

# “Uso de aguas desaladas para el regadío en la Comunidad Valenciana”

8 marzo 2023

**Juan Gabriel Pérez Pérez**

Grupo de Riegos  
[perez\\_juaperb@gva.es](mailto:perez_juaperb@gva.es)

**ivia**  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries



**GENERALITAT  
VALENCIANA**  
Conselleria de Agricultura,  
Desarrollo Rural, Emergencia  
Climática y Transición Ecológica

## EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

**riegosivia**  
instituto valenciano  
de investigaciones agrarias

**ivia**  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

 **GENERALITAT  
VALENCIANA**  
Conselleria de Agricultura,  
Desarrollo Rural, Emergencia  
Climática y Transición Ecológica

Centro para el  
Desarrollo de la  
Agricultura Sostenible



Servicio de Tecnología  
del Riego



### Líneas de investigación:

- Desarrollo de nuevas tecnologías de riego y sistemas que mejoren la eficiencia del uso del agua (*emisores UBC, riego subterráneo, programación del riego en base a sensores de suelo, etc.*).
- Diseño de estrategias de riego para mejorar la productividad del agua (*Riego deficitario controlado, riegos de apoyo, etc.*)
- Estrategias agronómicas para mejorar el manejo de las aguas no convencionales (*riego dual, acolchados, portainjertos tolerantes*).
- Uso de tecnologías auxiliares para mejorar la calidad agronómica y sanitaria del agua de riego (*p.e., peróxido de hidrógeno*).

# El regadío en la Comunidad Valenciana



(GVA, 2021)

## Superficie de cultivo

338.348 ha

(representa el 52% de la superficie cultivada)



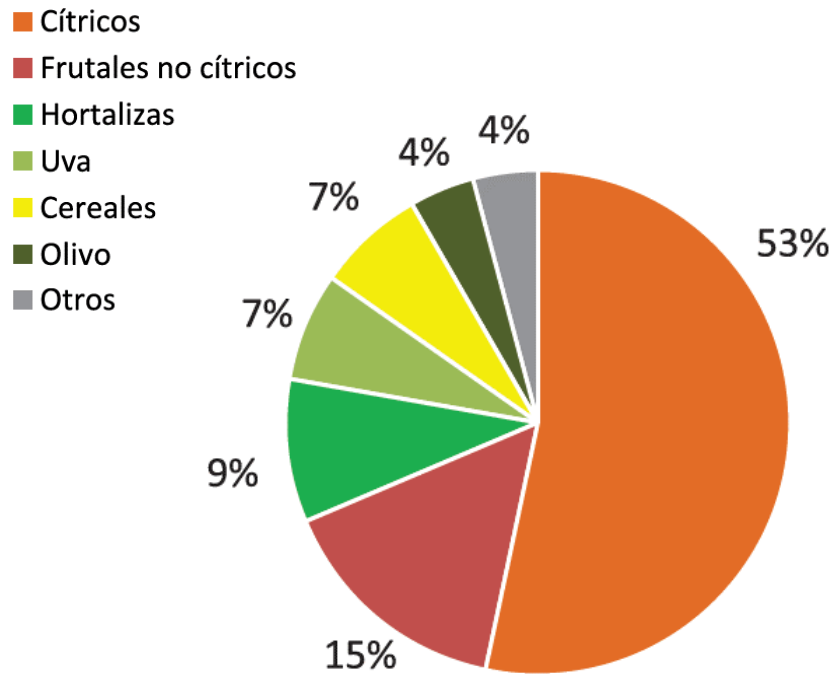
## Riego localizado

73% de la superficie regada

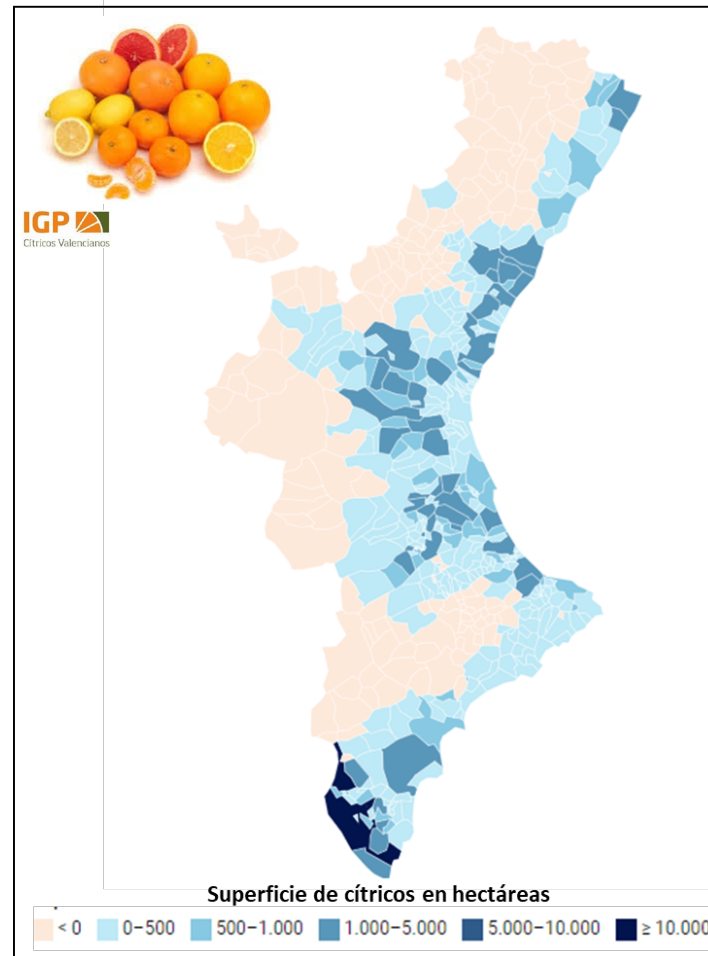
Utilizando solo el 48% del agua de riego

# Principales cultivos de regadío en la C.V.

Distribución por cultivos  
(superficie)



Zonas de cultivo de cítricos



## Necesidades hídricas de los cítricos

Son muy exigentes, tanto en cantidad como en calidad del agua de riego.

- Dotaciones de riego:  
4500-6000 m<sup>3</sup>/ha
- Sensibles a la salinidad

# Balance de recursos hídricos en la C.V.

## Cuenca hidrológica



C.V. → 94% en la Demarcación Hidrográfica del Júcar

### Recursos hídricos disponibles

3.165 hm<sup>3</sup>/año



### Demanda anual

3.386 hm<sup>3</sup>/año

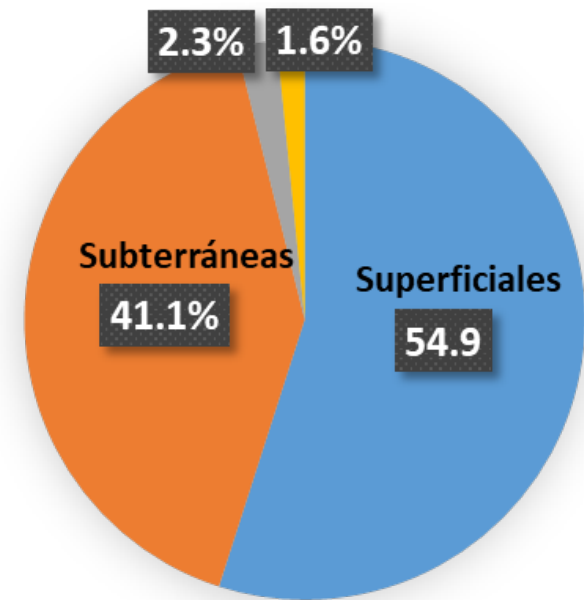


### Déficit hídrico estructural

221 hm<sup>3</sup>/año

80% para agricultura

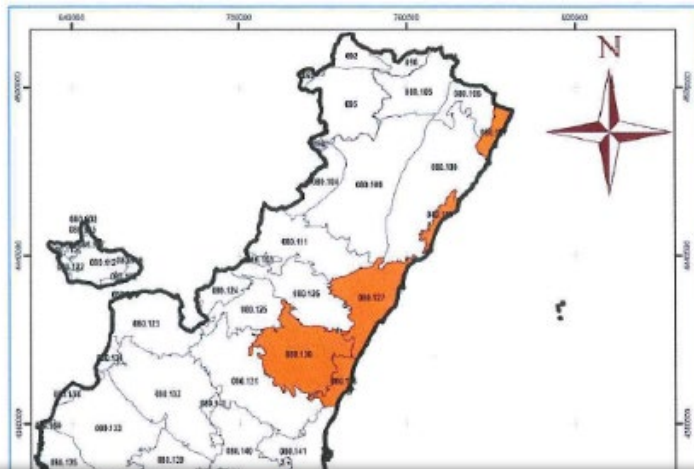
No convencionales 2.3%      Otras cuencas 1.6%



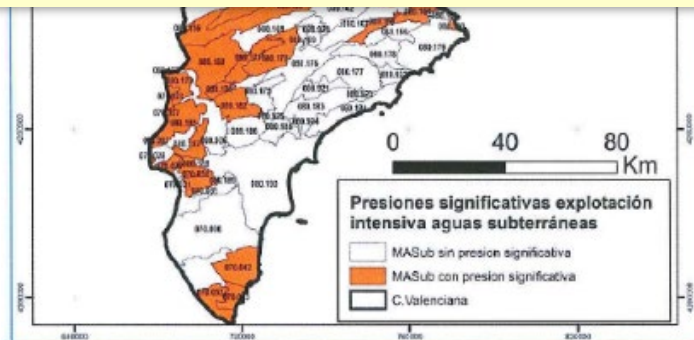
Problemas para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos

# Estado de las masas de agua en la C.V.

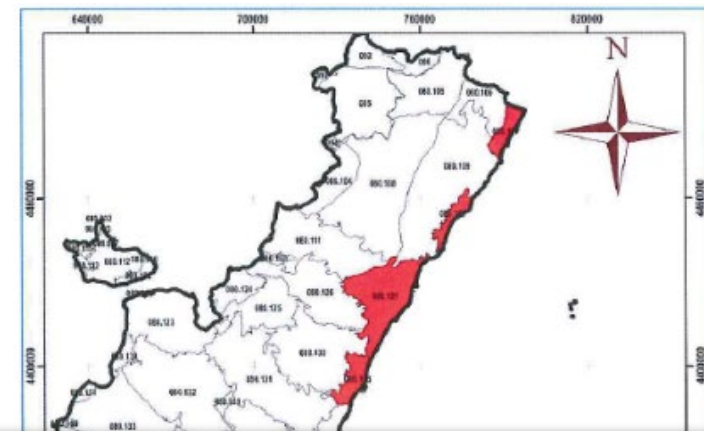
## Sobreexplotación de acuíferos



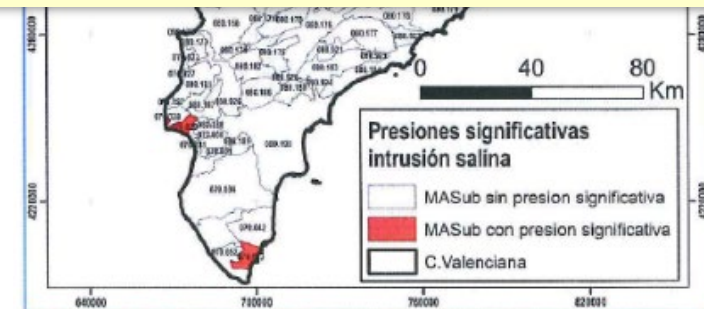
**Sobreexplotación:**  
Degradación de la calidad del agua



## Contaminación por intrusión salina



**Intrusión salina:**  
Alto contenido en iones tóxicos  
(Cloruro, Sodio y/o Boro)



# Directiva UE 2000/60/CE - “Marco del Agua”

## Nueva cultura del agua

Atender la demanda **vs** proteger las aguas superficiales y subterráneas



## Gestión sostenible del agua



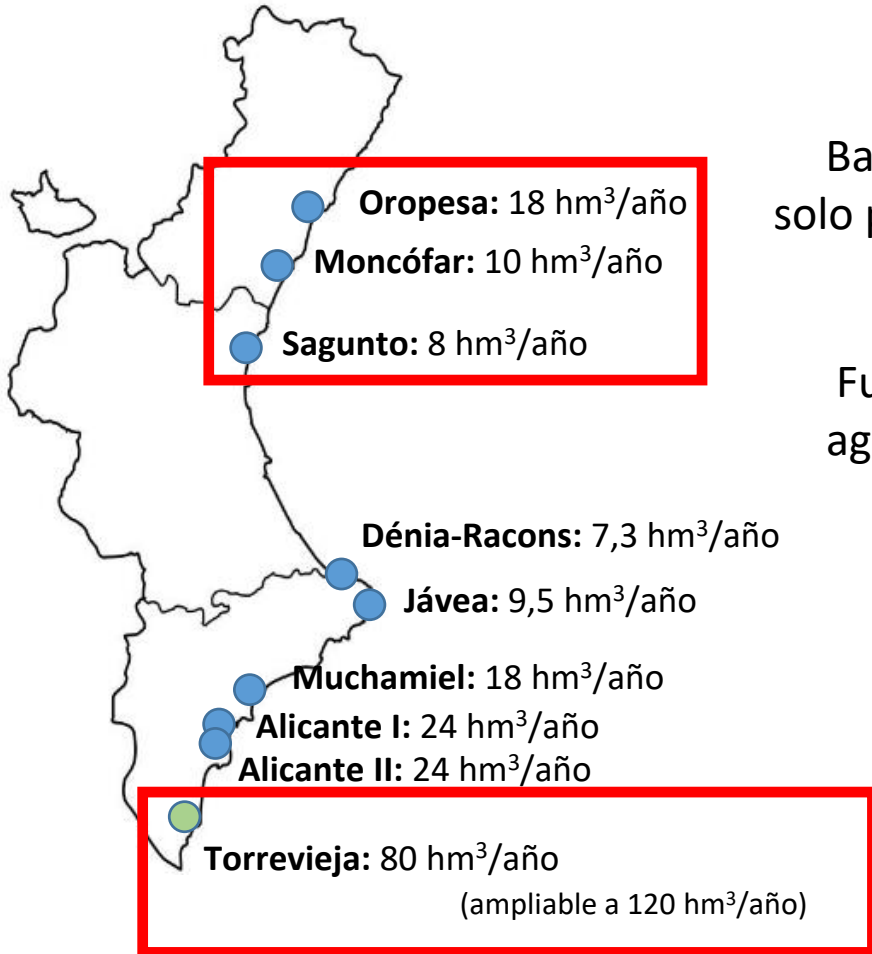
Optimización en el uso  
del agua



**FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA PARA  
EL RIEGO AGRÍCOLA**  
(Aguas regeneradas y desaladas de mar)



# Situación actual del agua marina desalinizada (AMD) en la C.V.



Baja producción (15%)  
solo para consumo humano



Fuente alternativa de  
agua para uso agrícola

## Instalación Desaladora de Agua Marina (I.D.A.M.)



## En la Comunidad Valenciana

9 IDAMs → ≈ 200 hm<sup>3</sup>/año

## Para uso agrícola

Torrevieja → 50% producción



# Algunas consideraciones sobre el uso del AMD para el riego:

## Ventajas

- Es un recurso inagotable.
- Garantiza un suministro constante.
- No depende de cambios climáticos ni de variaciones de disponibilidad.



## Inconvenientes

- Elevado precio: **0.327 €/m<sup>3</sup>** (IDAM Torrevejea) (2023-2026) (Orden TED/157/2023)
- Alto coste energético  $\approx 2.5-3.5$  kWh/m<sup>3</sup>
- Problemas agronómicos para el riego

## Consumo humano

(RD-140/2003) derogado  
(RD-3/2023) En vigor

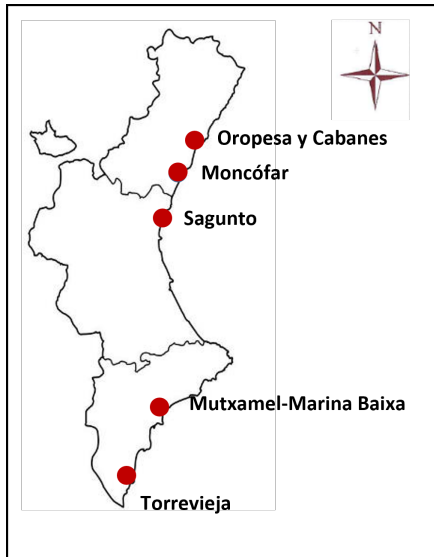


## Riego



**Composición química muy diferente respecto a las aguas convencionales**

## Convenio de colaboración



## Composición del agua marina desalinizada – Periodo 2021-2022

Parámetros	Plantas desaladoras ACUAMED					POZO
	Oropesa y Cabanes	Moncofar	Sagunt	Marina Baixa - Mutxamel	Torreveija	AGUA SUBTERRÁNEA
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,53	0,85	0,77	0,44	0,22	1.3
pH	7,87	8,12	8,17	8,44	9,14	7.6
RAS	3.21	4.12	5.11	3.37	3.24	1.8
Ca <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	15,3	22,2	15,4	14,7	11,5	116
Mg <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	2,07	6,22	3,64	3,79	1,05	50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	15,7	22,5	16,1	16,7	14,5	200
Na <sup>+</sup> (mg/L)	72,2	100,7	112,3	74,8	76,3	104
Cl <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	131,7	224,4	223,1	139,0	101,6	143
B (mg L <sup>-1</sup> )	0,63	0,72	1,01	0,47	0,42	0.10

Cumplen  
(RD-140/2003)

Baja salinidad

Niveles de  
Ca y Mg  
muy bajos



Deficiencia de Ca



Deficiencia de Mg

## REAJUSTE DEL PLAN DE FERTILIZACIÓN

Necesidades anuales de los cítricos (UF/ha)

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
240	80	140	85	180

Nutrientes esenciales

Riego con AMD

-12 UF - Calcio

-122 UF - Magnesio

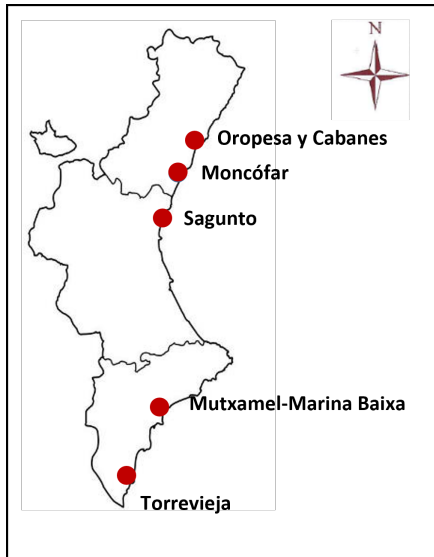
Riego con agua convencional

Cubre las necesidades de Ca y Mg

## Convenio de colaboración

ivia  
Institut Valencià  
d'Investigacions Agràries

acuaMed  
Aguas de las Cuencas Mediterráneas



## Composición del agua marina desalinizada – Periodo 2021-2022

Parámetros	Plantas desaladoras ACUAMED					POZO
	Oropesa y Cabanes	Moncofar	Sagunt	Marina Baixa - Mutxamel	Torrevieja	AGUA SUBTERRÁNEA
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,53	0,85	0,77	0,44	0,22	1,3
pH	7,87	8,12	8,17	8,44	9,14	7,6
NAS	5,21	4,12	5,11	5,57	5,24	1,8
Ca <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	15,3	22,2	15,4	14,7	11,5	116
Mg <sup>2+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	2,07	6,22	3,64	3,79	1,05	50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	15,7	22,5	16,1	16,7	14,5	200
Na <sup>+</sup> (mg/L)	72,2	100,7	112,3	74,8	76,3	104
Cl (mg L <sup>-1</sup> )	131,7	224,4	223,1	139,0	101,6	143
B (mg L <sup>-1</sup> )	0,63	0,72	1,01	0,47	0,42	0,10

Cumplen  
(RD-140/2003)

Corregir pH

### Daño por exceso de Boro



(Gimeno y col. 2012, Trees, 26, 1513–1526)

## RIESGO DE TOXICIDAD POR BORO

- Boro es un elemento esencial para la planta
- En cítricos el rango óptimo es muy pequeño (36-100 ppm)
- Es poco móvil en la planta → Exceso de Boro - ¡¡¡Graves consecuencias !!!

- B < 1 mg/L (RD-140/2003) Derogada
- B = 1.5 – 2.4 mg/L (RD-3/2023) En vigor

# MEZCLA DE AGUAS

- Es la principal y más barata medida para mejorar la calidad del agua.
- ↑ volumen de agua de riego con calidad aceptable → ↓ coste

## Criterios de mezcla para cultivos sensibles (cítricos)

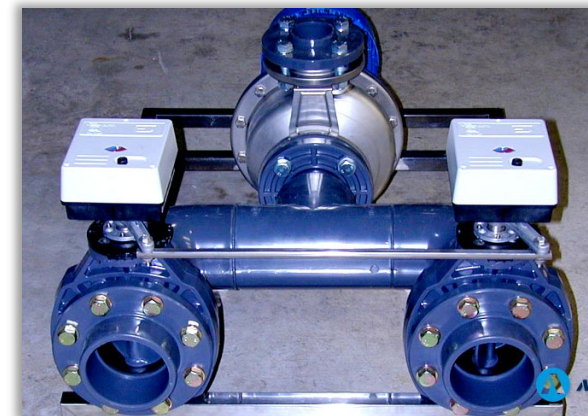
### Agua marina desalinizada:

Boro < 0.4 mg/L

↑ Calcio y Magnesio (sin coste adicional)

La mezcla no siempre se realiza de forma controlada:

- Falta de planificación y/o infraestructuras
- Falta de recursos de mejor calidad



# LINEA DE INVESTIGACIÓN – RIEGO CON AGUA MARINA DESALINIZADA

## Objetivo principal:

Valorizar el uso del AMD como fuente de agua alternativa para el riego en cultivos sensibles al exceso de boro.

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



DESALICitrus



PID2019-104893RR-I00

(2021-2024)



SosteSabio



Financiado por  
la Unión Europea

This work was supported by the project IVIA-GVA **52203** from IVIA (this project is susceptible of being co-financed by the European Union through the ERDF Program 2021-2027 Comunitat Valenciana)

(2022-2024)

# LÍNEAS DE TRABAJO

## **Estudiar la respuesta ecofisiológica y agronómica de los cítricos regados con AMD con alto contenido en boro.**

- Determinar los periodos fenológicos del cultivo de mayor sensibilidad al exceso de boro
- Determinar el impacto del exceso de boro sobre la producción y calidad del fruto.

## **Aplicación de estrategias agronómicas para mejorar la productividad del AMD**

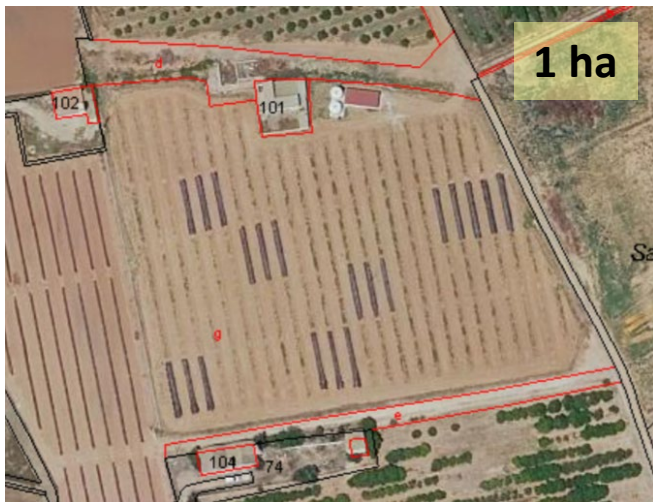
- Empleo de portainjertos tolerantes al exceso de boro
- Uso de métodos de ahorro de agua (acolchado del suelo, uso de sensores de humedad del suelo).
- Nuevos modelos de gestión del AMD junto con otros recursos hídricos.

## **Desarrollar un modelo predictivo de acumulación de boro en la planta**

- Generar nuevos algoritmos y parámetros para el modelo, capaces de predecir la acumulación de boro en la planta, considerando diferentes factores como:
  - Contenido de boro en el agua de riego (rango de [B] 0-5 mg/L)
  - Características del suelo (% arcillas, materia orgánica)
  - Tolerancia del portainjerto (sensible y/o tolerante al exceso de boro)
  - Método de manejo del riego (convencional, riego deficitario)

# PARCELA EXPERIMENTAL (IVIA) – ENSAYOS DE RIEGO CON AMD

## Cabezal de riego



Plantones de 2 años - 'Navelina IVIA 7'

## Tratamientos de riego

**INICIO EN MAYO 2022**

### Dosis de boro

- Pozo - 0.1 mg/L
- AMD1 - 0.5 mg/L
- AMD2 - 1 mg/L

RD 140/2003

### Portainjertos

- Citrange Carrizo (sensible)
- FA-5 (tolerante)

# PRIMEROS RESULTADOS (2022)

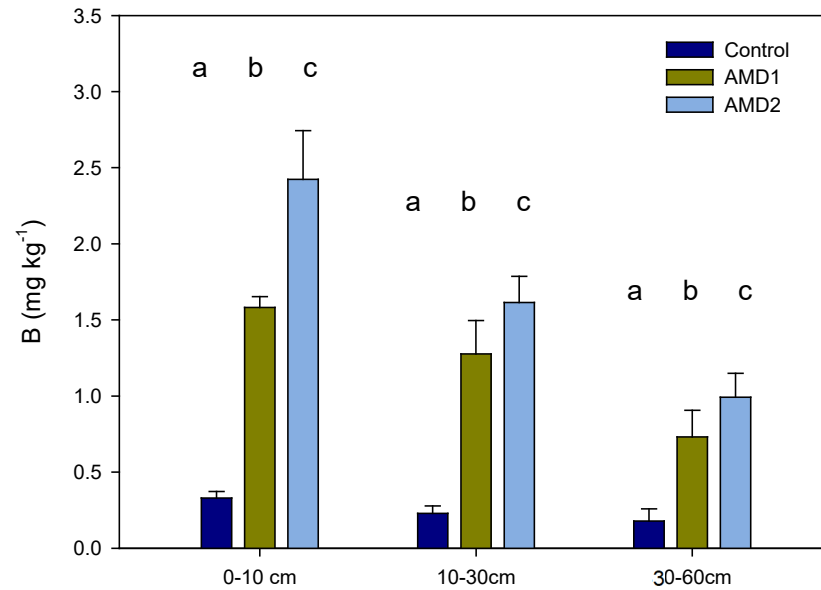
## Dosis de boro

- Control (Pozo) – [B] = 0.1 mg/L
- AMD1 – [B] = 0.5 mg/L
- AMD2 - [B] = 1 mg/L

## Respuesta de la planta al exceso de boro

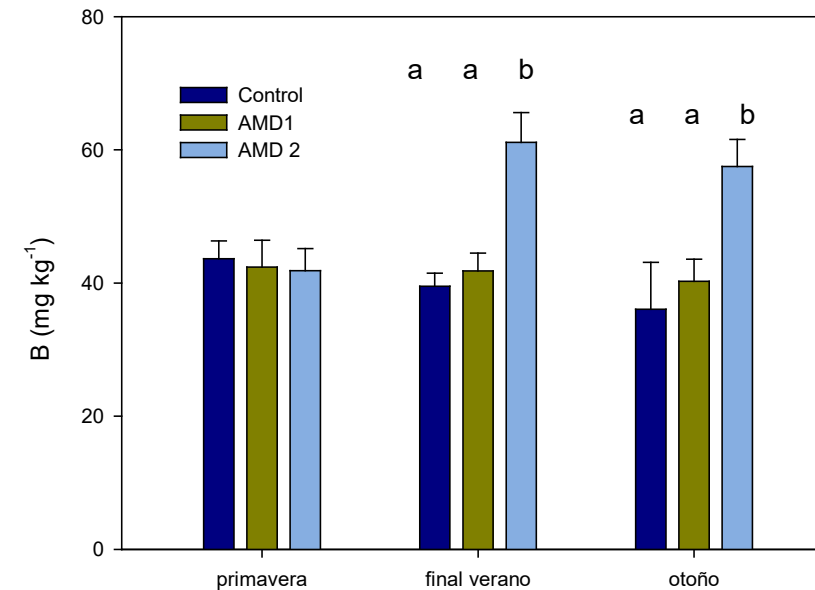


**Contenido de B en el suelo**  
(mayo - noviembre 2022)



Mayor acumulación de B en las capas más superficiales del suelo (Zona del bulbo húmedo)

**Contenido de B en el hoja**



**Periodo más crítico**

A corto plazo el AMD no genera alteraciones fisiológicas en la planta.



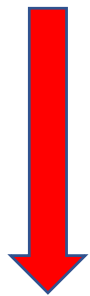
# PRIMEROS RESULTADOS (2022)

## Uso de portainjertos tolerantes al exceso de boro

El portainjerto puede restringir al absorción y transporte de iones tóxicos de la raíz a las hojas

### TOLERANCIA AL BORO

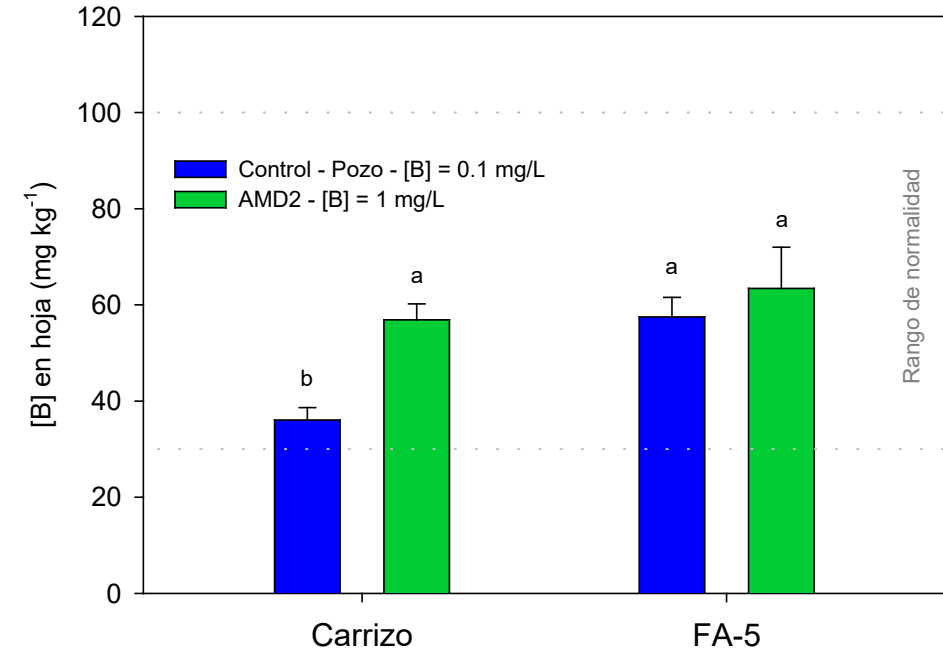
Más tolerante



Menos tolerante

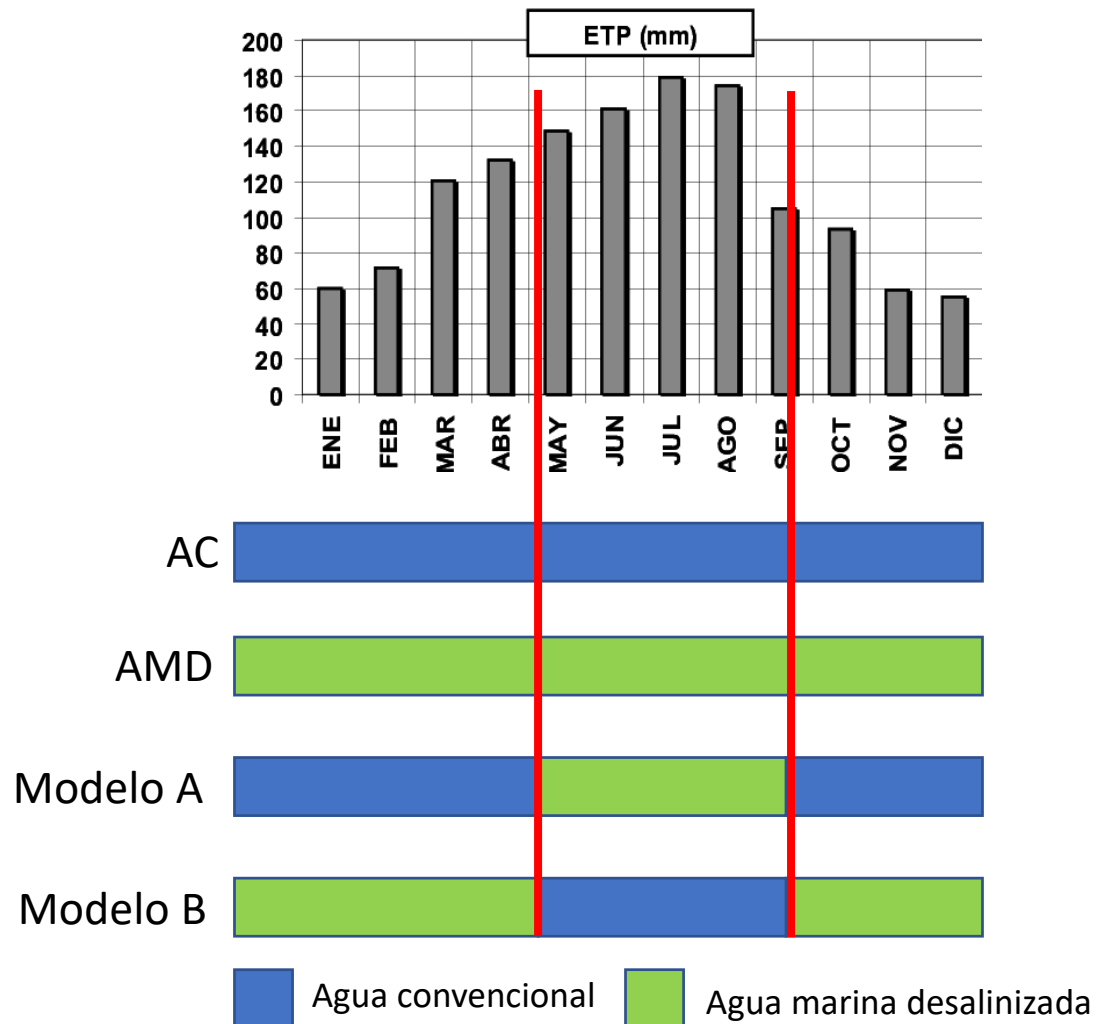
Portainjerto
<i>Citrus macrophylla</i>
Naranja amargo
Forner-Alcaide nº 5
Citrango Carrizo
Mandarino Cleopatra
Citrumelo

### Contenido de B en el hoja



FA-5 ejerce un mayor control en la acumulación de B en hoja

# Nuevos modelos de gestión de recursos hídricos



- Diseñado para optimizar el manejo de aguas de diferente calidad agronómica.
- Reduce el efecto de los iones tóxicos sobre el cultivo → Lavado del suelo
- Minimiza el impacto en el suelo y en la planta.
- Requiere de estudios a largo plazo (3-5 años)

Modelos compatibles con el aumento de la demanda de AMD para consume humano en los meses de verano en las zonas de costa.

# ALGUNAS IDEAS PARA LLEVAR A CASA

## Uso del agua marina desalinizada...

- ES UNA ALTERNATIVA CADA VEZ MÁS IMPORTANTE PARA TRATAR DE RESOLVER LOS PROBLEMAS DE AGUA EN LA C.V.
- **SIEMPRE QUE SEA POSIBLE**, SE RECOMIENDA UTILIZARLA JUNTO CON OTROS RECURSOS HÍDRICOS PARA:
  - Aumentar el volumen total de agua disponible
  - Corregir algunos las deficiencias que presentan en su composición

## COMO ÚNICA FUENTE DE AGUA PARA EL RIEGO DE LOS CÍTRICOS...

- EL **AGUA MARINA DESALINIZADA** POSEE UNA COMPOSICIÓN DIFERENTE Y POR ELLO DEBEN TOMAR PRECAUCIONES.
- PARA DETECTAR PROBLEMAS DE EXCESO DE BORO - REALIZAR **CONTROLES ANUALES EN SUELO Y PLANTA**.
- SE RECOMIENDA UTILIZAR **PORTAINJERTOS TOLERANTES** AL EXCESO DE BORO.

MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN

8 marzo 2023