

## FICHA DE DIVULGACIÓN

<b>TÍTULO DEL PROYECTO PILOTO</b>	Selección de nuevas variedades comerciales y de cultivos alternativos destinados a agricultura ecológica en condiciones de clima cambiante
<b>MIEMBROS DEL EQUIPO</b>	- UMH - UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE - CEBAS - COOPERATIVA AGRÍCOLA CATÓLICA DE ORIHUELA
<b>AÑOS DE DESARROLLO</b>	2019-2020
<b>TIPO DE PROYECTO</b>	Convocatoria de ayudas de la medida 16 «Cooperación», submedida 16.2 «Apoyo para proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías», operación 16.2.1 «Ayuda a proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, técnicas, procesos y tecnologías».
<b>OBJETIVOS</b>	El objetivo general de esta propuesta es la de seleccionar, entre las variedades de cítricos que se cultivan en la Comunidad Valenciana, aquellas que sean capaces de adaptarse a condiciones medioambientales adversas como sequía extrema, altas temperaturas y/o salinidad; y, de introducir nuevos cultivos alternativos que puedan convivir en dichas condiciones; todo ello con la premisa fundamental de que estas variedades tengan un buen comportamiento en condiciones de agricultura ecológica.
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</b>	<p>Para la consecución de este objetivo se realizaron ensayos en los que se estudió las respuestas morfológicas, ionómicas, fisiológicas, metabolómicas y bioquímicas de diferentes variedades de cítricos (limoneros, mandarinos, naranjos), y de los cultivos de Aloe Vera, Nopal, Colza y Quinoa a diferentes escenarios climáticos en los que se incluyó salinidad, sequía, altas temperaturas, y alta concentración de Boro.</p> <p>Los cultivos y variedades empleadas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Limoneros: Eureka, Fino 49 y Verna.</li> <li>-Mandarinos: Satsuma Owari, Satsuma Iwasaki, Clementina Hernandina, Murcot, Clemenules, Nova y Ortanique.</li> <li>-Naranjos: Washington Navel, Midnight, Valencia Late, Lane Late, Navelina, Sanguinelli y Navelate.</li> <li>-Aloe Vera: Aloe Aristata, Aloe Bakeri, Aloe Black Gem y Aloe Cleopatra.</li> <li>-Nopal. Variedad tradicional Mediterránea.</li> <li>-Colza. Variedad tradicional Mediterránea</li> <li>-Quinoa. Variedad tradicional Mediterránea</li> </ul> <p>Los escenarios climáticos impuestos a los cultivos fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Salinidad: Riego con agua de 50 mM NaCl con CE superior a los 5 dS/m.</li> <li>-Sequía: Riegos en los que se suministra agua de buena calidad, pero con un 40% menos de las necesidades del cultivo.</li> <li>-Alta concentración de Boro: Riego con una concentración de Boro de 15 mg/L.</li> <li>-Altas temperaturas: Las plantas se sometieron a +5 °C más que las condiciones normales en las zonas de clima Mediterráneo.</li> </ul>

	<p>Las respuestas de las plantas a estos tratamientos se compararon con plantas que crecieron en buenas condiciones con aguas de 1 dS/m de conductividad eléctrica y 0,5 ppm de boro regadas con el 100% de sus necesidades hídricas y con una temperatura controlado nunca superior a 35 °C.</p> <p>Para evaluar y seleccionar las mejores variedades y especies de estos cultivos durante el desarrollo del mismo se realizaron estudios morfológicos (medidas de parámetros de crecimiento), ionómico (análisis mineral de nutrientes mediante ICP), metabólico (análisis de metabolitos primarios por H-RMN), fisiológico (parámetros de intercambio gaseoso y fluorescencia de clorofilas), estrés oxidativo (reacciones bioquímicas por esptrofotometría).</p>
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>	<p>Las conclusiones más relevantes por cultivos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Limoneros:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un cultivo sensible a los cuatro tipos de estreses estudiados; presentando mayor sensibilidad a la sequía y salinidad (con porcentajes de reducción de crecimiento de la parte aérea en torno al 45%) y un poco menos a la toxicidad por boro y altas temperaturas (con porcentajes de reducción de crecimiento de la parte aérea en torno al 35%). Dentro de las variedades ensayadas encontramos que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La variedad Eureka podría ser una buena opción para ser cultivada en sistemas de producción agroecológica, sobre todo en aquellas zonas donde se puedan dar condiciones de alta temperatura y/o riegos con aguas no convencionales que puedan llevar una alta concentración de boro.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>Mandarinos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un cultivo sensible al estrés por ‘sequía’, ‘salinidad’ y ‘altas temperaturas’, y semitolerante al estrés por ‘toxicidad por boro’. Dentro de las variedades ensayadas encontramos que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La variedad Murcot podría ser una buena opción de cultivo para ser cultivada en sistemas de producción agroecológica en aquellas zonas donde se puedan dar condiciones de estrés ambiental como los que hemos estudiado en este proyecto.</li> <li>- La variedad Ortanique también podría ser una buena opción para ser cultivada en sistemas de producción agroecológica, sobre todo en aquellas zonas en las que se emplea para el riego aguas no convencionales que puedan llevar una alta concentración de sales o boro (50 mM y 5 ppm, respectivamente).</li> <li>- La variedad Satsuma Owari también podría ser una buena opción para aquellas zonas donde se puedan dar condiciones de ‘altas temperaturas’. No es sensible a riegos con alto boro.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>Naranjos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un cultivo sensible al estrés por ‘sequía’, ‘salinidad’ y ‘altas temperaturas’, presentando mayor sensibilidad a las altas temperaturas; sin embargo es tolerante al estrés por ‘toxicidad por boro’. Dentro de las variedades ensayadas encontramos que:</li> </ul> </li> </ul>

-Las variedades Lane Late y Navelina podrían ser una buena opción de cultivo para ser cultivada en sistemas de producción agroecológica que tienen escasez de recursos hídricos.

-Todas las variedades de naranja estudiadas podrían ser una buena opción para ser cultivada en sistemas de producción agroecológica que utilizan para el riego aguas no convencionales que puedan llevar una alta concentración de boro.

-Todas estas variedades de naranjo no son recomendables implantarlas en sistemas agroecológicos de zonas donde se sufran condiciones de altas temperaturas.

• **Aloe Vera:**

Es un cultivo entre semitolerante y tolerante a los cuatro tipos de estreses estudiados relacionados con el cambio climático; presentando mayor sensibilidad al estrés por altas temperaturas (con porcentaje medio de reducción de crecimiento de la parte aérea en torno al 27%). Dentro de las variedades ensayadas encontramos que:

-Aristata, Cleopatra, Black Gem, Bakeri presentan un buen grado de tolerancia a todas las situaciones ensayadas excepto la variedad Black Gem que es muy sensible a las altas temperaturas.

• **Nopal:**

Este cultivo es un cultivo sensible a la 'sequía', semitolerante a las 'altas temperaturas' y tolerante tanto a la 'salinidad' como a la 'toxicidad por boro', por lo que se pueden regar con aguas de mala calidad procedente de pozos o de desaladoras, depuradoras, etc.

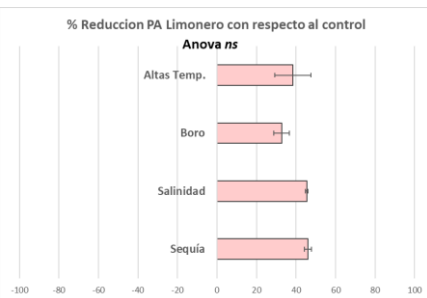
• **Colza:**

Es un cultivo muy sensible a los estreses ensayados por lo que se descarta como una especie para ser cultivada en condiciones de cambio climático.

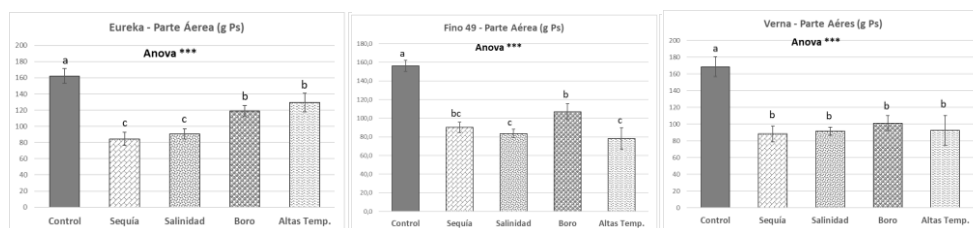
• **Quinoa:**

Es un cultivo muy sensible a la sequía y la salinidad, y, muy sensible a las altas temperaturas y a la toxicidad por Boro por lo que se descarta como una especie para ser cultivada en condiciones de cambio climático.

## • Limoneros

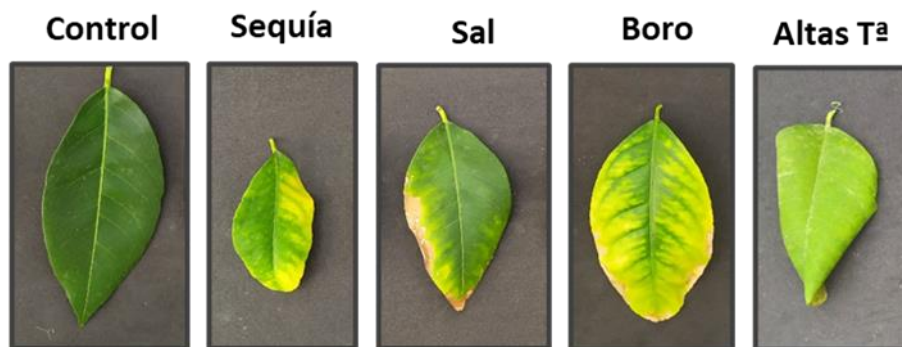


**Figura 1.** Porcentaje de reducción de la parte aérea en los diferentes estreses abióticos estudiados con respecto al tratamiento control en el cultivo de Limonero.



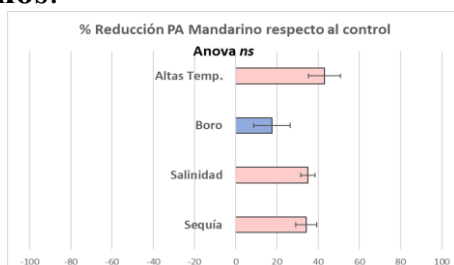
**Figura 2.** Peso seco (Ps) de la Parte Aérea (PA) de plantas de limonero var. Verna, Fino 49 y Verna cultivadas ante diferentes escenarios climáticos.

## GRÁFICOS E IMÁGENES

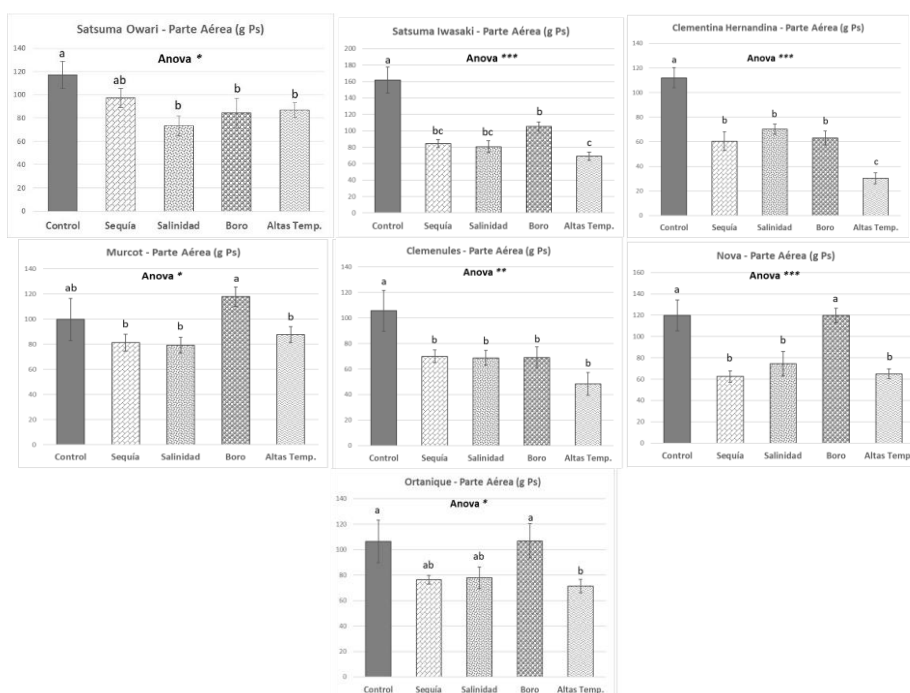


**Imagen 1.** Síntomas visuales generales en hojas de plantas de limonero crecidas en condiciones de estrés abiótico.

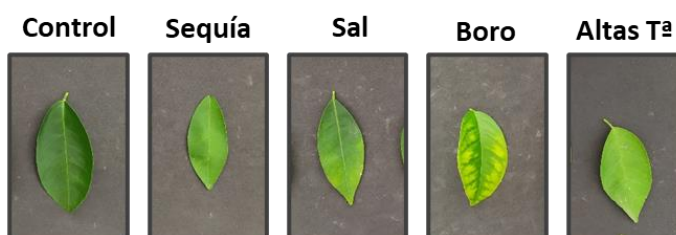
## • Mandarinos:



**Figura 3.** Porcentaje de reducción de la parte aérea en los diferentes estreses abióticos estudiados con respecto al tratamiento control en el cultivo de mandarino

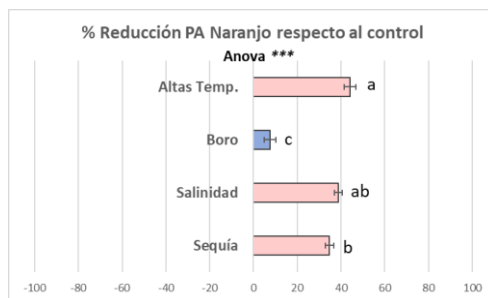


**Figura 4.** Peso seco (Ps) de la Parte Aérea (PA) de plantas de mandarino cultivadas ante diferentes escenarios climáticos.

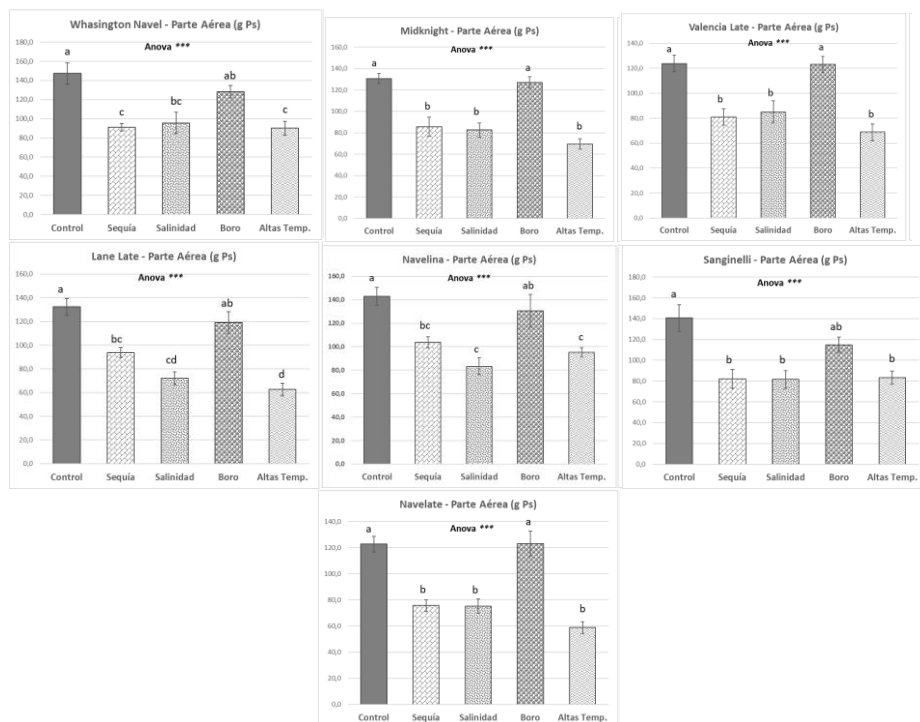


**Imagen 2.** Síntomas visuales generales en hojas de plantas de mandarino crecidas en condiciones de estrés abiótico

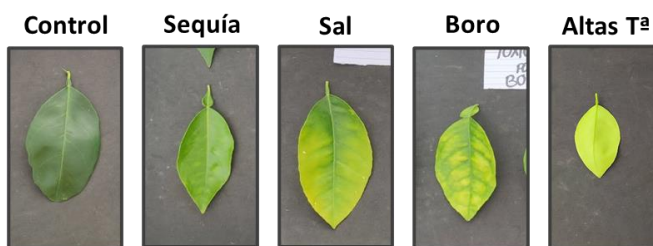
• **Naranjos:**



**Figura 5.** Porcentaje de reducción de la parte aérea en los diferentes estreses abióticos con respecto al tratamiento control en el cultivo de Naranja



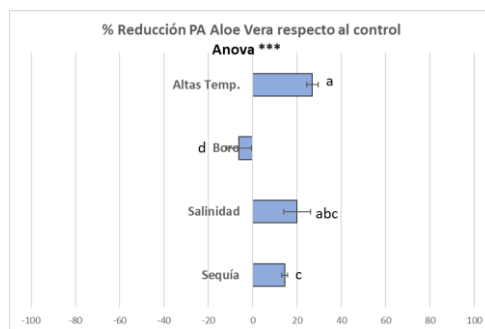
**Figura 6** Peso seco (Ps) de la Parte Aérea (PA) de plantas de naranja cultivadas ante diferentes escenarios climáticos.



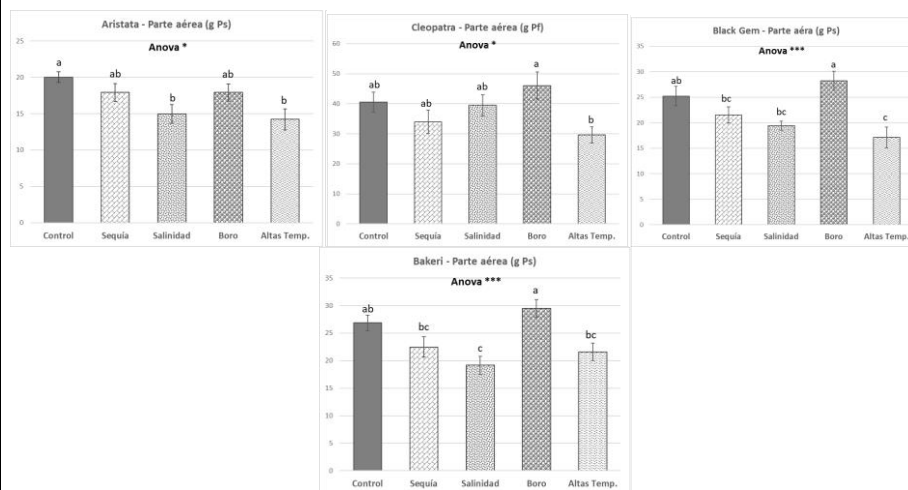


**Imagen 3.** Síntomas visuales generales en hojas de plantas de naranjo crecidas en condiciones de estrés abiótico.

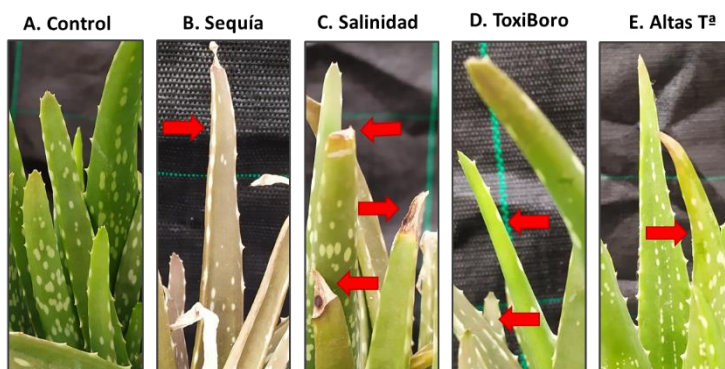
• **Aloe Vera:**



**Figura 7.** Porcentaje de reducción de la parte aérea en los diferentes estreses abióticos con respecto al tratamiento control en el cultivo de Aloe Vera

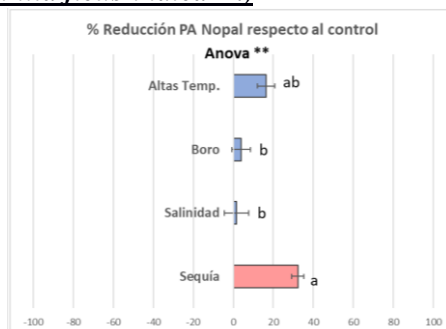


**Figura 8** Peso seso (Ps) de la Parte Aérea (PA) de plantas de Aloe Vera cultivadas ante diferentes escenarios climáticos.



**Imagen 4.** Síntomas visuales generales en hojas de plantas de Cleopatra crecidas en condiciones de estrés abiótico.

• **NOPAL (*Opuntia ficus-indica* L.)**



**Figura 9.** Porcentaje de reducción de la parte aérea en los diferentes estreses abióticos con respecto al tratamiento control en el cultivo de Nopal.



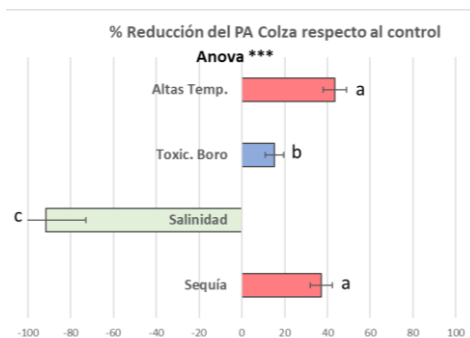
**Imagen 5.** Fotografía de las pencas sin síntomas de fitotoxicidad visibles de plantas de Nopal crecidas en condiciones de estrés abiótico



**Imagen 6.** Representación de la distribución de la concentración de los iones: Cl, Na y B, en los tres tejidos analizados para la Nopal. 'n.c.' indica que no ha sido cuantificado.



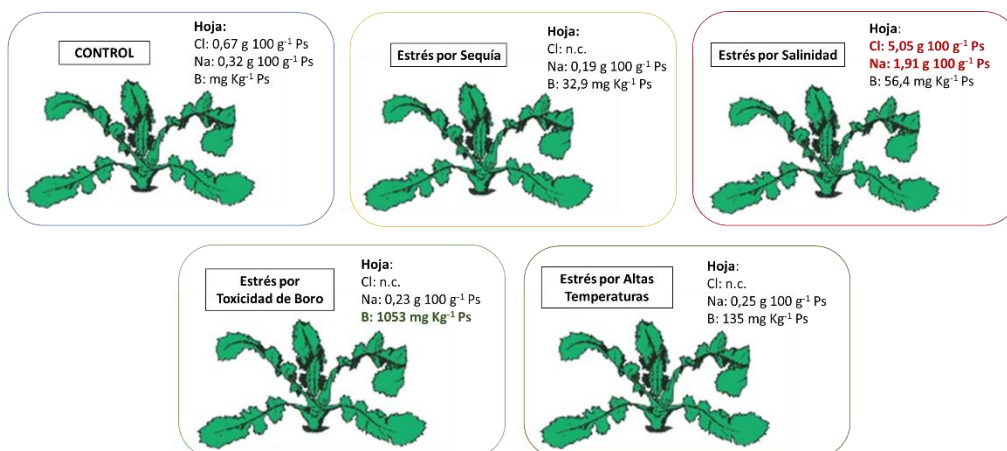
• **COLZA**



**Figura 10. A.** Gramos Peso seco (Ps) de la Parte Aérea (PA) de plantas de Colza crecidas en condiciones de estrés abiótico.

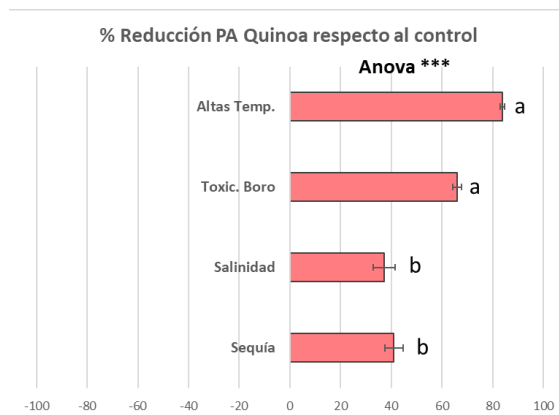


**Imagen 7.** Fotografías de las plantas de Colza del **tratamiento control**.

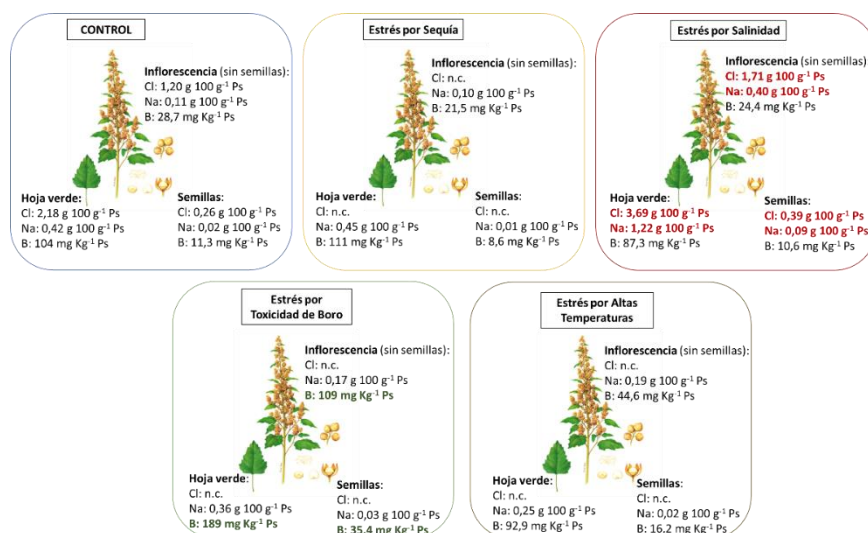


**Imagen 8.** Representación de la distribución de la concentración de los iones: Cl, Na y B, en el tejido foliar de las plantas de Colza. 'n.c.' indica que no ha sido cuantificado

## • QUINOA



**Figura 11.** Gramos Peso seco (Ps) de la Parte Aérea (PA) de plantas de quinoa crecidas en condiciones de estrés abiótico.

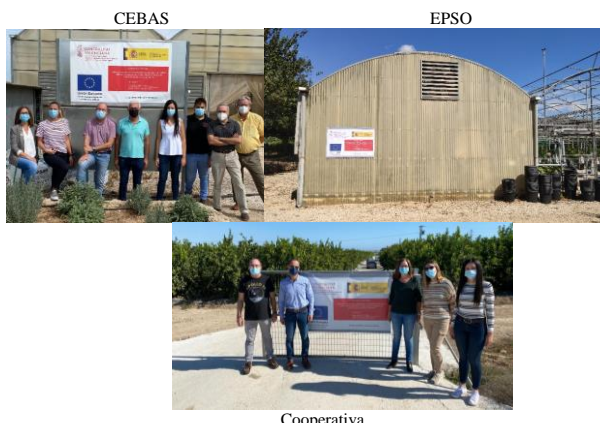


**Imagen 9.** Representación de la distribución de la concentración de los iones: Cl, Na y B en los tres tejidos analizados para la quinoa. 'n.c.' indica que no ha sido cuantificado.

- Se ha creado un **logo de la imagen corporativa** de las entidades participantes y un poster con los datos del proyecto y las entidades que lo financian. Este Poster se ha colocado en los invernaderos del CEBAS, UMH y en la finca experimental de la Cooperativa agrícola de Orihuela.



#### ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN REALIZADAS



-En las **páginas web del CEBAS, UMH y Cooperativa agraria** se ha dado divulgación al proyecto introduciendo un pequeño resumen exponiendo los objetivos del proyecto. Ver los links en la sección siguiente.

-En el **programa de radio “La ciencia que viene”** la Dr. Inmaculada Simón le hicieron una entrevista en la que parte de la misma se habló de este proyecto de la Generalitat.  
<https://lnkd.in/dv3XXbu>

-**Publicaciones en Prensa.** Se publicó una nota de prensa la revista Levante Agrícola en el cuarto trimestre de 2019, número 449, en la que se expuso las líneas generales del proyecto.



#### -Publicaciones en revistas científicas JCR.

García-Sánchez, F., S. Simón-Grao, J. J. Martínez-Nicolás, M. Alfosea-Simón, C. Liu, C. Chatzissavvidis, J. G. Pérez-Pérez, J. M. Cámara-Zapata. 2020. Multiple stresses occurring with boron toxicity and deficiency in plants. Journal of Hazardous Materials 397: 1227132. Q1 en “Enviromental Science”.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389420307020>

#### Talleres de divulgación

- Actividad de divulgación científica “Selección de nuevas variedades comerciales y de cultivos alternativos destinados a agricultura ecológica en condiciones de clima cambiante” en el evento de divulgación TALLERES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA EN EL MUDIC por la Universidad Miguel Hernández. Diciembre 2020.

#### Webinar

- La Escuela Politécnica Superior de Orihuela (UMH) celebre el 16 de abril del 2021 un Webinar con el título “Selección de variedades comerciales de cítricos y de cultivos alternativos destinados a agricultura ecológica en condiciones de clima cambiante”. En dicho evento se comentó en que consistió el proyecto, y, se expusieron los resultados más relevantes del mismo.

#### LINKS AL PROYECTO

<http://agrotransfer.csic.es/category/proyectos-regionales/>

[http://www.cebas.csic.es/general\\_spain/feder.html](http://www.cebas.csic.es/general_spain/feder.html)

<https://www.serviciosagricolas.es/node/82>

<https://radio.umh.es/ca/2021/03/22/las-propiedades-y-beneficios-de-la-jatropha-curcas-para-el-biodiesel-en-la-ciencia-que-viene-22-de-marzo-de-2021/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389420307020>

	<a href="https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6782206034137104384">https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6782206034137104384</a>  <a href="https://drive.google.com/file/d/1NJI4IYAT7M7QbhLY71SyAW0ETzyCSot_/view">https://drive.google.com/file/d/1NJI4IYAT7M7QbhLY71SyAW0ETzyCSot_/view</a>
<b>OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE</b>	
<b>OTROS LINKS RELACIONADOS</b>	
<b>CONTACTO</b>	<p>Inmaculada Simon (UMH). Coordinadora del proyecto e IP de la UMH <a href="mailto:inma.simon@umh.es">inma.simon@umh.es</a>  Francisco Garcia Sanchez (CEBAS-CSIC). IP del grupo del CEBAS <a href="mailto:fgs@cebas.csic.es">fgs@cebas.csic.es</a>  Cooperativa Agrícola Católica de Orihuela. <a href="mailto:info@serviciosagricolas.es">info@serviciosagricolas.es</a></p>