín invernadero: San Javier
37°48'46.4"N 0°52'17.0"W

Brócoli: Fuente Álamo de Murcia
37°43'22.4"N 1°11'23.4"W (con plástico)
37°43'25.4"N 1°11'22.3"W (sin plástico)

Melón/Brócoli: Torre-Pacheco
37°47'30.4"N 0°54'36.0"W (Sector 1)
37°47'34.9"N 0°54'32.2"W (Sector 2)
37°47'36.6"N 0°54'29.6"W (Sector 3)
37°47'40.6"N 0°54'25.8"W (Sector 4)
Estación climática: 37°47'35.84"N 0°54'32.24"O

Brócoli invernadero: San Javier
37°48'45.5"N 0°52'18.7"W

Lechuga Iceberg: La Palma
37°40'29.8"N 0°56'35.0"W

CEBAS CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL SEGURA
CSIC CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
UNIÓN EUROPEA
FERTECO MAR MENOR

MAPA PARCELAS EXPERIMENTALES



















CEBAS
CENTRO DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA APLICADA DEL SEGURA

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

UNIÓN EUROPEA

FERTECO
MAR MENOR

ACCIONES

A1, A11. Selección de parcelas representativas de cultivos hortícolas y leñosos (CH y CL).

A2, A12. Establecimiento de tratamientos de fertilización en CH y CL.

A3, A13. Tratamientos para mejorar la calidad del agua en CH y CL.

A4, A14. Fertirriego ecosostenible de precisión en CH y CL.

A5, A15. Calidad y funcionalidad del suelo en CH y CL.

A6, A16. Utilización de técnicas de discriminación isotópica en CH y CL.

A7, A17. Rendimiento y calidad del fruto en CH y CL.

A8, A18. Barreras vegetales naturales espontáneas en CH y CL.

A9, A19. Mejora de la biodiversidad en CH y CL.

A10, A20. Estudio de bioeconomía: Análisis de ciclo de vida y huella ambiental de los nuevos modelos implantados en CH y CL.

A21, A22. Guías de Buenas Prácticas de Gestión para la fertilización en CH y CL.

A23. Guías de Buenas Prácticas de Gestión para la fertirrigación ecosostenible.

A24. Plan de difusión y comunicación de resultados al sector productivo.

A25. Gestión documental justificativa científica y económica del proyecto.

JORNADA SOBRE
AGUAS NO CONVENCIONALES. APLICACIÓN EN EL REGADÍO.
3 noviembre 2026

MUCHAS GRACIAS

CRISTINA ROMERO TRIGUEROS

Científica Titular CSIC
Departamento de Agua y Producción Vegetal (CEBAS-CSIC)

cromero@cebas.csic.es