



Revista Española de Ciencias Agrarias



ECONOMÍA

La “unidad de explotación” clave en los procesos expropiatorios.

FRUTICULTURA Y CITRICULTURA

Caracterización de nuevos portainjertos de cítricos frente a condiciones de estrés biótico y abiótico

FERTILIZACIÓN Y SUSTRATOS

Indicadores ópticos en ciruelo japonés bajo distintas estrategias de fertilización

SUMARIO



- 4 **Editorial.** *Inteligencia Artificial en la Agricultura. Retos y Perspectivas para una Agricultura de Precisión*
 - 6 *Inteligencia ecosistémica para adaptar los cultivos al cambio climático*
 - 10 *Parámetros hídricos y ornamentales de plantas de plumbago cultivadas en invernadero y regadas con agua salina*
-

NUESTROS GRUPOS DE TRABAJO HABLAN DE...

- 14 **FRUTICULTURA Y CITRICULTURA.** *Caracterización de nuevos portainjertos de cítricos frente a condiciones de estrés biótico y abiótico*
 - 16 **ALIMENTACIÓN Y SALUD.** *Revalorización de los frutos de *Crataegus monogyna* Jacq., *Sorbus aria* (L.) Crantz y *Vaccinum myrtillus* L., para su uso alimentario*
 - 20 **FERTILIZACIÓN Y SUSTRATOS.** *Indicadores ópticos en ciruelo japonés bajo distintas estrategias de fertilización*
 - 24 **ECONOMÍA.** *La “unidad de explotación” clave en los procesos expropiatorios. Demérito en la valoración de fincas rústicas*
 - 27 **POSRECOLECCIÓN E INDUSTRIA.** *Impacto de la espermidina en la producción y calidad postcosecha de dos variedades de naranja: ‘Sanguinelli’ y ‘Cara Cara’*
-

CONGRESOS Y JORNADAS

- 31 XVIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas
-

NOTICIAS

- 32 Grupo Operativo VOLTAGRO
-



Francisco José Arenas Arenas
Presidente SECH

Inteligencia Artificial en la Agricultura. Retos y Perspectivas para una Agricultura de Precisión

Con la irrupción de la inteligencia artificial (IA) de manera generalizada, la sociedad actual se enfrenta a un verdadero cambio de paradigma. Esta tecnología, a buen seguro supondrá un antes y un después en la manera que tenemos de entender el mundo y buscar soluciones a los problemas y desafíos a los que nos enfrentaremos. La agricultura, como sector imprescindible para la sociedad, no está ajena a estos cambios que ya están sucediendo. El nivel y profundidad de los cambios que a buen seguro provocará la IA supondrán una revolución a todos los niveles de la producción agrícola, desde los métodos tradicionales hasta la manera en que los agricultores toman decisiones cotidianas. Aunque aún estamos en las etapas iniciales, los beneficios y las posibilidades que ofrece esta tecnología son enormes y prometen cambiar radicalmente nuestra forma de producir alimentos.

La agricultura basada en IA permite optimizar recursos, tomar mejores decisiones y prever riesgos de manera más efectiva. Gracias a técnicas como el aprendizaje automático y la visión artificial, ya es posible detectar de manera temprana enfermedades en cultivos, como el mildiu en tomates o la roya en cereales, mediante drones equipados con cámaras especializadas. Estos sistemas analizan miles de imágenes en poco tiempo, identificando señales y patrones que escapan al ojo humano, lo que permite aplicar tratamientos preventivos con precisión, reduciendo costes y daños ambientales. Otro ejemplo prometedor es el riego inteligente, donde sensores instalados en el suelo informan en tiempo real sobre la humedad del terreno, ayudando a aplicar exactamente la cantidad necesaria de agua, evitando así desperdicios y mejorando la eficiencia de la parcela. Esto ya está mostrando beneficios claros en regiones agrícolas que sufren estrés hídrico, logrando ahorros de hasta un 40% en el consumo de agua.

A pesar de los beneficios potenciales del uso de esta tecnología, su implantación efectiva en el sector agrícola no es sencilla y se enfrenta a dificultades importantes. Uno de los más significativos es la obtención de datos de calidad. Los algoritmos de IA basan su buen funcionamiento en la calidad de los datos que se les proporciona, que no siempre es fácil de obtener en el sector agrícola. Es importante destacar que una mala calidad de los datos puede ser un factor limitante en la precisión y fiabilidad de las predicciones.

Otro factor limitante en la implantación de la IA en la agricultura es la brecha tecnológica. Mientras que grandes explotaciones adoptan rápidamente estas tecnologías, el pequeño agricultor corre el riesgo de quedarse excluido por falta de acceso a recursos o

formación adecuada. Por ello, es fundamental por parte de la Administración, el diseño de programas integrales de capacitación en agronomía digital que sean accesibles para productores de todos los tamaños.

Desde una perspectiva ética, también debemos estar atentos al impacto social y ambiental que pueda tener la generalización del uso de la IA. Es necesario garantizar que esta tecnología promueva una agricultura más equitativa y sostenible, evitando incrementar desigualdades existentes o provocar consecuencias no deseadas en el medio ambiente. Para ello, su implementación debe realizarse en base a principios científicos y humanistas, en colaboración entre investigadores, ingenieros agrónomos y productores, con el objetivo de dotar al sector de herramientas que lo hagan más resiliente, sostenible y eficiente.

Pese a estos desafíos existentes, el potencial transformador de la IA en agricultura es innegable. En los próximos años, asistiremos probablemente a la generalización en las parcelas de tractores autónomos capaces de sembrar y cosechar de forma precisa las 24 horas del día o sistemas predictivos altamente sofisticados que permitan anticipar con meses de antelación la producción exacta de una finca. Estas innovaciones no sólo incrementarán la eficiencia, sino que permitirán gestionar mejor los recursos y enfrentarnos a desafíos globales como el cambio climático.

Francisco José Arenas Arenas

Presidente SECH





Inteligencia ecosistémica para adaptar los cultivos al cambio climático

Ángela S. Prudencior*,
Juan José Guerrero*,
Jose Ángel Martín Rodríguez¹,
Maialen Ormazabal¹, Juan
A. López¹, Puri A. Martínez-
Melgarejo¹, C. Martínez-
Andújar¹, Antonio R. Jiménez²
y Francisco Pérez-Alfocea^{**}

¹ Departamento de Nutrición Vegetal,
CEBAS-CSIC, Campus Universitario de
Espinardo, Murcia

² Centro de Automática y Robótica,
CAR-CSIC, Arganda del Rey, Madrid

* Autores con contribución similar

** Correspondencia:
alfoce@cebas.csic.es

Uno de los retos más acuciantes de la agricultura es el mantenimiento de la producción de alimentos para una población creciente bajo unas condiciones subóptimas de cultivo impuestas por el cambio climático, como la sequía y las temperaturas elevadas. Al mismo tiempo las poblaciones de polinizadores de las que dependen la mayoría de los cultivos se encuentran en declive, y se desconoce el impacto de la mejora vegetal en las interacciones ecológicas planta-polinizador. El proyecto DARKWIN propone un nuevo sistema de fenotipado y selección de plantas en condiciones de estrés ambiental asistido por insectos polinizadores como los abejorros (*Bombus terrestris*). Es decir, son los polinizadores los que deciden, a través de su alimentación, que plantas son más adecuadas en condiciones de presión ambiental. En este proyecto se evalúa una población de tomate consistente en líneas de introgresión genética de una especie silvestre (*Solanum pimpinellifolium*) en una variedad comercial (*Solanum lycopersicum*). Se abordan cinco fases: (1) monitorización de polinizadores mediante radiofrecuencia, (2) plataforma de fenotipado que integre esa tecnología de rastreo y el control ambiental para el análisis de caracteres florales y agronómicos, (4) la generación de híbridos comerciales a partir de selecciones del polinizador, y (5) la comunicación y diseminación de resultados. El éxito del proyecto afianzará una nueva vía de mejora de cultivos que salvaguarda las interacciones ecosistémicas para conseguir una agricultura más resiliente y sostenible.

Palabras clave: servicios ecosistémicos, resiliencia, mejora genética, tolerancia a estrés, polinizadores

AGRADECIMIENTOS:

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte Europa – EIC PathFinder de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención n.º IO1098680 (DARKWIN) y del programa UE NextGeneration EU/PRTR/ AEI/IO.13039/501100011033 (proyectos BEEPHEN PDC2022-133986-I00 y RUETOM TED2021-132256B-C21). Este estudio forma parte del programa AGROALNEXT y recibe el apoyo de MCIN con financiación de NextGenerationEU de la UE (PRTR-C17.11), y de la Fundación Séneca de la Comunidad Autónoma Región de Murcia (CARM), al igual la beca de formación de doctorado a JJG (proyecto 21796/FPI/22).

Los agricultores se enfrentan a un escenario donde satisfacer la demanda de comida es más difícil que nunca, ya que mientras la población sigue creciendo, las condiciones climáticas cambian afectando al aumento de las temperaturas y a la disponibilidad de agua, que a su vez amenazan la producción de los cultivos. Es en este contexto surge el proyecto DARKWIN para encontrar nuevas vías de resiliencia vegetal a través de la re-domesticación y la mejora, mediante el uso de la colaboración mutualista ancestral entre las plantas y los polinizadores, como los abejorros (*Bombus terrestris*), para seleccionar las variedades más productivas y tolerantes bajo condiciones ambientales limitantes.





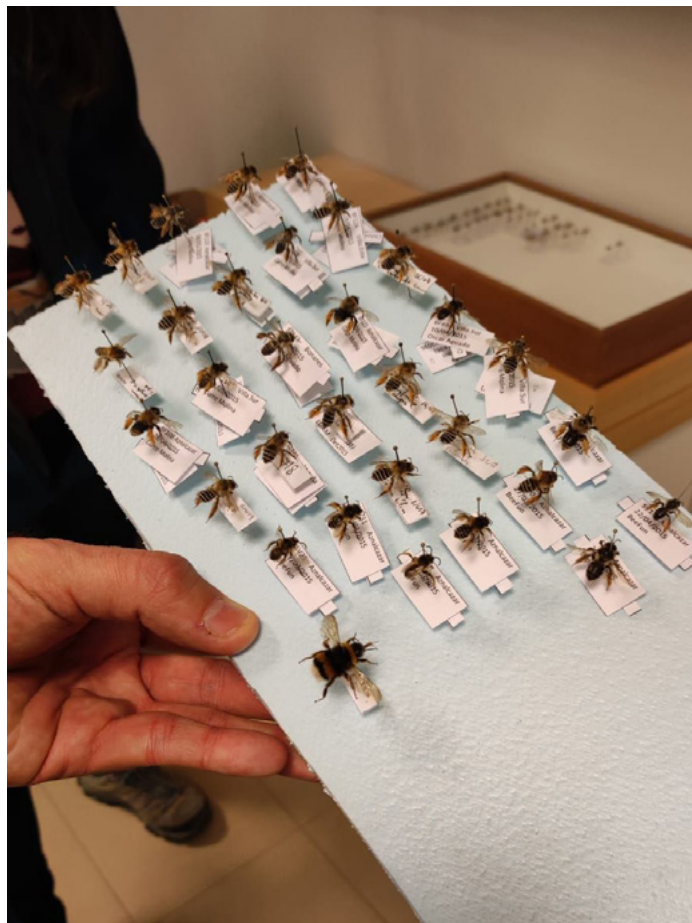
Figura 1.
Fases de desarrollo del Proyecto DARKWIN.

El concepto del proyecto DARKWIN comenzó con una observación simple pero potente: las plataformas de fenotipado tradicional, que dependen en gran medida de imágenes para evaluar el estado de la planta y su crecimiento, están a menudo limitadas a plantas pequeñas y raramente son capaces de captar de forma efectiva los rasgos florales. Sin embargo, las flores y sus rasgos resultan cruciales ya que son más sensibles a los cambios ambientales como el calor o la sequía. Así, se plantea vencer estas limitaciones y explorar métodos alternativos para analizar estos caracteres tan determinantes para el fenotipado y selección a gran escala.

Durante décadas, la influencia mutua de la mejora en las comunidades de plantas y polinizadores ha sido generalmente ignorada. El proyecto DARKWIN apuesta por favorecer la producción vegetal, así como las interacciones ecológicas en ecosistemas agronómicos. La innovación de este proyecto consiste en usar insectos polinizadores como “drones naturales” para evaluar el estado y la productividad de las plantas. La hipótesis es que los insectos mostrarán una preferencia de forma natural hacia plantas que producen una comida de mayor

calidad en condiciones de estrés, haciendo de estas plantas candidatas ideales para la mejora de los cultivos.





DARKWIN o “Selección natural y mejora de plantas asistida por polinizadores en condiciones de cambio climático”, es un proyecto financiado por la Unión Europea, formado por un consorcio multidisciplinar dirigido por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y apoyado por destacados grupos internacionales. DARKWIN se remonta al principio de la “selección natural”, concebido por Charles Darwin en su Teoría de la Evolución, basada en la adaptabilidad de ciertos individuos en un ambiente específico. Por tanto, la selección de plantas dependerá de la interacción planta-polinizador bajo una determinada presión ambiental (sequía, déficit de nutrientes, salinidad, etc.).

Las plataformas de fenotipado actuales seleccionan normalmente las plantas más verdes y oscuras, que contienen más clorofila, como indicador de los fenotipos mejor adaptados (las plantas oscuras ganan “dark plants win”). Por otra parte, los insectos polinizadores, que en el curso de la evolución han aprendido a evaluar la química de las flores, actuarían como sensores naturales del bienestar fisiológico de la planta (haciendo referencia a la evolución darwiniana de las interacciones planta-polinizador). De esta manera el proyecto DARKWIN integra los caracteres tradicionales

de fenotipado con aquellos que utiliza el abejorro a través de sus sensores biológicos para seleccionar las mejores plantas.

El objetivo principal de este proyecto se ha materializado en una plataforma de fenotipado y selección única para la mejora asistida por polinizadores, basada en un sistema de geo-posicionamiento por radiofrecuencia (RFID), específicamente diseñado para los abejorros, que cuantifica la preferencia del polinizador en una población bajo estrés combinado (estrés por calor y estrés hídrico), para simular un escenario de cambio climático. Para ello, el proyecto se organiza en cuatro paquetes de trabajo científico técnicos, equivalentes a las distintas fases de desarrollo (Figura 1).

FASE 1: SISTEMA DE GEO-POSICIONAMIENTO

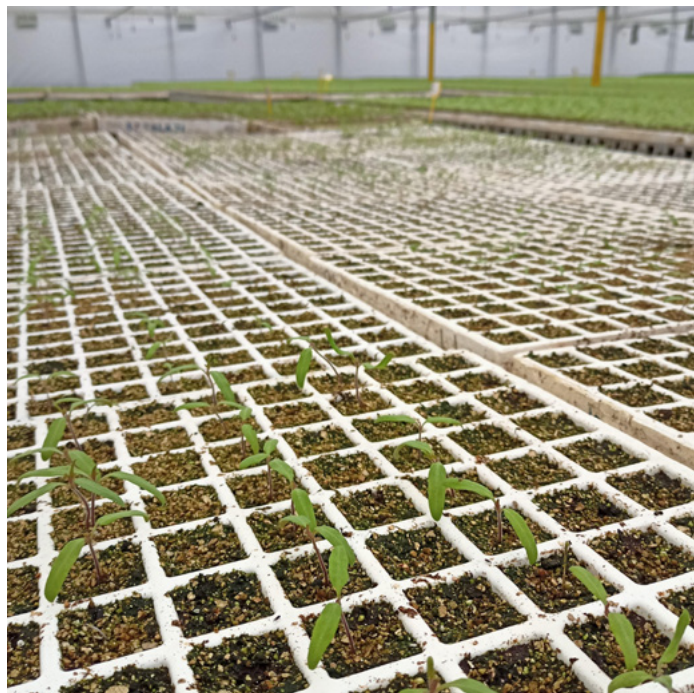
El trabajo comenzó con la creación de un dispositivo de geo-posicionamiento basado en tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Este sistema permite el seguimiento espacio-temporal de los polinizadores para monitorizar su dinámica de forrajeo a través de parámetros como el número de visitas y el tiempo de permanencia en cada planta. Además, se escogió el tamaño de etiqueta RFID óptimo para garantizar una detección precisa sin alterar el comportamiento de los abejorros. Este dispositivo constituye la base para cuantificar y analizar de manera precisa las interacciones planta-polinizador de forma individual.

FASE 2: PLATAFORMA DE FENOTIPADO

En la siguiente etapa, se construyó una plataforma de fenotipado en un invernadero con capacidad para alojar un cultivo de más de mil plantas de tomate a lo largo de su ciclo completo. Esta infraestructura integra seis módulos de invernadero con un sistema versátil de control ambiental y de riego individualizado, junto con el dispositivo de geo-posicionamiento que permite monitorizar individualmente un tercio del total de las plantas.

FASE 3: CULTIVO Y FENOTIPADO FLORAL

En esta fase, se cultivó una población de mapeo genético procedente de un cruzamiento entre el tomate doméstico (*S. lycopersicum* cv Moneymaker) y una especie de tomate silvestre (*S. pimpinellifolium* acc. TO-937) en la plataforma de fenotipado, tanto bajo condiciones óptimas de crecimiento, así como bajo condiciones de cambio climático. Además de los datos de interacción genotipo x ambiente x polinizador (GxE_xP), se recopilaban y analizaban una amplia variedad de datos, incluyendo rasgos morfológicos, nutricionales,



metabólicos, transcriptómicos y hormonales que podrían influir en la elección de los polinizadores y en la resiliencia de las plantas.

FASE 4: SELECCIÓN DE VARIEDADES

La información recabada se conecta a un sistema de gestión de datos que alimenta un software de mejora asistida por polinizadores. Este software combina los datos agronómicos y multiómicos con la preferencia de los polinizadores para comprender sus decisiones de forrajeo y ayudar a seleccionar líneas de tomate prometedoras con fines de mejora de variedades frente a cambio climático. Las líneas seleccionadas en base a las preferencias de los polinizadores se utilizarán para producir híbridos F1 pre-comerciales con líneas élite de mejora de tomate y serán sometidas a pruebas de fenotipado para validar su resistencia al estrés y su viabilidad para el mercado.

FASE 5: COMUNICACIÓN Y APLICACIÓN DE RESULTADOS

Durante todo el desarrollo del proyecto se coordina una gestión eficiente de los resultados y su disseminación y comunicación activa con la comunidad científica, empresas del sector agrícola y otras partes interesadas, a través de jornadas de divulgación. DARKWIN participa en eventos clave, publica los hallazgos y trabaja para asegurar que estas innovaciones lleguen a quienes más las puedan necesitar, contribuyendo a una agricultura más sostenible

y adaptada al cambio climático. Simultáneamente se planifican acciones de protección y explotación de los resultados clave que pudieran tener un impacto económico e industrial.

En resumen, el proyecto DARKWIN es altamente disruptivo e innovador y persigue trazar un nuevo camino hacia la obtención de cultivos más resilientes y sostenibles en un contexto de cambio climático, basado en decisiones ecológicas. Los resultados podrían ser transferidos a otros cultivos que interaccionen con polinizadores (90% de los de interés humano), así como a cualquier ambiente subóptimo que limite la productividad vegetal y pueda representar una presión de selección. El impacto de la selección mediada por polinizadores sobre características de composición y calidad de los productos hortofrutícolas también está siendo evaluado.



@phormones_cebas; @darkwin_eu



DARKWIN European Project



@darkwin_eu



darkwin.eu





Parámetros hídricos y ornamentales de plantas de plumbago cultivadas en invernadero y regadas con agua salina

Daniel Bañón^a,
María Fernanda Ortuño^a,
María Jesús Sánchez-
Blanco^a, María José Gómez-
Bellot^b, Sebastián Bañón^b

^aDepartamento de Riego, CEBAS-
CSIC, PO. Box 164, Murcia, 30100,
España

^bDepartamento de Ingeniería
Agronómica, UPCT, 30203, España

RESUMEN

El riego de cultivos ornamentales con agua salina es una alternativa sostenible al uso del agua convencional. Sin embargo, es necesario conocer los efectos de la salinidad en las plantas y gestionar de manera adecuada el riego en condiciones salinas. *Plumbago auriculata* es una especie halófila ampliamente utilizada en jardinería mediterránea. Este experimento se llevó a cabo en un invernadero en el que se regaron plantas de *Plumbago* en maceta con dos niveles de salinidad 2,0 (control), y 5,5 dS m⁻¹ (salino) desde mayo a junio, 2023. Durante el ensayo se evaluaron los efectos de la salinidad sobre los parámetros de riego, crecimiento y características estéticas de las plantas. La salinidad redujo significativamente el peso seco de los brotes en un 42% en comparación con el control, debido fundamentalmente a la disminución del desarrollo foliar, lo que supuso una disminución de la transpiración y una mayor retención de agua en el sustrato. Las plantas salinas gastaron un mayor volumen de agua, como consecuencia de mayores fracciones de lixiviación. Las plantas regadas con agua salina no vieron afectado su contenido relativo de clorofila (SPAD) en las hojas, confirmando la ausencia de amarilleamiento o necrosis foliar, a pesar de tener una mayor acumulación de iones Na y Cl. El riego salino dio lugar a plantas comercializables, ya que redujo el tamaño, pero no la calidad visual de las mismas, lo cual indica que *Plumbago* es un buen candidato para su producción en vivero bajo riego salino.

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua a nivel mundial provoca la necesidad de utilizar agua de baja calidad en la agricultura, y el riego de cultivos ornamentales con agua salina o reciclada puede ser una buena alternativa. El objetivo es conseguir un equilibrio entre sostenibilidad y rentabilidad, lo que implica aumentar el conocimiento sobre los efectos de la salinidad en las plantas y el manejo del riego salino (Cirillo et al., 2018). El agua marginal contiene altos niveles de sales que son perjudiciales para las plantas, incluyendo la reducción del crecimiento, daños foliares y florales, limitaciones estomáticas e incluso daños fotoquímicos. La reducción de la superficie foliar y/o el cierre estomático pueden alterar la transpiración. El objetivo de este estudio fue determinar el manejo del riego en maceta, la respuesta

fisiológica y ornamental de una planta halófila (*Plumbago auriculata*) cuando se aplica agua salina durante su producción en invernadero. Esta información nos ayudará a mejorar la sostenibilidad de las prácticas de riego en la producción comercial en vivero de plantas ornamentales.

CONDICIONES EXPERIMENTALES Y MEDIDAS

Se cultivaron plantas de *Plumbago auriculata*, de tres meses en un invernadero cubierto de policarbonato. Las plantas se trasplantaron a macetas de PVC negro de 2,5 l, que contenían una mezcla de turba blanca, fibra de coco y perlita (67/30/3, v/v/v). El experimento se llevó a cabo durante mayo a julio, 2023. Se aplicaron dos niveles de salinidad en el agua de riego: control (2,0 dS m⁻¹) y salino



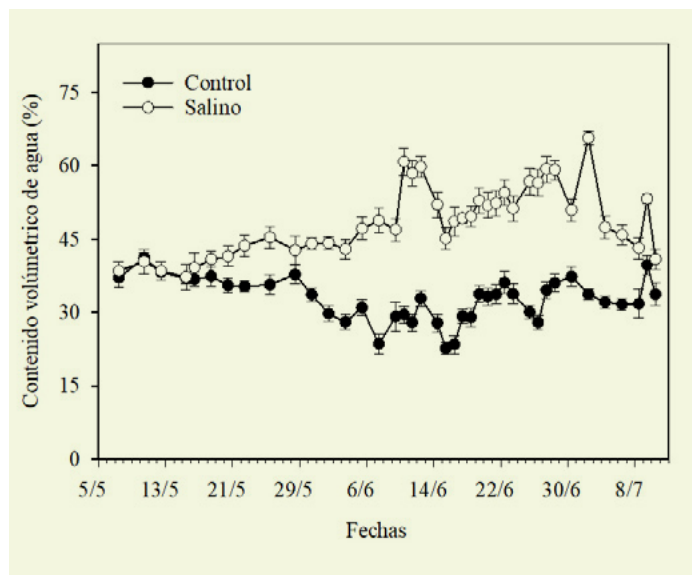


Fig.1.
Contenido Volumétrico de Agua en el suelo (CVA) durante el ensayo.

(5,5 dS m⁻¹). Se utilizaron emisores autocompensantes de 2,3 l h⁻¹ (Netafim Ltd.). El riego se controló mediante sensores de suelo GS3 (METER Group, Inc.) conectados a un registrador de datos CR1000 (Campbell Scientific, Inc.). El contenido volumétrico de agua (CVA) se estimó a partir de la permitividad medida en el sustrato por los GS3. El CR1000 calculaba la CVA media en el sustrato para los seis sensores (control y salinidad), y se aplicaba un riego cuando el CVA alcanzaba el 38%. El consumo de agua se obtuvo restando el volumen total de lixiviado del volumen total de agua aplicada. Al final del experimento en seis plantas por tratamiento, se determinó el peso seco de la parte aérea y el área foliar utilizando un LI-3100C (LI-COR biosciences). Para el contenido relativo de clorofila (CRC) se utilizó un SPAD-502, y se determinó el contenido de Na⁺ en hojas, mediante espectrofotometría de emisión de plasma acoplado inductivamente (IRIS Intrepid II XDL ICP-OES). Se analizó la concentración de cloruro en el extracto acuoso utilizando un analizador de cloruro (Mod. 926, Sherwood Scientific).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La programación del riego dio lugar a 38 riegos y 23,53 l maceta de agua aplicada en ambos tratamientos. Sin embargo, las fracciones de lixiviación fueron del 26,5 y el 45,5% para el control y la salinidad, respectivamente (Tabla 1). La evolución del CVA del sustrato indica como el tratamiento salino retuvo más agua (Figura 1), como consecuencia de una disminución de la ET, provocada por la menor superficie transpirante (Tabla 1). La salinidad redujo significativamente el peso seco de los brotes en un 42% en comparación con el control, en parte debido a la reducción del área foliar (Tabla 1).



Foto 1.
Cálculo de la ET de la planta.

Estos resultados coinciden con los reportados en otros arbustos ornamentales regados con diferentes niveles de salinidad (Bañón et al., 2022; Gómez-Bellot et al., 2013). La salinidad no afectó al CRC en las hojas (Tabla 1), lo que confirma la ausencia de amarilleamiento o necrosis en las mismas. Se sabe que la salinidad acelera la degradación de la clorofila foliar y esta respuesta se ha asociado a especies sensibles (Acosta-Motos et al., 2017), lo que concuerda con las características halófitas de Plumbago. Uno de los indicadores más usados para el análisis de la actividad fotoquímica de las plantas es la tasa de transporte de electrones (ETR) (Figuerola et al., 2017). Una reducción en los parámetros de fluorescencia de la clorofila se ha relacionado con daños en las plantas inducidos por la salinidad (Percival, 2005). En Plumbago, el ETR fue de aproximadamente 20 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sin diferencias significativas entre la salinidad y el control. Esto indica que el fotosistema II (PSII) no resultó dañado y, según Acosta-Motos et al., (2017), las plantas mostraron una adecuada eficiencia del proceso fotoquímico en el PSII. Tanto en condiciones control como salinas, las hojas de Plumbago acumularon más cloruro que sodio, pero bajo salinidad,





Foto 1.
Fase de floración.

el contenido de Na^+ y Cl^- aumentó tres veces comparado con el control (Duan et al. 2023). Probablemente, la presencia de glándulas y otras estructuras foliares en esta especie ayudo a compartimentar las sales a nivel vacuolar (Singh et al. 2018).

CONCLUSIONES

La producción comercial de *Plumbago auriculata* en maceta bajo riego salino de aproximadamente 5.5 dS m^{-1} es sostenible para producir una planta ornamental con calidad comercial aceptable, aunque el manejo del riego en dichas condiciones es fundamental para lograr dicho fin.

Esta investigación fue financiada por el Proyecto PID2022-141821OB-I00.

REFERENCIAS

- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Díaz-Vivancos, P., Sánchez-Blanco, M. J., & Hernández, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18.

- Bañón, D., Lorente, B., Ortuño, M. F., Bañón, S., Sánchez-Blanco, M. J., & Alarcón, J. J. (2022). Effects of saline irrigation on the physiology and ornamental quality of *Euphorbia Ascot Rainbow* and its relationship with salinity indexes based on the bulk electrical conductivity. *Scientia Horticulturae*, 305, 111406.
- Cirillo, V., Masin, R., Maggio, A., & Zanin, G. (2018). Crop-weed interactions in saline environments. *European Journal of Agronomy*, 99:51-56.
- Duan, Y., Lei, T., Li, W., Jiang, M., Zhao, Z. A., Yu, X. and Gao, S. (2023). Enhanced Na^+ and Cl^- sequestration and secretion selectivity contribute to high salt tolerance in the tetraploid recretohalophyte *Plumbago auriculata* Lam. *Planta*, 257(3), 52
- Gómez-Bellot, M. J., Álvarez, S., Castillo, M., Bañón, S., Ortuño, M. F., & Sánchez-Blanco, M. J. (2013). Water relations, nutrient content and developmental responses of *Euonymus* plants irrigated with water of different degrees of salinity and quality. *Journal of plant research*, 126, 567-576.
- Singh, K., Naidoo, Y., & Baijnath, H. (2018). A comprehensive review on the genus *Plumbago* with focus on *Plumbago auriculata* (Plumbaginaceae). *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 15(1), 199-215.

Tabla 1.

Parámetros de riego, crecimiento, iones salinos y CRC al final del experimento.

PARÁMETROS	CONTROL		SALINO	
Nº de riegos	38	-	38	-
Agua aplicada (l pot^{-1})	23.53	-	23.53	-
Consumo (l pot^{-1})	17.30	b	12.82	a
Fracción de lavado (%)	26.52	a	45.48	b
EC Lavado (dS m^{-1})	3.67	a	7.14	b
Peso seco brotes (g)	52.23	b	30.20	a
Área foliar (dm^2)	16.25	b	9.02	a
ETR ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	20	a	19	a
CRC (%)	29.95	a	27.77	a
Cl^- (mg g^{-1})	21.34	a	57.8	b
Na^+ (mg g^{-1})	9.06	a	28.02	a
ET (ml pot^{-1})	8761	a	6759	b

Letras diferentes en la misma línea indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con el test LSD $P < 0.05$.

Líder europeo en tecnología y tratamientos postcosecha de frutas y hortalizas



stay fresh with
innovation

www.citrosol.com





Caracterización de nuevos portainjertos de cítricos frente a condiciones de estrés biótico y abiótico

**Aurora Moreno-Lora,
Estefanía Romero-Rodríguez,
Virginia Domínguez-Armario,
Rocío Calero-Velázquez,
Áurea Hervalejo y
Francisco J. Arenas-Arenas.**

*Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera,
Alimentaria y de la Producción
Ecológica, Centro IFAPA las Torres
(Alcalá del Río, Sevilla).*

Los portainjertos desempeñan un papel crucial en la adaptación de los cítricos al cambio climático, la escasez de recursos hídricos y la resistencia a plagas y enfermedades, entre otros factores limitantes. En ese sentido, los programas de mejora genética trabajan para desarrollar nuevos genotipos que sean resistentes a enfermedades y tolerantes a diversos factores de estrés. No obstante, es esencial evaluar el comportamiento de estos genotipos en función de las condiciones edafoclimáticas específicas de cada zona de cultivo. A través de ensayos de caracterización, instituciones como IFAPA analizan la respuesta de estos portainjertos a factores de estrés biótico y abiótico, generando información clave para optimizar la producción de cítricos de manera eficiente y sostenible.

Los cítricos son un cultivo de gran relevancia a nivel mundial, que actualmente se enfrenta a importantes retos derivados del cambio climático, la disponibilidad limitada de recursos hídricos y la creciente incidencia de plagas y enfermedades, entre otros. En particular, el cambio climático está contribuyendo al aumento de periodos prolongados de estrés hídrico, tanto por sequía como por encharcamiento (Merino et al., 2015), afectando a la fisiología y productividad del cultivo. Además, la acumulación de sales en la rizosfera, asociada al uso de aguas de mala calidad y a la aplicación excesiva de fertilizantes, reduce el potencial hídrico del suelo y genera toxicidad por la acumulación de iones en los tejidos vegetales (Grattan et al., 2015; Syvertsen y García-Sánchez, 2014). Por otro lado, se estima que en la cuenca mediterránea entre el 20% y el 50% de las plantaciones leñosas presentan deficiencias de ciertos nutrientes, como el hierro (Fe), debido a la naturaleza de los suelos alcalinos y calcáreos que limitan su disponibilidad para las plantas (Jaeger et al., 2010; Colombo et al., 2014).

Entre los factores bióticos que limitan la producción de cítricos, destacan las enfermedades causadas por *Phytophthora* spp., oomiceto responsable de la podredumbre radicular y del tallo, así como del “aguado” de los frutos. Así mismo, el nematodo de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*) puede provocar importantes pérdidas de cosecha. Las hembras adultas infectan las raíces y se alimentan de ellas, provocando un

debilitamiento de la planta y reduciendo el rendimiento del cultivo (Verdejo-Lucas y McKenry, 2004).

Los portainjertos tienen un papel clave en la adaptación de los cítricos a los factores de estrés. La selección de un portainjerto adecuado para las condiciones específicas de cada plantación puede contribuir a reducir los niveles de estrés biótico y abiótico, además de mantener la salud y la productividad del cultivo. En este contexto, diversos programas de mejora genética, desarrollados por instituciones públicas y empresas privadas, han trabajado en la obtención de nuevos genotipos con mejor adaptabilidad edafoclimática y mayor resistencia a estreses bióticos y abióticos. En 1893, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) puso en marcha el primer programa de mejora genética y, desde entonces, trabajan en la selección y evaluación de material vegetal tolerante a factores de estrés biótico y abiótico, así como en la mejora de la productividad y calidad del fruto. En la Universidad de Florida, la investigación se ha orientado hacia la obtención de portainjertos tolerantes a enfermedades, principalmente al Huanglongbing (HLB), enfermedad descrita como una de las más devastadoras para el sector cítrico. En España, el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) ha desarrollado una línea de investigación centrada en la obtención de nuevos portainjertos tolerantes al virus de la tristeza (CTV) y a *Phytophthora* spp. No obstante, la selección de nuevos genotipos requiere evaluaciones rigurosas, dado



Imagen 1.

Detalle de ensayo de portainjertos bajo condiciones controladas en invernadero. Plantas cultivadas en maceta bajo el ensayo de caracterización frente a estrés hídrico.

que la mejora de ciertas características puede afectar negativamente a otras. En ese sentido, es fundamental estudiar el comportamiento de estos nuevos materiales bajo el efecto de los principales factores de estrés de cada zona de cultivo.

En Andalucía, el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) lleva más de una década caracterizando portainjertos procedentes de distintos programas de mejora genética. Concretamente, en el centro IFAPA Las Torres se realizan ensayos tanto en condiciones controladas, en invernadero, como en campo.

Los ensayos de invernadero se centran en evaluar la respuesta fisiológica de los portainjertos frente a los principales factores de estrés biótico, como la incidencia de *Phytophthora* spp. y del nematodo de los cítricos, y abiótico, comunes de la cuenca mediterránea, como la salinidad, la toxicidad por boro, la caliza activa y el estrés hídrico (Imagen 1). Para llevar a cabo estos ensayos se establece un diseño experimental con dos factores: i) el factor de estrés (con diferentes niveles), y ii) el genotipo (que incluye dos portainjertos de referencia comúnmente empleados en la zona, y reconocidos por su tolerancia o sensibilidad al factor de estrés estudiado). Los plantones, generalmente de 6-12 meses de edad, se colocan en macetas distribuidas aleatoriamente en bloques. Previo al inicio de los ensayos, se establece un periodo de aclimatación que dura, como mínimo, dos semanas. Durante los ensayos se determinan parámetros fisiológicos, como la conductancia estomática de las hojas, su contenido de clorofila y el contenido relativo de agua, y parámetros de crecimiento y nutrición, como la producción de biomasa seca y la concentración de nutrientes en los diferentes tejidos vegetales. Los resultados se analizan

estadísticamente y, en base a ellos, se asigna a cada portainjerto un nivel relativo de tolerancia.

Posteriormente, aquellos portainjertos con mejor respuesta a los factores evaluados, se siembran en campo y se estudia su comportamiento bajo las condiciones edafoclimáticas típicas de distintas zonas de cultivo de Andalucía (Imagen 2). Para ello, son injertados con variedades tradicionales de la zona, como naranja dulce grupo Navel 'Lane Late', mandarina Clementina 'Clemenules' y limón 'Fino', y se estudia su influencia en el comportamiento agronómico de la variedad. En cada campaña se realizan medidas de biometría de los árboles para determinar el crecimiento vegetativo de los mismos (afinidad variedad-patrón, altura y volumen de copa), de entrada en producción, producción por árbol y calidad final de la fruta (morfológica: peso, calibre, espesor de corteza e índice de color; y organoléptica: contenido en zumo, densidad, contenido en sólidos solubles totales o azúcar; acidez total e índice de madurez). Los resultados obtenidos en estos análisis complementan a los obtenidos en los ensayos de invernadero.



Imagen 2.

Detalle de ensayo de portainjertos bajo condiciones de campo. Parcela experimental de naranja dulce 'Lane Late' injertada sobre 25 patrones en Sevilla.

Los resultados obtenidos proporcionan información clave para la selección de portainjertos adaptados a condiciones específicas, contribuyendo a optimizar la sostenibilidad del cultivo cítrico y a incrementar la biodiversidad de las plantaciones. La caracterización rigurosa de nuevos genotipos permite mejorar la tolerancia a factores de estrés, asegurando una producción cítrica más eficiente, sostenible y resiliente frente a los desafíos agroambientales actuales.





Revalorización de los frutos de *Crataegus monogyna* Jacq., *Sorbus aria* (L.) Crantz y *Vaccinium myrtillus* L., para su uso alimentario

Sánchez-Mata, M.C.¹,
 Tamayo-Vives, C.¹, Vega, E.N.¹,
 González-Zamorano, L.¹,
 Tardío, J.²,
 Pardo-de-Santayana, M.³,
 Fernández-Ruiz, V.¹,
 García-Herrera, P.¹,
 Morales, P.¹,
 Cámara-Hurtado M.¹.

¹ Dpto. Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Pza. Ramón y Cajal s/n. 28040 Madrid.

² IMIDRA. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Finca "El Encín", Apdo. 127, 28800 Alcalá de Henares, España.

³ UAM. Dpto. Biología (Botánica), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Campus de Cantoblanco, Madrid, España.

RESUMEN

Muchos frutos silvestres han sido utilizados de forma tradicional, tanto por sus usos culinarios como en medicina popular. En este trabajo se revisa el estado actual del conocimiento sobre composición y contenido de compuestos bioactivos en los frutos de majuelo (*Crataegus monogyna* Jacq.), mostajo [*Sorbus aria* (L.) Crantz] y arándano (*Vaccinium myrtillus* L.). Todos ellos se revelan como frutos con un perfil nutricional muy saludable, pobres en grasas y azúcares y ricos en compuestos fenólicos. Los frutos de majuelo destacan por la presencia de ácidos fenólicos, flavonoides, proantocianidinas, antocianinas, catequinas, y por sus propiedades antiinflamatorias y cardioprotectoras, así como un cierto efecto inmunomodulador. Los frutos del mostajo presentan contenido relevante de carotenoides, ácidos fenólicos y flavonoides, los cuales están relacionados con su notable potencial antioxidante. Los arándanos destacan por su contenido de antocianinas, kaempferol, quercetina y miricetina, y ácidos hidroxycinámicos, compuestos responsables de su capacidad antioxidante. Por ser fuente de estos compuestos bioactivos, así como por sus propiedades sensoriales, los frutos estudiados alcanzan un especial valor como ingredientes funcionales para la industria alimentaria, como ingredientes en bebidas y yogures, o en productos de panadería y confitería.

Palabras clave: majuelo, mostajo, arándano, composición, compuestos bioactivos, actividad biológica.

INTRODUCCIÓN

En la cuenca Mediterránea existe una gran diversidad de frutos silvestres que se han utilizado tradicionalmente con fines culinarios, así como en medicina popular (Sanchez-Mata & Tardío, 2016). Estos frutos podrían ser una interesante fuente de nutrientes, así como de compuestos antioxidantes para su incorporación en alimentos funcionales y complementos alimenticios,

pudiendo presentar, además otras actividades biológicas.

Este trabajo tiene como objetivo revisar el estado actual del conocimiento sobre la composición y el contenido de compuestos bioactivos de los frutos de *Crataegus monogyna*, *Sorbus aria* y *Vaccinium myrtillus*, en relación a sus actividades biológicas.



A)



B)



C)



Figura 1.

Crataegus monogyna (a), *Sorbus aria* (b), *Vaccinium myrtillus* (c).

COMPOSICIÓN Y BIOACTIVIDAD DE LOS FRUTOS DE *C. MONOGYNA*

El majuelo (*Crataegus monogyna*) es un arbusto o arbolillo de la familia *Rosaceae*, con frutos subglobosos o esféricos, de 5,5-10 x 4,4-9,5 mm, color rojo al madurar y con 1-3 semillas en su interior (Fig. 1). La Tabla 1 presenta algunos aspectos de su composición centesimal. Como compuestos bioactivos hay que destacar la presencia de ácidos fenólicos, flavonoides, proantocianidinas, antocianinas, catequinas, tocoferoles, ácido ascórbico, β -caroteno y ácidos grasos, además de minerales como Cu, Fe, Mg, Mn y Zn. Los compuestos fenólicos y ácidos orgánicos se han identificado como los principales responsables de su bioactividad (Anguera-Tejedor et al., 2024; Tamayo-Vives et al., 2023). Diversos estudios *in vitro* han mostrado la capacidad antioxidante de los extractos de *C. monogyna*; las investigaciones *in vivo* han destacado propiedades antiinflamatorias, cardioprotectoras e inmunomoduladoras (Cui et al., 2024).

En la industria alimentaria los frutos de majuelo se emplean en diversos tipos de productos por su color, así como por sus propiedades antioxidantes. En panadería, mejoran la capacidad antioxidante mientras que en galletas reducen en un 59% la formación de acrilamida (Borczak et al., 2022). En la carne, los extractos controlan la oxidación lipídica, mejoran la estabilidad sensorial y protegen los ácidos grasos poliinsaturados, siendo útiles en alimentos como hamburguesas y carnes envasadas en atmósferas ricas en oxígeno (Akcan et al., 2017; Vallejo-Torres et al., 2023). Los compuestos fenólicos del majuelo se han utilizado también como saborizantes en cervezas y vinos, así como en yogures y kéfir.

COMPOSICIÓN Y BIOACTIVIDAD DE LOS FRUTOS DE *S. ARIA*

El mostajo (*Sorbus aria*), es también una especie arbórea de la familia de las Rosáceas, con frutos de color rojo, globosos o piriformes, con lenticelas dispersas y un diámetro inferior a 1,5 cm (Fig. 1). La Tabla 1 presenta la composición nutricional de estos frutos. Como compuestos bioactivos destacan las pectinas, carotenoides, ácidos fenólicos y flavonoides, relacionados con su notable potencial antioxidante (Petkova et al., 2020).

Desde el punto de vista medicinal, el fruto se considera astringente y se ha empleado también contra afecciones respiratorias (Oria de Rueda et al., 2006; Dávila et al., 2018). Su consumo, crudo y maduro, se ha documentado en diversas zonas montañosas de la Península Ibérica; algunos incluso para hacer licores o mermeladas (Oria de Rueda et al., 2006)(Dávila et al. 2018). Además, debido a su contenido en compuestos bioactivos, estos frutos podrían considerarse como fuente valiosa de antioxidantes para la industria alimentaria (Tamayo-Vives et al., 2023).

COMPOSICIÓN Y BIOACTIVIDAD DE LOS FRUTOS DE *V. MYRTILLUS*

El arándano silvestre (*Vaccinium myrtillus*) es un pequeño arbusto perteneciente la familia *Ericaceae*, con bayas globosas de color negro azulado (Fig. 1) (Gras et al., 2018). Su composición se presenta en la Tabla 1; además contienen ácidos orgánicos (cítrico, málico y quínico); compuestos fenólicos, como antocianinas (delfinidina-3-O-glucósido y delfinidina-3-O-galactósido), flavonoles (kaempferol, quercetina y miricetina) y ácidos hidroxicinámicos, mayoritariamente ácido clorogénico (Vega et al., 2023).



Los arándanos se han usado tradicionalmente con fines medicinales, como antidiarreicos, para mejorar la vista y en las infecciones urinarias (Gras et al., 2018; Zoratti et al., 2016). Además de su consumo directo, estos frutos se han utilizado para la elaboración de mermeladas, tartas y bebidas alcohólicas como el vino o el aguardiente de arándano, a los que les confieren su color característico (Gras et al., 2018). Actualmente tienen una gran importancia comercial, ya que se consumen principalmente en productos procesados, además de estar incorporados en complementos alimenticios (Ancillotti et al., 2016).

Tabla 1.

Composición de los frutos de *Crataegus monogyna*, *Sorbus aria* y *Vaccinium myrtillus*

	C. MONOGYNA	S. ARIA	V. MYRTILLUS
Agua (g/100 g)	53,1 - 88,7	54,5 - 67	83 - 87,1
Carbohidratos (g/100 g)	9,4 - 17,2	36,5 - 40,5	6 - 14,3
Glucosa (g/100 g)	7,17 - 12,84	2,7 - 2,8	2,5 - 3
Proteína (g/100 g)	0,398 - 1,568	1,2 - 1,8	0,5 - 1
Grasas (g/100 g)	0,333 - 0,830	0,80 - 1,2	0 - 0,8
Fibra total (g/100 g)	7,5 - 22,1	-	1,8 - 7,3

Referencias:

Ruiz-Rodríguez, 2014; Petkova et al., 2020; Zoratti et al., 2016.

CONCLUSIONES

El conocimiento actual de la composición de los frutos silvestres de majuelo, mostajo y arándano, revela un perfil muy adecuado desde el punto de vista nutricional, con contenidos bajos de grasas y azúcares y altos en compuestos bioactivos como los compuestos fenólicos. Dichos compuestos son responsables de su actividad biológica (principalmente antioxidante), que permite explicar algunos de sus usos en medicina popular, cerrando así el círculo entre usos tradicionales y continuidad en la alimentación actual. De este modo, estos frutos alcanzan un especial valor como ingredientes funcionales de interés para la industria alimentaria.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (AEI/10.13039/501100011033, PID2019-109365RA-I00) y por el Grupo de Investigación UCM ALIMNOVA 951505 (GRFN32-23, GRFN24-24). Asimismo, los autores agradecen a la Fundación Rafael Folch por la beca concedida a L. González-Zamorano

(2023/E01) y al Ministerio de Ciencia e Innovación por el contrato de E.N. Vega al (PRE2020-092030).

REFERENCIAS

- Akcan, T., Estévez, M., Rico, S., Ventanas, S., Morcuende, D. (2017) Hawtherry (*Crataegus monogyna* Jacq.) extracts inhibit lipid oxidation and improve consumer liking of ready-to-eat (RTE) pork patties. *J Food Sci Technol*, 54, 1248–1255.
- Ancillotti, C., Ciofi, L., Pucci, D., Sagona, E., Giordani, E., Biricolti, S. et al. (2016). Polyphenolic profiles and antioxidant and antiradical activity of Italian berries from *Vaccinium myrtillus* L. and *Vaccinium uliginosum* L. subsp. *gaultherioides* (Bigelow) S.B. Young. *Food Chem.*, 204, 176–184.
- Anguera-Tejedor M., Garrido G., Garrido-Suárez B.B., Ardiles-Rivera A., Bistué-Rovira A., Jiménez-Altayó F. et al. (2024) Exploring the therapeutic potential of bioactive compounds from selected plant extracts of Mediterranean diet constituents for cardiovascular diseases: A review of mechanisms of action, clinical evidence, and adverse effects. *Food Biosci.*, 62: 105487.
- Borczak, B., Sikora, M., Kapusta-Duch, J., Fołta, M., Szewczyk, A., Zięć, G. et al. (2022) Antioxidative Properties and Acrylamide Content of Functional Wheat-Flour Cookies Enriched with Wild-Grown Fruits. *Molecules*, 27, 5531.
- Cui, M., Cheng, L., Zhou, Z., Zhu, Z., Liu, Y., Li, C., et al. (2024) Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and safety concerns of hawthorn (*Crataegus* genus): A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacol.*, 319, 117229.
- Dávila, P., Pardo de Santayana, M., Tardío, J. *Sorbus aria* (L.) Crantz. In M. Pardo de Santayana, R. Morales, J. Tardío, L. Aceituno & M. Molina (Eds.) *Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales Relativos a la Biodiversidad, Fase II (2)*. (pp. 280-283). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Gras, A., D'Ambrosio, U., Garnatje, T., Parada, M., Valles, J. (2018). *Vaccinium myrtillus* L. In M. Pardo de Santayana, R. Morales, J. Tardío, & M. Molina (Eds.), *Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales Relativos a la Biodiversidad, Fase II (1)*. (pp. 262-264). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Moldovan C., Frumuzachi O., Babotă M., Menghini L., Cesa S, Gavan A., et al. (2021) Development of an optimized drying process for the recovery of bioactive compounds from the autumn fruits of *Berberis vulgaris* L. and *Crataegus monogyna* Jacq. *Antioxidants* (Basel), 10(10):1579.
- Oria de Rueda, J.A., Martínez de Azagra, A., Álvarez Nieto, A. (2006). Botánica forestal del género *Sorbus*



en España. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales, 15 (Extra 1): 166-186.

- Petkova, N.T., Ognyanov, M.H., Vrancheva, R.Z., & Zhelev, P. (2020). Phytochemical, nutritional and antioxidant characteristics of whitebeam (*Sorbus aria*) fruits. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 19(2), 219-229.
- Ruiz-Rodríguez, B. (2014) Frutos silvestres de uso tradicional en la alimentación. Evaluación de su valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Sánchez-Mata MC, Tardío J. (2016) Mediterranean Wild Edible Plants. *Ethnobotany and Food Composition Tables*. Springer New York (USA) pp. 478.
- Ștefănescu, R., Laczkó-Zöld, E., Ósz, B.-E., Vari, C.-E. (2023). An Updated Systematic Review of *Vaccinium myrtillus* Leaves: Phytochemistry and Pharmacology. *Pharmaceutics*, 15(1), 16.
- Tamayo-Vives, C., García-Herrera, P., Sánchez-Mata, M. C., Cámara-Hurtado, R. M., Pérez-Rodríguez, M. L.

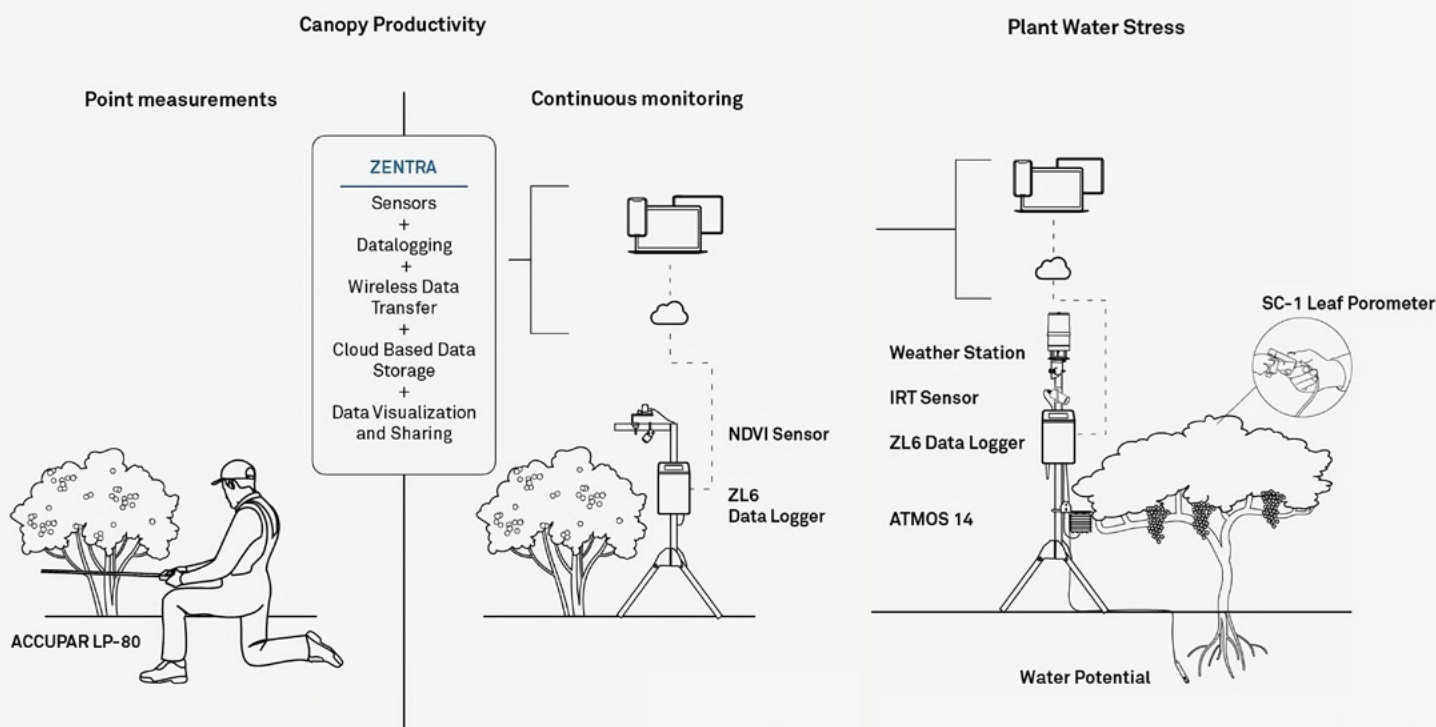
et al. (2023). Wild Fruits of *Crataegus monogyna* Jacq. and *Sorbus aria* (L.) Crantz: From Traditional Foods to Innovative Sources of Pigments and Antioxidant Ingredients for Food Products. *Foods*, 12(12).

- Vallejo-Torres, C., Estévez, M., Ventanas, S., Martínez, S.L., Morcuende, D. (2023) The pro-oxidant action of high-oxygen MAP on beef patties can be counterbalanced by antioxidant compounds from common hawthorn and rose hips. *Meat Sci.*, 204, 109-282.
- Vega, E. N., García-Herrera, P., Ciudad-Mulero, M., Dias, M. I., Matallana-González, M. C., Cámara, M. et al. (2023). Wild sweet cherry, strawberry and bilberry as underestimated sources of natural colorants and bioactive compounds with functional properties. *Food Chem.*, 414, 135669.
- Zoratti, L., Klemettilä, H., Jaakola, L. (2016). Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Ecotypes. In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 83-99). Elsevier.



Soluciones de METER Group & Apogee Instruments

Precisas y fáciles de usar



CONTACTO:

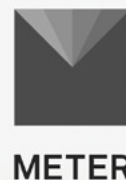
info@lab-ferrer.com

blog.biofisicaamambiental.com



LABFERRER
FOOD - ENVIRONMENT - CROPS

apogee
INSTRUMENTS





Indicadores ópticos en ciruelo japonés bajo distintas estrategias de fertilización

Valme González, Fernando
Blanco, Nieves Lavado,
María del Henar Prieto

*Instituto de Investigaciones Agrarias
Finca La Orden (CICYTEX)*

RESUMEN

La fertilización tiene como principal objetivo poner a disposición de las plantas los nutrientes necesarios para que tengan y mantengan una buena producción a lo largo de su vida.

Los métodos para caracterizar el estado nutricional de las plantas permiten verificar que los nutrientes necesarios para su desarrollo se encuentran en proporción, tanto de forma individual como en el balance total. A diferencia del análisis foliar, hay métodos no destructivos basados en medidas de transmitancia o fluorescencia de la hoja como los sensores ópticos SPAD Minolta 502 y Dualex® Scientific Force A, que presentan como ventaja la rapidez de las mediciones y de acceso a los resultados.

En una parcela experimental de ciruelo japonés, con un cultivar de ciclo corto 'Red Beaut' y otro de ciclo largo 'Angelino', ubicada en la finca La Orden, perteneciente al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), se establecieron dos tratamientos, uno sin aporte de fertilizantes y otro con un abonado mediante fertirrigación con nitrógeno, fósforo y potasio.

Las evoluciones estacionales de los índices demostraron valores repetitivos entre cultivares, con cierto adelanto en el cultivar de ciclo corto y, además fueron capaces de discriminar los tratamientos con fertilización y sin fertilización.

INTRODUCCIÓN

Existen métodos de diagnóstico que permiten evaluar el estado nutricional de los cultivos y, pueden ser una herramienta fundamental para el ajuste y corrección de los elementos minerales a través de los programas de abonado.

Los sensores ópticos SPAD Minolta 502 y Dualex® Scientific Force A, son equipos portátiles cuyas lecturas están basadas en propiedades ópticas de la hoja. Presentan como ventaja que son equipos no destructivos y que miden de forma instantánea, lo que acelera los procesos de diagnóstico. Estos sensores están basados en medidas de reflectancia, transmitancia o fluorescencia de los órganos vegetales (Padilla et al., 2020) y proporcionan índices relacionados con las concentraciones de clorofila

y otros pigmentos y compuestos relacionados con los procesos fisiológicos de las plantas (Samborski et al., 2009), (McMurtrey et al., 1994) que son sensibles al estado de nutricional nitrogenado (Fox & Walthall, 2015).

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en una parcela experimental ubicada en la finca La Orden (CICYTEX) localizada en las Vegas del Gadiana con dos cvs. de ciruelo japonés: 'Red Beaut' (RB) de recolección temprana (junio) y 'Angelino' (A) de recolección tardía (septiembre), durante los años 2018 y 2019 para el cv. RB y, 2018, 2019 y 2021 para el cv. A.

Se establecieron dos tratamientos: Sin Fertilizar (SF) y Con Fertilización (CF) (Tabla 1).





Foto 1.
Parcela experimental de ciruelo japonés en CICYTEX.

En la parcela se realizó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones por tratamiento y 4 árboles por repetición (n=16).

Para diagnóstico nutricional se utilizaron dos equipos: SPAD Minolta 502 que proporciona un índice SPAD y, Dualex® Scientific ForceA que proporciona el índice de clorofilas, de flavonoles, de antocianos y NBI (clorofilas/flavonoles). En ambos casos, las medidas se efectuaron en hojas con frecuencia mensual a partir de 30 días después de plena floración (ddpf) hasta caída de hojas, en una franja horaria comprendida entre las 10:00 y 12:00 horas.

Para el análisis estadístico de los datos se ha utilizado el programa estadístico IBM Statistic 22.

RESULTADOS

MEDIDAS CON SPAD MINOLTA 502

La evolución estacional del índice SPAD en el cv. RB (Fig. 1A) fue similar en los dos años, creciente desde los 30 ddpf hasta los 150 ddpf que se estabiliza para experimentar un ligero descenso en la última medida, aunque con valores ligeramente más elevados en el año 2019. En el cv. A (Fig. 1B) la evolución fue similar, aunque en el año 2021 parece retrasarse la estabilización. En ambos cultivares,

Tabla 1.
Cantidad de N, P y K (kg/ha) aplicados en la parcela experimental en los cvs. Red Beaut durante los años 2018 y 2019 y Angeleno durante los años 2018, 2019 y 2021.

CULTIVAR	NITRÓGENO (UF)			FÓSFORO (UF)			POTASIO (UF)		
	2018	2019	2021	2018	2019	2021	2018	2019	2021
Red Beaut	133	111	*	66	52	*	248	123	*
Angeleno	194	176	48	96	97	30	300	290	168



Foto 2.
Medida con Dualex® Scientific Force A en hojas de ciruelo japonés.



Foto 3.
Medida con SPAD Minolta 502 en hojas de ciruelo japonés.

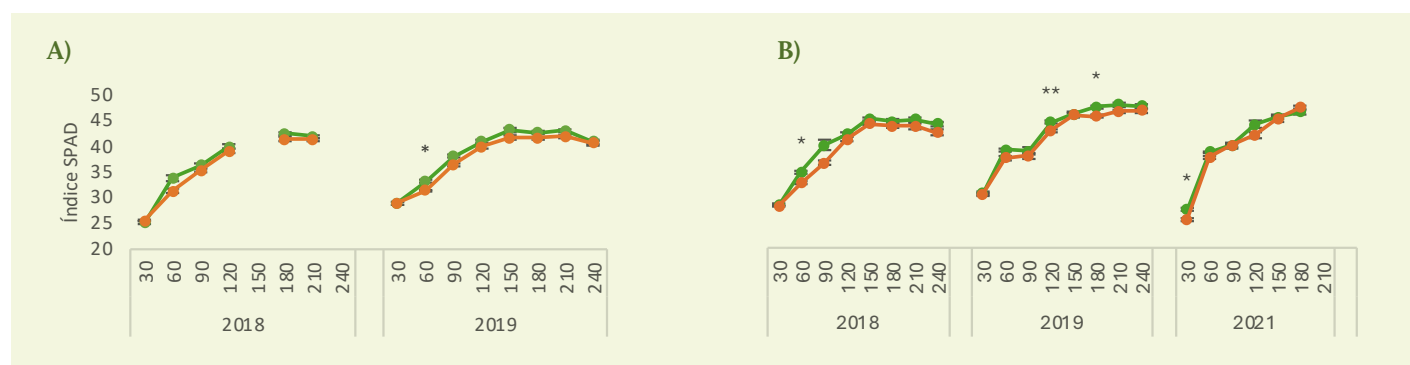


Figura 1.
Evolución del índice de SPAD en hojas de ciruelo japonés, cv. RB (A), en 2018 y 2019 y en el cv. A (B), en 2018, 2019 y 2021. Tratamientos: CF (línea verde) y SF (línea naranja). Eje X: días después de plena floración. Las barras representan el error estándar de la media. Los asteriscos indican diferencias significativas, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ y *** $p < 0.001$.

el tratamiento CF mostró un índice SPAD más elevado que el SF y con diferencias significativas en algunas de las fechas de muestreo.

MEDIDAS CON DUALEX® SCIENTIFIC FORCE A

En ambos cultivares se observó una evolución creciente del índice de clorofilas (Fig. 2A y 2B) hasta alcanzar la estabilización que fue distinta según el cultivar, a los 90 ddpf en el cv. RB y a los 120 ddpf en el cv. A, seguida de un descenso.

La evolución del índice de flavonoles entre años en el cv. RB (Fig. 2C) fue distinta, sin embargo, en el cv. A (Fig. 2D) presentó la misma tendencia interanual. El tratamiento SF se situó por encima del fertilizado en ambos cultivares.

El índice de antocianos en ambos cultivares presentó una evolución decreciente en el año 2018 y además para el cv. A en el año 2021 (Fig. 2E y 2F). Sin embargo, en 2019 la evolución fue diferente y con valores más elevados en la mayor parte del ciclo vegetativo. Las diferencias significativas entre tratamientos se mostraron en el cv. A en el año 2019.

La evolución de los valores del índice NBI de ambos cultivares en el año 2019 (Fig. 2G y 2H) fue estable, mientras que en el resto de los años del ensayo presentó fluctuaciones, más acusadas en el cv. A. El tratamiento CF se situó en ambos años ligeramente por encima del tratamiento SF.

CONCLUSIONES

La evolución estacional de los diferentes índices obtenidos con los equipos ópticos ha seguido una tendencia similar en los dos cultivares, y consistente entre años en el caso de los índices SPAD, clorofila, flavonoles y NBI, por lo que “a priori” pueden tener interés para caracterizar dicha evolución.

El índice de antocianos fue diferente entre años siendo difícil de interpretar.

Los índices SPAD, clorofilas y NBI permitieron establecer diferencias entre tratamientos con y sin fertilización, pudiendo ser indicadores del estado nutricional.

El índice de flavonoles presenta algunas características interesantes como son la repetitividad



Figura 2.

Evolución del índice de clorofilas, flavonoides, antocianos y NBI medido con el Dualox® Scientific Force A en hojas de ciruelo japonés, cv. RB (A, C, E, G) en 2018 y 2019 y cv. A (B, D, F, H) en 2018, 2019 y 2021. Tratamientos: CF (línea verde) y SF (línea naranja). Eje X: días después de plena floración. Las barras representan el error estándar de la media. Los asteriscos indican diferencias significativas, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ y *** $p < 0.001$.

entre años con una alta estabilidad dentro del año y con diferencias entre tratamientos, por lo que puede ser un buen indicador del estado de la planta.

Con carácter general, los datos obtenidos presentaron valores comparables entre cultivares, aunque con cierto adelanto en el cultivar de ciclo corto.

BIBLIOGRAFÍA

- Fox, R. H., & Walthall, C. L. (2015). Crop monitoring technologies to assess nitrogen status. *Nitrogen in Agricultural Systems*, 647–674.
- McMurtrey Iii, J. E., Chappelle, E. W., Kim, M. S., Meisinger, J. J., & Corp, L. A. (1994). Distinguishing nitrogen fertilization levels in field corn (*Zea mays* L.) with actively induced fluorescence and passive reflectance measurements. *Remote Sensing of*

Environment, 47(1), 36–44.

- Orden de 2 de abril de 2001, por la que se aprueba la Norma Técnica Específica en Producción Integrada de los Frutales de Hueso en la Comunidad Autónoma de Extremadura. *Diario Oficial de Extremadura*, 44, 3859–3898.
- Padilla, F. M., Farneselli, M., Gianquinto, G., Tei, F., & Thompson, R. B. (2020). Monitoring nitrogen status of vegetable crops and soils for optimal nitrogen management. *Agricultural Water Management*, 241.
- Samborski, S. M., Tremblay, N., & Fallon, E. (2009). Strategies to make use of plant sensors-based diagnostic information for nitrogen recommendations. *Agronomy Journal*, 101(4), 800–816.





La “unidad de explotación” clave en los procesos expropiatorios. Demérito en la valoración de fincas rústicas

Amparo Melián-Navarro¹
y Pilar García-Lázaro²

¹ Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria (CIAGRO). Universidad Miguel Hernández, Ctra. de Beniel, km. 3,2. 03312, Orihuela (Alicante), e-mail: amparo.melian@umh.es

² Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Máster en Valoración, Catastro y Sistemas de Información Territorial. Universidad Miguel Hernández, Ctra. de Beniel, km. 3,2. 03312, Orihuela (Alicante)

RESUMEN

Cuando en los procesos expropiatorios la Administración levante actas independientes para cada parcela catastral (o finca del expediente), siendo los colindantes y también afectados por la expropiación los mismos titulares que la inicial, se pierde valor en la indemnización al romper la “unidad de explotación”. En este trabajo se presenta un supuesto en el que se contempla la misma afección (expropiación de una superficie de un terreno rural), considerando la expropiación por parcelas independientes o de manera conjunta, siendo aplicable en este caso el demérito por minoración de superficie global con un incremento de la indemnización demandable (los valores pueden llegar a ser significativos).

INTRODUCCIÓN

En los procesos expropiatorios de suelo rural, motivados fundamentalmente por la necesidad de obra pública, se implica una contribución del factor tierra propiedad de agricultores, a cambio de una contraprestación económica. Cuando el procedimiento no exige la expropiación total de la parcela (no se requiere para la obra toda la superficie) quedan restos que pueden ser o no rentables su cultivo por parte de los propietarios (esto dependerá sobre todo de la dimensión de los restos).

La Ley de Expropiaciones motiva la formulación de justiprecio acorde al perjuicio económico. Uno de ellos es el demérito causado por la reducción de superficie de las parcelas afectadas. No obstante, cuando el levantamiento de actas se realiza parcela a parcela en fincas colindantes y con el mismo titular, la no consideración de “unidad de explotación” en los expedientes minora la indemnización de forma considerable.

Frente a la regla general de que una parcela catastral es un expediente administrativo de expropiación, el art. 26.2 de la Ley de Expropiación Forzosa (LEF), reconoce que “el expediente será único en los casos en que el

objeto de la expropiación pertenezca en comunidad a varias personas, o cuando varios bienes constituyan una unidad económica”. Asimismo, el art. 27 LEF señala que “se entenderá que existe unidad económica, a los efectos del artículo anterior: 1. “Si se trata de fincas rústicas o urbanas, cuando se hallen inscritas o fueren susceptibles de inscripción bajo un mismo número, de acuerdo con lo establecido en la Ley Hipotecaria”.

Al respecto, la Ley Hipotecaria (LH), en el párrafo tercero de su art. 8 declara que “se inscribirán como una sola finca bajo un mismo número: (...) 2º Toda explotación agrícola, con o sin casa de labrador, que forme una unidad orgánica, aunque esté constituida por predios no colindantes y las explotaciones industriales que formen un cuerpo de bienes unidos o dependientes entre sí”.

En este trabajo se plantea un supuesto en el que expropiando la misma superficie de suelo rural, se consideran dos opciones: por una parte, el levantamiento de fincas por parcela una a una (tomando como referencia el parcelario catastral), y por otra, el levantamiento de fincas agrupado.

Tabla 1.
Cálculo porcentaje demérito por reducción de superficie (restos no expropiados).

SUP. INICIAL	SUP. EXPROP	RESTO	0,582XLN (X _{TOTAL})	0,582XLN (X _{RESTO})	ANTILN (Y _{TOTAL})	ANTILN (Y _{RESTO})	DIFERENCIA	PORCENTAJE DEMÉRITO (%)
Opción A								
5.000	4.300	700	-0,403	-1,548	66,804	21,274	45,530	68,15
6.000	3.000	3.000	-0,297	-0,701	74,282	49,623	24,659	33,20
4.000	4.000	0						
4.000	1.200	2.800	-0,533	-0,741	58,668	47,670	10,998	18,75
Opción B								
19.000	12.500	6.500	0,374	-0,251	145,290	77,824	67,465	46,44

Tabla 2.
Estimación indemnización por demérito reducción superficie

RESTO (M²)	PORCENTAJE DEMÉRITO %	VALOR SUELO (€/M²)	VALOR INDEMNIZACIÓN (€)	VALOR SUELO (€/M²)	VALOR INDEMNIZACIÓN (€)
Opción A					
700	68,15	10	4.770,82	16	7.633,32
3.000	33,20	10	9.958,89	16	15.934,22
2.800	18,75	10	5.248,76	16	8.398,01
Total			19.978,47		31.965,55
Opción B					
6.500	46,44	10	30.182,76	16	48.292,42

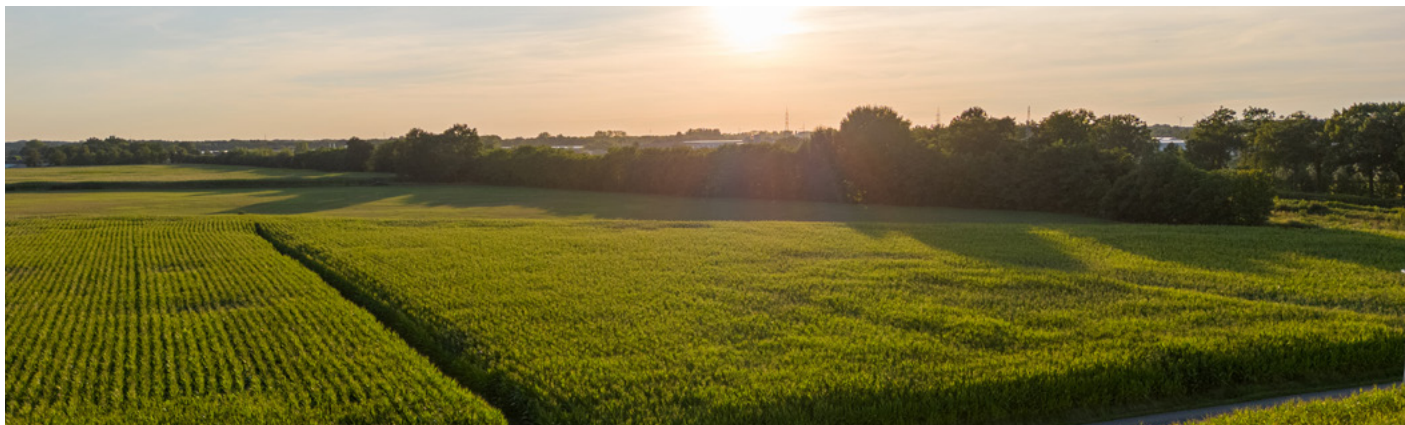
En ambos casos se estudian los deméritos a los restos no expropiados y se constata la diferencia en el valor de la indemnización atendiendo al perjuicio por reducción de superficie e incremento de gastos generales.

Es objetivo de este trabajo evaluar la variación del justiprecio en los supuestos de unidad de explotación en contraposición a fincas individuales. La consideración de unidad de explotación para la valoración de las parcelas afectadas (tramitada con un único expediente administrativo) difiere mucho de los resultados obtenidos en el caso de tratarlas como parcelas independientes (cada una con su propio expediente), siendo este último supuesto el utilizado comúnmente por la Administración expropiante. Demostraremos que el valor del suelo expropiado es mucho mayor si se considera unidad de explotación que si se consideran parcelas aisladas, aunque se expropie la misma superficie.

METODOLOGÍA

La LEF no determina un método de cálculo para la valoración del demérito de finca por minoración o división de superficie. Ha sido la jurisprudencia la que ha creado el método de aplicar un porcentaje sobre el valor del suelo, siendo lo verdaderamente esencial el establecimiento de una indemnización proporcionada al perjuicio real. Lo que sí indica es que nunca debe alcanzarse una indemnización igual o superior a la que la Administración habría debido satisfacer de haber expropiado la totalidad de la finca de que se trate (art. 46 del Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa, REF).

Es aceptado por los Jurados Provinciales de Expropiación (CV) la propuesta realizada por Pérez-Salas (2006) donde el autor expone un modelo que parte de los porcentajes de mano de obra sobre los costes totales agrarios como medida de aproximación al demérito



por reducción de superficie de la finca. Esto es, invoca una hipótesis de proporcionalidad entre el valor de la explotación y la Unidad de Trabajo Anual (UTA) que establece un ratio “Unidad de Trabajo Anual (UTA)/Nº explotaciones” para cada provincia de la Comunidad Valenciana y estrato de superficie. Con dicha información realiza el mejor ajuste de estimación curvilínea por regresión mediante software estadístico, que se concreta finalmente en un modelo matemático, con un nivel de confianza del 95%. La ecuación obtenida para el caso de la provincia de Valencia es la siguiente:

$$\ln(Y) = 0,582 \times \ln(x) \quad (1)$$

Tomando valores para la variable (x), que representa la superficie, obtendremos los correspondientes valores del modelo para la variable (Y). Después se calcula la diferencia de antilogaritmos naturales entre los valores de superficie inicial y resto no expropiado para cada finca, y el porcentaje que dicha diferencia supone respecto de la superficie inicial de la finca.

Multiplicando la superficie del resto no expropiado por el porcentaje de demérito calculado y por el valor unitario final del suelo, se obtiene el valor de la indemnización por demérito por reducción de superficie de una finca, según la ecuación:

“Valor indemnización=Superficie resto x Porcentaje de demérito x Valor del suelo” (2)

Suponemos en este caso un suelo calificado como agrios regadío que recibe un valor de indemnización por justiprecio a propuesta de la Beneficiaria de 10 €/m² y que presumiblemente obtendría un valor de 16 €/m² si llegara al Jurado Provincial de Expropiación. En esas condiciones y suponiendo 4 parcelas, una que se expropia en su totalidad y el resto de forma parcial, plantearemos la posible indemnización atendiendo a su cálculo de forma individual o considerando “unidad de explotación”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procederemos en primer lugar a realizar el cálculo del porcentaje de demérito en ambas opciones: opción A) considerando las parcelas una a una de forma independiente como si no tuvieran vinculación entre sí, y opción B) considerando las cuatro parcelas como una única (Tabla 1). En segundo lugar, calcularemos el valor de la indemnización por demérito sobre los restos no expropiados en ambos casos y para dos valores de suelo (10 y 16 €/m²) (Tabla 2). Los resultados muestran un valor significativamente mayor cuando se considera “unidad de explotación”.

CONCLUSIONES

Resulta evidente que considerar o no la unidad de explotación de las parcelas afectadas en una expropiación influye mucho en el valor de la indemnización global por demérito por minoración de superficie. Sin embargo, es práctica común que la Administración inicie la tramitación con expedientes individuales, tomando como referencia el parcelario catastral. En tales circunstancias, corresponde al expropiado alegar que las parcelas están integradas en una unidad de explotación, e incluso litigar por ese reconocimiento. Este reconocimiento será mayor cuanto mayor es el valor del suelo, por lo tanto, más en regadío que en secano, y más cuando existan algunas parcelas que se expropien en su totalidad.

REFERENCIAS

- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre Expropiación Forzosa.
- Decreto de 26 de abril de 1957 por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa.
- Pérez-Salas Sagreras, J.L., 2006. Aproximación de los deméritos por reducción de superficie de las explotaciones agrarias en base al comportamiento de la productividad media de la mano de obra: el caso de la Comunidad Valenciana. Revista Agrónomos: Órgano Profesional de los Ingenieros Agrónomos, n.º 33, ISSN 1139-2428, págs. 21–34.





Impacto de la espermidina en la producción y calidad postcosecha de dos variedades de naranja: ‘Sanguinelli’ y ‘Cara Cara’

J. Puente-Moreno¹, F. Garrido-Auñón¹, M.E. García-Pastor¹, D. Valero¹ y M. Serrano²

¹ Departamento de Tecnología Agroalimentaria, CIAGRO, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel km. 3,2, 03312, Orihuela, Alicante.

² Departamento de Biología Aplicada, CIAGRO, Universidad Miguel Hernández, Ctra. Beniel km. 3,2, 03312, Orihuela, Alicante.

RESUMEN:

La naranja sanguina ‘Sanguinelli’ y la navel ‘Cara Cara’ son variedades destacadas en el mercado global de cítricos por su calidad físico-química, nutricional y funcional. La ‘Sanguinelli’, conocida como naranja de sangre, se distingue por su pulpa y piel rojizas gracias a las antocianinas, pigmentos antioxidantes que aportan beneficios para la salud. Su sabor es agrídulce, con una acidez superior a la de otras variedades. Por otro lado, la naranja navel ‘Cara Cara’ presenta una pulpa rosada debido al licopeno, otro pigmento antioxidante, su sabor es dulce y tiene una baja acidez. La espermidina (SPD) es una poliamina vegetal con diferentes efectos fisiológicos en las plantas, que abarcan desde la germinación hasta la floración y maduración del fruto. En el presente estudio, se analizó el efecto del tratamiento precosecha con SPD, a la concentración de 0.01 mM, en naranja sanguina ‘Sanguinelli’ y en naranja navel ‘Cara cara’, injertadas el patron ‘*Macrophylla*’, sobre la calidad del fruto en el momento de la recolección y tras 40 días de almacenamiento a 8 °C. Los resultados mostraron que el tratamiento precosecha con SPD incrementó de forma significativa la producción total y el número de frutos por árbol. Además, redujo de forma significativa las pérdidas de peso y mantuvo la firmeza, aumentó la tonalidad rojiza del fruto (especialmente en ‘Sanguinelli’), mantuvo sin diferencias significativas los niveles de sólidos solubles e incrementó el nivel de acidez total, tanto en el momento de la recolección como tras la recolección, en comparación a las naranjas control. En conclusión, SPD 0,01 mM proporcionó resultados positivos en cuanto al incremento del rendimiento del cultivo y a la mejora de la calidad de las naranjas, tanto en el momento de la recolección como durante su conservación postcosecha.

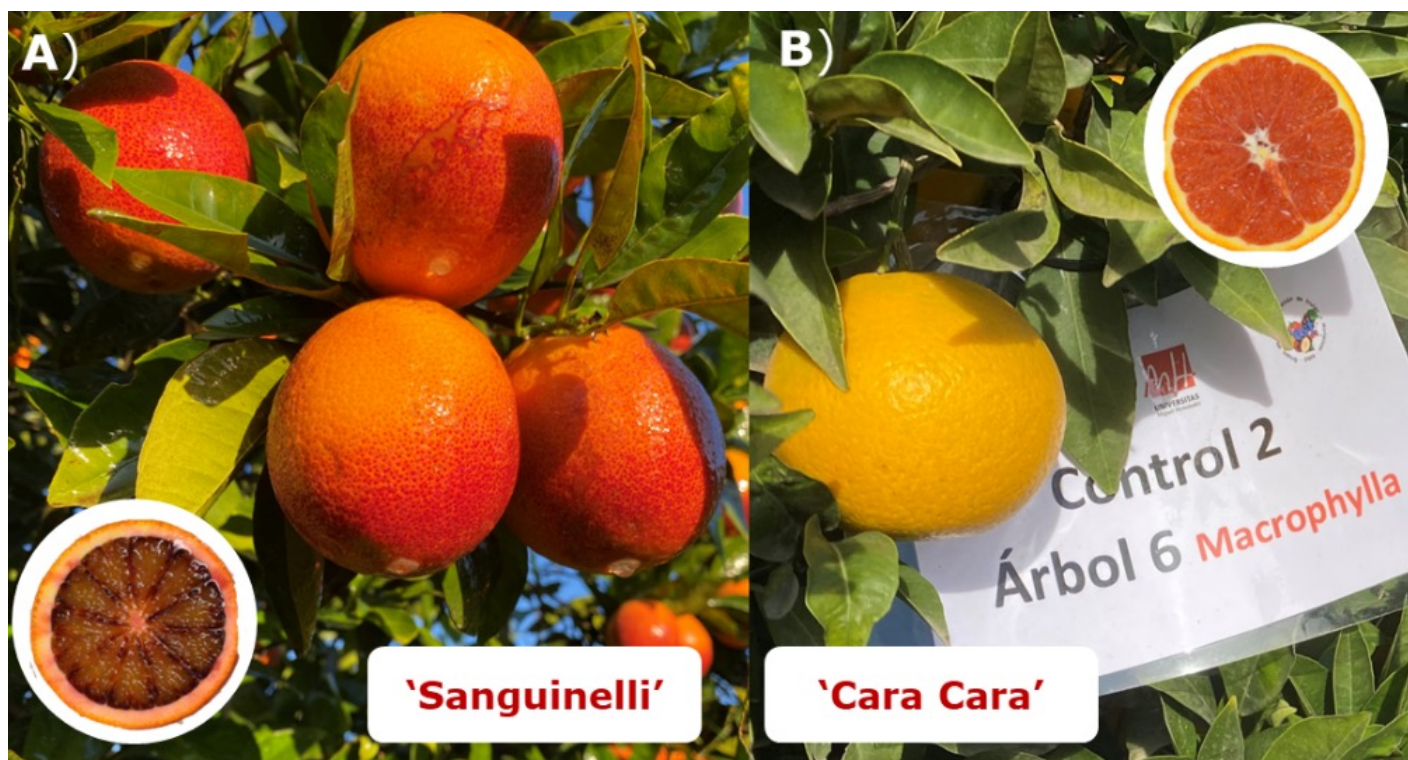
Palabras clave: ‘Sanguinelli’, ‘Cara Cara’, espermidina, color.

INTRODUCCIÓN

La naranja sanguina y la naranja navel destacan por sus características únicas, tanto en su coloración como en su composición nutricional y beneficios para la salud. La naranja sanguina ‘Sanguinelli’, derivada de una mutación espontánea de la variedad Doble Fina, se distingue por su intensa tonalidad rojiza en la corteza y la pulpa, elevada firmeza y jugosidad y por un equilibrio óptimo entre dulzor y acidez. Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles responsables de dicha coloración y, además, poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas que contribuyen a la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes. Además, este tipo de naranja contiene una alta concentración de antioxidantes naturales, polifenoles y vitamina C,

superando en este último aspecto a las naranjas dulces (Legua et al., 2022). Por otro lado, la naranja ‘Cara cara’, perteneciente al grupo Navel (*Citrus sinensis* L. Osbeck), se originó como una mutación espontánea de la naranja Washington Navel en 1980 y se distingue por su llamativa coloración: piel de tono naranja y gajos de color rojo, lo que la hace única dentro del grupo ‘Navel’. A diferencia de la naranja sanguina, los compuestos responsables de dicha coloración en la naranja ‘Cara cara’ son los carotenoides, especialmente el licopeno, compuestos isoprenoides con una potente actividad antioxidante y efectos protectores frente a diversas enfermedades. Esta variedad se ha consolidado como una importante fuente de compuestos bioactivos que contribuyen significativamente a la





Fotografía 1.

Árbol de naranja sanguina 'Sanguinelli' (A) y naranja navel 'Cara cara' (B) en el campo de cultivo, mostrando sus características externas e internas.

salud humana. La espermidina (SPD) es una poliamina vegetal con diferentes efectos fisiológicos en plantas, que engloban desde la germinación de la semilla hasta la floración y maduración del fruto (Sharma et al., 2017). En el presente estudio, se analizó el efecto del tratamiento precosecha con SPD, a la concentración de 0,01 mM, en naranja sanguina 'Sanguinelli' y naranja navel 'Cara cara' sobre la producción y la calidad del fruto en el momento de la recolección y tras 40 días de almacenamiento a 8 °C.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en árboles de naranja 'Sanguinelli' y naranja navel 'Cara cara' injertadas en el patrón 'Macrophylla', cultivados en fincas comerciales ubicadas en Algorfa (Alicante) y Fortuna (Murcia), respectivamente (Fotografía 1). Los árboles se cultivaron bajo prácticas comerciales y condiciones agroclimáticas similares. Se utilizó un diseño experimental de 2 bloques al azar para cada variedad, seleccionando 9 árboles por bloque/tratamiento. Se rociaron mediante pulverización foliar soluciones acuosas de 0,01mM de espermidina (SPD) y agua destilada para los árboles control en tres momentos claves del ciclo de crecimiento y maduración del fruto en el árbol. Una vez que el fruto alcanzó el estado de maduración comercial, se procedió a la recolección. Se contabilizó la producción por árbol (kg) y el número de frutos por árbol. Además, para cada variedad se seleccionaron 6 réplicas de 20 frutos por tratamiento con la finalidad de analizar los

parámetros de calidad del fruto. La pérdida de peso (%) se midió individualmente en tres réplicas en el momento de la recolección y a los 40 días de conservación. La firmeza de cada fruto se determinó mediante el texturómetro modelo TA. XT2i de Stable Micro Systems, ejerciendo una deformación en el fruto del 5 % sobre la superficie del mismo, de acuerdo al protocolo descrito por García-Pastor et al. (2020). El análisis del color externo se realizó alrededor de la zona ecuatorial del fruto, utilizando el colorímetro Konica Minolta CR-400 en el espacio de color CIELAB. Además, se midió el color interno de la pulpa, expresando los resultados en ángulo hue (° hue). Posteriormente, se obtuvo un zumo homogéneo y filtrado. De dicho zumo, se midió el contenido de sólidos solubles totales (SST) con un refractómetro digital. Para analizar la acidez total (AT) de dicho zumo, se empleó un valorizador automático. Por último, las naranjas se almacenaron a 8°C y 85-90 % de humedad relativa (HR) durante 40 días. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) unidireccional mediante el software SPSS versión 3.1 para identificar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), utilizando el test Tukey-b.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación foliar de espermidina (SPD) en precosecha incrementó significativamente ($p < 0,05$) la producción total y el número de frutos por árbol de las naranjas tratadas con respecto al control (Figura 1). El incremento en la

FIGURAS

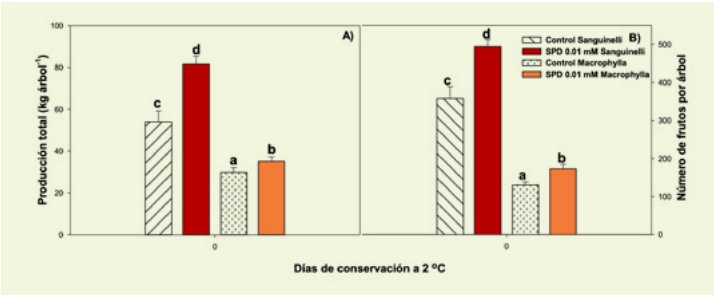


Fig.1. Efecto del tratamiento precosecha con espermidina (SPD) sobre la producción total (kg árbol⁻¹) (A) y número de frutos por árbol (B) de naranja sanguina 'Sanguinelli' y naranja navel 'Cara cara', en el momento de la recolección y tras 40 días de conservación postcosecha en frío.

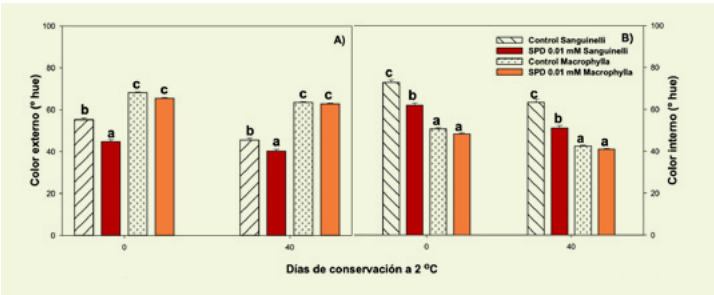


Fig.3. Efecto del tratamiento precosecha con espermidina (SPD) sobre el color externo (°h) (A) y color interno (°h) (B) de naranja sanguina 'Sanguinelli' y naranja navel 'Cara cara', en el momento de la recolección y tras 40 días de conservación postcosecha en frío.

producción total podría deberse a que la SPD incrementó el número de frutos por árbol. El tratamiento precosecha con SPD 0.01 mM retrasó de forma significativa ($p < 0,05$) la pérdida de peso en los frutos tratados de ambas variedades, aunque se observó una mayor pérdida de peso en los frutos 'Sanguinelli' que en los 'Cara cara' (Figura 2). Respecto a los parámetros físico-químicos de calidad del fruto, la firmeza en el momento de la recolección fue significativamente superior ($p < 0,05$) en las naranjas tratadas con SPD 0.01 mM, especialmente en 'Sanguinelli', mientras que tras 40 días de almacenamiento en frío, la firmeza de los frutos tratados con SPD 0.01mM de ambas variedades fue significativamente ($p < 0,05$) superior al control, aunque no mostraron diferencias significativas entre ellas (Figura 2). Dicho efecto de mejora de la firmeza se ha observado previamente por otros autores con la aplicación postcosecha de poliaminas (Martínez-Romero et al., 2002). La tonalidad rojiza, como parámetro de calidad muy valorado por los consumidores, incrementó de forma significativamente superior ($p < 0,05$), tanto en la piel como en la pulpa, en los frutos tratados con SPD 0,01 mM solo en la naranja 'Sanguinelli'. Además, la tonalidad rojiza de la piel fue significativamente superior ($p < 0,05$) en la naranja sanguina, en cambio, la coloración

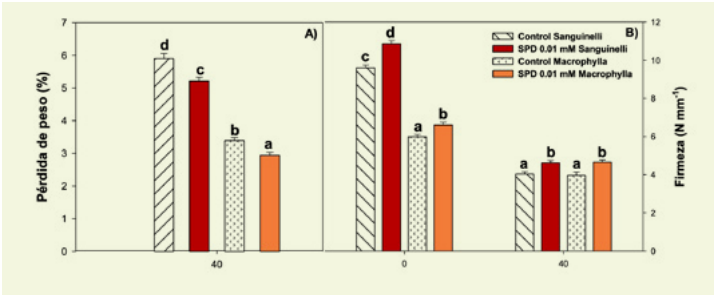


Fig.2. Efecto del tratamiento precosecha con espermidina (SPD) sobre las pérdidas de peso (%) (A) y firmeza (N mm⁻¹) (B) de naranja sanguina 'Sanguinelli' y naranja navel 'Cara cara', en el momento de la recolección y tras 40 días de conservación postcosecha en frío.

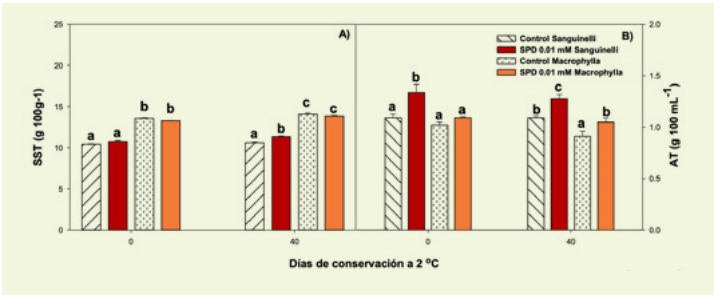


Fig.4. Efecto del tratamiento precosecha con espermidina (SPD) sobre el contenido de sólidos solubles totales (SST; g 100 mL⁻¹) (A) y la acidez total (AT; g 100 mL⁻¹) (B) de naranja sanguina 'Sanguinelli' y naranja navel 'Cara cara', en el momento de la recolección y tras 40 días de conservación postcosecha en frío.

rojiza de la pulpa fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en la naranja navel (Figura 3). El incremento en la coloración rojiza podría deberse a la posible intervención de SPD en la regulación del metabolismo fenilpropanoide (antocianinas) en el caso de la naranja sanguina. Esto supondría una mejora de la coloración rojiza en la pulpa y/o zumo por parte del tratamiento precosecha evaluado. El contenido de SST fue significativamente ($p < 0,05$) superior en la naranja navel respecto a la sanguina, tanto en el momento de la recolección como tras 40 días de almacenamiento (Fig. 4). Sin embargo, con base en el efecto de SPD 0.01 mM, no se observaron grandes diferencias entre el fruto tratado y el control en ninguna de las variedades. Por último, el tratamiento con SPD aumentó significativamente ($p < 0,05$) la AT en los frutos de naranja sanguina, pero no en 'Cara cara', aunque las pérdidas de acidez que ocurrieron durante la conservación, fueron más bajas en los frutos tratados en ambas variedades (Fig. 4).

CONCLUSIÓN

En conclusión, el tratamiento precosecha con SPD podría ser una alternativa sostenible y respetuosa con el medioambiente para el incremento del rendimiento del

cultivo como para la mejora de los parámetros de calidad comercial de la naranja navel 'Cara cara' y naranja sanguina 'Sanguinelli' tanto en el momento de la recolección como durante el almacenamiento postcosecha.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Programa Prometeo (PROMETEO/2021 /089) por el proyecto financiado y a las empresas por el material vegetal suministrado y el asesoramiento técnico.

REFERENCIAS

- Legua, P., Modica, G., Porras, I., Conesa, A., & Continella, A. (2022). Bioactive compounds, antioxidant activity and fruit quality evaluation of eleven blood orange cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(7), 2960–2971. <https://doi.org/10.1002/JFSA.11636>
- Sharma, S., Pareek, S., Sagar, N. A., Valero, D., & Serrano, M. (2017). Modulatory effects of exogenously

applied polyamines on postharvest physiology, antioxidant system and shelf life of fruits: A review. *International Journal of Molecular Sciences* 2017, Vol. 18, Page 1789, 18(8), 1789. <https://doi.org/10.3390/IJMS18081789>

- García-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valero, D., & Serrano, M. (2020). The Effects of Salicylic Acid and Its Derivatives on Increasing Pomegranate Fruit Quality and Bioactive Compounds at Harvest and During Storage. *Frontiers in Plant Science*, 11, 668.
- Martínez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F., & Valero, D. (2002). Effects of Postharvest Putrescine Treatment on Extending Shelf Life and Reducing Mechanical Damage in Apricot. *Journal of Food Science*, 67(5), 1706–1712. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2002.TB08710.X>



BRS

Dispositivo **portátil** de medida de **Capacidad Antioxidante Total** como herramienta clave para estudios postcosecha, control de calidad, valorización de subproductos...

BQC REDOX SYSTEM

ANÁLISIS RÁPIDO



SIN INTERFERENCIAS DE COLOR, AMPLIO RANGO LINEAL

ANÁLISIS PORTÁTIL

SOLO UNA GOTA POR MEDIDA

SIN PERSONAL ESPECIALIZADO

ALMACENAMIENTO EN LA NUBE

SIN COSTES DE MANTENIMIENTO

BRS SENSOR



NUEVO Producto

NUEVO ACCESORIO de medida compatible con el dispositivo BRS para el análisis de Capacidad Antioxidante Total **en medios no compatibles con las tiras reactivas BRS, como aceites vegetales**

- Reutilizable
- Compatible con solventes orgánicos
- Pretratamientos sencillos



BQC

REDOX TECHNOLOGIES

www.bioquochem.com

Contáctanos en:
support@bqcredox.com

ACTIVIDADES DE LA SECH

XVIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas



En nombre del comité organizador, la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH), la Universitat Politècnica de València (UPV) y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) tenemos el gusto de presentarles el XVIII CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS HORTÍCOLAS, que tendrá lugar en Valencia entre los días 9-12 de junio de 2025, en las instalaciones de la UPV. Con el lema 'Agricultura basada en el conocimiento científico', el XVIII Congreso Nacional constituye un marco de encuentro entre los científicos, profesores, estudiantes, técnicos y profesionales de los diferentes sectores de la agricultura, en el que difundir, debatir y compartir conocimiento e ideas, y establecer vínculos de colaboración científica y de innovación. De esta idea, la colaboración entre diferentes ámbitos de la ciencia agraria, surge la imagen del congreso.

El congreso se divide en las siguientes sesiones temáticas:

- Material vegetal y mejora
- Fisiología y técnicas de cultivo
- Suelos, riego y fertilización
- Adaptación al estrés ambiental
- Sanidad vegetal
- Postcosecha y calidad del fruto

- Agroingeniería y digitalización
- Economía

El programa ya se encuentra disponible en la página web. En él podrá consultar las visitas técnicas que tendrán lugar el miércoles y las 4 ponencias invitadas que abarcarán las temáticas de Biotecnología y agricultura, IA y agricultura, Cambio climático y Agricultura, evolución y desarrollo.

El primer día del congreso tendrá lugar un congreso predoctoral con la finalidad de fomentar la participación de los alumnos de doctorado otorgándoles la oportunidad de presentar sus resultados de investigación y establecer conexiones con otros estudiantes predoctorales.

Toda la información se encuentra disponible en la página web del congreso.

<https://sech-vlc2025.webs.upv.es>

PATROCINADORES

PRINCIPAL



GOLD



NOTICIAS

VOLTAGRO “Estudio de la integración de sistemas de producción fotovoltaica en cultivos de regadío, gestionada por sistemas inteligentes de gestión irrioltaica”.

VOLTAGRO es un grupo operativo suprarregional formado por diferentes entidades y creado con el fin de producir un cambio en la agricultura actual. Para ello, se va a desarrollar un nuevo sistema agrovoltaico para su empleo con cultivos de regadío (irrioltaico). En la actualidad muchos productores agrícolas están abandonando sus cultivos y reconvirtiendo sus parcelas agrícolas en campos de producción fotovoltaica (PV), en busca de aumentar la rentabilidad de sus explotaciones. Por su parte, los productores de energías renovables van encontrando cada vez más dificultades para obtener concesiones de terrenos dónde implantar sus instalaciones productoras, por razones ecológicas, agroambientales, sociales y de mercado. Por estas razones se piensa que, simultaneando racionalmente ambas actividades, es decir, que sobre el mismo terreno en donde se desarrollen cultivos agrícolas de regadío se pudieran instalar paneles solares PV, y optimizando ambas actividades, podemos dar respuesta a las necesidades que se plantean obteniendo además resultados e impactos positivos sobre la producción agrícola y el medio ambiente.

La SECH se une a la Universidad Politécnica de Cartagena y la Universidad de Valladolid junto con diferentes empresas y asociaciones como COAG, Konery, appa renovables y AIMCRA para participar en éste proyecto de investigación y desarrollo tecnológico

cuyo objetivo es maximizar los beneficios económicos y ambientales de las explotaciones hortícolas de regadío de la Región de Murcia y de Castilla y León.

El proyecto se encuentra financiado en el marco del Plan Estratégico de la PAC 2023-2027, financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).



Cofinanciado por
la Unión Europea



INFORMACIÓN DE CONTACTO

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS

Campus Universitario de Rabanales
Ctra. Madrid-Cádiz km 396
14014 Córdoba

957 218501
sech@sech.info
www.sech.es

COORDINADORES DE LA REVISTA

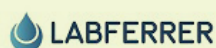
Francisco José Arenas Arenas
Pilar Legua Murcia

COMITÉ EDITORIAL

M^a Cortés Sánchez Mata
M^a De los Desamparados Melian
Valme González García
Pedro Palencia García
Josefa López Marín
Antonio Madueño Luna
José Ignacio Ruiz de Galarreta
Pedro Cermeño Sacristán
María Serrano Mula
José Mariano Escalona Lorenzo
Laura Casanova Lerma

La responsabilidad del contenido de las colaboraciones publicadas corresponderá a los autores, quienes autorizan la reproducción de sus artículos e imágenes a la SECH para ésta revista. La SECH no hace suyas opiniones de sus colaboradores.

SOCIOS CORPORATIVOS





www.sech.es

Sociedad Española de **Ciencias Hortícolas**