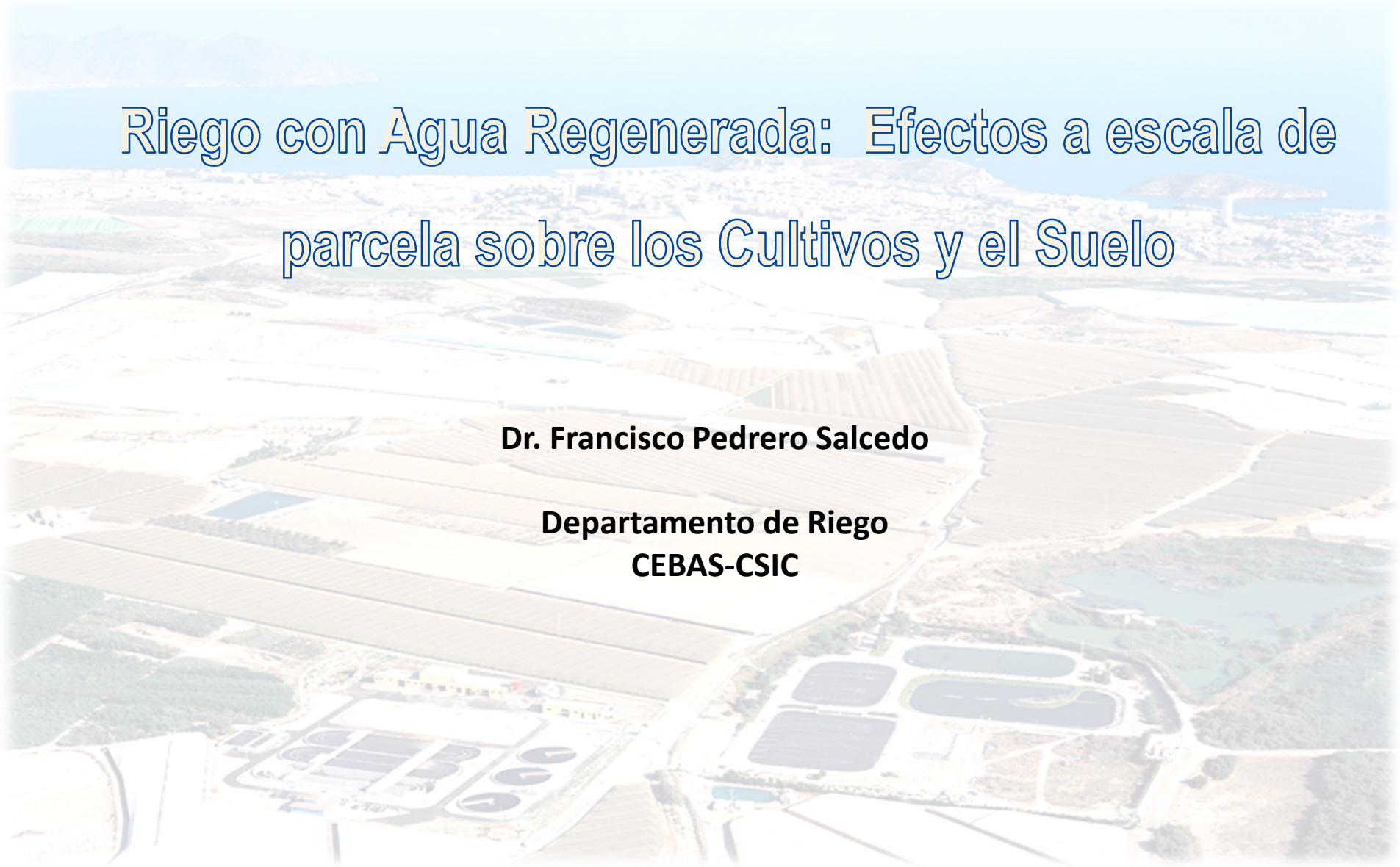


Riego con Agua Regenerada: Efectos a escala de parcela sobre los Cultivos y el Suelo

Dr. Francisco Pedrero Salcedo

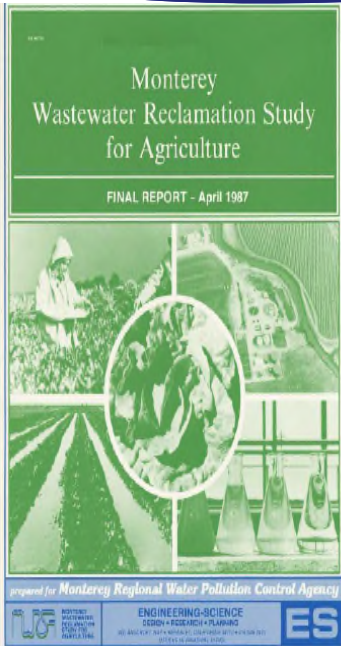
**Departamento de Riego
CEBAS-CSIC**



Historia de la reutilización planificada del agua regenerada

1912	El primer sistema de reutilización urbano fué para el riego del Golden Gate Park en San Francisco.
1965	Israel comienza a usar el agua regenerada para el riego en agricultura.
1966	Florida introduce el agua regenerada con la construcción de la granja de Tallahassee.
1977	La ciudad de St.Petersburg construye el primer gran sistema urbano de reutilización en los Estados Unidos.
1984	Tokio comienza el uso de agua regenerada procedente de la planta depuradora de Ochiai, para el uso en los urinarios en edificios comerciales en el distrito de Shinjuku.
1985	Water Conserv II, el proyecto más grande de reutilización, que combina el riego en la agricultura con la recarga de acuíferos via cuencas de rápida infiltración, la operación comienza en Orlando, Florida.
1989	España comienza el riego de campos de golf con agua regenerada procedente de la depuradora del Consorci de la Costa Brava.
1998	El Condado de Monterrey, California, comienza el riego con aguas regeneradas de 4.800 has de vegetales como lechuga, fresas, coliflor, broccoli, alcachofa, cebolla, hinojo. El riego de vegetales continua en el presente.
1999	El proyecto Virginia Pipeline, el proyecto más grande de reutilización de aguas regeneradas en Australia, riega diferentes tipos de cultivos con el agua regenerada procedente de la planta de tratamiento Bolivar.
2005	Informe del Departamento de Protección del Medio Ambiente de Florida titulado "Reutilización del agua regenerada: perspectivas sobre regulación y seguridad", en el que se indica la reutilización realizada en Florida durante 40 años sin ninguna enfermedad.

Estudios sobre la seguridad de las aguas regeneradas



Duración:
5 años (1980-85)

Presupuesto:
5 millones de dólares

Colaboración institucional:
State Water Resources Control Board
Department of Health Services

Partícipe principal:
Universidad de California

		CONCLUSIONES
		El riego con aguas regeneradas de cultivos en contacto con la parte comestibles y alcachofas, fue visto tan seguro como el riego con agua de pozo.
		Cultivos regados con aguas regeneradas no presentan más riesgo que los regados con fuentes convencionales.
		Las aguas regeneradas son tan seguras para el riego de vegetales como otras fuentes de agua de riego.
		No hay evidencia o documentación de ninguna enfermedad asociada a los sistemas de reutilización de agua en los Estados Unidos u otros países con unos estándar razonables de reutilización.
2005	Riego de parques, zonas de juego y colegios con aguas regeneradas. Alcance y seguridad.	No se encontraron incidencias de enfermedades provenientes ni de patógenos ni de sustancias químicas, y el riesgo no es mayor que al utilizar agua potable para riego.
2008	Estudio exhaustivo sobre la seguridad del riego de cultivos con aguas regeneradas.	La seguridad y protección de la salud pública puede asegurarse sin una reacción negativa de la sociedad.
2009	Comparación cuantitativa de gran nivel de las aguas regeneradas, aguas superficiales y aguas subterráneas.	Las aguas regeneradas, superficiales y subterráneas tienen más similitudes que diferencias.

Reutilización del agua a nivel mundial

¿Porqué las aguas regeneradas?

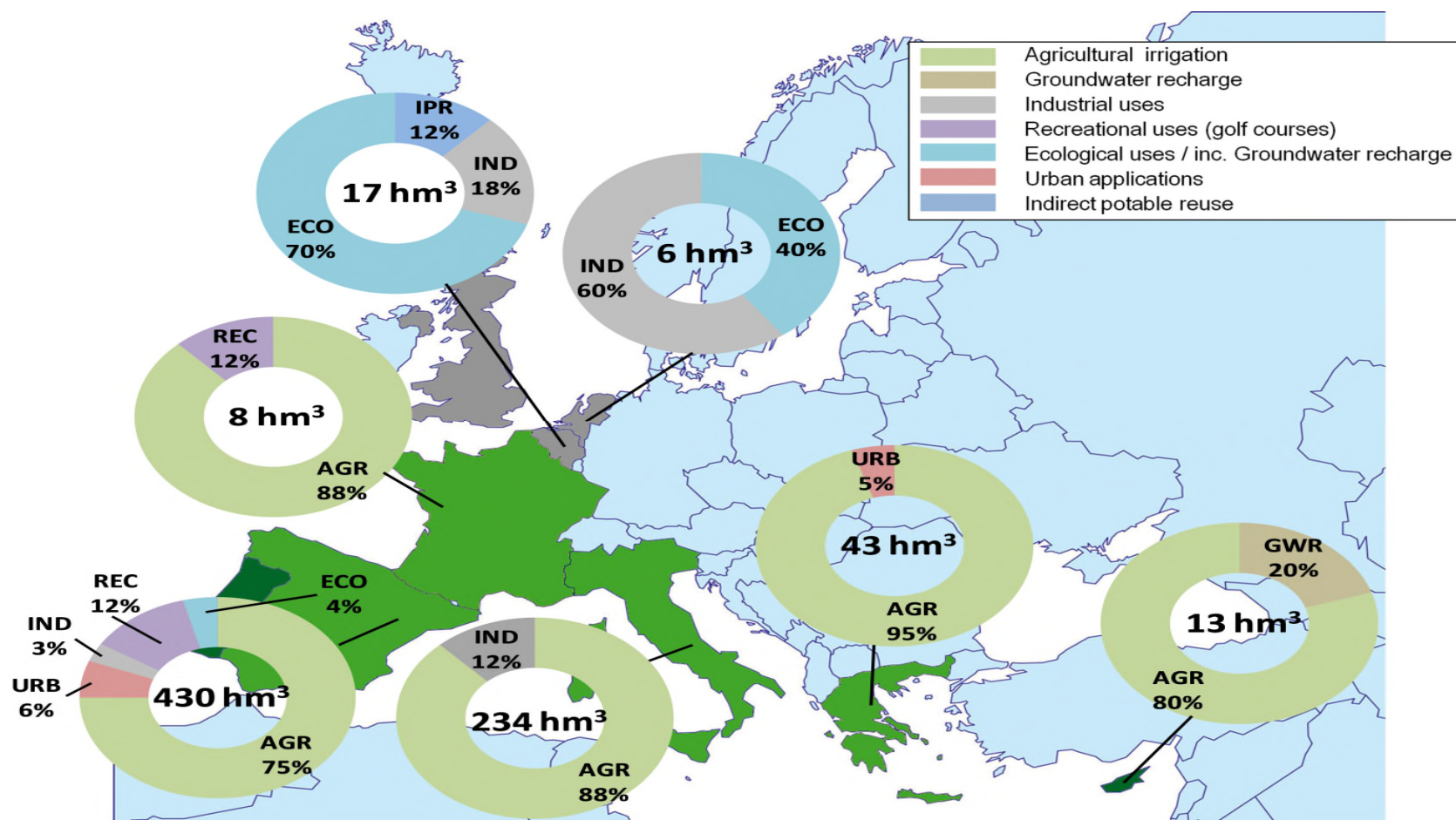


56%

4%

Reutilización del agua en Europa

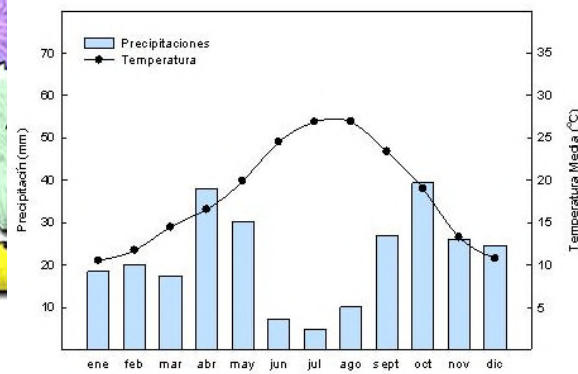
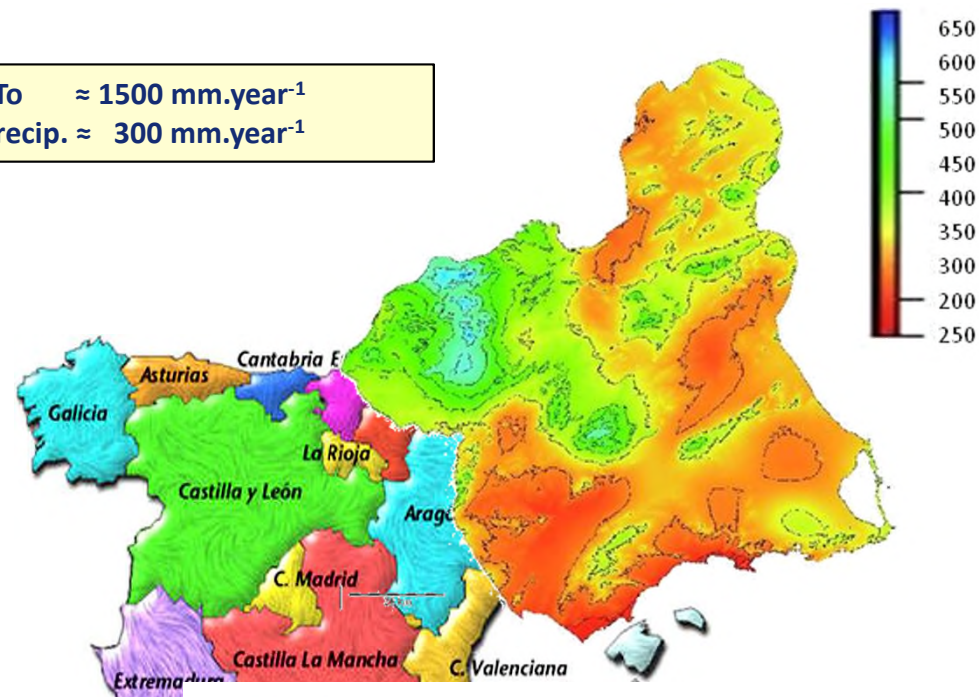
La predicción estimada del volumen de reutilización de agua será de **3,222 Hm³ / año** en **Europa para 2025**, con **España e Italia** mostrando el mayor potencial de reutilización con **1,200 y 250 Hm³ / año**, respectivamente.



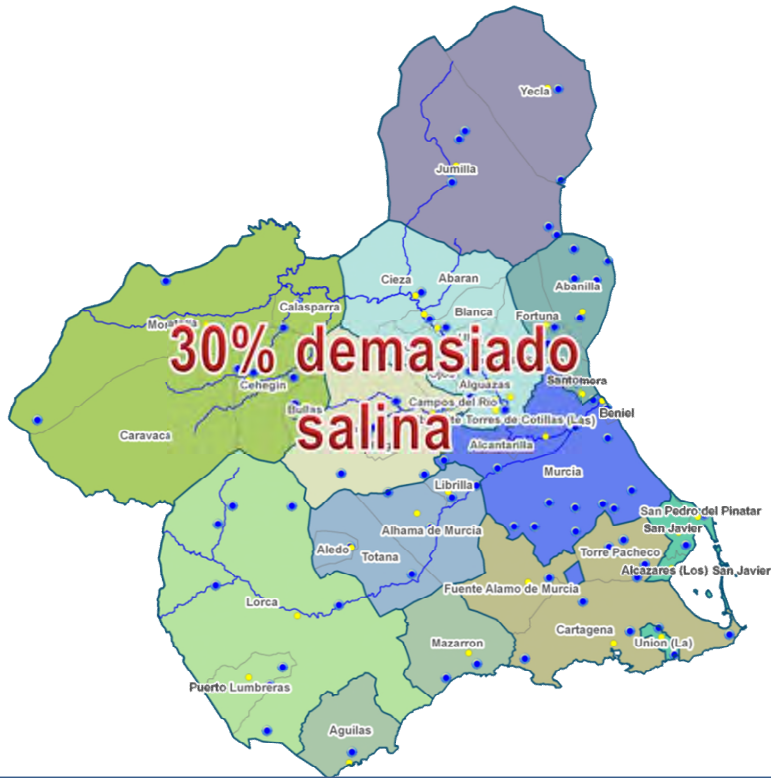
La Región de Murcia



ETo $\approx 1500 \text{ mm}\cdot\text{year}^{-1}$
Precip. $\approx 300 \text{ mm}\cdot\text{year}^{-1}$



Agua regenerada en la Región de Murcia



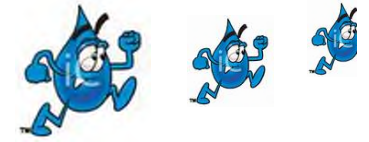
INFFLUENTS VALUES IN MURCIA´S WWTP			
	minimum	medium value	maximum
BOD ₅	115 mg/l	578 mg/l	1684 mg/l
COD	284 mg/l	1034 mg/l	2542 mg/l
SS	79 mg/l	332 mg/l	1145 mg/l
EC	1130 µS/cm	2670 µS/cm	10446 µS/cm
Total Nitrogen	7 mg/l	52 mg/l	169 mg/l
Total Phosporus	0,4 mg/l	9,2 mg/l	23 mg/l

Facilities : 88 WWTP + 46 Station Pumps

Treated Water : 109,4 Hm³

Population equivalent : 2,090,000

PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA DEL AGUA DE RIEGO



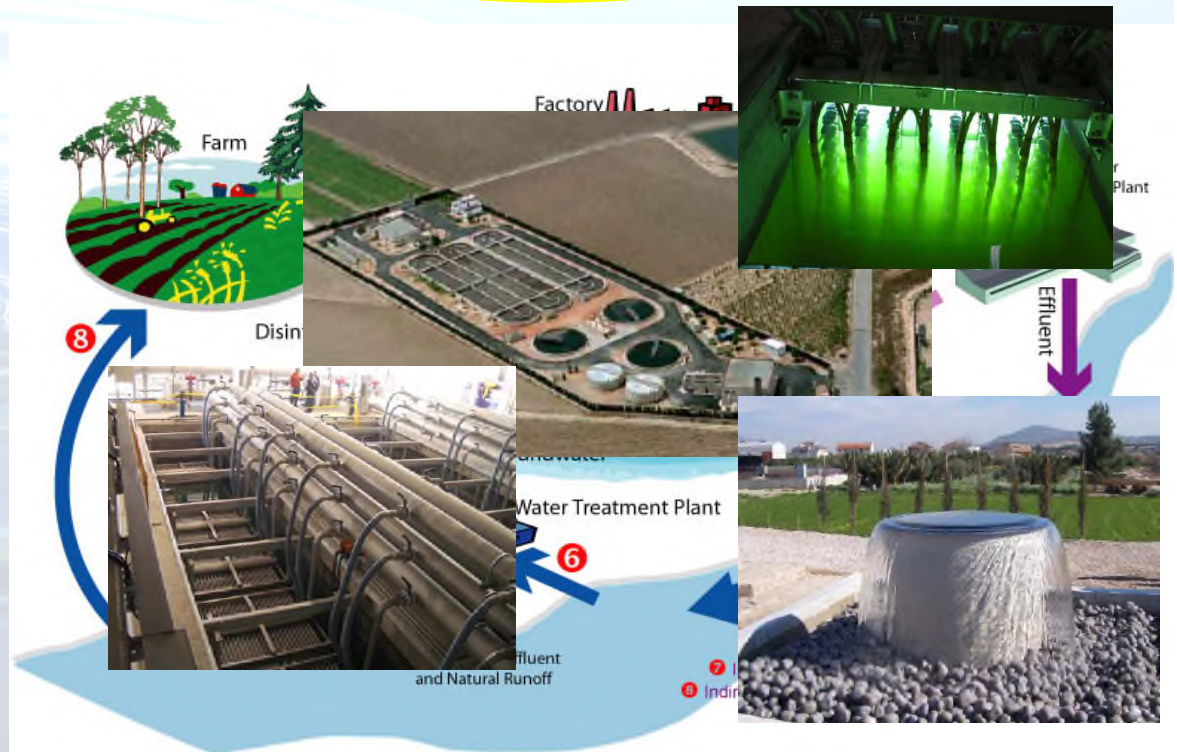
AHORRO DE AGUA

- ✓ Mejora genética
- ✓ Mejora de la aplicación del agua de riego
- ✓ Programación de riego con precisión (..GIS)
- ✓ Estrategias de riego deficitario

- *Riego deficitario sostenido*
- *Desección parcial de la raíz*
- *Riego deficitario controlado*
- *Riego suplementario*

RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES

- ✓ Agua desalada
- ✓ Agua de drenaje
- ✓ Agua de lluvia recolectada
- ✓ **Agua regenerada**



Principales características del riego agrícola en la Región Mediterránea



Lineas de investigación del Dpto. de Riego (CEBAS-CSIC)

- **Riesgos de seguridad y fitotoxicidad**



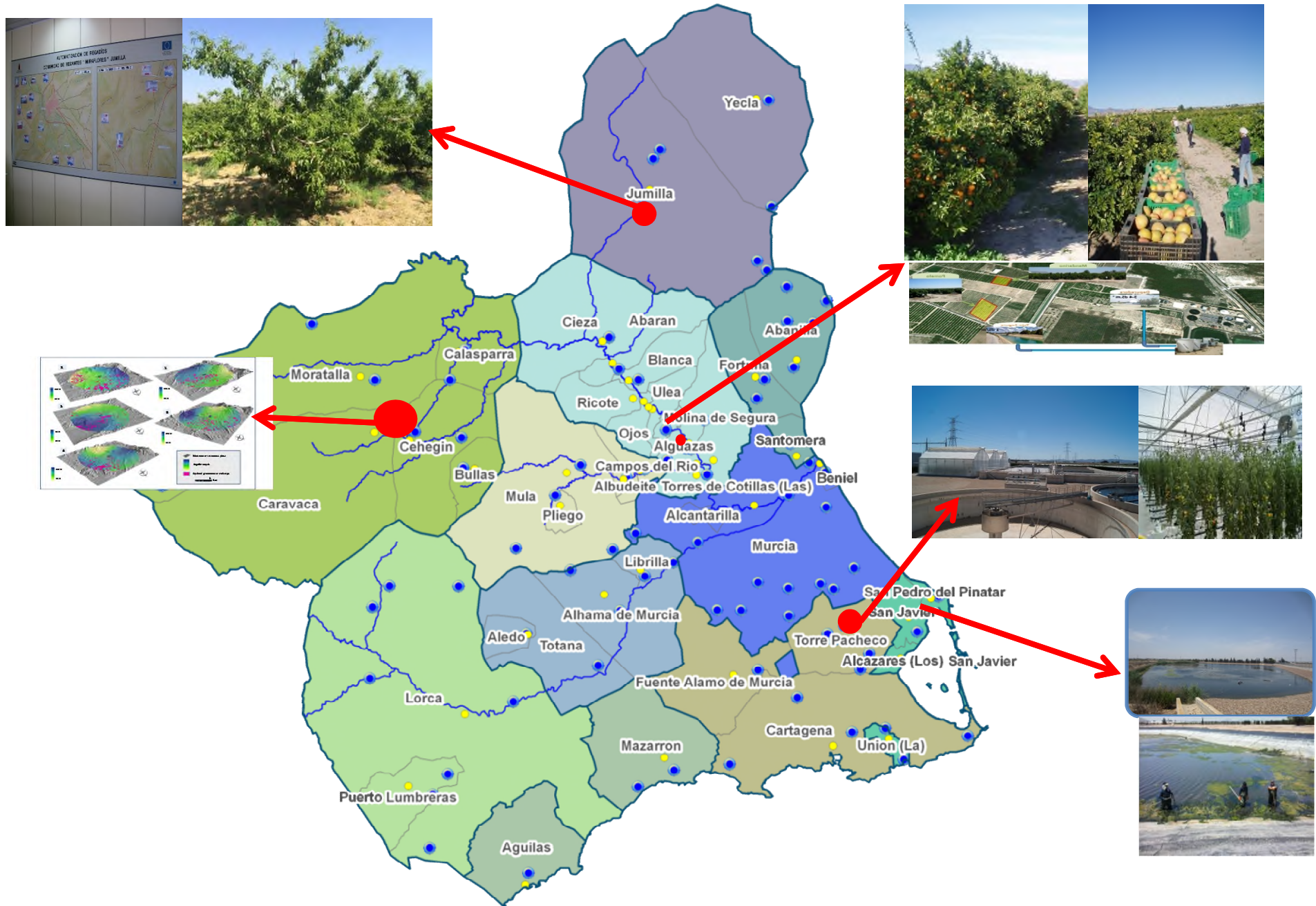
- **Aspectos económicos (nexus agua-energía)**



- **Aceptación social**



Experiencias del Dpto. de Riego en Murcia



Lineas de investigación del Dpto. de Riego (CEBAS-CSIC)

Plantas piloto a
NIVEL DE
DISTRITO

Plantas piloto a
NIVEL DE
PARCELA

Uso de nuevas
herramientas

Uso de las
aguas
regeneradas
en la
agricultura

Diseminación y
participación
pública

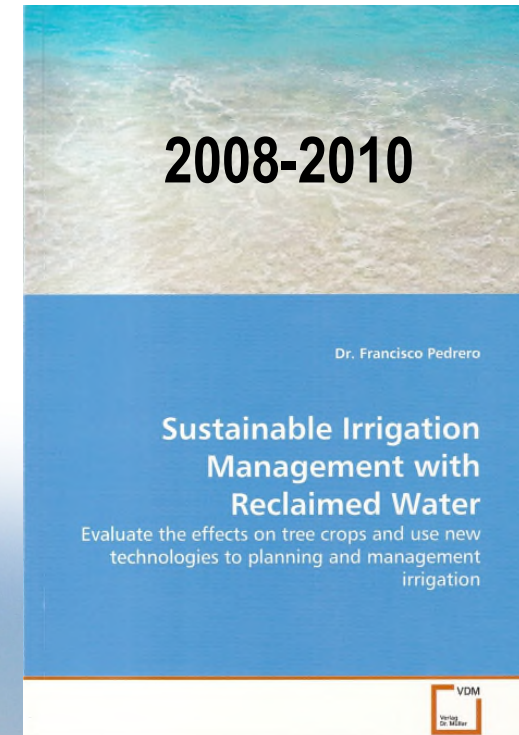
Otros problemas
relacionados con su
uso



Plantas piloto a nivel de parcela

- Una red de plantas piloto en diferentes localizaciones, con diferentes tipos de cultivo regados con diferentes calidades de aguas regeneradas.**
- Efectos del riego con aguas regeneradas en la fisiología de la planta, producción, calidad y seguridad del fruto**
- Efectos a medio y largo plazo de la acumulación de sales en el suelo, zona saturada y contaminación de acuíferos**

Uso combinado de aguas regeneradas y estrategias de riego deficitario controlado (RDC) en mandarino y pomelo



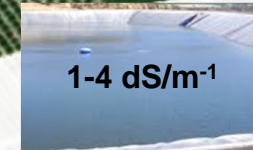
Depuradora de Molina Norte

Irrigators association

WWTP



1-4 dS/m⁻¹



Tajo-Segura



Parcela : Lo Montero (Campotejar-Murcia)

Diseño experimental

Tratamientos de riego

Trasvase

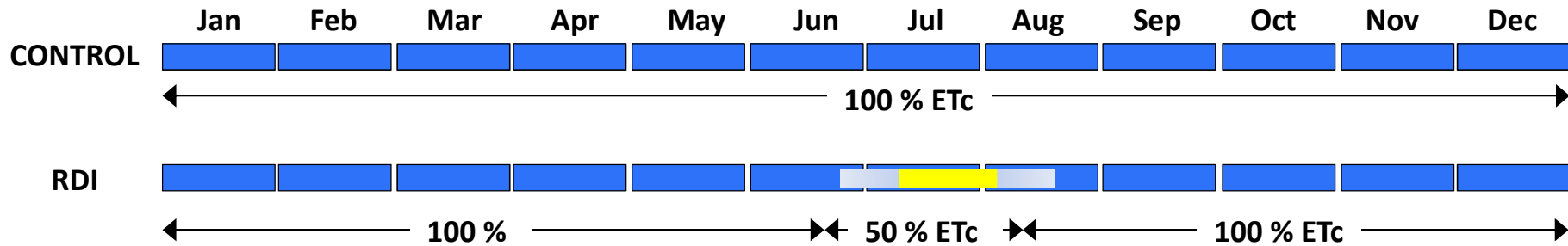
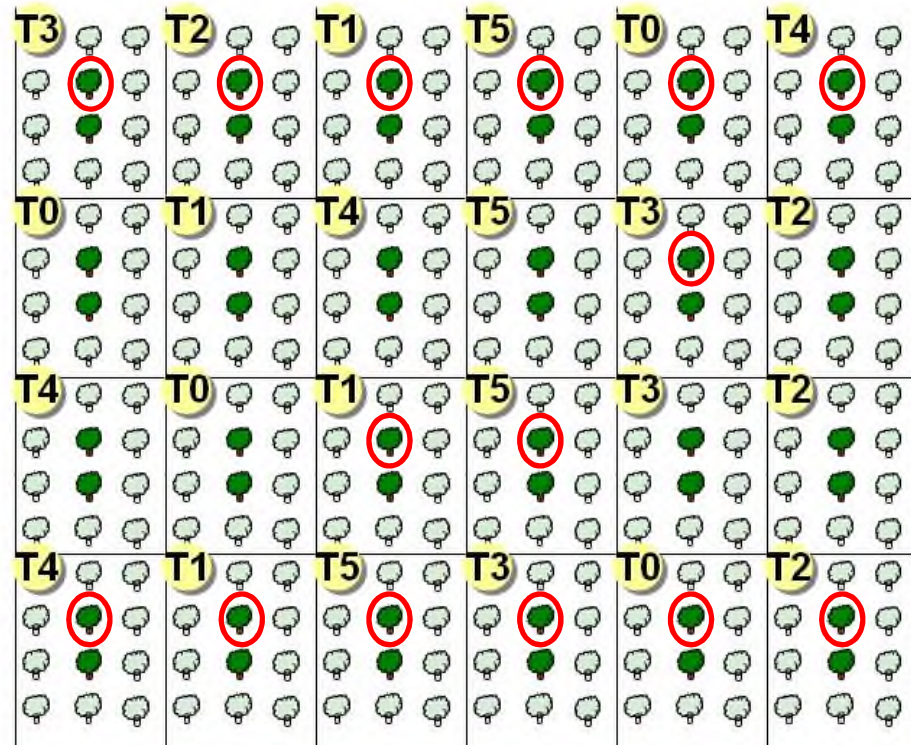
TW-C

TW-RDI

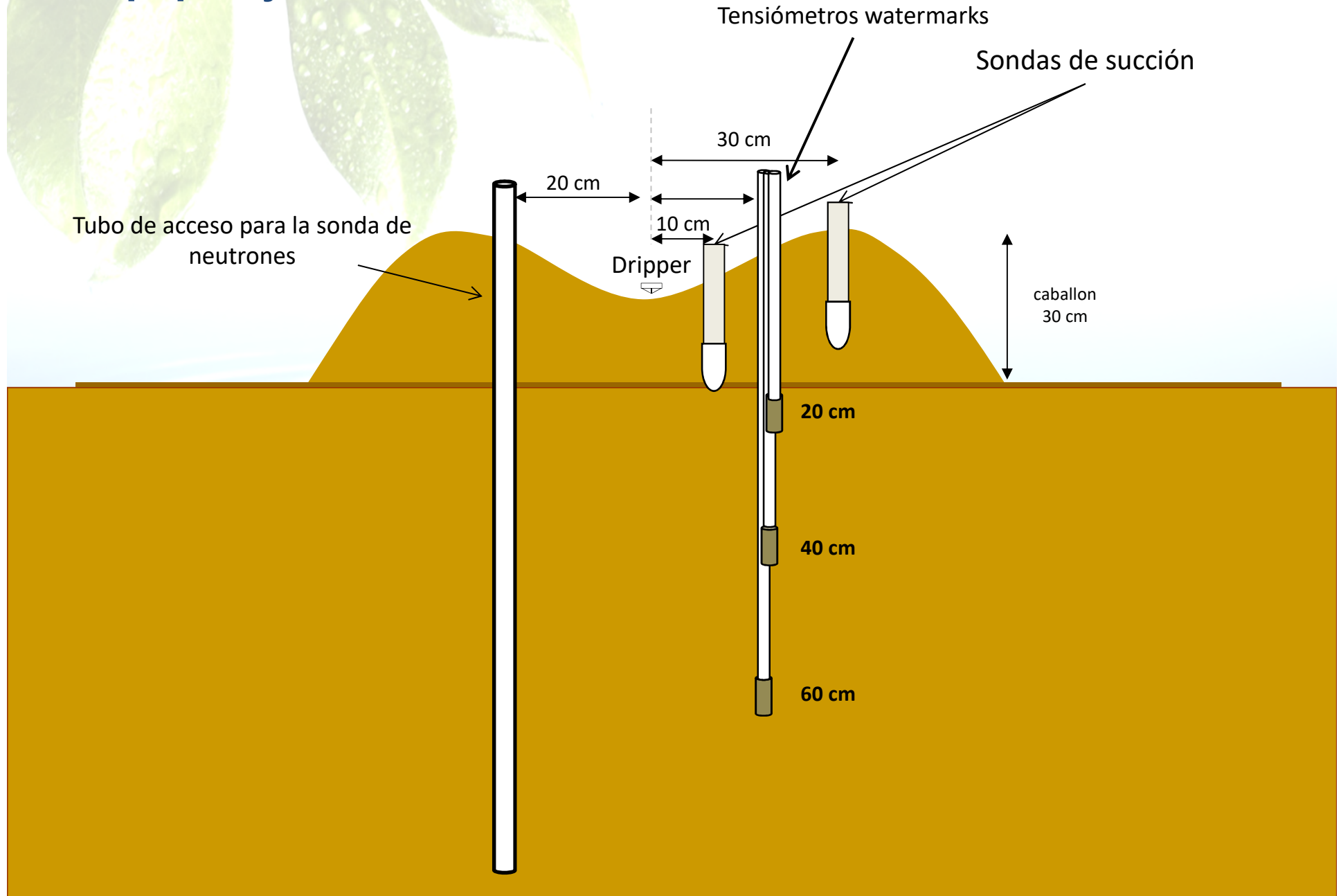
Agua regenerada

RW-C

RW-RDI



Equipos y medidas en suelo

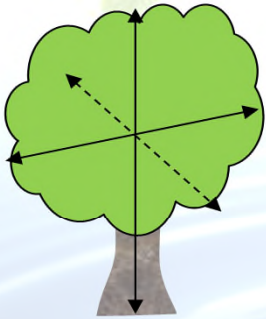




Equipos y medidas en planta

Periodic plant measurements

Tree Canopy



Fruit Diameter, fruit set



Stem water potential



Leaf gas exchange



Recolección

Yield assessment

Production (kg.tree⁻¹)



Diameter distribution



Quality indexes



- TA
- pH
- SSC
- Vitamin C

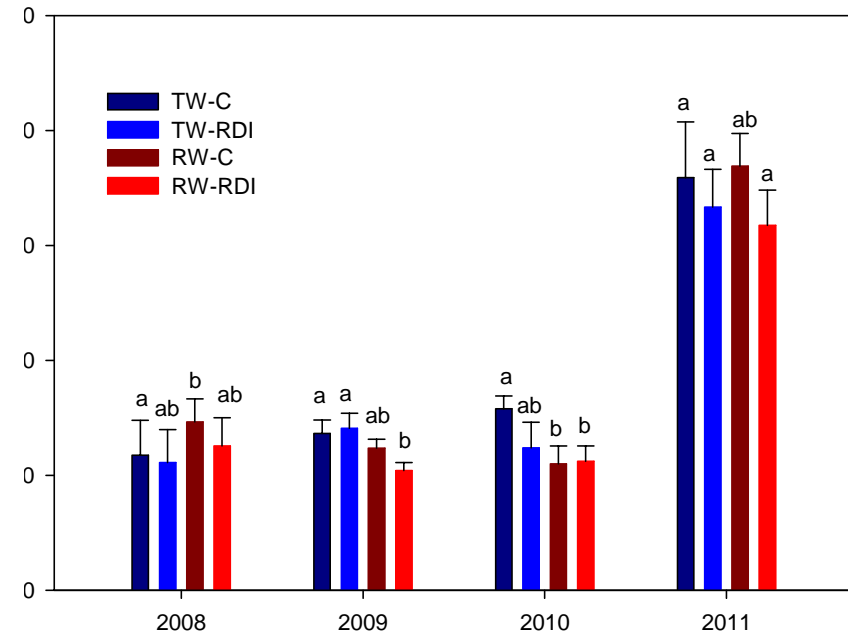
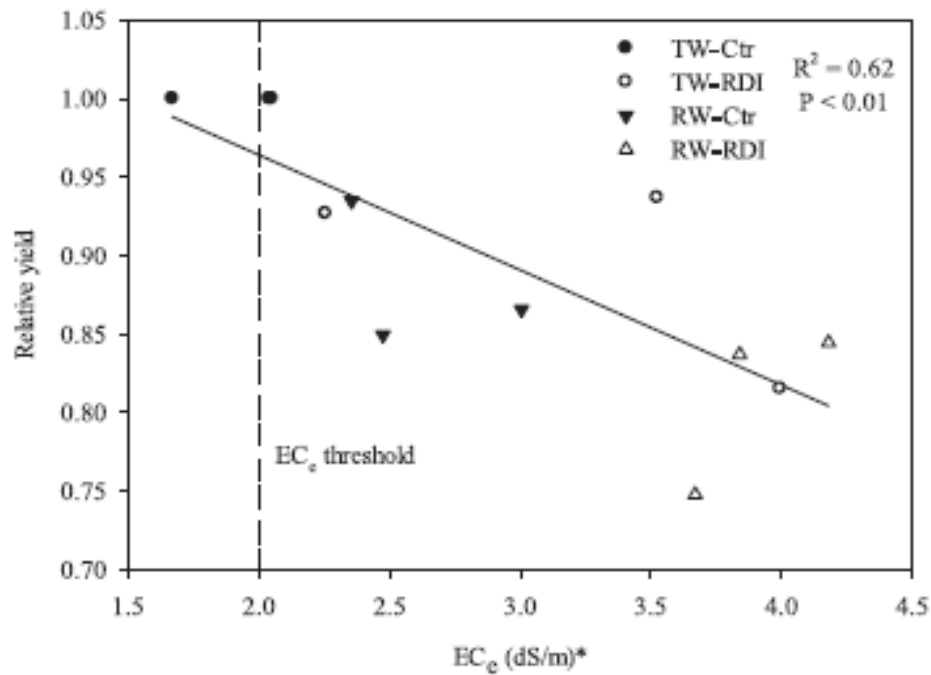
Fruit safety



Producción

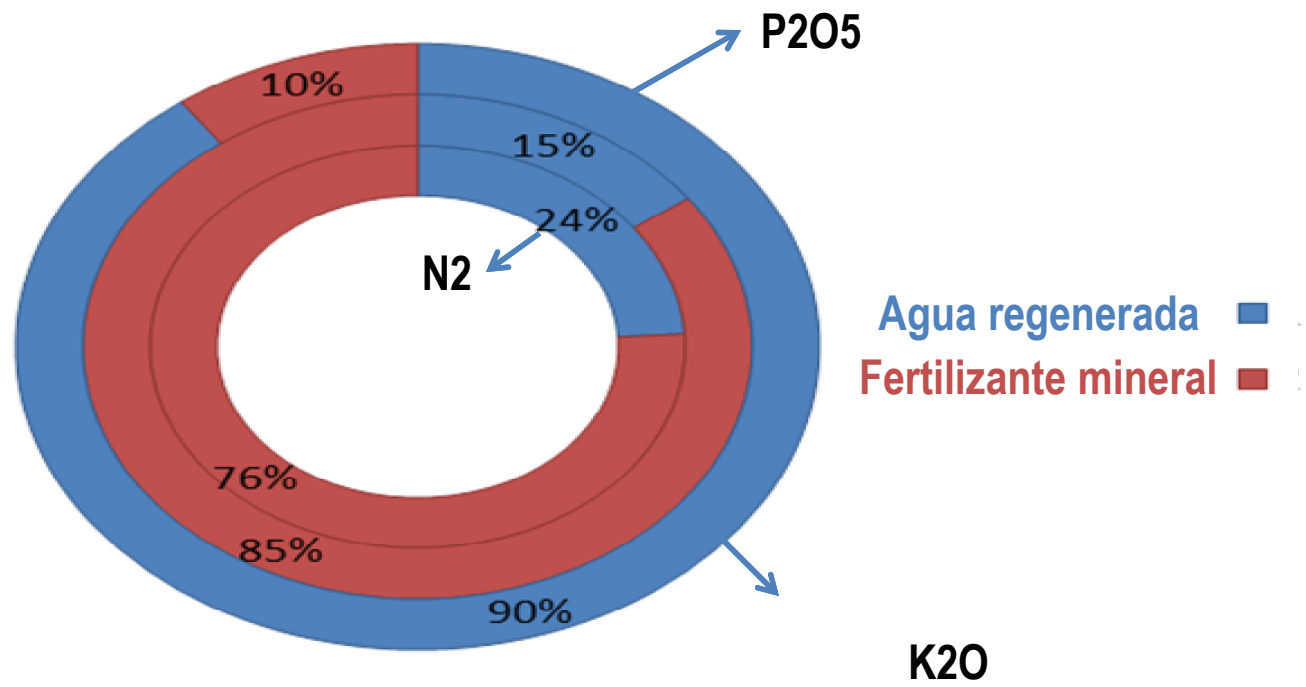
Mandarino

Pomelo



Ayers and Westcot (1985) for citrus ($EC_e = 1.7 \text{ dS m}^{-1}$).

Aporte nutricional



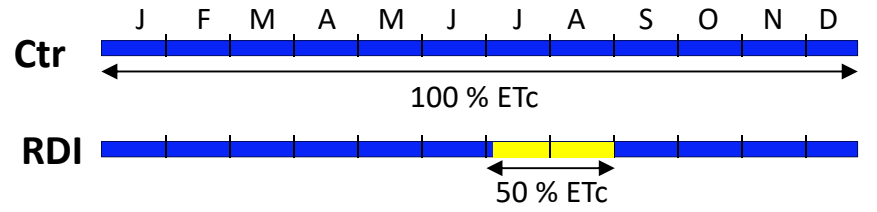
Efectos a largo plazo



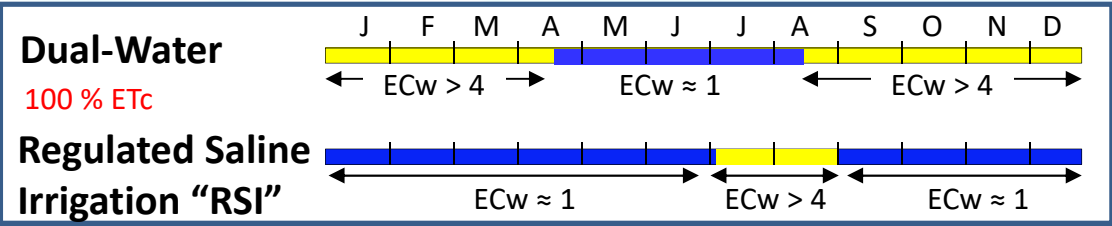


Nuevos ensayos

Good quality, Tajo-Segura canal : **TW**
 (EC = 1 dS.m⁻¹)
 Reduced quality, reclaimed water : **RW**
 (EC > 3 dS.m⁻¹)

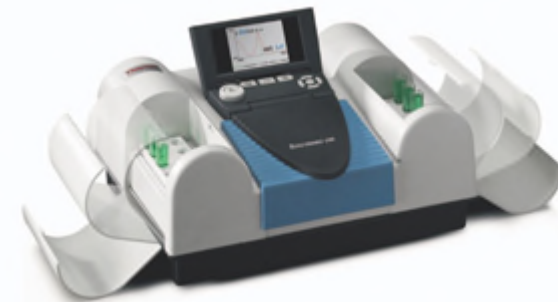
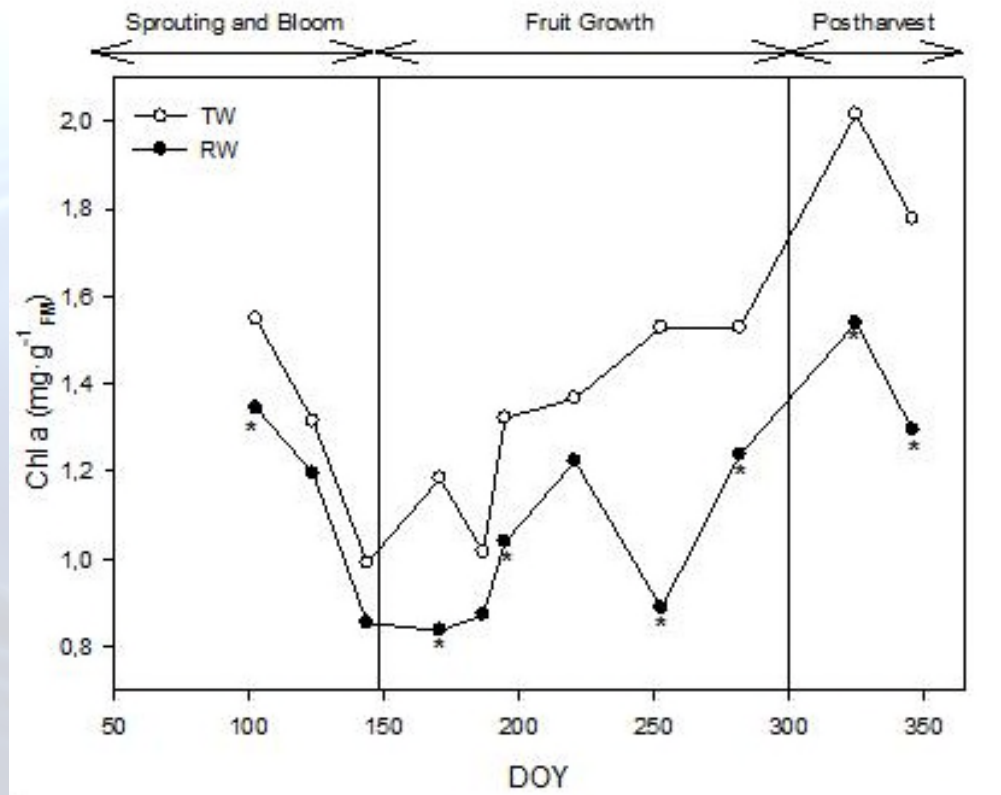


Nuevos tratamientos →



Nuevos ensayos

Assessment of the viability of using saline reclaimed water in grapefruit in medium to long term

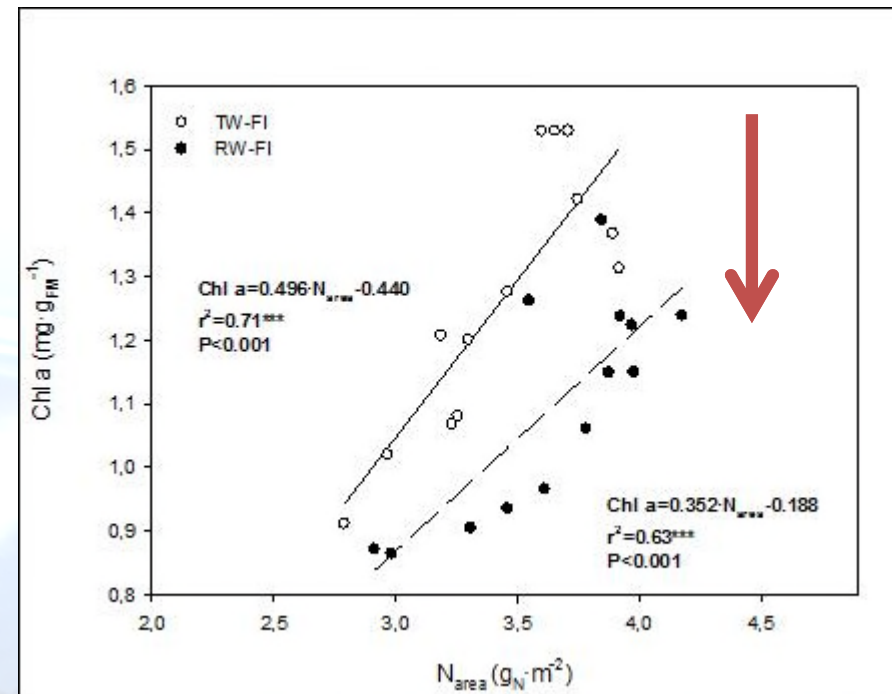
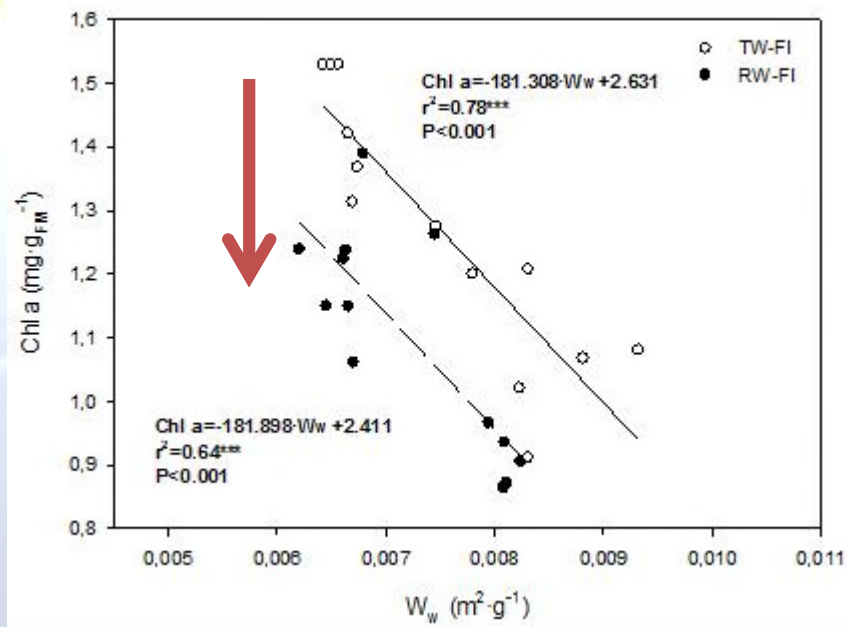


UV Spectrophotometer

The amount of **absorbance** was read at **647 nm** and **664.5 nm**

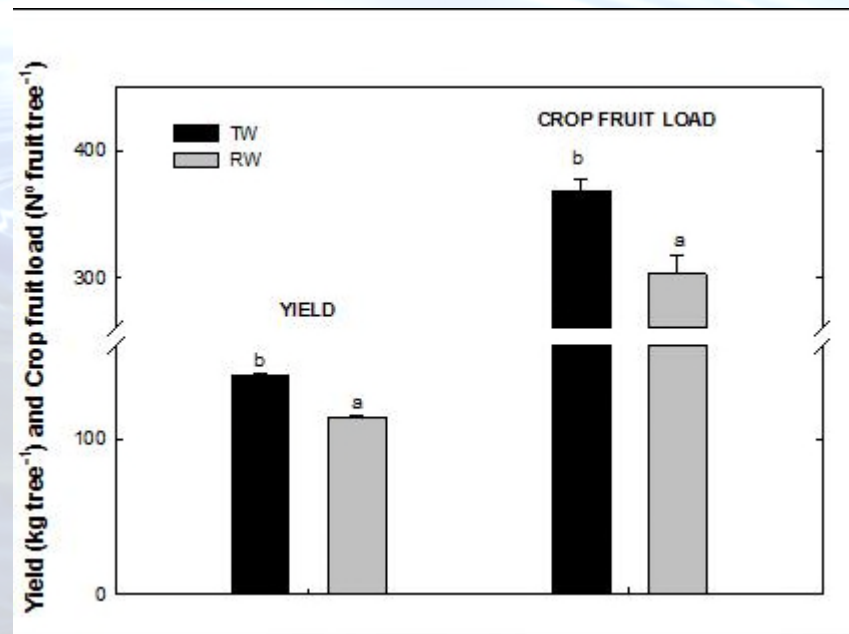
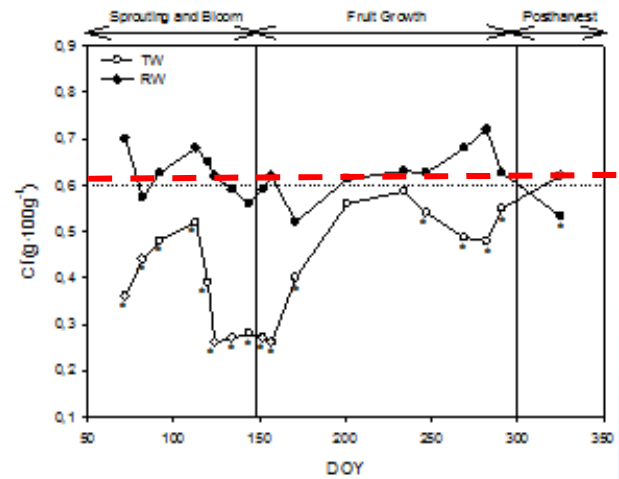
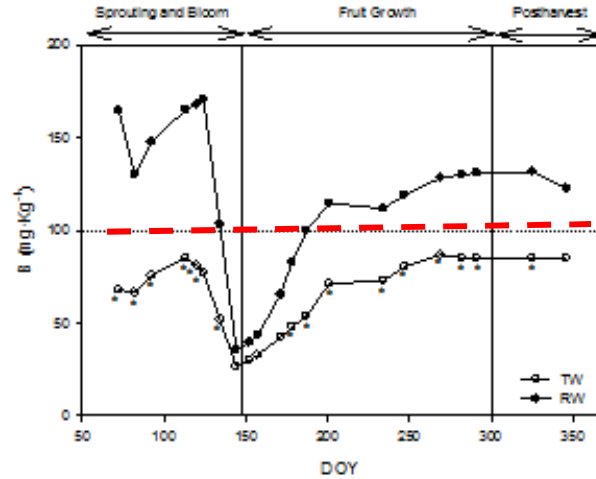
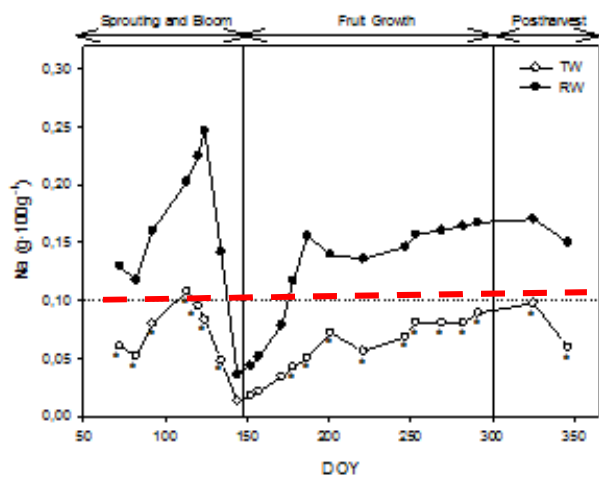
mass-based chlorophyll content (mg·g⁻¹ FM) according to equations of Inskeep and Bloom (1985).

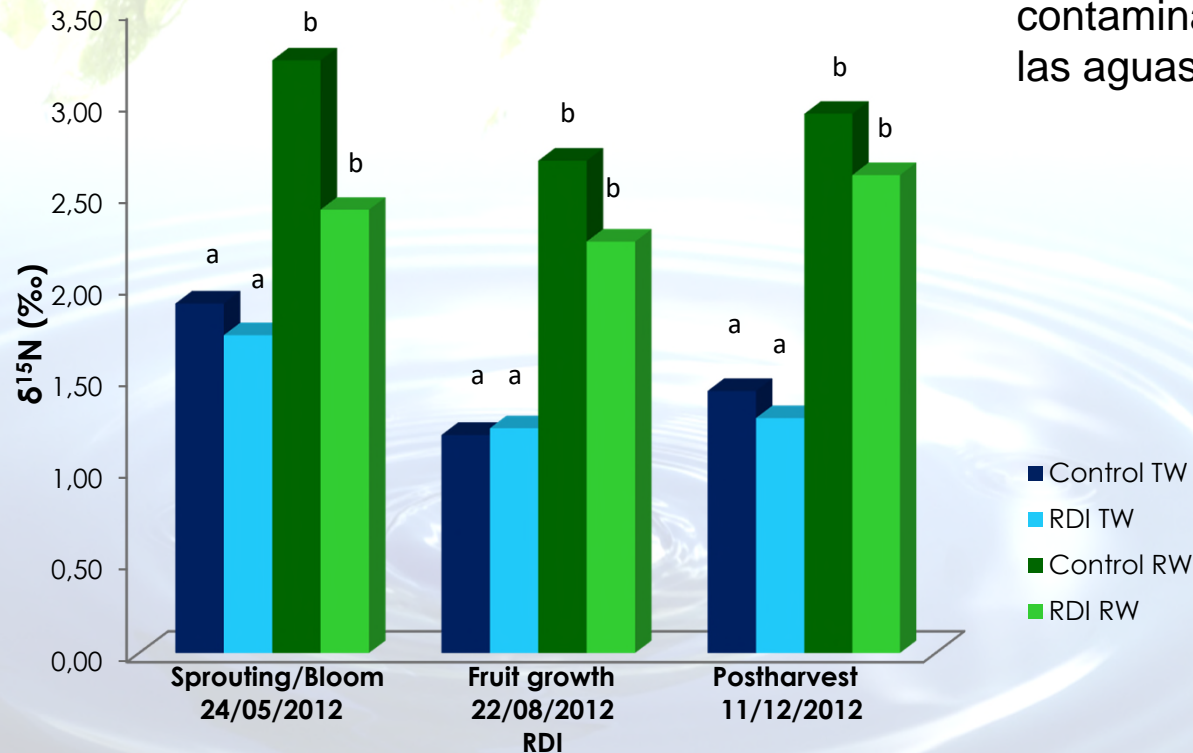
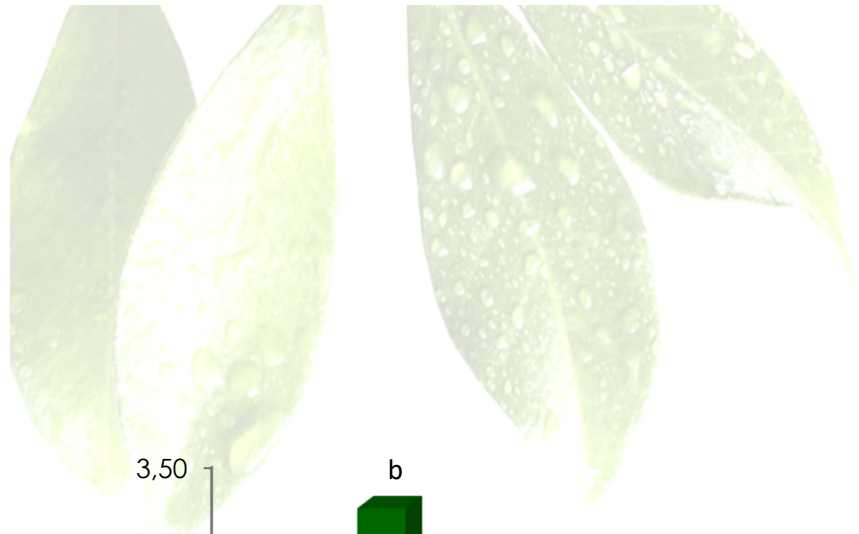
Nuevos ensayos



Relationship between Chlorophyll a and (A) mass-based leaf area and (B) area-based leaf nitrogen in grapefruit trees irrigated with transfer and reclaimed water

Establecimiento de límites fitotóxicos





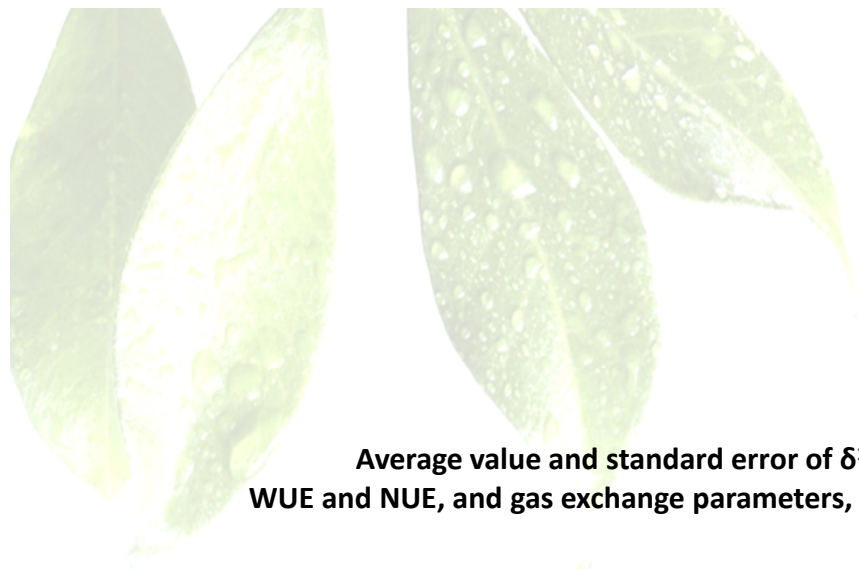
La mayor parte del Nitrato precedente del AR no fue asimilado por la planta, sino que fue lixiviado, contaminando probablemente las aguas subterráneas.

Destain, et al., 2010



$$\delta^{15}N \approx EUN$$

$$EUN = \frac{A (\mu\text{mol CO}_2/\text{g}\cdot\text{s})}{N (\text{g}_N / \text{g})}$$



Average value and standard error of $\delta^{15}\text{N}$ isotope, intrinsic water and nitrogen use efficiency, WUE and NUE, and gas exchange parameters, A and g, for the four treatments established during RDI period.

		A ($\mu\text{moles}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	WUE ($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	NUE ($\mu\text{mol}_{\text{CO}_2}\cdot\text{g}_\text{N}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
TW	Control	11.718±0.450 ^a	0.135±0.006 ^b	87.689±3.445 ^a	3.210±0.1338 ^b	1.194±0.150 ^a
	RDI	11.265±0.904 ^a	0.114±0.007 ^a	98.268±4.567 ^{ab}	3.044±0.333 ^b	1.231±0.158 ^a
RW	Control	10.476±0.394 ^a	0.102±0.005 ^a	↑ 103.58±2.965 ^b	↓ 2.724±0.144 ^a	↑ 2.681±0.069 ^c
	RDI	10.068±0.945 ^a	0.105±0.008 ^a	96.079±4.731 ^{ab}	↓ 2.690±0.262 ^a	2.243±0.132 ^b

Los resultados obtenidos a nivel de planta indican que la eficiencia del uso del agua (EUA) no varió significativamente entre tratamientos, pero la eficiencia del uso del nitrógeno (NUE) fue reducida en los tratamientos de AR, y esta reducción está relacionada con el incremento de ^{15}N .

CONCLUSIÓN GLOBAL:

Se ha demostrado la utilidad de las medidas de discriminación isotópica para evaluar los niveles de EUA y EUN en el cultivo de pomelo cuando se utilizan fuentes de agua de distinta calidad combinadas con estrategias de RDC, los cuales han mostrado también su potencialidad como indicadores capaces de predecir la sostenibilidad del cultivo a medio-largo plazo.

PRÓXIMAS INVESTIGACIONES

1. Evaluar las reservas de N contenidas en el tejido leñosos de los 4 tratamientos.
2. Analizar el $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$ a distintas profundidades del suelo.
3. Actualmente: seguimiento mensual con medidas de intercambio de gases y de los isótopos estables $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$.
4. Demostrar que los procesos de asimilación de NO_3^- en los ensayos de campo en cítricos están afectados por la salinidad. La planta opta por asimilar N en otras formas, tal como amonio o urea, etc. Esto influirá en el tipo de fertilización que se debe aplicar en Cítricos regados con agua salina.

Campotejar

RIEGO CAMPO DE GOLF



USO AGRONÓMICO



USO RECREACIONAL



USO MEDIOAMBIENTAL



pH	8,25
CE (dS m⁻¹)	3,50
SDT (mg l ⁻¹)	1679,17
OD (mg l ⁻¹)	9,05
SS (mg l ⁻¹)	8,65
Turbidez (NTU)	3,22
B	0,55
Ca	165,83
K	37,56
Mg	99,25
Na	362,82
P	0,68
S	204,55
cloruros	861,99
nitratos	32,13
sulfatos	1044,03

Parque la compañía “Molina de Segura”



- 60.000 m² de los cuales 20.355 m² son de pradera de césped.



- La instalación de riego existente en el parque data del **año 1.985**
- mediante el sistema de **aspersores emergentes**

L) Sistema centralizado de control y gestión del riego.-

Sensores de presión y humedad situados en puntos estratégicos



PRESION TRABAJO BOMBEO	PRESION TRABAJO BOMBEO	TIEMPO MEDIO DE FUNCIONAMIENTO	DE 1.017
4,5 A 5,00 KG			NEO
			GIA

- Energía: 250€/año
- Agua: 19.800€/año
- Cambio a agua regenerada: 92% mas barata
- Ahorro fertilizantes: 540€/año

La tarifa de agua potable mede es de 1,85€/m3

AHORRO CONSUMO AGUA EN RIEGO SUBTERRANEO	M3/AÑO AHORRO CONSUMO AGUA EN RIEGO SUBTERRANEO
35%	10.686 M3



PARTICIPANTES




PLATAFORMA DE EXPERIMENTACIÓN CEBAS-CSIC

Invernaderos de 860m²




Intelligent


Sistema de control agroclimático



Unidad de control



Esquema de control




Unidades de control

- Agua comunidad de regantes
- Agua IRIS
- Agua EDAR R-B


Reclaim

Sistema de control EDAR IRIS



Irrigation

Interior invernadero Exterior invernadero

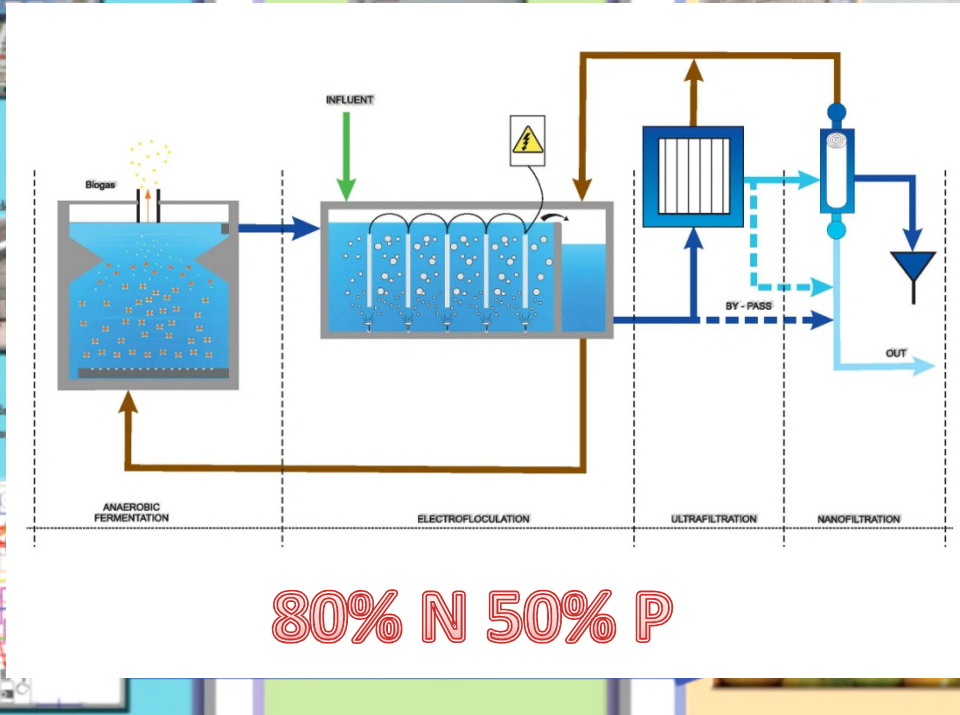


System



Objetivos del proyecto:

- Reutilización de agua y nutrientes.
- Optimizar producción agronómica.
- Tratamiento aguas residuales pequeños núcleos.
- Obtención producto comercializable

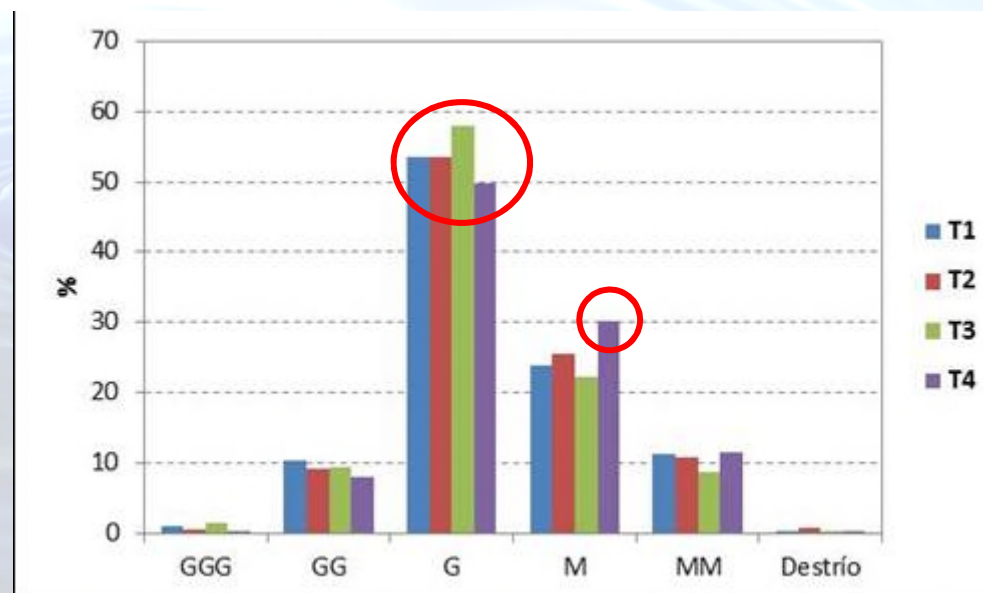



80% N 50% P

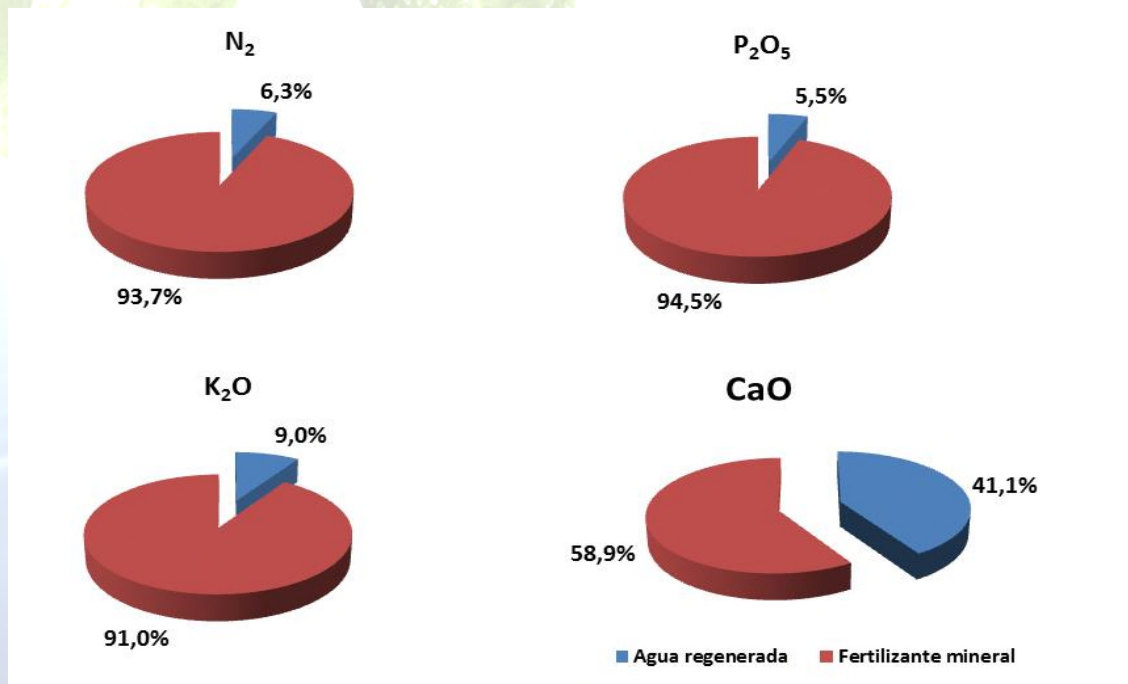


Producción

Tratamientos	Producción	nº frutos	UEA (Kg m ⁻³)	UEA (A/gs)
AC-FC	7,98±2,47 a	3919±32 a	13,96±0,28 a	52,28±3,21 a
AC-LR	7,29±0,42 b	3448±74 b	12,87±0,15 b	63,00±2,54 b
AD-FC	7,35±2,01 ab	3417±102 b	13,49±0,62 a	53,93±3,66 a
AD-LR	7,12±2,40c	3801±88 ab	12,74±0,30 b	61,41±4,1 b



Ahorro en fertilizantes minerales



FC (€ / ha)

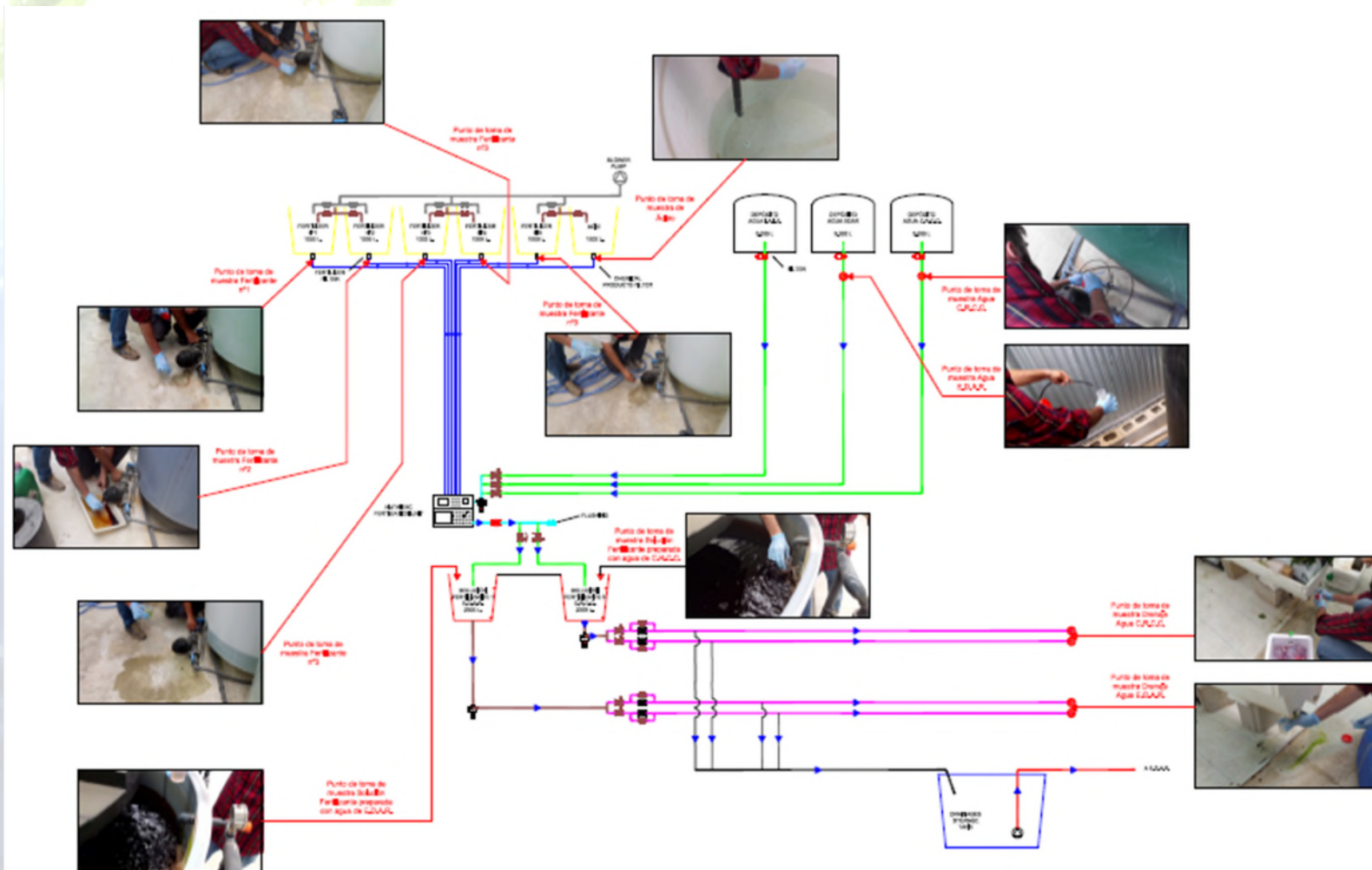
140 € N
60 € P₂O₅
270 € K₂O
455 € CaO

LR (€ / ha)

185 € N
128 € P₂O₅
400 € K₂O
484 € CaO

Estudios complementarios

Safety assessment of greenhouse hydroponic tomatoes and peppers irrigated with reclaimed and surface water



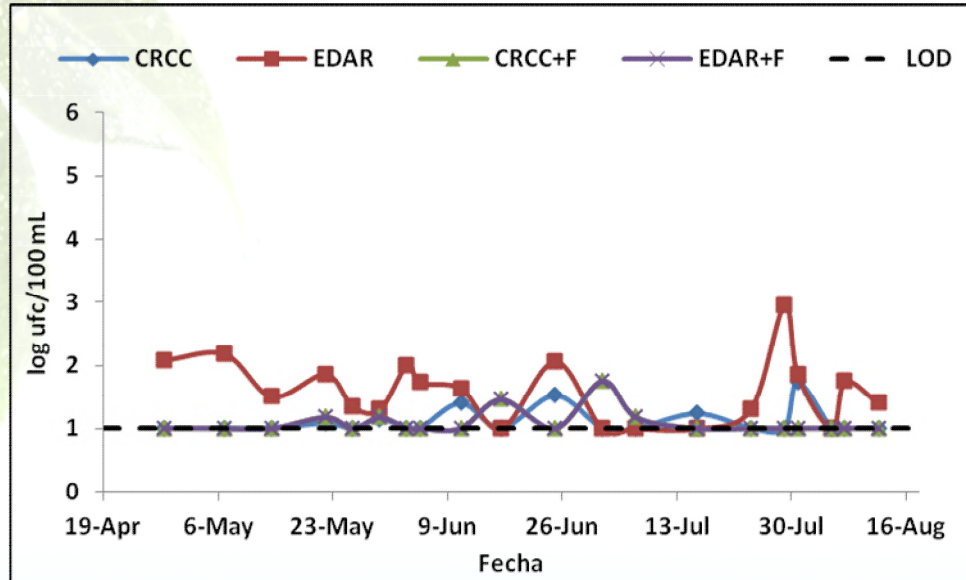
Comparación estudios tomate y pimiento

A
G
U
A

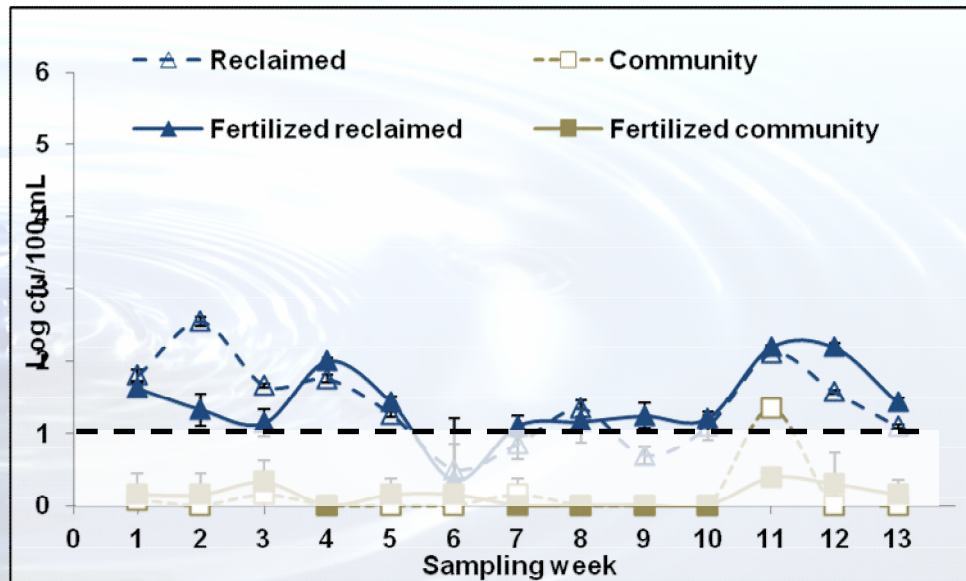
D
E

R
I
E
G
O

Pimiento



Tomate



Mayor concordancia de EDAR y EDAR+F en el estudio del tomate

Comparación estudios tomate y pimiento

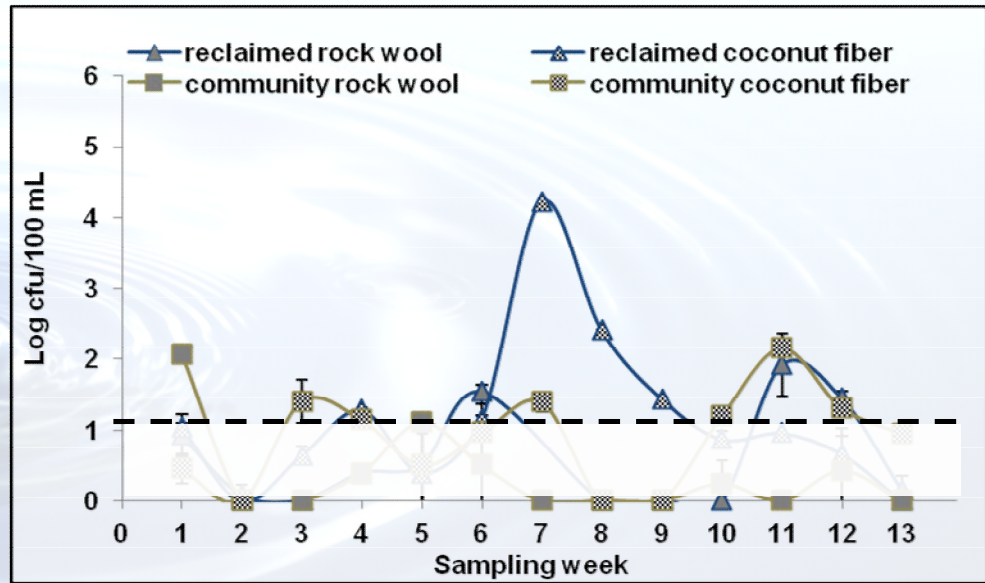
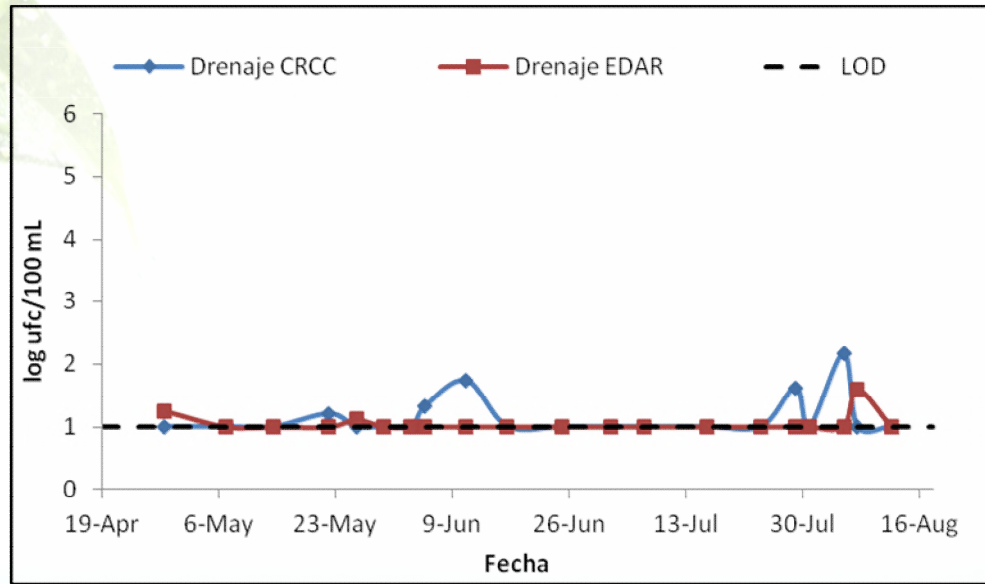
A
G
U
A

D
E

D
R
E
N
A
J
E

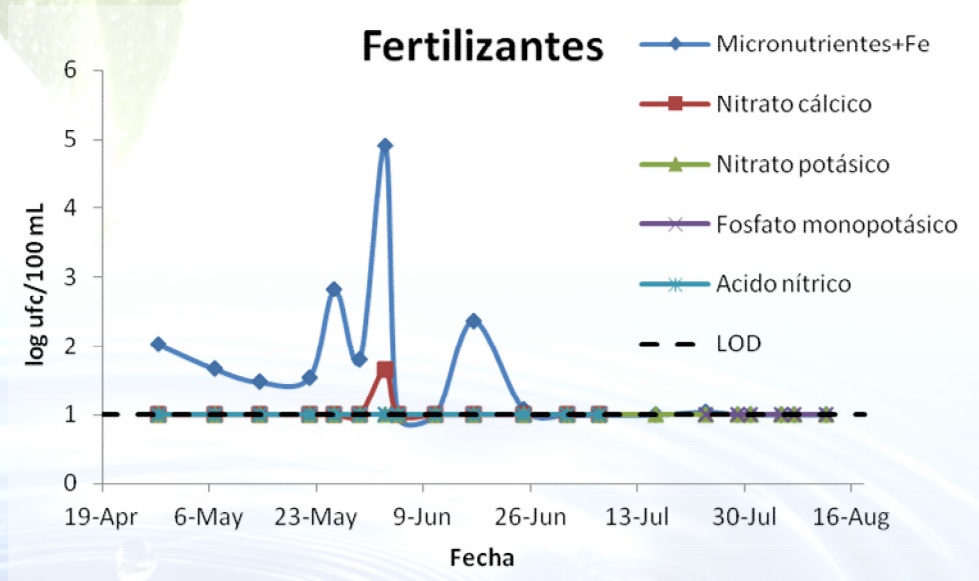
Pimiento

Tomate



Resultados similares teniendo en cuenta el límite de detección

Resultados: AGUAS CULTIVO PIMIENTO



- Muchos positivos en el fertilizante de micronutrientes+Fe
- Ausencia de *E. coli* practicamente siempre en el resto de fertilizantes

Estudios complementarios



	<i>E. coli</i>	<i>Listeria spp.</i>	STEC	<i>Salmonella</i>
Tomatoes				
Reclaimed water			ND	ND
Surface water	<1.5 log cfu/tomato <0.7 log cfu/g)	<1.5 log cfu/tomato <0.7 log cfu/g)	ND	ND
Fertilized reclaimed water			ND	ND
Fertilized surface water			ND	ND



1) *E. coli*

2) Enterococcus

3) Virus

4) Patogens

Zucchini



Lineas de investigación del Dpto. de Riego (CEBAS-CSIC)

Plantas piloto a
NIVEL DE
DISTRITO

Plantas piloto a
NIVEL DE
PARCELA

Uso de nuevas
herramientas

Diseminación y
participación
pública

Uso de las
aguas
regeneradas
en la
agricultura

Agricultura de
precisión

DESERT project



**Low cost water desalination and sensors
technology compact module**



Puglia



Puglia, alrededor del 80% del territorio (20,000 km²) está cultivado, y el 20% bajo riego.

Puglia tiene un potencial de reutilización de alrededor de 100 Hm³/año, el 20% de las necesidades agrícolas.

Más del 65% de los recursos hídricos se consumen en la agricultura

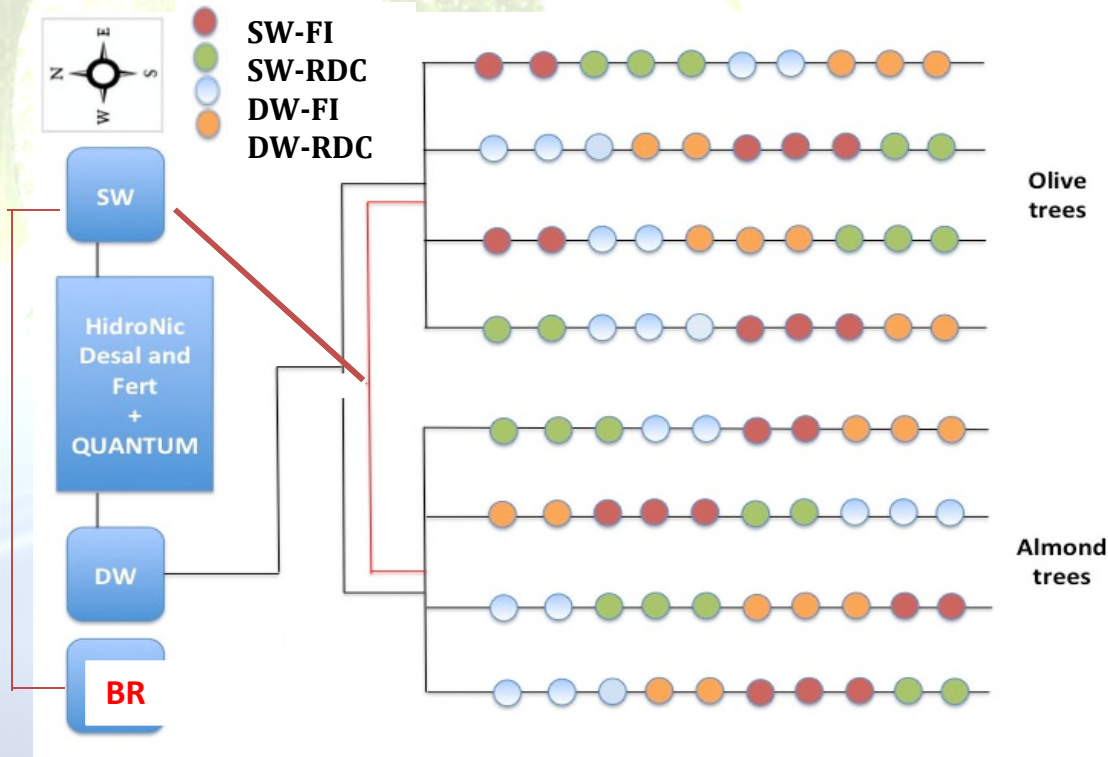
Actualmente solo se reutiliza el 1% de todo el agua residual tratada:

- **Legislación**
- **Falta de aceptación pública**

Roldán-Balsicas

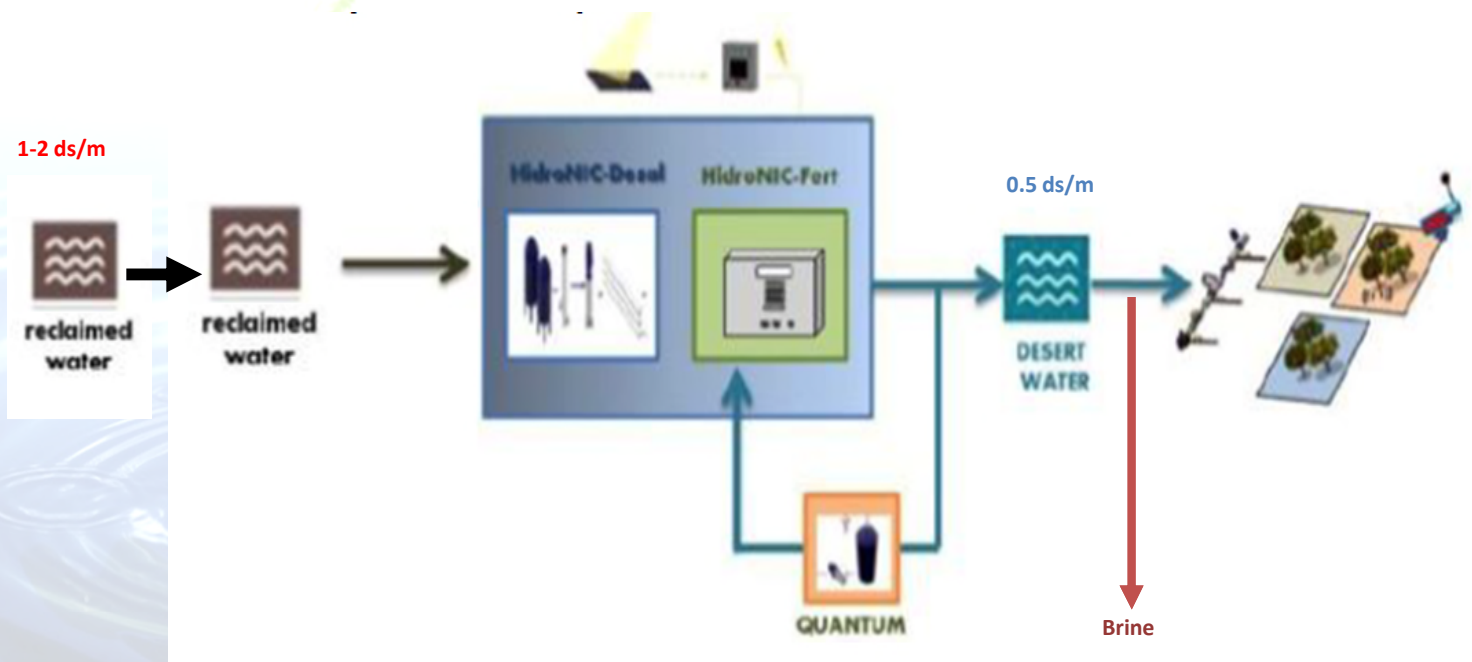


Diseño experimental

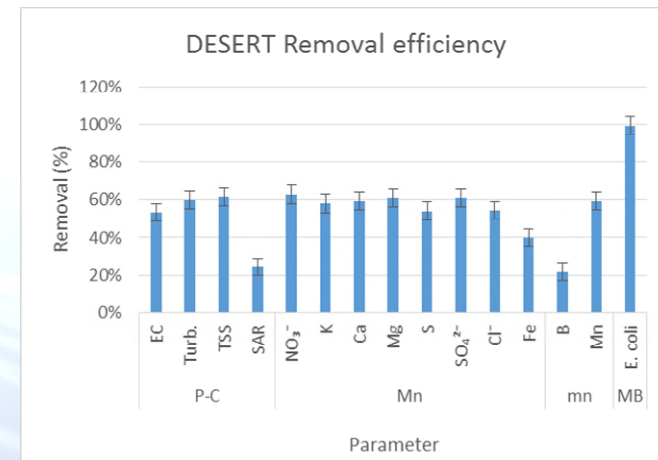
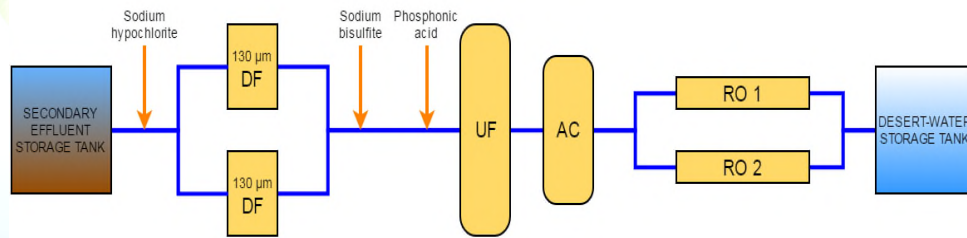


- **Olivo** de 1.5 años Cv Oliana. Marco de plantación: 1.5 x 3. Macetas 100L
-
- **Almendro** de 2 años Cv Guara con patrón Rootpak 20. Marco de plantación 1.5 x 3 m. Macetas de 100L

Reclaimed water use in agriculture

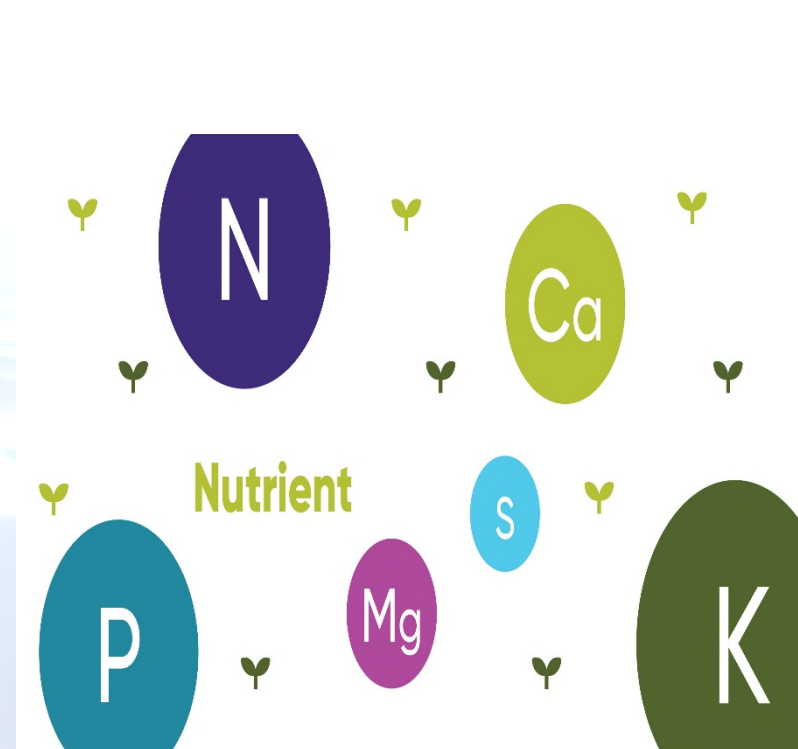
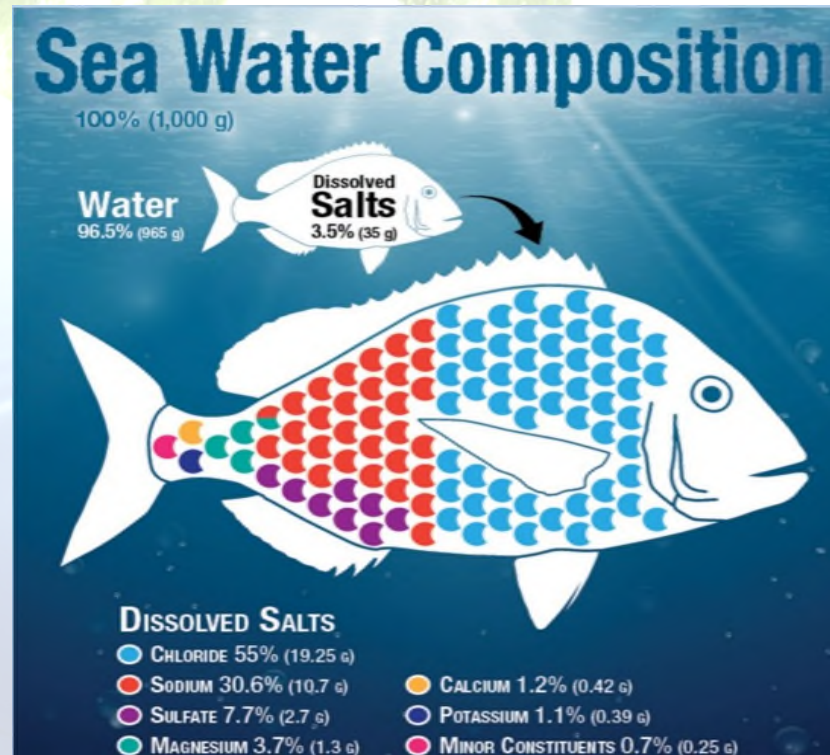


Proyecto Desert

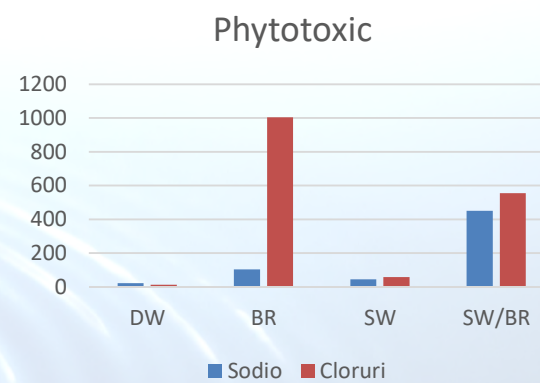
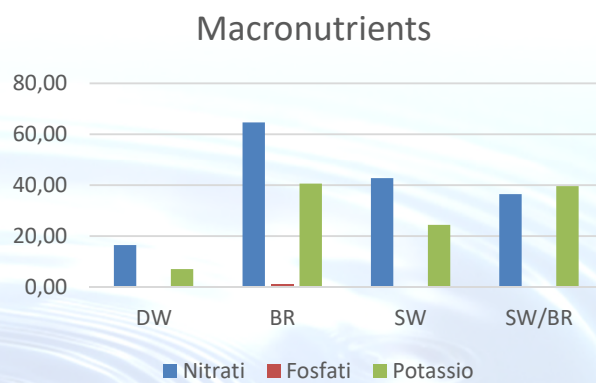
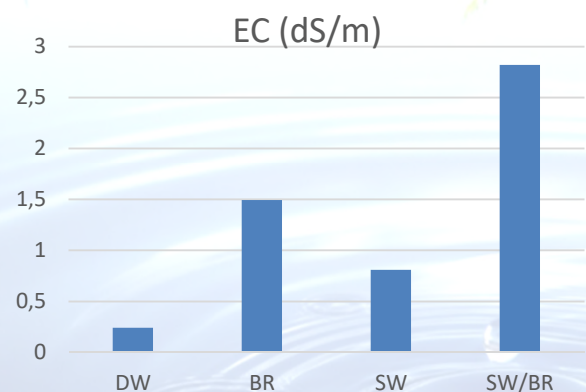


- Removal efficiency ~60%
- E. coli* ~100%

Salmuera de las aguas regeneradas?



BARI



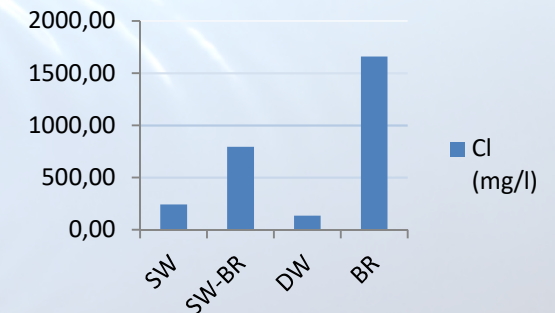
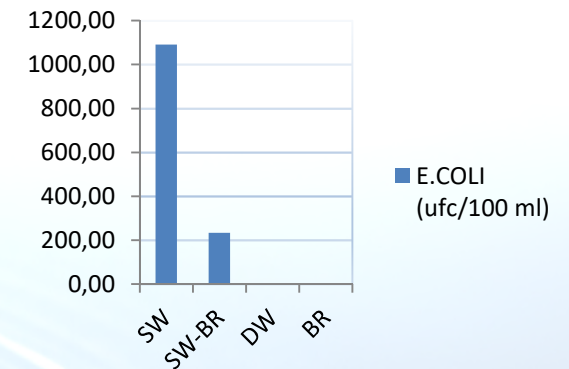
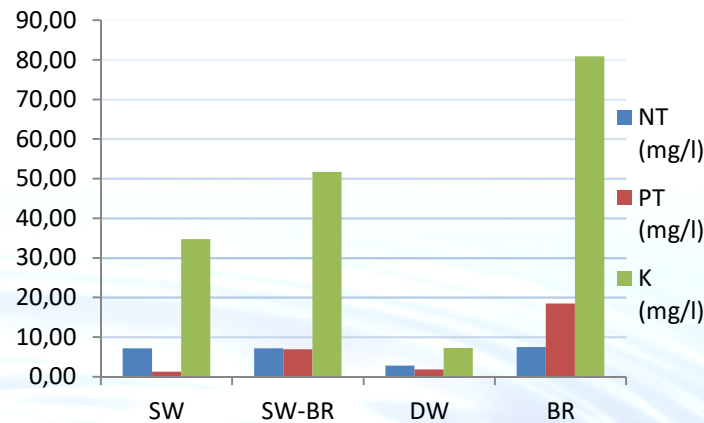
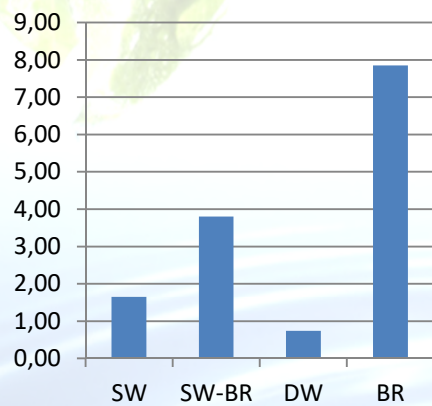
DW = Desert water

BR= Brine

SW= Secondary water

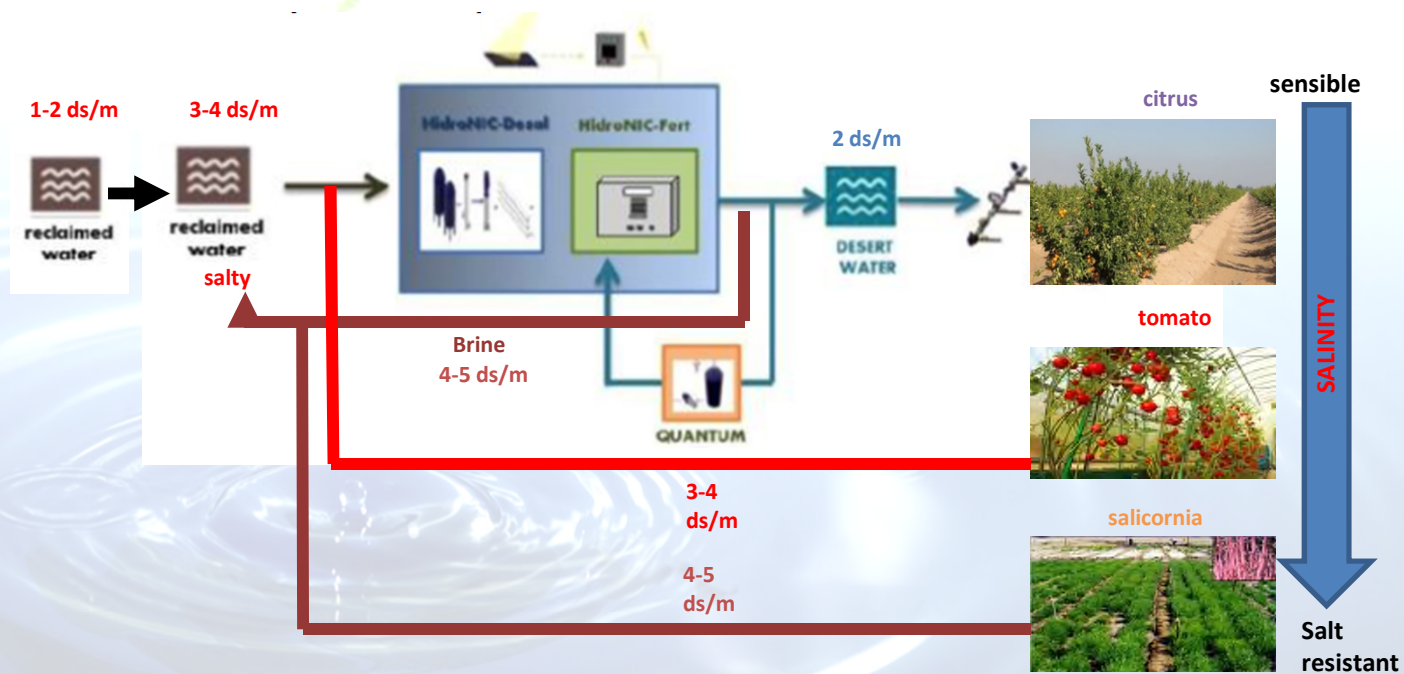
SW/BR= mix secondary-brine

ROLDAN

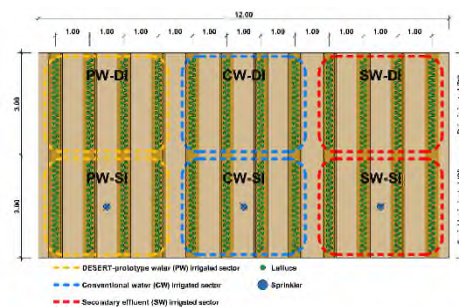


DW = Desert water
BR= Brine
SW= Secondary water
SW/BR= mix secondary-brine

Multi-purpose Water Reclamation

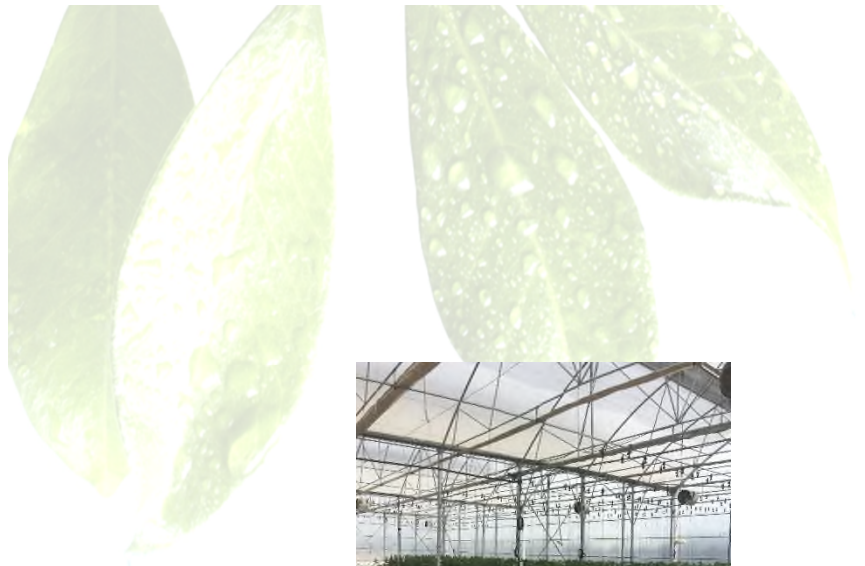


DESERT irrigation water validation and agronomic

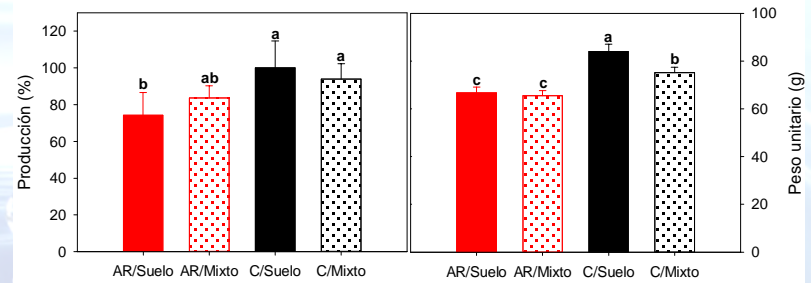


Physiological parameters	SPRINKLER IRRIGATION (SI)			DRIP IRRIGATION (DI)		
	Secondary RW (SW)	Irrigators Community	DESERT	Secondary RW (SW)	Irrigators Community	DESERT
A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	19,94	17,58	16,65	20,64	21,67	20,94
g_s ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	385,1	267,0	171,9	397,0	327,3	276,3
WUE intrinsec (A/g_s)	51,8	65,8	96,9	52,0	66,2	75,8

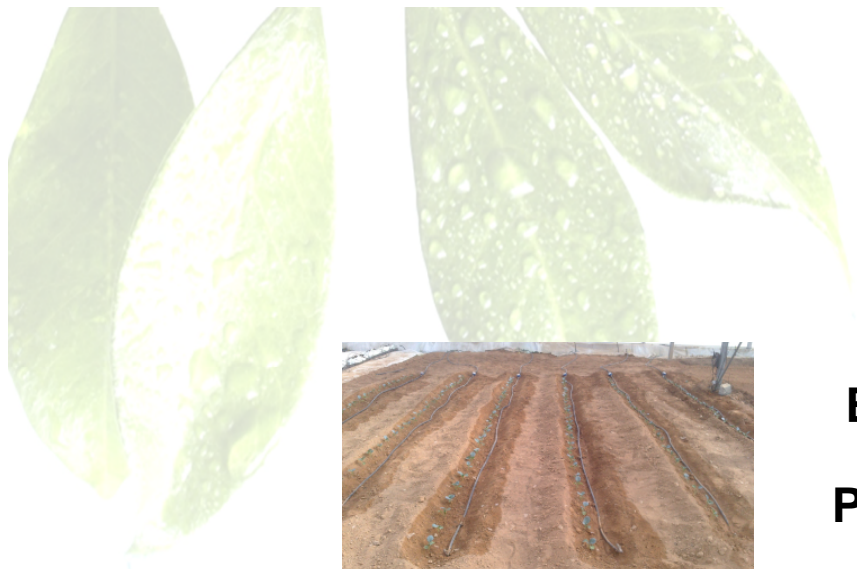
LETTUCE (var. Romana)



TOMATE



DESERT water reached the highest WP values with 17,4 Kg/m³.



BROCCOLI Producción



Productividad del agua y producción

WATER QUALITY SOURCE	PLANT WEIGHT (g)	Yield (Kg/ha)	Water applied (m³ / ha)	Water productivity (kg /m³)
Brine + Secondary RW	438,1 ± 71,1 a	21905 ± 3555	1254	17,5
DESERT	393,9 ± 63,6 a	19695 ± 3180	1254	15,7 (-10%)



ORANGE ORCHARD

Yield

Water productivity and yield



WATER QUALITY SOURCE	Yield (Kg / tree)	Yield (Kg/ha)	Water applied (m ³ / ha)	Water productivity (kg /m ³)
Irrigators Community water	59,4	24750	4987,4	5,0
DESERT water	61,8	25750	4987,4	5,2 (+4%)

Olivo- Calidad del aceite

WATER QUALITY SOURCE	Fenols	Acidity	Peroxide	Chl
DW-FI	391 c	0.23 ab	7.80 b	0.17 b
DW-RDI	441 b	0.20 b	7.64 a	0.18 b
RW-FI	406 c	0.23 ab	8.52 c	0.18 b
RW-RDI	459 a	0.25 a	8.81 d	0.09 a

DW Desert Water
RW Not treated water

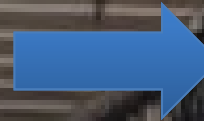
DW
Ecw= 1.5 dS/m
RW
Ecw= 3.0 dS/m



Tratamiento



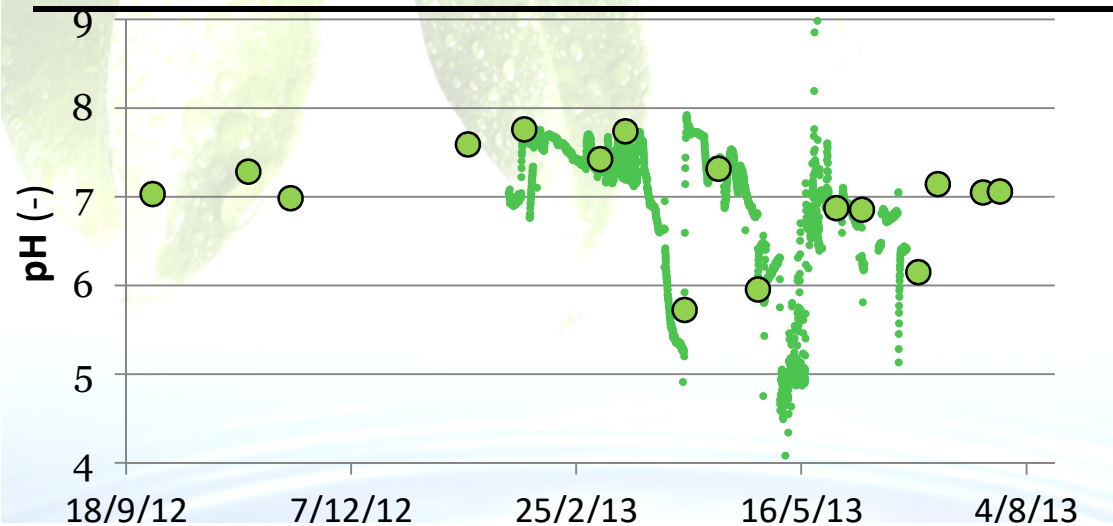
Monitoreo



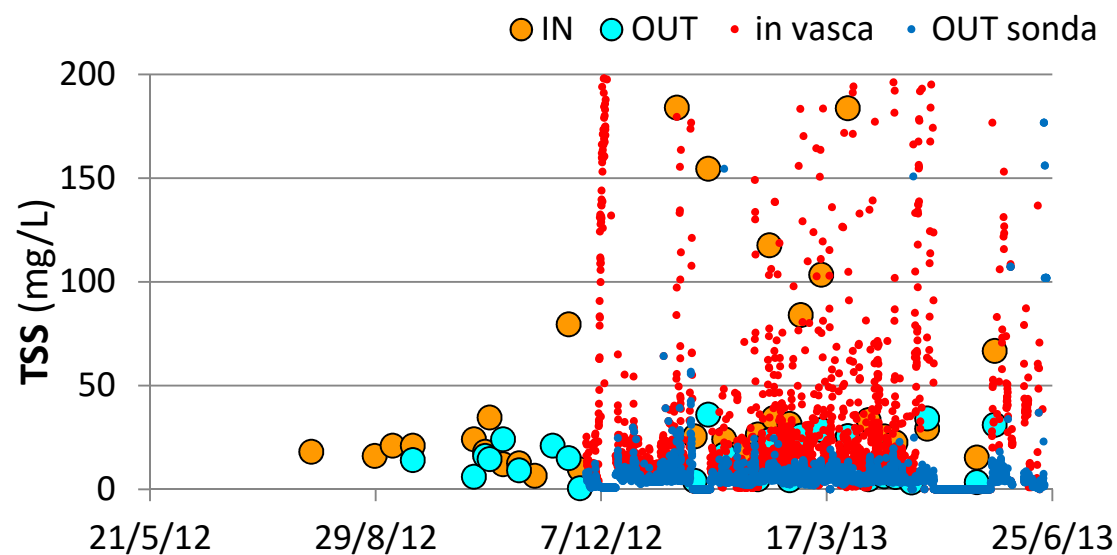
Fertirrigación



WP2: Development of on-line intelligent fertigation equipment (QUANTUM)



Información
detallada



Control de la
variabilidad

Dati Aziendali

Azienda: Aquasoil | Appezzamento: Olivo | Coltura: Olivo | Fase/Ciclo: Piena produzione | Produzione Attesa: <3

	Ripresa vegetativa / pre-fioritura	N	P205	K20
---	------------------------------------	---	------	-----

% of nutrients for each phelological phase

Elements	Wood bud breaking phase	Fruit set phase	Ripening phase
(N)	40%	30%	30%
(P2O5)	25%	40%	35%
(K)	35%	30%	35%

Fonte: Palese et al., 2012;
Camposeo et al 2015

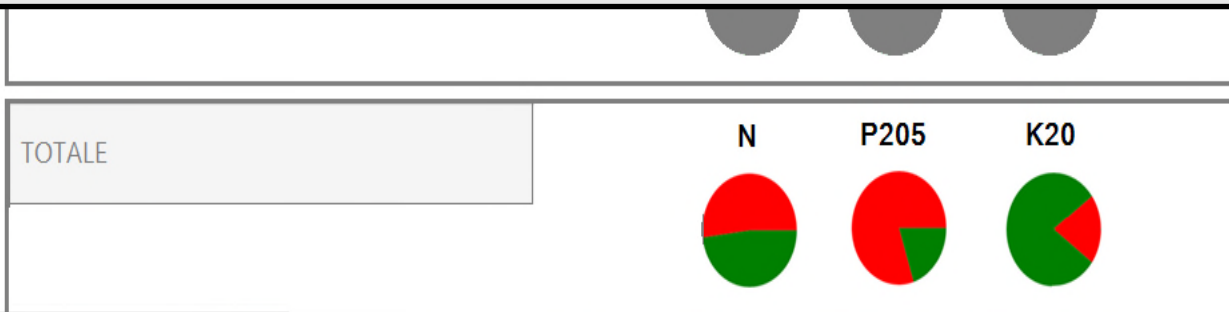


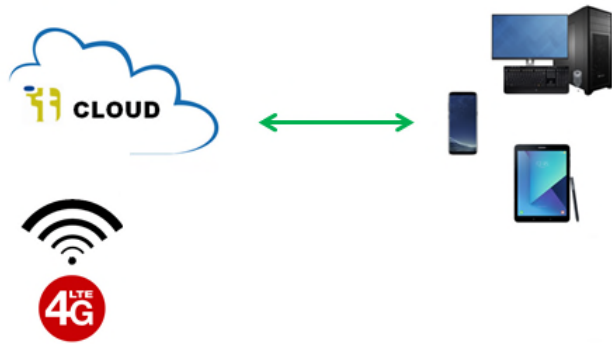
Grafico Nutrienti (kg/ha) per fasi

- Disponibilità
- Bisogno

An aerial photograph of a wastewater treatment plant. The facility includes several large circular aeration tanks with central agitators, rectangular clarifiers, and a large rectangular basin with a central structure. The plant is situated in a semi-arid landscape with sparse vegetation and a dirt road. The text "Donde?" is overlaid in the top left, and "A la salida de la planta depuradora" is overlaid at the bottom.

Donde?

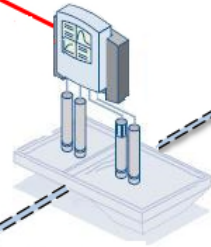
A la salida de la planta depuradora



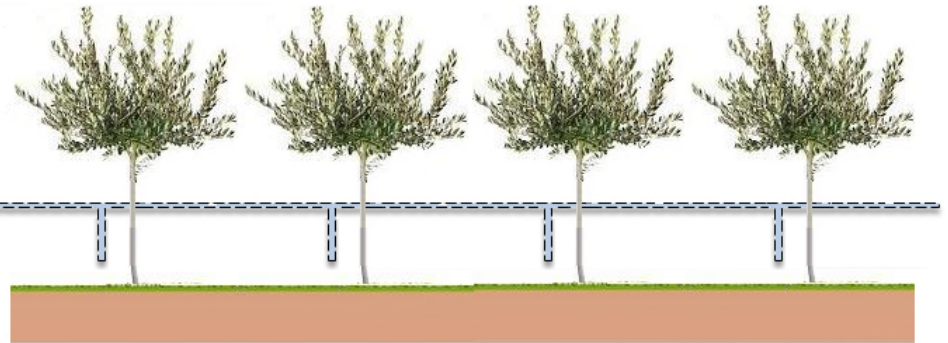
Plan de fertirriego



QUANTUM



Affinamento



Planta depuradora

Lineas de investigación del Dpto. de Riego (CEBAS-CSIC)

Plantas piloto a
NIVEL DE
DISTRITO

Plantas piloto a
NIVEL DE
PARCELA

Uso de
herramientas
de
planificación

Uso de las
aguas
regeneradas
en la
agricultura

Diseminación y
participación
pública

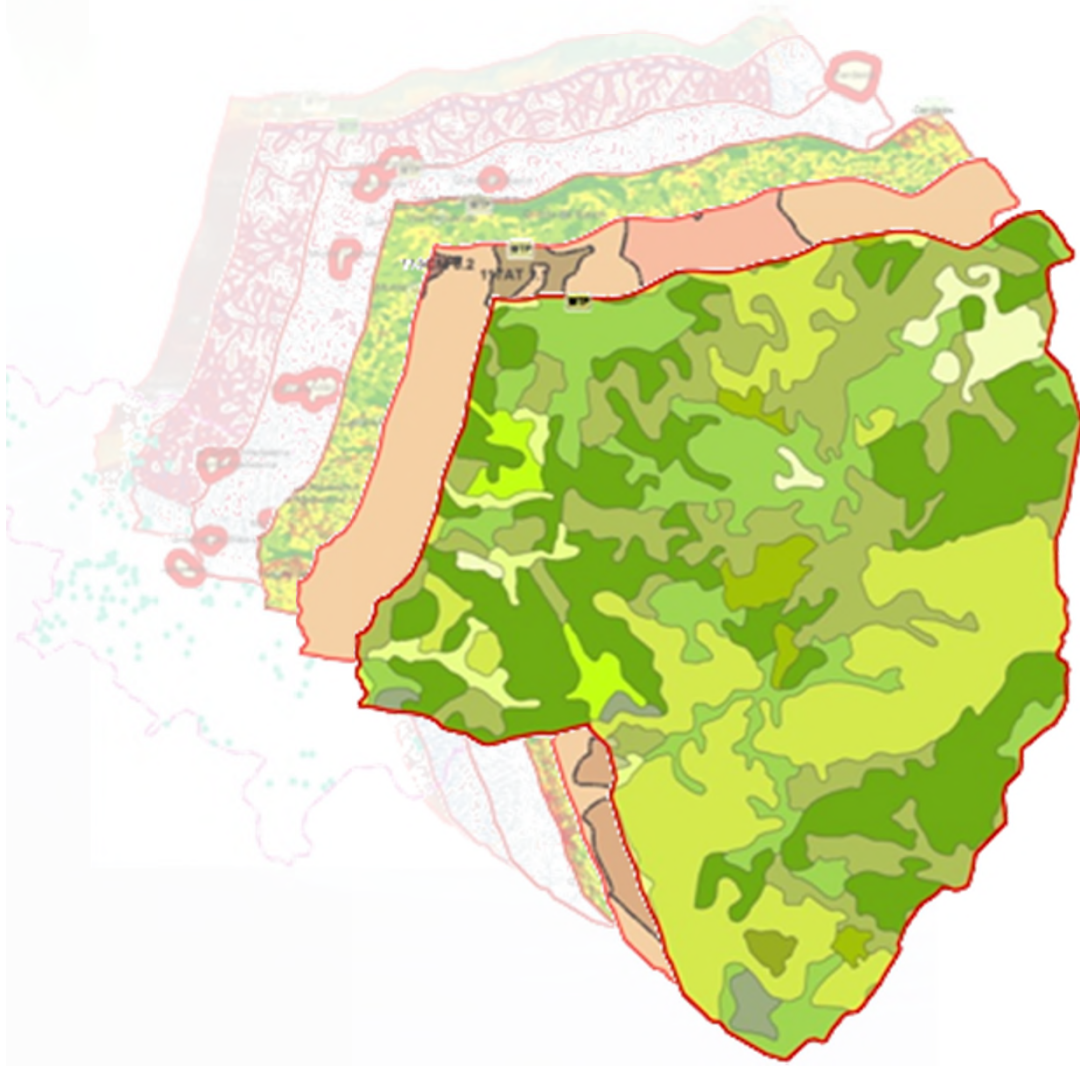
Otros problemas
relacionados con su
uso

Uso de herramientas de planificación

Uso potencial de las aguas regeneradas mediante el uso de sistemas GIS con análisis multicriterio



GIS



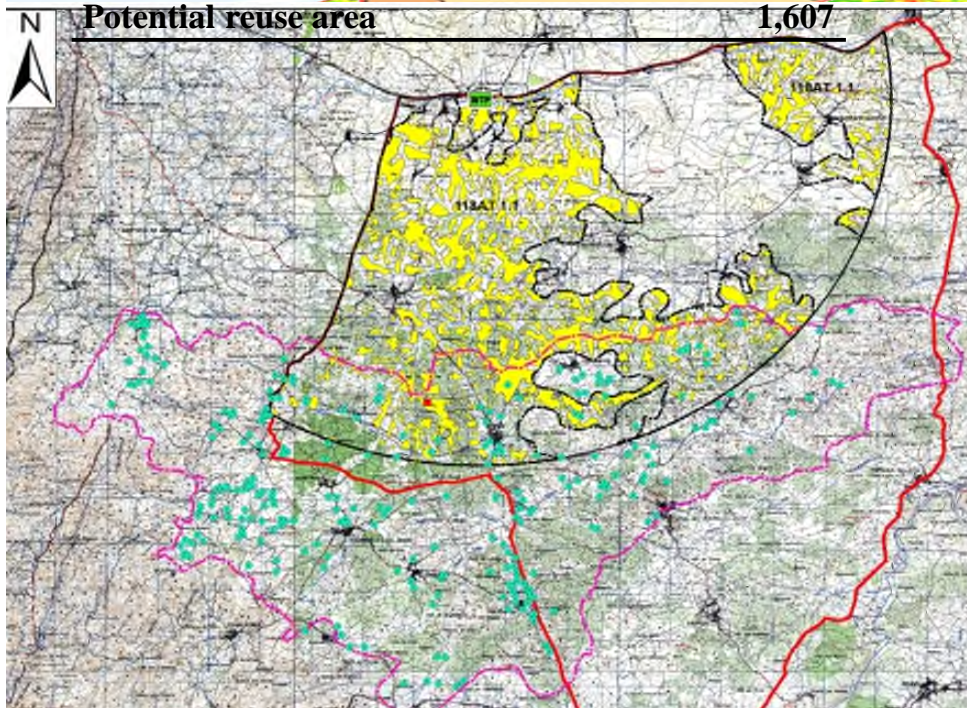
 CW

Land use

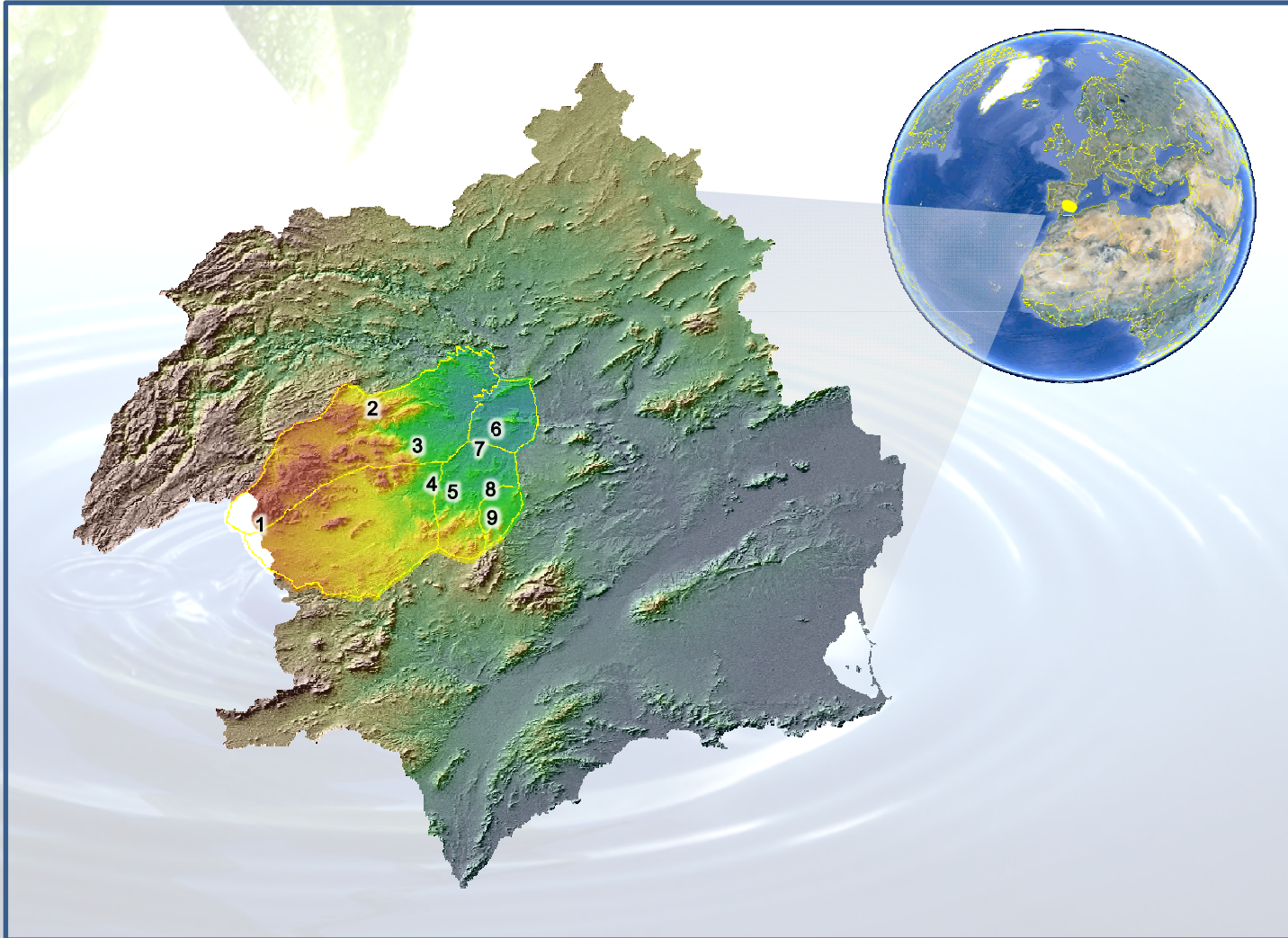
-  Agriculture in natural and semi-natural spaces
-  Temporary cultures and rainfed
-  Open forests, cuts and new plantings
-  Hardwood forests
-  Coniferous forests
-  Mixed forests
-  Bush
-  Permanent pasture
-  Complex cultural systems
-  Sparse vegetation
-  Natural herbaceous vegetation
-  Areas of sand mining

GIS

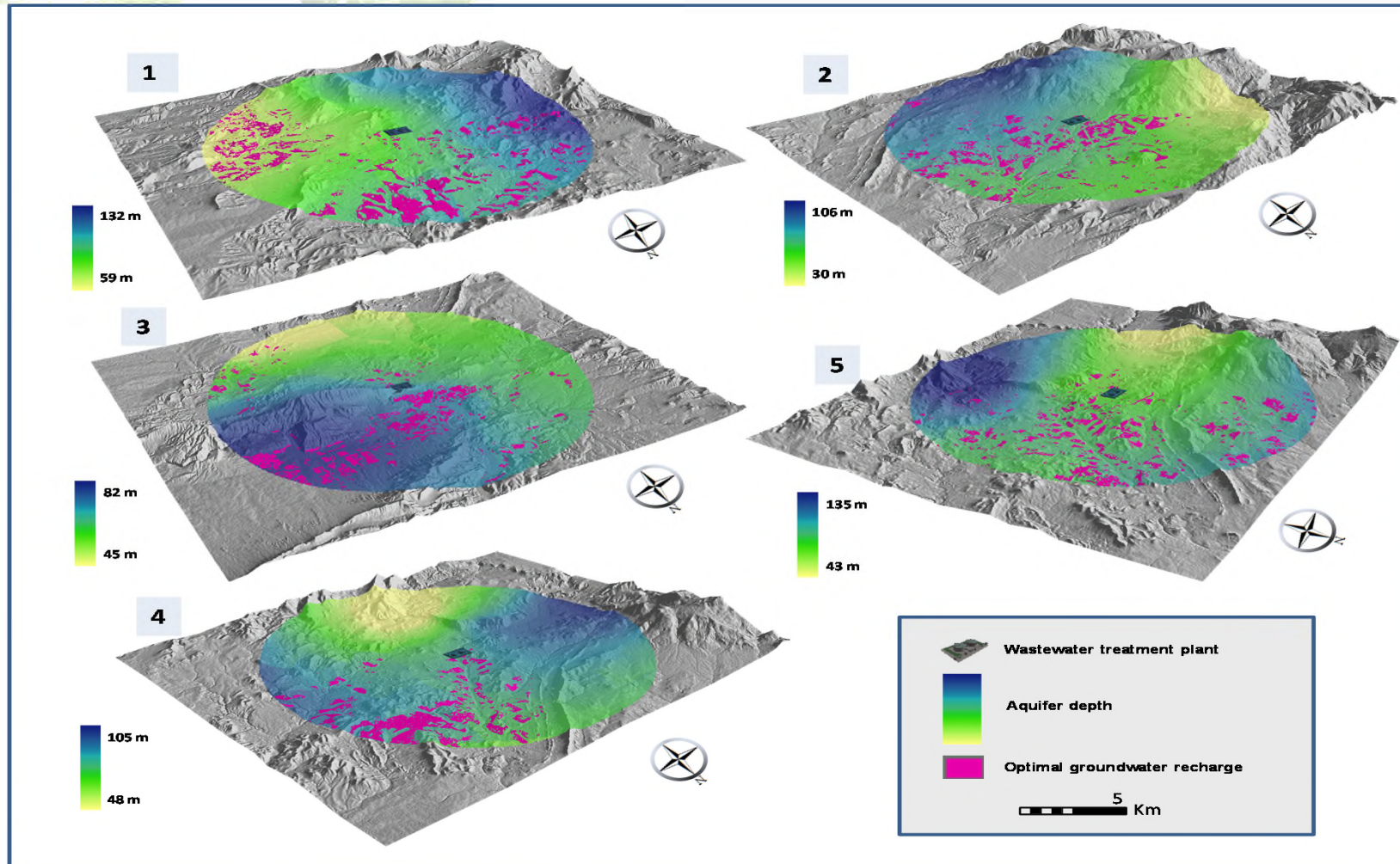
Parameters	Area (ha)
Studied area	13,944
Area without population agglomerates	12,445
Economic restriction area	7,805
Area with slopes < 12%	10,852
Area occupied by antroposol soils	8,862
Area without water sources	5,345
Potential reuse area	1,607



GIS



Después de analizar todos los criterios establecidos, del área total estudiada (237,960 ha), solo el 2.7% (6,442 ha) es considerada óptima para la recarga de acuíferos.



Lineas de investigación del Dpto. de Riego (CEBAS-CSIC)

Plantas piloto a
NIVEL DE
DISTRITO

Plantas piloto a
NIVEL DE
PARCELA

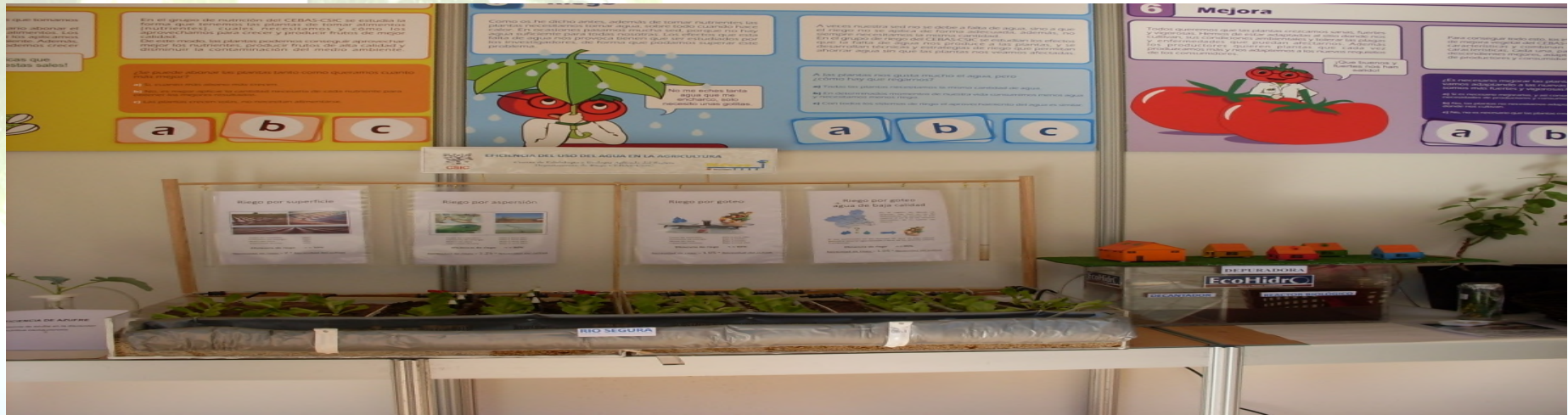
Uso de nuevas
herramientas

Uso de las
aguas
regeneradas
en la
agricultura

Diseminación y
participación
pública

Otros problemas
relacionados con su
uso

Diseminación y percepción pública



Diseminación y percepción pública

estudiantes



congresos



visitas



Videos promocionales



Páginas webs



noticias



Percepción pública

El valor no comercial del agua regenerada para su uso en la agricultura : un enfoque de valoración contingente

El uso de las aguas regeneradas para riego tiene un significativo beneficio medioambiental (media de la disposición a pagar **€5.13 por mes y hogar** , lo cual añade un valor total anual de **€23.3 millones**)



Lineas de investigación del Dpto. de Riego (CEBAS-CSIC)

Plantas piloto a
NIVEL DE
DISTRITO

Plantas piloto a
NIVEL DE
PARCELA

Uso de nuevas
herramientas

Uso de las
aguas
regeneradas
en la
agricultura

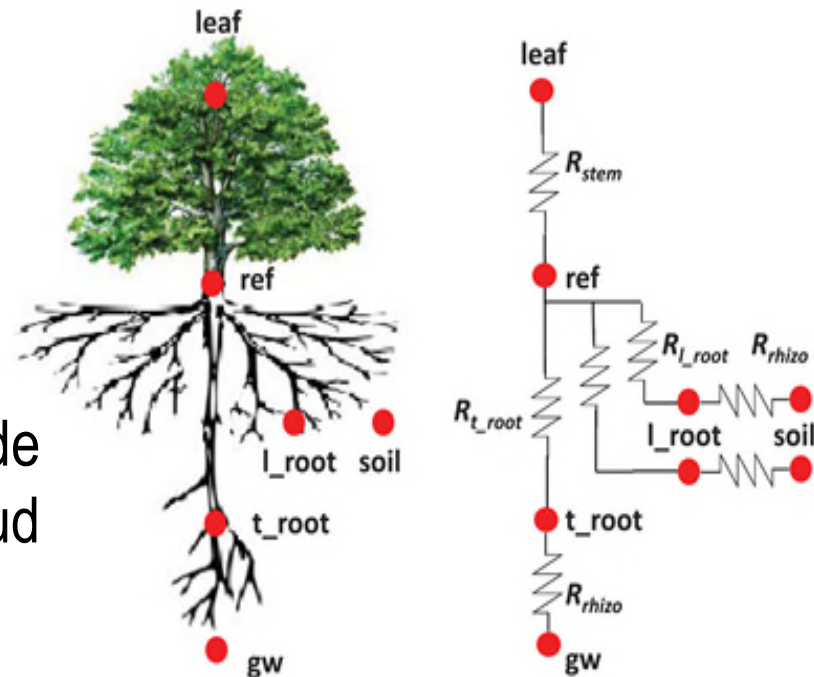
Diseminación y
participación
pública

Agricultura de
precisión

EVALUACIÓN DE RIESGOS

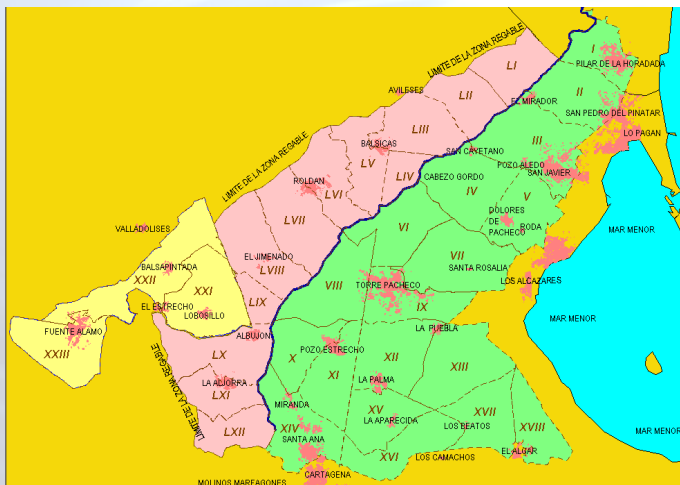


- Absorción de iones fitotóxicos
- Determinación de las concentraciones de contaminantes aceptables para la salud humana



Comunidad de Regantes Campo de Cartagena

Localización



Comunidad de Regantes
Campo de Cartagena

- Fundada: 1952
- Primer riego: 1979
- Superficie de riego: 41,294 Ha
- Municipios: Cartagena, Torre Pacheco, San Javier, Fuente Álamo, Los Alcázares, San Pedro del Pinatar, Pilar de la Horadada and Murcia.
- Miembros: 9,896
- Dotación de recursos hídricos (**141,9 Hm³**):
 - 122 Hm³ Tajo-Segura.
 - 4,2 Hm³ Cuenca del Segura.
 - 2,2 Hm³ Planta desaladora del Mojón.
 - **13,5 Hm³ EDARs**

Comunidad de Regantes Campo de Cartagena

Z.R. ORIENTAL AND OCCIDENTAL (29.610 ha):

- Tajo-Segura : 122 Hm³
- TOTAL SUPPLY:..... **122 Hm³** (4.120 m³/ha)

Z.R COTA -120 (11.642 ha):

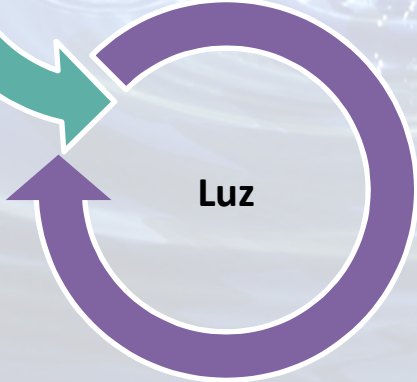
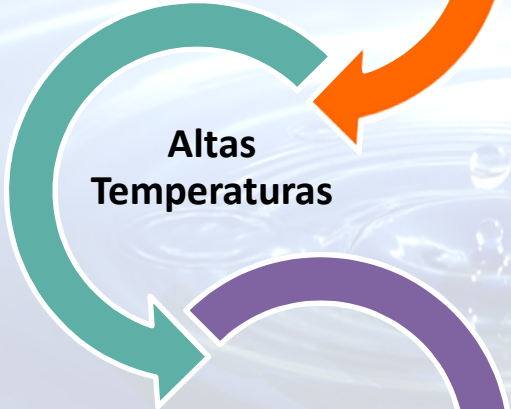
- Cuenca del Segura: 4,2 Hm³ (CSR 7/2003) (Assigned by the Cuenca Plan)*
- Desaladora del Mojón: 2,2 Hm³ (CSR 4/2003)
- E.D.A.R. :
 - Fuente Álamo (CSR 24/2004): 0,654 Hm³
 - Torre-Pacheco (CSR 16/2003): 1,825 Hm³
 - San Javier (CSR 64/2004 y 30/2004): 2,394+0,5 Hm³
 - Balsicas- Roldán (CSR 23/2004): 1,000 Hm³
 - Los Alcázares (CSR 34/2005): 2,611 Hm³
 - San Pedro del Pinatar (CSR 92/2005): 3,767 Hm³
 - EDAR La Aljorra (CSR 17/2007) 0,270 Hm³.
- TOTAL SUPPLY:..... **19,421 Hm³** (1.668 m³/ha)



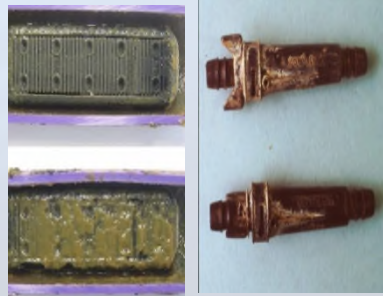
Problemas misceláneos



Desarrollo y crecimiento de **macroalgas y microalgas** en los embalses.



Problemas de obturación de los emisores de riego localizados



Ultrasonidos

CAJA ELECTRÓNICA

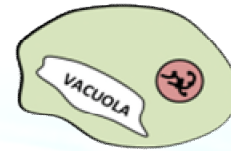


FLOTADOR

EMISOR

ONDAS ULTRASÓNICAS

ALGA



Los ultrasonidos provocan la rotura de las vacuolas de gas y/o la pared celular de las algas unicelulares



Control de las algas en los embalses

Embalses: Situación:

Los Alcázares

AC1

- 58.900 m³
- Aguas regeneradas
- Ultrasonidos 300 W

AC2

- 5.200 m³
- Aguas regeneradas
- Ultrasonidos 150 W

San Javier

SJ

- 33.600 m³
- Aguas regeneradas
- Sin ultrasonidos



CAJA ELECTRÓNICA



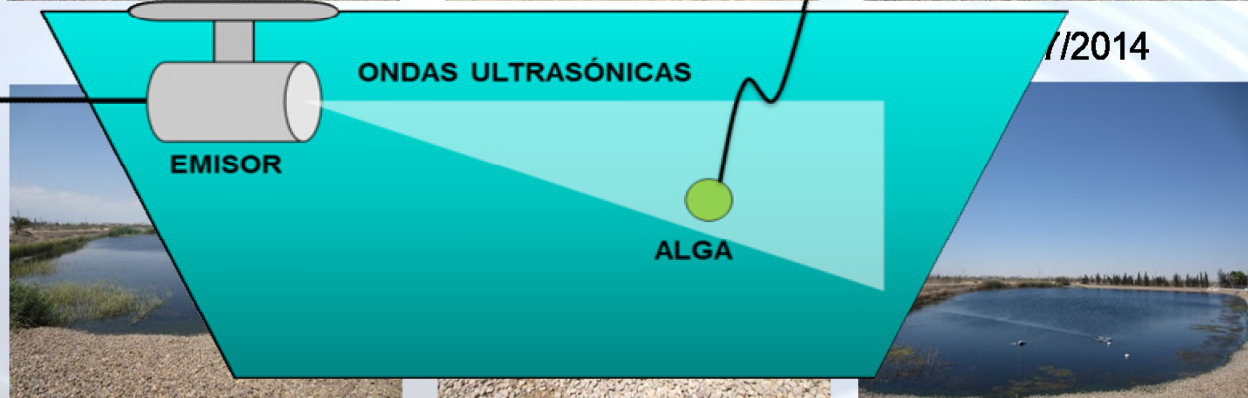
FLOTADOR



VACUOLA



23/07/2014



EMISOR

ONDAS ULTRASÓNICAS

ALGA

30/07/2014

12/08/2014

27/08/2014



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CFU / 100ml	Discovered	Covered	Reduction
Fecal coliforms	1680,8	279	83,4%
E-coli	52,37	5,03	90,4%

Indicadores ambientales

- Huella de carbono
- Análisis de ciclo de vida
- Beneficios medioambientales

Tabla 1 Perfil ambiental de la producción de 1 m³ de agua para aplicaciones no potables

Categoría de impacto	Agua reutilizada (uso agrícola)	Agua reutilizada (uso no-agrícola)	Agua Potable	Agua desalinizada
GWP (kg CO ₂ -Eq)	0.142	0.219	0.277	3.11
WU (m ³)	1.30	1.45	2.74	26.2
CED (MJ)	2.82	4.32	5.54	62.2
Coste del tratamiento (€/m ³)	0.03	0.03	0.06	0.66
Coste de riego (€/ha)	163.9	-	327.7	2666.1



Retos de futuro en la reutilización

- Desarrollar normativas adecuada según los diferentes usos
- Promover la información y participación pública
- Impulsar la reutilización con flexibilidad y cooperación institucional.

Retos de futuro en la reutilización

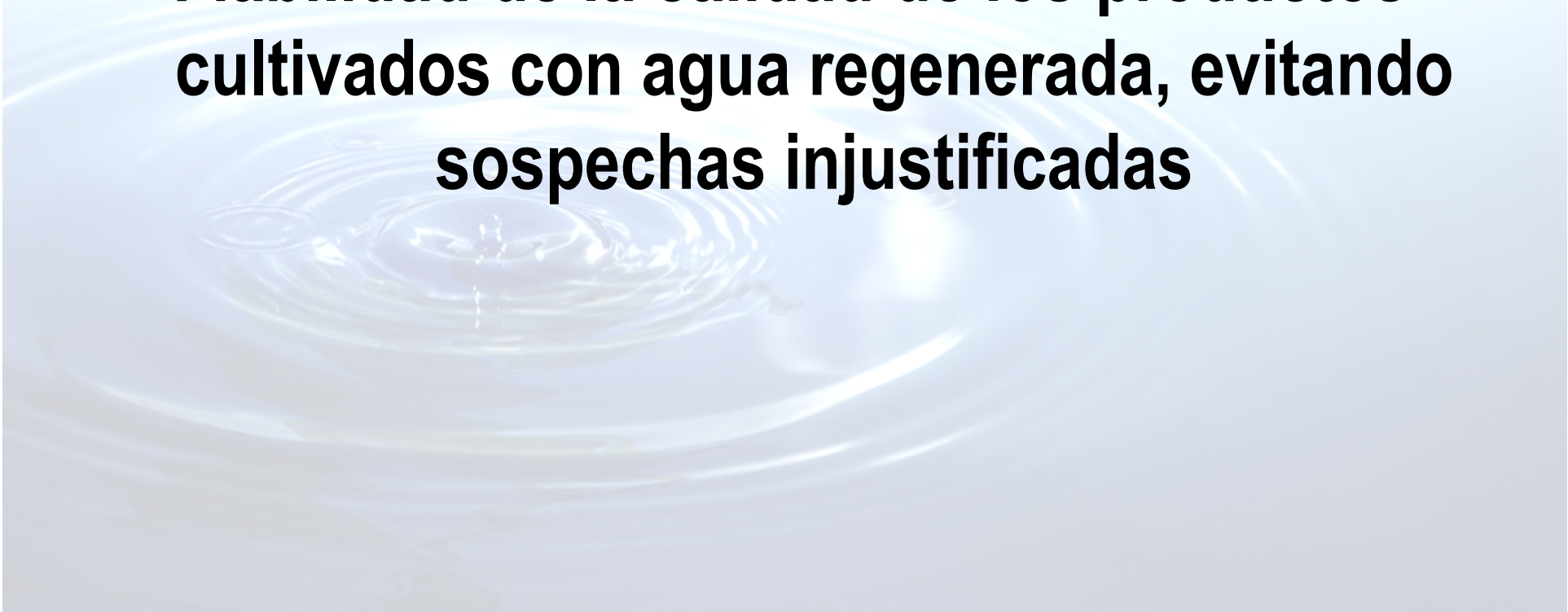
- Asegurar la producción de agua de gran calidad con eficacia y fiabilidad, minimizando el seguimiento analítico.
- Estudiar la relevancia de contaminantes de interés, identificando métodos de regeneración eficaces y fiables para su regeneración.

Retos de futuro en la reutilización

- Por último tan importante como el **tratamiento impuesto para regenerar las aguas**, es y sigue siendo un **desafío** en los proyectos de reutilización en la **agricultura**, el tener en cuenta las **condiciones locales** de cada sitio para la adaptación a la normativa y poder obtener cultivos seguros sin riesgos para la salud



PRINCIPAL VENTAJA



**Fiabilidad de la calidad de los productos
cultivados con agua regenerada, evitando
sospechas injustificadas**

Gracias por su atención

