

“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

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)



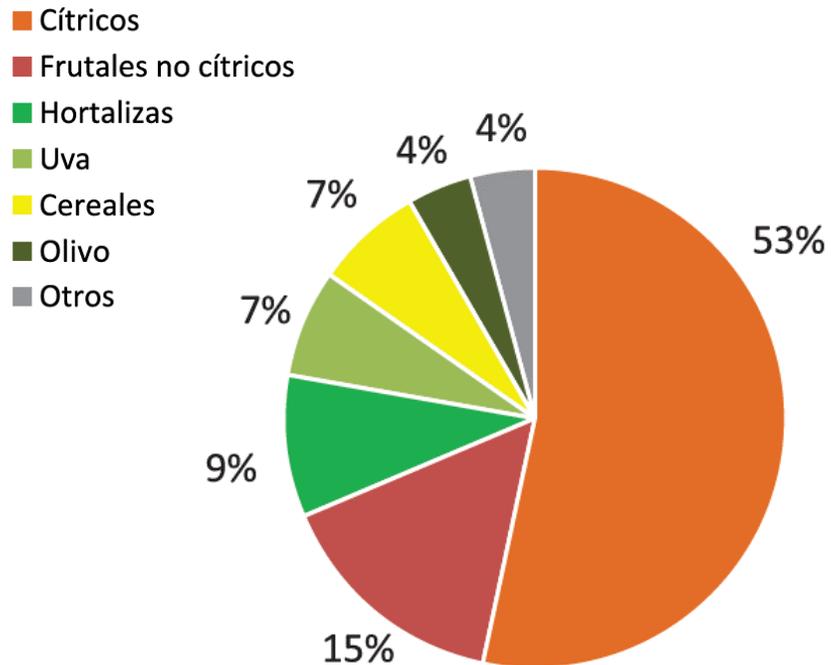
Riego localizado

73% de la superficie regada

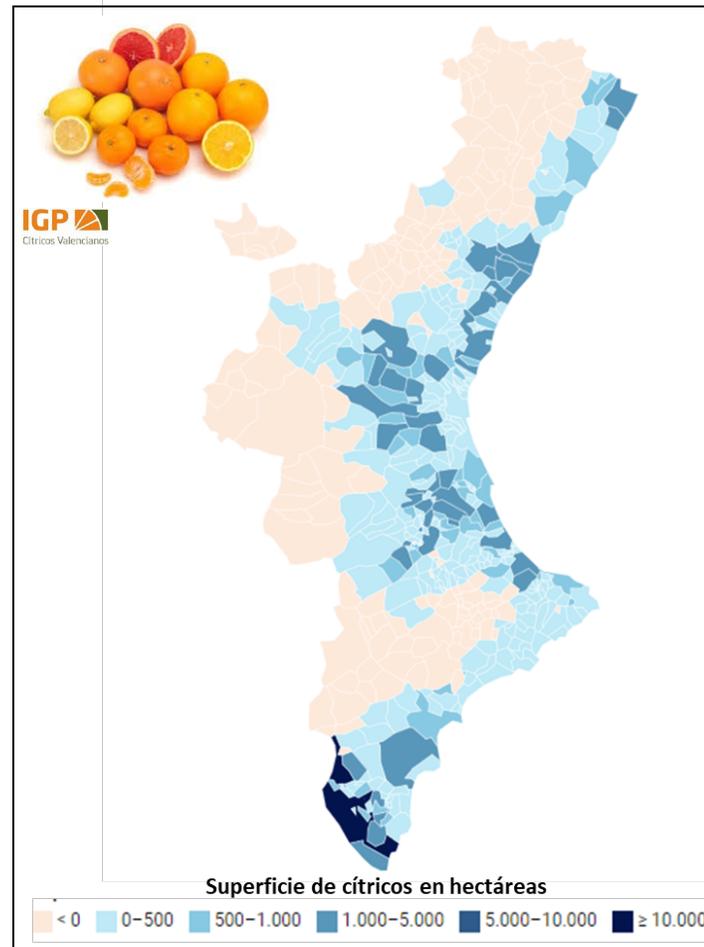
Utilizando solo el 48% del agua de riego

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 m³/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 hm³/año



Demanda anual

3.386 hm³/año



Déficit hídrico estructural

221 hm³/año

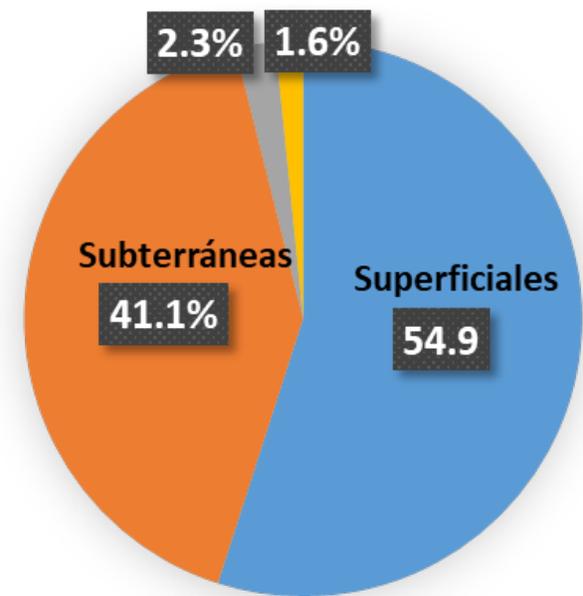
80% para agricultura

No convencionales

2.3%

Otras cuencas

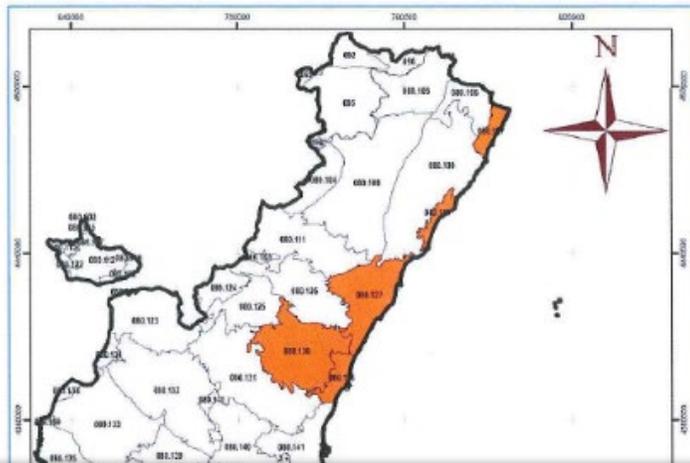
1.6%



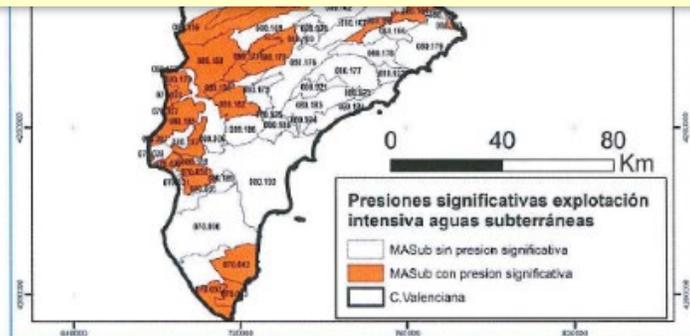
Problemas para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos

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

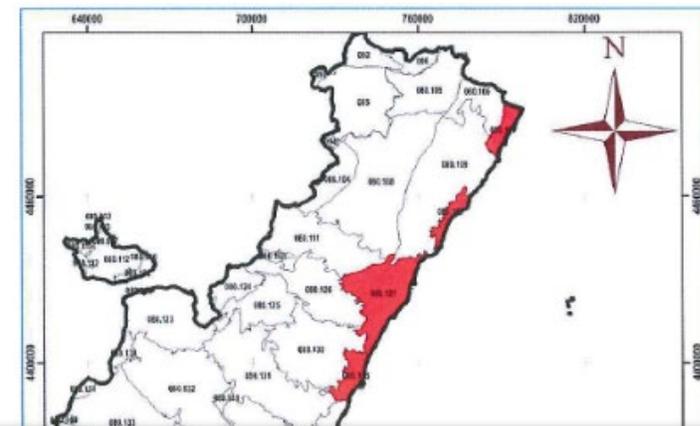
Sobreexplotación de acuíferos



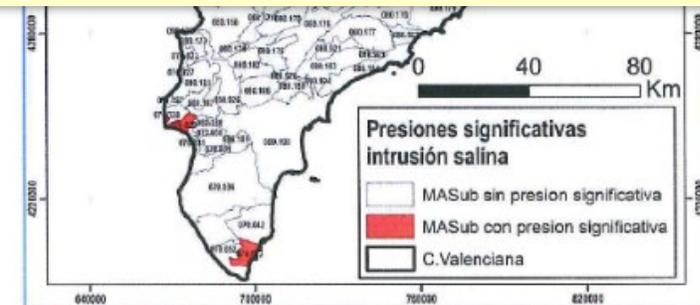
Sobreexplotación:
Degradación de la calidad del agua



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 hm³/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 €/m³** (IDAM Torrevejea) (2023-2026) (Orden TED/157/2023)
- Alto coste energético $\approx 2.5-3.5$ kWh/m³
- Problemas agronómicos para el riego

Consumo humano

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

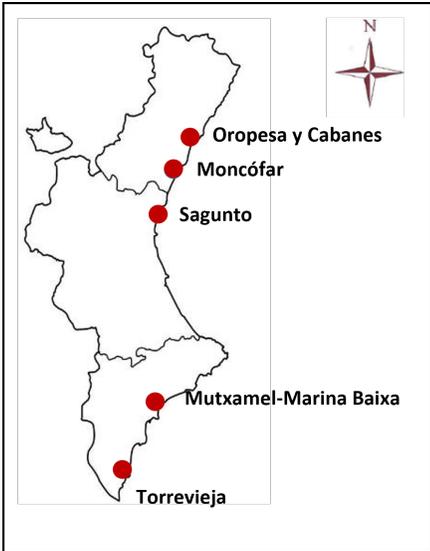


Riego



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 ⁻¹)	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 ²⁺ (mg L ⁻¹)	15,3	22,2	15,4	14,7	11,5	116
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	2,07	6,22	3,64	3,79	1,05	50
SO ₄ ²⁻ (mg L ⁻¹)	15,7	22,5	16,1	16,7	14,5	200
Na ⁺ (mg/L)	72,2	100,7	112,3	74,8	76,3	104
Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	131,7	224,4	223,1	139,0	101,6	143
B (mg L ⁻¹)	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 ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
240	80	140	85	180

Nutrientes esenciales

Riego con AMD

-12 UF - Calcio

-122 UF - Magnesio

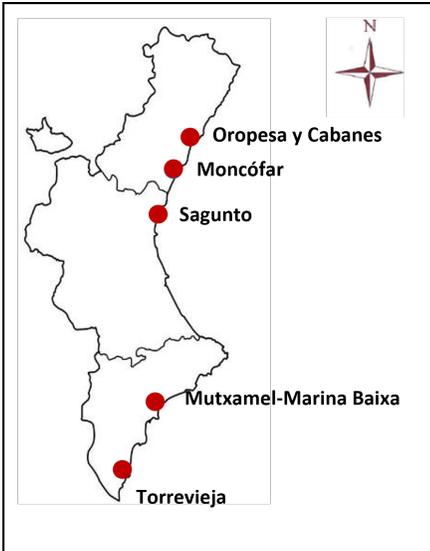
Riego con agua convencional

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 ⁻¹)	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	3,21	4,12	3,11	3,37	3,24	1,8
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	15,3	22,2	15,4	14,7	11,5	116
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	2,07	6,22	3,64	3,79	1,05	50
SO ₄ ²⁻ (mg L ⁻¹)	15,7	22,5	16,1	16,7	14,5	200
Na ⁺ (mg/L)	72,2	100,7	112,3	74,8	76,3	104
Cl (mg L ⁻¹)	131,7	224,4	223,1	139,0	101,6	143
B (mg L ⁻¹)	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)

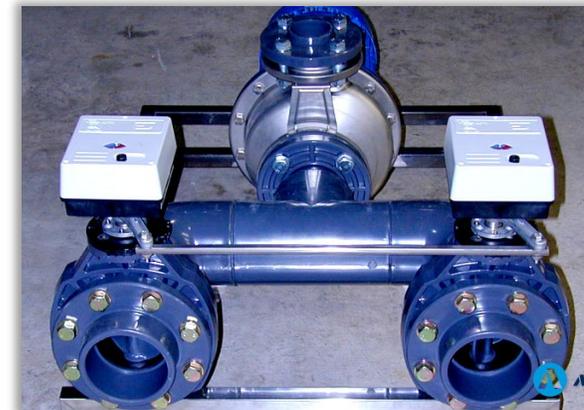
Agua marina desalinizada:

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

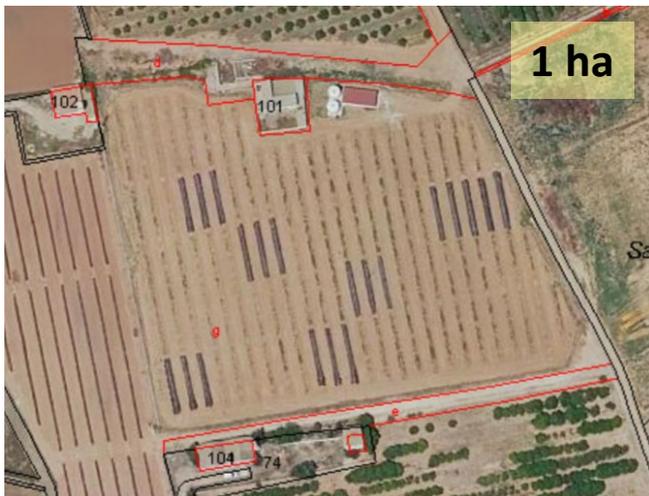
- Empleo de portainjertos tolerantes al exceso de boro
- Uso de métodos de ahorro de agua (acolchado del suelo, uso de sensores de humedad del suelo).
- Nuevos modelos de gestión del AMD junto con otros recursos hídricos.

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)

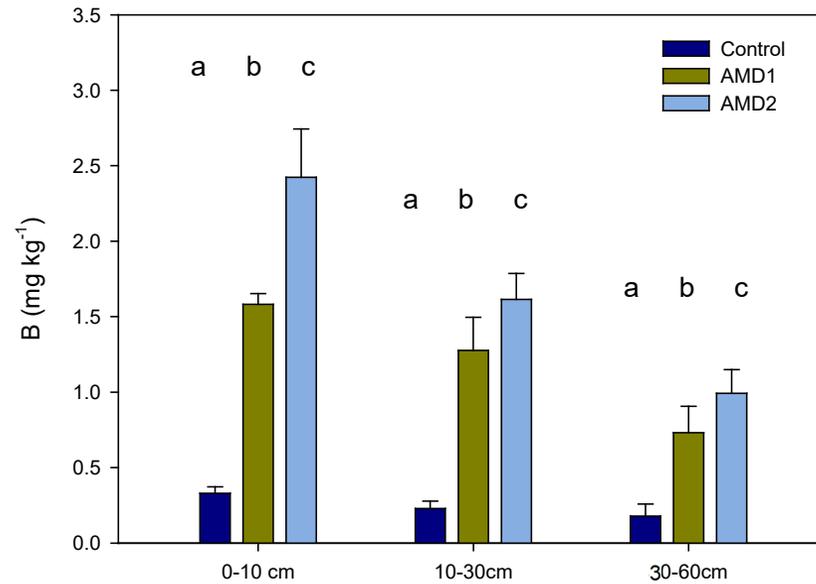
Dosis de boro

- 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

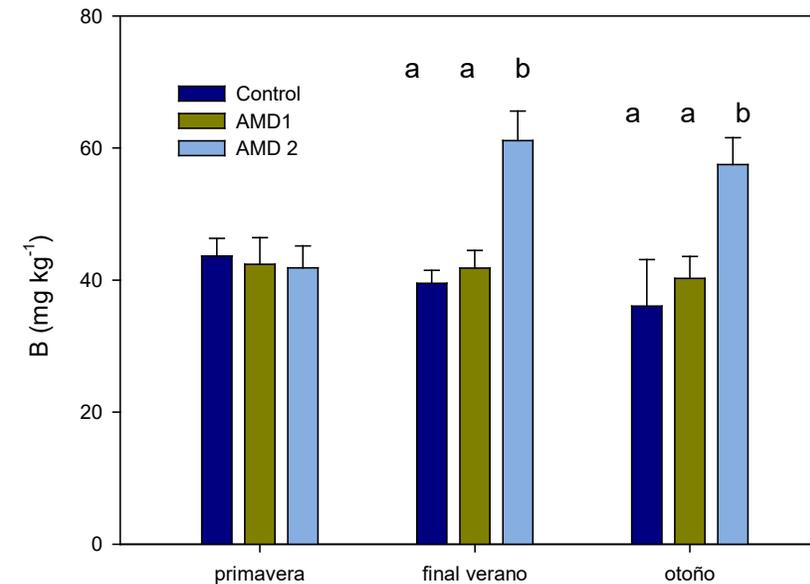


Contenido de B en el suelo
(mayo - noviembre 2022)



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.

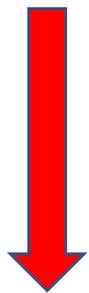
PRIMEROS RESULTADOS (2022)

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

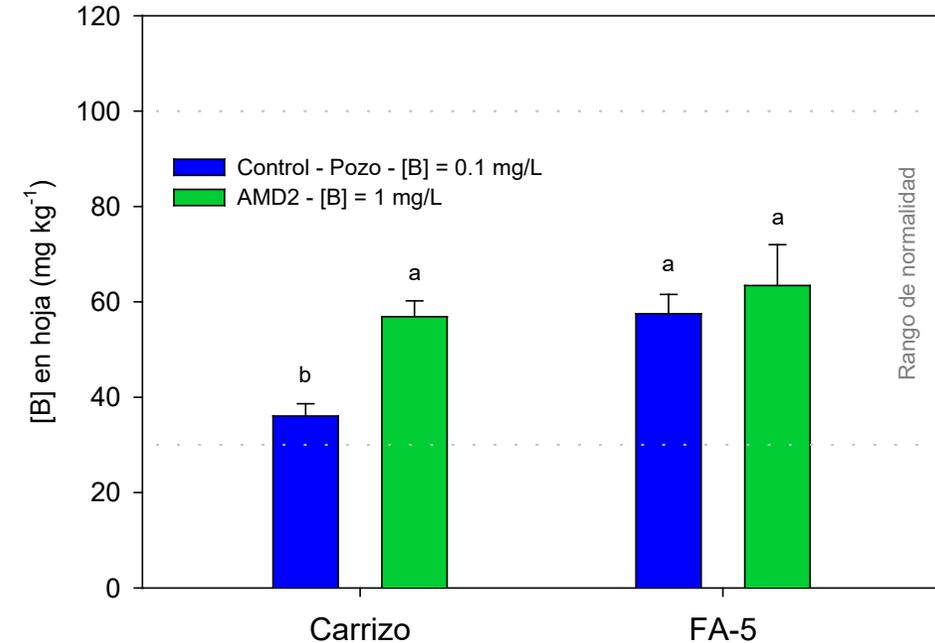
Más tolerante



Menos tolerante

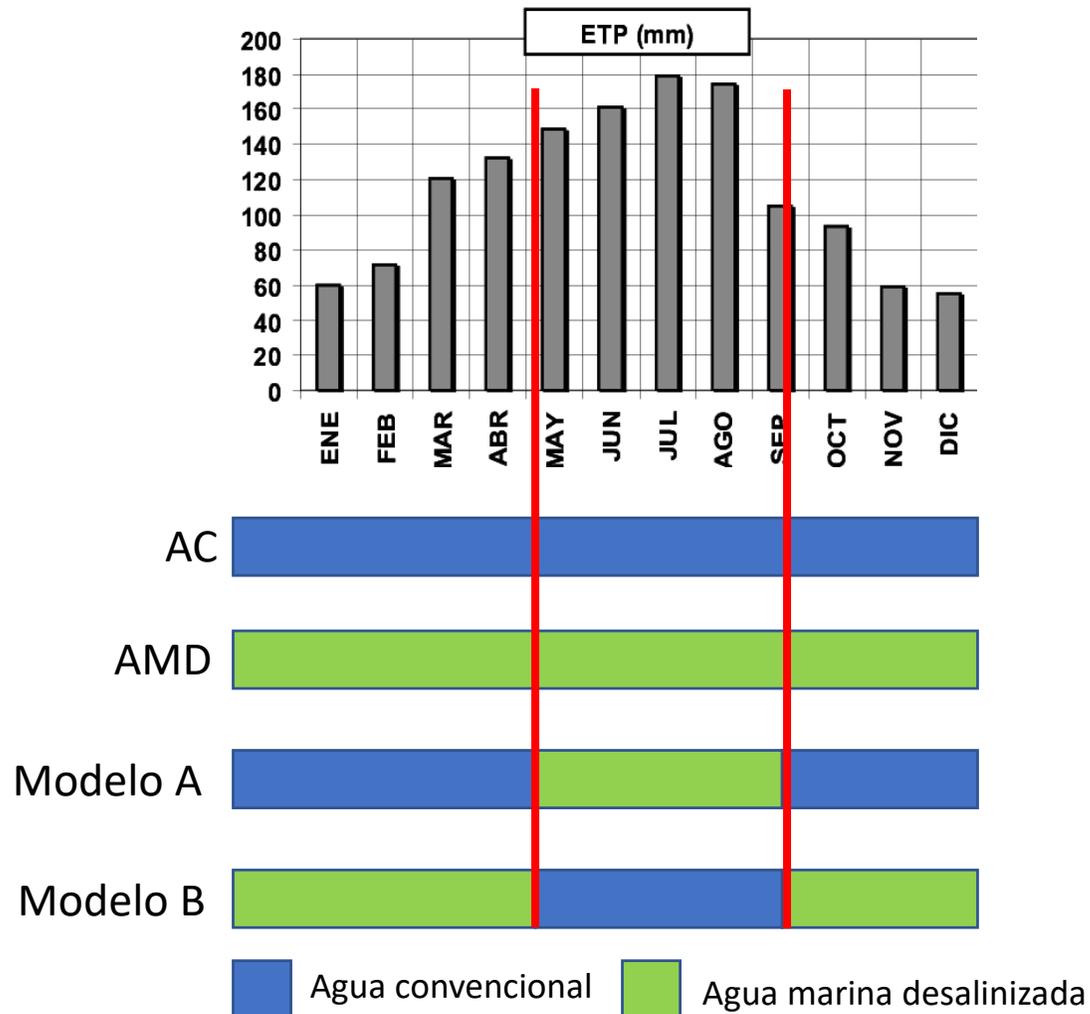
Portainjerto
<i>Citrus macrophylla</i>
Naranja amargo
Forner-Alcaide nº 5
Citrango Carrizo
Mandarino Cleopatra
Citrumelo

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