



# Revista Española de Ciencias Agrarias



## EFEMÉRIDE

La SECH  
cumple 45 años

## FRUTICULTURA Y CITRICULTURA

La Citricultura  
española.  
Un modelo de  
referencia mundial

## FERTILIZACIÓN Y SUSTRATOS

Los grandes  
retos hacia  
una fertilización  
sostenible



4 Editorial del Presidente de la SECH

6 La SECH cumple 45 años

## NUESTROS GRUPOS DE TRABAJO HABLAN DE...

---

20 **CITRICULTURA Y FRUTICULTURA.** *La Citricultura española. Un modelo de referencia mundial*

27 **ALIMENTACIÓN Y SALUD.** *El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en España: interés nutricional de sus semillas*

30 **ECONOMÍA.** *Impacto de la brecha digital sobre la sostenibilidad agroalimentaria: ¿Mito o realidad?*

36 **FERTILIZACIÓN Y SUSTRATOS.** *Los grandes retos hacia una fertilización sostenible*

42 **FRESÓN.** *Comportamiento de la concentración de nitratos en el cultivo sin suelo de fresas*

45 **OLIVICULTURA.** *Programación continua del riego deficitario basado en el enfoque de las frecuencias de la tasa de crecimiento del tronco*

49 **POSRECOLECCIÓN E INDUSTRIA.** *Efecto de tratamientos precosecha con poliaminas sobre la calidad de la cereza durante la conservación en frío*

## CONGRESOS Y JORNADAS

---

53 IX Congreso Ibérico. XVII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas

54 Jornadas de Ciencias Hortícolas

55 II Jornadas Nacionales de Citricultura y XII Jornadas Nacionales de Fruticultura. VIII Jornadas Nacionales del Grupo de Olivicultura “Frutales mediterráneos y subtropicales frente al cambio climático, la sostenibilidad y la digitalización”

56 V Jornadas del Grupo de Viticultura de la SECH “La viticultura ante el reto de la sostenibilidad”

XIV Congreso Nacional y XII Ibérico de Maduración y Postcosecha “Retos del sistema agroalimentario”

57 IV Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola

XI Congreso de Mejora Genética de Plantas

## NOTICIAS

---

58 La SECH presenta su nueva página web

# Editorial

## del Presidente de la SECH



**Francisco José Arenas Arenas**  
Presidente SECH

SEVILLA, ENERO DE 2024

Estimados compañeros y amigos de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas.

Quiero iniciar agradeciendo a la Junta Directiva y a los socios de Sociedad Española de Ciencias Hortícolas por su confianza para presidir esta prestigiosa sociedad.

Agradecer también el apoyo mostrado por la anterior Junta Directiva, así como su trabajo realizado en un periodo complicado marcado por dificultades económicas y de logística de las actividades, esta última como consecuencia del Covid19.

Un especial agradecimiento a Carlos Baixauli, por su labor e incansable esfuerzo durante estos 7 años en beneficio del sector agrario, estimulando la transferencia y la innovación en el sector, a través de la organización de jornadas, y congresos, así como la publicación de libros y artículos técnicos en relación a diferentes cultivos alternativos.

Agradecer así mismo, el esfuerzo de todos los socios y presidentes de los distintos grupos de trabajo que conforman la sociedad y animarlos a la organización de eventos, jornadas y congresos.

Durante 42 años la SECH ha abogado por promover y alentar el interés nacional e internacional en la investigación científica, en la divulgación y en la formación en todas las ramas de la Agricultura.

La SECH ha mantenido un papel importante en las distintas etapas de la investigación y la transferencia de las mejoras y de los avances en los cultivos hortofrutícolas, fomentando el desarrollo de la agricultura, y por ende, el de nuestro país.

Un objetivo de esta sociedad es mejorar el entendimiento entre las distintas instituciones que trabajan en agronomía, establecer nexos de unión con otras sociedades nacionales e internacionales y mantener una fluida relación con empresas del sector.

Creemos en la organización de Jornadas y Congresos nacionales como foro de reunión de profesionales del sector de la horticultura, investigadores y técnicos, tanto del sector público como del privado, motor de sinergias y colaboración entre diferentes equipos de investigación, así como de la transferencia del conocimiento científico en respuesta a los principales retos del sector de cada tiempo.

La agricultura actual se encuentra inmersa en un proceso continuo de innovación tecnológica como respuesta a los continuos desafíos impuestos por las exigencias establecidas del mercado, las políticas de la Unión Europea, los gustos de los consumidores y la preocupación general de la sociedad por el medio ambiente.

La ciencia, la innovación tecnológica y la cualificación de los agentes del sector han sido instrumentos fundamentales para la modernización del sector, el incremento de la productividad, la sostenibilidad de las explotaciones y la competitividad de los producciones hortofrutícolas nacionales en los mercados exteriores, manteniendo a España en una posición de liderazgo a nivel mundial.

Este proceso de innovación y modernización experimentado en la agricultura española, no sólo se ha traducido en una mejora de la productividad y de la competitividad, sino también en una gestión más eficiente de los recursos naturales y de los insumos agrarios, así como en una mayor calidad de vida para el agricultor y la población rural, incidiendo positivamente sobre los pilares básicos del desarrollo sostenible.

En estos momentos, en los que el sector se enfrenta a grandes retos como consecuencia del cambio climático, la globalización y las exigencias en materia de sostenibilidad ambiental, la SECH identifica líneas de trabajo prioritarias y comunes para los distintos cultivos, tales como nuevos materiales vegetales, la necesidad de reducir los costes de cultivo para ser más competitivos, la sostenibilidad de los sistemas agrarios, el desarrollo de estrategias de control frente a enfermedades y plagas emergentes, la resiliencia al cambio climático y la digitalización del sector.

Desde la Junta Directiva, ofrecemos todo nuestro apoyo y confianza a los socios y presidentes de los distintos grupos de trabajo para poder facilitar su actividad en las distintas áreas de conocimiento.

En este nuevo periodo queremos apostar por una mayor visibilidad de la SECH en la sociedad para ello se actualizara la pagina web, adaptándola a los nuevos navegadores, facilitar su accesibilidad y operatividad para la inscripción en cursos, jornadas y seminarios. Por otro, lado la creación de esta nueva revista digital

*Revista Española de Ciencias Agrarias*, en la que los socios puedan publicar sus estudios y avances más relevantes con un lenguaje cercano que permita que consumidores, productores y empresas conozcan la relevancia de nuestros trabajos.

Se va a potenciar la colaboración con empresas y organizaciones agrarias, que permita una colaboración más fluida y la búsqueda de soluciones a problemas concretos y la participación en proyectos de experimentación, investigación y grupos operativos.

La formación y transferencia de conocimiento, es otro de los objetivos de la SECH, para ello se organizaran cursos y seminarios dirigidos a socios, jóvenes investigadores y técnicos en general, tanto en formato presencial como on line.

Ayudar a construir el futuro de la investigación en agricultura, en todas las áreas en las que trabajan los grupos de la SECH. Para ello apostaremos por la formación, porque estamos convencidos que la transformación tecnológica en los sistemas agrarios españoles es necesaria, para abordar todos los retos de futuro, por estos nuevos profesionales que son nuestro futuro y que cada vez más se integrarán en el sector agrario, en las empresas, en los centros de investigación y en las administraciones.

Y para ello, queremos animar a esta savia nueva a participar en la SECH, necesitamos a jóvenes socios que se involucren cada vez más para que se sientan partícipes de los retos de la SECH y que vean el valor de nuestra sociedad científica en su futuro.

Estamos convencidos que la SECH tiene y va a seguir teniendo un papel fundamental en el objetivo común que es mejorar el sector agrario y la calidad de vida de las personas que trabajan en el, está es la motivación principal por lo que luchamos todos los que nos dedicamos a ello.

Un fuerte abrazo para todos,

**Francisco José Arenas Arenas**

*Presidente SECH*





# LA SECH CUMPLE 45 AÑOS

Luis Rallo Romero  
Victor Galán Saúco  
Fernando Riquelme Ballesteros  
Jaime Prohens Tomás  
Carlos Baixauli Soria  
Francisco José Arenas Arenas

*“Al fin y al cabo  
somos lo que hacemos  
para cambiar lo que  
somos”*

*Eduardo Galeano*

## ANTECEDENTES

La modernización de la investigación, la enseñanza y la transferencia de conocimientos agrarios en España, iniciada en la década de los 50 del Siglo XX, promovió la creación del Servicio de Extensión Agraria (1954). En 1957, las Escuelas Técnicas pasaron desde los ministerios correspondientes a las universidades y se estableció, por primera vez, el doctorado en sus enseñanzas. En los años 60 se crean nuevas Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Agrónomos en Córdoba y Valencia, proceso que no ha cesado desde entonces. Distintos programas de formación de investigadores y docentes en centros de excelencia internacionales, inspirados en los planes de formación de investigadores de la Institución Libre de Enseñanza a comienzos del pasado siglo XX, abrieron una ventana al exterior a partir de la década de los 60 del pasado siglo. Sin duda, el mayor esfuerzo cuantitativo y cualitativo en el caso de la agricultura fue el Programa del Banco Mundial que proporcionó al Sistema Nacional de I+D más de 200 investigadores formados en instituciones de excelencia investigadora antes de 1980. En este contexto, nació la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas en 1981 en la Universidad Politécnica de Valencia.

Esta presentación resume las actividades de la SECH desde su fundación y trata de promover una reflexión colectiva sobre su futuro.

## LA SECH OBJETIVOS

La Sociedad Española de Ciencias Hortícolas se constituyó en Valencia en noviembre de 1981 con la finalidad de promover y alentar el interés nacional e internacional en la investigación científica, en la divulgación y en la formación en todas las ramas de la Horticultura, entendida como ciencia que trata del cultivo y comercialización de las plantas de huerta, con los objetivos siguientes:

1. El desarrollo de un mejor entendimiento entre las personas e instituciones dedicadas a las Ciencias Hortícolas.
2. La participación en todas aquellas actividades relacionadas con las Ciencias Hortícolas.
3. La difusión de los conocimientos hortícolas a través de publicaciones periódicas y demás medios que se crean convenientes.
4. La organización periódica de un Congreso Nacional de la SECH y de otras reuniones específicas
5. Establecer relaciones con otras sociedades nacionales e internacionales análogas.

## CONGRESOS

Los Congresos Nacionales de la SECH han contribuido a coordinar e integrar las investigaciones en las Comunidades Autónomas (CC.AA.) que albergan diversidad y/o especialización de cultivos en medios ambientes diferentes. Los Congresos, que se celebran cada dos años, han sido un lugar de encuentro entre investigadores de distintas comunidades autónomas, han cumplido tres funciones: a) la presentación y debate de trabajos de investigación, b) establecer la estrategia y las actividades de la Sociedad y de los Grupos de Trabajo. Las comunicaciones científicas están orientadas a un tema elegido en el encuentro anterior y se recogen en Actas de Horticultura. Hasta 1988 se publicaron las correspondientes a los Congresos de Valencia, 1981 y Córdoba, 1983. En éste se estableció la sede de la Sociedad en Córdoba y Fernando Pérez Camacho fue elegido secretario de la SECH.

## GRUPOS DE TRABAJO

La Sociedad se estructuró en Grupos de Trabajo por cultivos, productos y disciplinas. Su permanencia ha dependido



de un número mínimo de socios y de la celebración de encuentros u otras actividades entre Congresos. Las actividades de los grupos de trabajo han tratado de transferir tecnología a una horticultura extremadamente diversa en cultivos y productos comercializados en fresco o transformados. La producción hortícola se distribuye en toda la geografía nacional, con casos notables de concentración en determinados territorios. Las actividades de los grupos de trabajo han transferido información científica y técnica a todos sectores de la horticultura en la geografía hortícola de España y en todas sus CC.AA. Conviene señalar que los grupos de trabajo han variado por diferentes circunstancias: escasa actividad, nuevos grupos emergentes, fusión de grupos previos, asociación con otras sociedades o inclusión en otras sociedades.

En la actualidad hay 12 grupos de trabajos (Alimentación y Salud, Economía, Fertilización y Sustratos, Fresón y otros Frutos Rojos, Fruticultura y Citricultura, Ingeniería Hortícola, Mejora Genética, Olivicultura, Ornamentales, Postrecolección e Industrias, Sustratos y Viticultura) con sedes temporales asociadas a la institución de los correspondientes presidentes, elegidos en el último encuentro del grupo. Actualmente, las sedes son Madrid, Orihuela, Badajoz, Oviedo, Sevilla, Murcia, Sevilla, Vitoria, Badajoz, Alcalá del Río, Orihuela y Palma de Mallorca. La página Web de la SECH recoge información actualizada de los Grupos de Trabajo. Se ha tratado de asociar los grupos con las inquietudes de la Horticultura en el lugar de celebración del encuentro correspondiente. La relación de las Actas de Horticultura ilustra la labor realizada en los territorios del país por los grupos de trabajo.

## PUBLICACIONES

**Actas de Horticultura**, la publicación permanente, ha seguido el modelo de **Acta Horticulturae** (Technical Communications of **International Society for Horticultural Sciences**), la revista que recoge los contenidos de sus encuentros científicos. La aproximación a los estándares de la comunidad científica representada por la **ISHS** ha sido un objetivo permanente de la **SECH** desde su fundación.

Hasta la fecha se han publicado 91 números de **Actas de Horticultura** que indican un incremento temporal cuantitativo y cualitativo, y una progresiva diversidad de temas acordes con las tendencias científicas y técnicas de la Horticultura y las actividades de la **SECH**. Sus contenidos se han digitalizado desde 2003 y se pueden consultar en la página web de la Sociedad.

Distintos grupos de la **SECH** han participado a partir de 1981 en simposios de la **ISHS** celebrados en España. Los títulos, ciudad y fecha de celebración, y los correspondientes números y fecha de publicación de números de **Acta Horticulturae** se pueden consultar en la página web de la **ISHS**. Estas cifras son indicativas de la interacción temporal y temática entre ambas sociedades.

Una búsqueda en la página web de la **ISHS** evidencia la plena incorporación de la comunidad científica nacional en sus publicaciones, en particular en los simposios de publicados en **Acta Horticulturae**. La presencia de la **SECH**, iniciada en los 80, ha aumentado constantemente. En los últimos años no hay grupo de trabajo que no haya organizado y participado en simposios, workshops y demás encuentros de la **ISHS** y sus correspondientes publicaciones. También son cada vez más abundantes



**Fotografía 1.**

*1 Congreso de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Junta Directiva de la SECH: Rafael Jiménez, Carlos Gracia, José Santos, Joaquín Miranda, Emilia Puig y Luis Rallo. Revista Horticultura.*





**Fotografía 2.**

III Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas.  
Foto Revista Horticultura.

y diversos los artículos en *Scientia Horticulturae*, publicación concertada entre la ISHS con Elsevier. Su consulta debe ser un motivo de análisis por la SECH, sus grupos de trabajo y las personas que pertenecemos a ella.

### ETAPAS DE LA SECH

El contexto definido por la estructura, actividades y publicaciones permiten distinguir tres etapas que incluyen sucesivos equipos de gobierno y representación.

### 1981-1988. CONSTITUCIÓN Y ASENTAMIENTO

No es casual que la necesidad de la SECH apareciese en la costa mediterránea que albergaba desde los 60 del siglo XX la horticultura más dinámica y exigente en conocimiento en el país. El paradigma era sin duda la producción en invernaderos de Almería. El icono el “Mar de Plástico” de este paisaje desértico.

La evolución de la SECH desde 1981 testimonia una actividad creciente de encuentros que han tejido una red territorial de contactos creciente entre investigadores, técnicos, empresas y organizaciones agrarias. La creación de la SECH fue promovida por un grupo de socios fundadores liderados por Joaquín Miranda de Larra, José Santos Caffarena y Rafael Jiménez Mejías en 1981. En este primer periodo se redactaron los estatutos que estructuraron la Sociedad en Grupos de Trabajo. Desde el primer momento se establecieron relaciones permanentes con la Asociación Portuguesa de Horticultura (APH), liderada por Carlos Portas, que han sido determinantes en la consolidación de sus actividades y proyecciones nacional e internacional. Se celebraron también los Congresos Nacionales de Valencia (1981) y Córdoba (1983) cuyos contenidos se publicaron en los primeros volúmenes de Actas de Horticultura. También en este último se estableció la Secretaría de la SECH en la Universidad de Córdoba para la que se nombró responsable a Fernando Pérez Camacho.

### 1988-2010 HACIA LA INTERNACIONALIZACIÓN

Los Tratados de Adhesión a la Unión Europea de España y Portugal en 1986 han representado un hito histórico para ambos países que sucedió al aislamiento internacional de las prolongadas dictaduras precedentes en ambos países. Sin duda, la progresiva inmersión cultural, científica, económica y política en la UE ha supuesto el proceso global de modernización de mayor alcance desde la decadencia que supuso para ambos países el final de sus imperios. La Política Agraria Común ha financiado la modernización de la Agricultura. Los Fondos FEDER han transformado las infraestructuras territoriales. El Programa Erasmus es un paradigma de la integración cultural, científica y, sobre todo, lingüística y emocional. Lo que ha desencadenado el sentimiento de pertenencia a Europa.

### ACTIVIDADES

El camino recorrido de 1988 a 2010 fue sucesivamente liderado por los equipos de Luis Rallo (1988-1996), Víctor Galán Saúco (1996-2004) y Fernando Riquelme (2004-2012). El objetivo fundamental de este periodo fue la participación en las actividades de la ISHS para conseguir la incorporación de la SECH a la investigación científica y la innovación y tecnológica internacional de la Horticultura. Para ello se constituyó una representación permanente de España a través de la SECH en el Council, el órgano de gobierno de la ISHS.

Cronológicamente, el Congreso de Tenerife (1988) representó el punto de partida hacia una creciente presencia de la SECH en la comunidad científica mundial a través de la ISHS. El vínculo inicial con la APH, la sociedad hermana portuguesa, significó desde entonces la plataforma permanente para la incorporación recíproca en el concierto de la Ciencia Hortícola.

En primer lugar, se fomentó la celebración de Congresos y Jornadas de Grupos de Trabajo. También la organización conjunta de Congresos Ibéricos con la APH y un Congreso Latino Americano de Horticultura (Santiago de Chile y Montevideo, 1992) con ocasión de V Centenario. Los encuentros de este periodo y los lugares y fecha de celebración se pueden consultar en ACTAS DE HORTICULTURA (1 a 56) en la página web de la SECH. Estas actividades han constituido una red de información fundamental para conocer la horticultura y su base científica en los ambos países, así como dar visibilidad a las Sociedades de España, Portugal e Iberoamérica.

Paralelamente, se impulsó la participación de los Grupos de Trabajo en la Organización de Simposios, Workshops, y otros encuentros de la ISHS. La página web de la ISHS resume cronológicamente la totalidad de estos encuentros. El avance de la participación española y portuguesa a partir de 1981 es elocuente.

En este punto parece oportuno presentar brevemente a la ISHS. En el enlace de su página web relativo a “Historical Facts”, se sintetizan los antecedentes (I Congreso Internacional de Horticultura, Bruselas 1864, Comisión Internacional para Congresos



de Horticultura), que condujeron a la creación oficial de la actual Internacional Society for Horticultural Sciences (ISHS) en 1959. Desde entonces la ISHS se estructuró en Secciones (por grupos de cultivos, 14), Comisiones (ámbitos científicos transversales para los diferentes cultivos, 15) y un número variable de Grupos de Trabajo que garantizan la frecuencia y el alto nivel de los Workshops, Simposios y Congresos. Hasta 1981 la participación española en la ISHS había sido ocasional. En esta etapa Víctor Galán Saúco (1998-2006) en la Sección de Frutales Tropicales y Subtropicales y Nicolás Castilla (2005-2014) en la Sección de Cultivos Protegidos han participado en el Comité Ejecutivo, órgano que aprueba las propuestas de Simposios y Workshops de los Grupos de Trabajo. Posteriormente ningún español ha pertenecido al Comité Ejecutivo.

#### CANDIDATURA PARA UN CONGRESO DE LA IHC ORGANIZADO POR LA APH Y LA SECH.

Los Congresos Internacionales de Horticultura constituyen la “*opus magnum*” de la ISHS desde su fundación. Se celebran cada 4 años y representan el evento mundial con mayor participación de científicos del sector hortofrutícola. Cada Congreso se aprueba 8 años antes por el **Council** correspondiente. Desde la sesión de Davis (CA-USA, 1986) los representantes de la APH y la SECH promovieron la candidatura conjunta de Portugal y España en los sucesivos **Council**. Sevilla se propuso en Bruselas (1988), pero se adjudicó a Seúl. Finalmente, en Toronto (2002), se acordó la celebración del **XXVIII IHC 2010** en Lisboa, copresidido por Antonio Monteiro y Víctor Galán Saúco: Presidentes de la APH y de la SECH. En todo el proceso fue importante la participación de Carlos Portas (APH), de Luis Rallo y Fernando Nuez (SECH) en las sesiones que condujeron a la designación de Lisboa como sede del **XXVIII International Horticultural Congress**. Lisbon. **2010**. Desde 2002 la APH y la SECH priorizaron la organización del Congreso en su actividad.

#### PUBLICACIONES DE CONGRESOS Y JORNADAS.

Durante esta etapa los Congresos de la SECH y de la APH han estado concertados. La alternancia de estos cada dos años en ambos países ha sido habitual. También los grupos de trabajo han celebrado encuentros conjuntos con la APH. Las actividades de los grupos con otras sociedades nacionales han sido frecuentes. Los Congresos de Mejora Genética con la Sociedad Española de Genética se llevan realizando desde 2003. También ha sucedido en casi todos los grupos (Horticultura Ornamental, Sustratos, Fertilización, Horticultura y Fruticultura), aunque con menor continuidad. La flexibilidad para la organización de los encuentros por sus responsables ha sido muy positiva para mantener actividades en todos los territorios. Los 56 números de Acta Horticultura publicados en esta etapa informan sobre el contenido de los distintos encuentros (Ver página Web de la SECH)

#### PUBLICACIONES SINGULARES MONOGRAFÍAS SOBRE EL ESTADO DE LA HORTICULTURA

**La Horticultura Española en la CE. 1991.** Este libro se publicó con motivo del X aniversario de la SECH, celebrado en Valencia en 1991 bajo la Presidencia de Honor de Su Majestad el Rey D. JUAN CARLOS I. Se trata de una reflexión colectiva sobre el estado del sector confrontando la situación española con la comunitaria. La obra es una monografía agrupada en 10 secciones y 41 capítulos. La primera sección analiza la perspectiva comunitaria de la integración de la producción española en el nuevo marco comunitario determinado no sólo por la PAC. Las restantes secciones se ocupan de aspectos económicos (estructura, costes de producción y comercialización, y tendencias). La tercera es un análisis sectorial pormenorizado de los diferentes grupos de cultivos (frutales, olivo, vid, hortalizas, ornamentales, aromáticas y medicinales) y sistemas de producción (extensivos, intensivos y jardinería y paisajístico). La cuarta aborda la ingeniería hortícola (mecanización, biosistemas, riego localizado, fertirrigación, sustratos, cultivo forzado e invernaderos, impacto ambiental). La quinta trata de la propagación de plantas e incluye la certificación de semillas, la selección sanitaria y de planta de vivero y la micropropagación. La sexta enfoca la protección de los cultivos por tipos de agentes causantes de daños: plagas, enfermedades y malas hierbas, y sistemas de protección de los cultivos. La séptima se ocupa de la mejora genética de ornamentales, frutales y hortalizas. La octava aborda las Postrecolección de productos hortícolas. La novena reflexiona sobre la enseñanza. Finalmente, la décima enfoca algunos aspectos de las producciones regionales andaluza y valenciana. En la publicación han participaron 49 autores.

**La Horticultura Española. 2001.** Este libro es una monografía sistemática, sucinta y completa que presenta la producción y el cultivo de las hortalizas, frutales y ornamentales en España. La primera parte incluye capítulos de todas las Comunidades Autónomas. La segunda la producción y cultivo de todas las especies cultivadas de cada uno de los grupos de plantas hortícolas ordenadas alfabéticamente por productos comercializados. Para cada especie se sintetiza la historia, su importancia económica, el cultivo, las producciones, su uso, valor dietético, comercialización y perspectivas. En suma, una “*micropedia*” divulgativa que incluye 119 entradas. A destacar la participación de uno o más autores en cada uno de los capítulos y entradas.

La publicación del estado de Horticultura en España debería constituir una serie periódica de divulgación. Por ejemplo, en coincidencia con los sucesivos Congresos.

**Diccionario de Ciencias Hortícolas. 1999.** El Diccionario pudo llevarse a cabo gracias a una ayuda específica de la CICYT para promover el uso de la terminología de las publicaciones en Ciencias Hortícolas. La necesidad surge de la insuficiencia de las fuentes



existentes en español, tanto el Diccionario de la RAE como el *Vocabulario científico y técnico* de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

El Diccionario de Ciencias Hortícola se concibió como un glosario encomendado a un comité de redacción integrado por 12 autores con la participación de 12 colaboradores para determinados ámbitos específicos y 9 contribuyentes con alguna aportación original. Incluye 8.270 términos y es precedido por un apartado de sus características para facilitar su consulta por los usuarios. En síntesis, el Diccionario nació como una obra abierta con definiciones concisas y voluntad de actualización con nuevas aportaciones. Veinticuatro años después su continuidad es un reto pendiente.

### OTRAS ACTIVIDADES

Durante el mandato de Fernando Riquelme se fomentaron convenios con diferentes instituciones nacionales, autonómicas y locales que han consolidado relaciones previas e institucionalizado y visibilizado la Sociedad, a saber:

- Convenio con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) para el estudio y desarrollo de la Hortofruticultura española.
- Convenio con la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) para el estudio y desarrollo de la Hortofruticultura andaluza
- Convenio con la APH para la celebración de los Congresos Ibéricos de Ciencias Hortícolas
- Convenio con el *Spanish Journal of Agricultural Research (SJAR)* por el que se constituye como revista cooficial de la SECH desde 2004
- Convenio de colaboración entre el Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete y la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) para el estudio y desarrollo de la Hortofruticultura española. 2007
- Convenio de colaboración entre el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario de Palencia (ITAGRA.CT) y la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) para el estudio y desarrollo de la Hortofruticultura española. 2007
- Acuerdo de Colaboración entre la ISHS, la Universidad de Huelva, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la SECH para la Organización del VI Simposio Internacional de la Fresa (ISS) en Huelva, del 3 al 8 marzo de 2008.
- Creación del Consejo Institucional de la SECH a partir de 2008
- Fomento de la relación de la SECH con el sector empresarial.
- Se inicia la digitalización de las publicaciones de la SECH

### XXVIII INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS. LISBON .2010 (28 CONGRESO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS HORTÍCOLAS. LISBOA 2010)

Fue patrocinado y organizado por la Asociación Portuguesa de Horticultura (APH), la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH) y por la International Society for Horticultural Sciences (ISHS). Fue copresidido por 'Antonio Monteiro (APH) y Víctor Galán (SECH). El lema del Congreso fue "**Ciencia y Horticultura para las Personas**" La conferencia inaugural: "Horticultura para las Personas" fue impartida por Jorge Sampaio, anterior Presidente de la República Portuguesa. Su celebración tuvo lugar del 22 al 27 de agosto con posteriores viajes a importantes zonas hortícolas de ambos países.

El Congreso fue un éxito de **asistencia**, con 3434 asistentes y acompañantes de todo el mundo (la mayor asistencia desde el Congreso de Davis (CA-USA)) procedentes de 100 países. La distribución geográfica fue razonablemente equilibrada, aunque influida por la proximidad geográfica. Europa con el 54% encabezó la presencia de participantes seguida por Asia y Oceanía, Norteamérica, América Central y del Sur, y África. España (398), Italia (228) y Portugal (227), Japón (209), USA (182) y Brasil (179), China (172), Alemania (119), Francia (98) y Holanda (92) fueron los 10 países con mayor participación.

El **Programa Científico** fue extenso con amplia diversidad de encuentros y temas. En **Acta Horticulturae 916** se recogen los **Coloquios** (17) y la Revisión del contenido del del **Congreso**. Los Coloquios incluyeron temas que la ISHS ha considerado de interés general para el futuro de la Horticultura y revisiones del mayor intercambio histórico de plantas que representó la Era de los Descubrimientos y la Circunvalación de la Tierra por los Países Ibéricos. A continuación, se resume el programa de los Coloquios agrupados por los temas elegidos con indicación de los conferenciantes respectivos. Se resalta en *cursiva* los temas presentados por conferenciantes ibéricos.

**Retos y oportunidades: Horticultura y Desarrollo.** Incluye la mencionada conferencia inaugural y las cinco siguientes: 1) Conservando la Diversidad: El Reto de la Cooperación (C. Fowler); 2) *Nuevas Aproximaciones Biotecnológicas: Una Perspectiva General* (P. Puigdomenech); 3) Ayuda a la Alimentación en un Mundo con Precios al Alza de los Cereales (T. A. Lumpkin); 4). Futuro de la Seguridad Alimentaria en un Horizonte de Calentamiento Global con recursos Naturales más Limitados (J.D.H. Keatinge, W. J. Easdown, J. d'a. Hugues, R.-Y. Yang y R. Symonds); 5) Retos y Oportunidades para la Horticultura y Prioridades para la Investigación en el Comienzo del Siglo XXI (I. J. Warrington).

**El Encuentro de la Península Ibérica con América y Asia.** Incluye las siguientes conferencias: 1) *Contribución de España y Portugal al Intercambio y Aclimatación Mundial de Nuevos y Antiguos Cultivos*. (V. Galán y J. I. Cubero); 2) *Cultivos Asiáticos en la Europa del Renacimiento como*





**Fotografía 3.**  
IHC Lisboa 2010. Fuente ISHS.

*Resultado de los Descubrimientos a través de la Ruta de la Seda* (D. P. F. Almeida); 3) *Nuevos Cultivos en el Mundo: Iconografía e Historia* (J. Janick).

**Descubrimientos Científicos.** Incluyó las siguientes conferencias: 1) *La Secuenciación del Genoma del Melón: Una nueva herramienta para su Mejora* (J. García-Mas y el Consorcio MELONOMICS); 2) *Oportunidades de la Nanotecnología en Producción Frutal* (F. W. H. Kampers).

**Innovaciones Tecnológicas.** Incluye las siguientes conferencias: 1) *Automatización del Cultivo de Especies Frutales Perennes con GPS y/ GIS*. (M. A. Blanke); 2) *Modelización para el Control Biológico de Plagas*. (D. J. Skirvin); 3) *Integración del Conocimiento de la Biología de Enfermedades, Manejo del Cultivo, y Características de los Fungicidas para Reducir los Tratamientos en la Vid*. (W. F. Wilcox).

**Plantas, Gente, Lugares.** Incluye las siguientes conferencias: 1) *El Proyecto Eden* (T. Smith y A. Kendle); 2) *Mejorando el Medio Ambiente con Plantas* (W. I. Lohr). 3) *El Paradigma Gente, Planta, Lugar*. (D. E. Aldous)

**Educando la Nueva Generación de Mejoradores en Horticultura.** Los Coloquios concluyeron con esta conferencia de F.A. Bliss focalizada al caso de los Estados Unidos.

**REVISIÓN DEL XXVIII IHC CONGRESS. 2010.** *Acta Horticulturae* 916 concluyó con un resumen de

todas las actividades del Congreso escrito por L. Rallo y A. A. Monteiro, responsables del Programa. Conviene destacar la reiteración de temas clave en todos los tipos de encuentro. Este ha sido el criterio para presentar más adelante los hitos científicos por redes temáticas. La contribución ibérica fue cuantitativamente la más relevante de ambos países en todos los Congresos de la ISHS celebrados hasta 2010.

**Simposios** (Tabla 4). Constituyeron el núcleo del Congreso con un total de 19 simposios con 32 organizadores (conveners) de los cuales 20 fueron de la Península Ibérica. Un total de 1036 presentaciones orales y 2155 posters dieron lugar a 3289 abstracts (resúmenes), el 74% del total del Congreso. La tabla 4 del resumen informa sobre su diversidad temática con notable presencia de españoles y portugueses y de temáticas relacionadas con cultivos hortícolas importantes en ambos países.

**Seminarios** (Tabla 5). Estos encuentros de corta duración fueron un total de 14 (Tabla 5) que trataron sobre temas diversos por cultivos y disciplinas que complementaron los Simposios. Dos de ellos fueron organizados por españoles. En total dieron lugar a 467 abstracts.

**Sesiones temáticas** (Tabla 6). Incluyeron en total 18 organizadas por 21 investigadores, de los cuales 6 fueron de la Península Ibérica, sobre temas de actualidad



no contemplados en Simposios y en Seminarios. Dieron lugar a 682 Abstracts.

**Talleres / Workshops** (Tabla 7). Estos encuentros informales orientados a fomentar mesas redondas de debates, muchas relacionadas con temas considerados en Simposios y Seminarios. Su objetivo es fomentar iniciativas de cooperación entre los grupos y el sector para establecer puentes que conduzcan a proyectos conjuntos de cooperación entre científicos y emprendedores de la industria hortícola. En total se celebraron 28 Workshops sobre una gran diversidad de temas, organizados por 48 Investigadores de los cuales 9 eran de España y/o Portugal.

**HITOS CIENTÍFICOS Y REDES TEMÁTICAS.** Tras el Congreso los responsables de los encuentros solicitaron a los autores propuestas sobre los hitos y redes más relevantes. La información recogida aparece en las páginas 202-218 de la presente Acta Horticulturae 916. A continuación, se indican algunos hitos agrupados por temas indicados por los responsables de los encuentros correspondientes (Ver Tablas 4 a 7) con referencia a trabajos con contribuciones destacadas, bastantes con presencia española.

**Genómica y Transformación.** Muchos casos han puesto de manifiesto el valor de la genómica como útil

para responder cuestiones en cultivos importantes (fresa, vid y melón). Algunos de los trabajos más relevantes permiten responder a hipótesis en diversas plantas cultivadas (cítricos, manzano, fresa, y avances iniciales en cebolla y olivo), previamente verificadas en plantas modelo. Muchos de estos resultados se han incorporado en la mejora de las especies citadas. Por ejemplo, en fresa para resistencia a heladas y floración fotoperiódica. En el Simposio 05 HORTGEN se evidenció que la movilización de la proteína FT de las hojas a las yemas induce floración en importantes especies cultivadas como manzano, ciruelo, cítricos y olivo. El workshop 16 desarrolló la posibilidad de que la cisgenia permita superar las objeciones legales al uso de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en la Unión Europea al no tratarse de plantas transgénicas.

**Recursos Genéticos.** La conservación y uso sostenible de los recursos genéticos fue un *leitmotiv* en el Congreso en el marco universal representado por el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y a la Alimentación. Un simposio específico (S12) y la referencia a los mismos en la mayoría de los simposios de cultivos (So6, So6, So7, So9, S13, S14, S16, S18) pusieron de manifiesto su papel imprescindible



**Fotografía 4.**

IHC Lisboa 2010. Fuente ISHS.



en la Agricultura, no solo en colecciones *ex-situ*, el procedimiento habitual de conservación de germoplasma en los diferentes bancos de frutales, sino también en colecciones locales *in-situ* de agricultores y de ejemplares históricos por su edad y monumentalidad. La preocupación por su preservación debido a la creciente erosión genética y el reto del Cambio Climático se sustanció en numerosos encuentros. En los simposios se focalizó la precariedad de muchos bancos de germoplasma, su relación con la mejora y la genómica y el establecimiento de redes internacionales. La implementación de nuevos sistemas electrónicos para el manejo de datos, la mejora de protocolos de crioconservación, el uso de la nueva generación de secuenciadores en el genotipado para la identificación de genes, el uso de marcadores moleculares para la identificación varietal y el establecimiento de relaciones genéticas se está generalizando progresivamente. Un ejemplo de particular interés ha sido el caso de la Red de Bancos de Olivo del Consejo Oleícola Internacional vinculados a nuevos programas de mejora genética asociados a la Genómica. La conservación de cultivos subutilizados en Jardines Botánicos representa una opción para nuevos cultivos que amplíen la biodiversidad. Finalmente, el simposio sobre platanera y

otros frutales tropicales abrió nuevas perspectivas para la caracterización, autenticación y comercialización de estas especies y su introducción en zonas subtropicales.

**Fisiología de Cultivos.** La *Sesión Temática S3* incluyó amplios niveles de organización fisiológica desde la planta completa hasta el bioquímico y el molecular, incluyendo los cultivos transgénicos. Los efectos de diferentes **estreses abióticos** en la cosecha, tal como la salinidad y su uso en la evaluación de la tolerancia varietal, la resistencia del nogal a las heladas, la aplicación de estreses térmicos en las raíces de espinaca son algunos casos. La modulación del tamaño de la copa y de la respuesta productiva cuantitativa y cualitativa de la **aplicación de reguladores de crecimiento** con casos de interés en manzano. Todas estas posibilidades fueron objeto de atención en esta Sesión. El *Seminario 09* focalizó cómo la **biología de la floración** es responsable de importantes efectos en el subsiguiente cuajado de frutos con importantes implicaciones en horticultura. Se presentó una brillante conferencia sobre la evolución de la biología del desarrollo reproductivo en angiospermas primitivas. Conocer cómo han evolucionado las flores en angiospermas que divergen desde los primeros periodos geológicos permitirá conocer mecanismos claves



Fotografía 5.  
IHC Lisboa 2010. Fuente ISHS.



actualmente implicados en optimizar la fecundación y la productividad de la mayor parte de los cultivos productores de semillas y frutos. Es prometedor ver cómo diferentes problemas comparten mecanismos y estrategias comunes para optimizar la fecundación y el cuajado de frutos en numerosas plantas cultivadas. También, en el **Simpósio 18 sobre Platanera y otros frutales tropicales**, se presentó una conferencia impresionante que ilustra cómo 'Maricongo' es menos sensible al fotoperiodo que los cultivares del grupo Cavendish. Finalmente, en el **Seminario 13 sobre Crecimiento del Fruto** en frutales de pepita y hueso, se focalizó el estudio en los flujos de agua e hidratos de carbono, a diferencia de los estudios clásicos sobre variación en pesos fresco y seco. Calibradoras capaces de monitorizar pequeños cambios en la expansión del fruto han permitido determinar los flujos de carbono y agua. Además, un estudio presentó los flujos de marcadores radioactivos por el sistema PETIS, un avanzado procedimiento de análisis de imagen.

**Sistemas de Producción.** En la mayoría de los encuentros vinculados a cultivos las innovaciones en los sistemas de producción concitaron gran interés. El So3 **Invernaderos** se complementó con el Seminario Sm 02 **Plagas de Frutales Mediterráneos** se y el Workshop

Ws20 **GAP (Buenas Prácticas Agrícolas en Cultivos Protegidos de Hortalizas)** constituyendo una Red que suscitó vivos debates sobre la estructura económica de los correspondientes sectores, qué programas específicos se deberían implementar y por quiénes: 1) los gobiernos, 2) el sector privado, y 3) los diversos actores del mercado. Una aproximación a la Producción Integrada se propuso en los encuentros dedicados a todos los cultivos. Fue el caso de los simposios So1 **Pequeños frutos** y So6 **Frutales Mediterráneos** y So8 **Olivo**. En este caso se prestó particular atención al cambio global de los sistemas de cultivo y a la calidad para la salud del AOVE (Aceite de Oliva Virgen Extra) que ha globalizado su consumo. El acelerado cambio del olivar tradicional de secano (<100 olivos/ha) a alta densidad (500 -800 olivos/ha) y en seto continuo (>1.500 olivo/ha) se inició en los años 60 del Siglo XX y se aceleró progresivamente con la incorporación de España a la Unión Europea (1986). En el simposio se analizaron factores determinantes del nuevo paradigma como riego deficitario, alta productividad, mecanización de la recolección, propagación en viveros y necesidad de certificado de autenticidad y sanitario de la planta, altas inversiones proporcionadas por la ayuda a la producción de la PAC y, actualmente, por fondos de



**Fotografía 6.**

*IHC Lisboa 2010. Fuente ISHS.*



inversión internacionales que determinan el tiempo de amortización. Este cambio representa en la actualidad en España el 37 % de la superficie plantada que proporciona casi el 80% de la producción de AOVE con un precio en torno a 1,5€/litro. El reto de la nueva olivicultura en el escenario de cambio climático previsto y de peligro de extensión de enfermedades epidémicas causadas por *Xylella* y *Verticillium dahliae* requiere la necesidad de evaluación de las variedades más plantadas en los diferentes países interesados de la mencionada Red del COI. El uso de un protocolo de evaluación común y de material autenticado y sano, designado como THOC (acrónimo en inglés de True Healthy Olive Cultivar) se inició en la Red COI a partir de 2017. Por otro lado, la estandarización de los protocolos de composición de los aceites y de los análisis sensoriales también están en curso. Otros proyectos internacionales como el consorcio PREDIMED están evaluando los aspectos clínicos del uso del AOVE para diferentes patologías. Finalmente, el Simposio SO 14 **Horticultura Orgánica**, copatrocinado por FAO, ISOFA y CIHEAM representó un hito en este sistema de producción para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos naturales y asegurar una producción sostenible de alimentos. El programa científico focalizó seis temas: 1) Fertilidad del suelo y manejo de nutrientes; 2) Mejora genética y propagación de plantas; 3) Rotación, cultivos mixtos y cubierta vegetal; 4) Control de plagas y enfermedades; 5) Indicadores de sostenibilidad y económicos, tendencias en producción orgánica; 6) Postcosecha y calidad de los alimentos. Se documentó, finalmente, la extensión mundial de la producción orgánica que suponía 35 millones de hectáreas en 154 países en 2008, con Europa, Australia y Nueva Zelanda, y América Latina como principales regiones productoras. La horticultura suponía el 10% de la producción mundial. Para fomentar la horticultura orgánica se acordó la creación de grupos de trabajo y gestionar la creación de redes a través de la Comisión Agricultura Orgánica de la ISHS con otras sociedades.

**Cambio Climático y Recursos Hídricos.** La necesidad de un uso sostenible de los recursos hídricos disponibles en un escenario de cambio climático constituye uno de los grandes retos de la agricultura en este siglo. El aumento de población demanda más alimentos y necesidades agua de riego en las diferentes regiones. El simposio S15 **Climwater** exploró la respuesta de la comunidad científica al reto derivado de la necesidad de un uso racional mínimo del agua. Investigaciones en curso proporcionaron avances significativos en la relación entre volumen de riego y productividad de las cosechas que incluyen nuevas técnicas para establecer protocolos racionales de riego, utilizar aguas salinas sin afectar al suelo y al cultivo, el uso de especies y cultivares más eficientes en el uso del agua, y técnicas efectivas en el ahorro de agua. Los simposios sobre cultivos trataron el uso del riego deficitario. En el S18 **Platanera y otras plantas tropicales** se determinaron los efectos de



**Fotografía 7.**

*Jornadas Grupo de Olivicultura de la SECH. Córdoba 2006.*



**Fotografía 8.**

*VI International Strawberry Symposium. Huelva, 2008.*

factores asociados al cambio climático como las heladas, la sequía, el frío invernal y los tifones en la platanera y otras especies (durian, mango, litchi y logan) en diferentes zonas geográficas (Azores, Pakistán, Taiwán, Tailandia), proponiendo el uso de diferentes estrategias para mitigar



efectos negativos. Es el caso del uso de suelos arenosos en Pakistán para reducir los costes de aclimatación de plantas de platanera propagada in vitro, del efecto de las temperaturas nocturnas para la floración y cuajado de frutos del durian en Tailandia, el uso de aguas residuales con altas concentraciones de sal y boro en la platanera en climas subtropicales. Otros ejemplos fueron la determinación del coeficiente de cultivo en papaya y la del intercambio gaseoso en *Passiflora sp.* La difusión de cultivos tradicionales en nuevas áreas de cultivo puede informar sobre problemas específicos de adaptación en escenarios de cambio climático. Este es también el caso de la difusión de los frutales mediterráneos, incluido el olivo, en nuevas áreas de cultivo. Se ha confirmado el efecto negativo de la escasez de agua en el intercambio gaseoso de esta especie. El desarrollo de modelos predictivos para estimar las necesidades de frío para la salida del reposo debe ser útil para determinar la adaptación del cultivo en estas especies. También el efecto negativo de una alta intensidad de radiación en la actividad fotosintética en frutales de zona templada cultivados en el área Mediterránea. Por otro lado, la respuesta única del olivo a los estreses abióticos y la importancia de integrar los diferentes estreses y los procesos fisiológicos para obtener una visión completa de la adaptación de este cultivo al clima representa un reto que debe ser abordado. 'La información comentada se encuentra en los Simposios So6. **Frutales mediterráneos** y So8. **Olivo**. El Simposio Si16 **Vitis y clima** focalizó los aspectos positivos y negativos de la radiación sobre la fisiología de la cepa y sobre la composición en los aromas, color y antioxidantes del fruto. Un workshop Ws 28, sobre el mismo tema, fue patrocinado por la OIV (Organización Internacional de la

Vid y el Vino). Ambas actividades han propiciado las bases para un acuerdo entre la ISHS y la OIV.

En suma, cambios tan diversos como los asociados al calentamiento global afectan a todos los cultivos en todo el planeta. Por su especial influencia en la producción agrícola, la disponibilidad del agua para riego y el curso de los ciclos vegetativo y reproductor, ambos determinantes de la producción cuantitativa y cualitativa en las plantas cultivadas aparecen como demandas esenciales de la Investigación en el sector hortícola. En el programa de este congreso se presta especial atención a las consecuencias del Cambio Climático y a las oportunidades que la ciencia y la Innovación proporcionan para la Horticultura.

**Protección de cultivos.** El Seminario Smo2 focalizó el reto de las plagas y enfermedades emergentes en el área de libre intercambio Mediterránea. Los riesgos fitosanitarios aumentan de nuevo debido a la ausencia de medidas concertadas de cuarentena y a la pobre calidad de la planta comercializada tal como denuncian la EPPO y el CIHEAM. Algunas plagas y enfermedades severas plantean serios problemas a la industria frutal mediterránea. Son los casos del taladro de la palmera, del virus de la tristeza de los cítricos, de la podredumbre de raíces causada por *Fusarium Spp.*, de la invasiva mosca de la fruta, de la sharka en frutales de hueso, del fuego bacteriano en frutales de pepita, del taladro del tallo de tomate y de la verticilosis en olivo. Se presentaron diferentes innovaciones incorporadas a la estrategia de manejo integrado (IPM) y Ss concluyó con la necesidad de aplicar financiación a los proyectos cooperativos de investigación y transferencia por la Unión Europea. También se presentaron resultados prometedores de nuevos fungicidas como las triazolo-pirimidilaminas para el IPM en patatas, tomate, vid y



**Fotografía 9.**

1 Jornada Citricultura. XI Jornadas de Fruticultura de la SECH. Sevilla, 2019.





**Fotografía 10.**

IX Congreso Ibérico y XVII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Mérida, 2023.

cucurbitáceas. Finalmente, se debatieron otros temas de interés relacionados con nuevos tratamientos pesticidas como el uso de biofumigantes para limitar los daños de patógenos del suelo como *Rhizoctonia solani*; termoterapia en el control efectivo del virus del mosaico del tomate, y el potencial de solanáceas silvestres como patrones resistentes al nematodo de la raíz para para limitar los daños.

**Postcosecha.** El Simposio (So2) Postcosecha en el Mercado Global cubrió un amplio espectro de actividades específicas que fueron complementadas con otros encuentros del Programa. So2 y ha sido el Simposio con mayor número de abstracts (500) sobre Postcosecha. Los temas abordados fueron: 1) Factores precosecha y madurez; 2) Pérdidas en postcosecha y su manejo; 3) Tecnología de postcosecha; 4) Percepción del sabor y sus bases biológicas; 5) Plagas y Enfermedades en Postcosecha; 6) Fisiología Postcosecha; 7) Producción en fresco y otros valores añadidos; 8) Tratamientos postcosecha; 9), Ornamentales, 10) Evaluación de la pérdida de la calidad; 11) Calidad Postcosecha; 12) Tratamientos Postcosecha; 13) Desórdenes Fisiológicos; 14) Atmosfera Controlada. También el Simposio (Si8) Platanera focalizó la clonación de 6 genes MADS para prologar el almacenamiento del

plátano. Se ha encontrado que por el gen MeMADS es un factor determinante de la maduración que permite prolongar el almacenamiento, lo que es el caso de plantas transformadas portadoras del gen MaMADS. Hubo una amplia participación española (63 resúmenes en la mayoría de los temas, procedentes de comunicaciones de casi todas las CCAA del país.

**Jardinería y Paisajismo.** El interés creciente por la Jardinería y el Paisajismo no se ha reflejado en las actividades del Congreso. Sólo cinco encuentros con pocas contribuciones: dos seminarios: Sm 03 “Influencia de Portugal y España en la cultura del paisajismo y la jardinería” (8 abstracts, Tabla 5) y Sm 14 “Manejo del Césped” (18 abstracts, Tabla 5); dos sesiones temáticas: T11 “Paisajismo” (11 abstracts, Tabla 6) y “Horticultura Urbana” (11 abstracts, Tabla 6); y un workshop Ws 10 “Paisajismo y Horticultura Urbana en Asia y el Pacífico” donde se debatió su enorme potencial en la región. La Comisión de Paisajismo y Horticultura Urbana de la ISHS, con dos grupos de trabajo debe orientar sus esfuerzos a fomentar la actividad de los grupos. La presencia de comunicaciones españolas sobre Jardinería y Paisajismo fue testimonial. Posiblemente la presencia de Jardines Botánicos en la SECH contribuya a un ámbito de la horticultura de

enorme potencial económico, científico y cultural. Una vía que debe fomentar la SECH.

**Cadena de Valor en Horticultura.** Se celebraron tres encuentros pertenecientes a la Comisión de Economía y Gestión en los que participaron 350 congresistas. Globalmente ha sido el Congreso con mayor asistencia. En el Simposio S10 y el Seminario Sm10 sobre “Productores y Consumidores en la Cadena de Valor” se presentaron 88 Abstracts, sólo 2 de España. En la Sesión Temática To4 “Economía y Gestión” se presentaron 28 abstracts de los cuales 9 de España, procedentes de la costa levantina. En resumen, la Comisión de Economía de la ISHS y la presencia española necesitaban consolidarse en futuros encuentros. Su actualización debería recogerse en los boletines de los correspondientes Grupos de Trabajo de la SECH.

**Horticultura para el Desarrollo.** El simposio S10 “Horticultura para el Desarrollo” fue el primero celebrado en un Congreso Internacional de Horticultura (IHC). Hubo una representación equilibrada de África, Asia, América Latina y Caribe, e islas del Pacífico, aunque una gran parte trataron de acciones puntuales de ayuda al desarrollo de la Horticultura de países desarrollados a países en desarrollo. La dimensión de la participación: 27 conferenciantes y los problemas debatidos en el Simposio, fundamentalmente relacionados con la inseguridad alimentaria, la pobreza la necesidad de formación evidenciaron la insuficiencia del Congreso para abordar políticas efectivas de ayuda al desarrollo. Un tratamiento global de programas de ayuda al desarrollo de los diferentes países y de las agencias internacionales FAO, ICIAR, etc., limitan la posibilidad de actuación en los IHCs.

**Otros.** El Congreso de Lisboa representó una oportunidad para establecer conexiones, plataformas y proyectos de colaboración entre instituciones, empresas e investigadores a través de diversos encuentros. Por ejemplo, proyectos de la UE como COST (S01), ISAFRUIT(S11). La mayoría de los Workshops (Tabla 4) se orientaron a promover o consolidar este tipo de actuaciones, profundizando en particular en colaboraciones internacionales y publico-privada. Finalmente, el IHC de Lisboa fue una ocasión única para que la APH y la SECH se incorporasen a la comunidad científica internacional representada por la ISHS.

#### 2010-2023. RELEVO GENERACIONAL: CONSOLIDACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL.

En el año 2012, se llevó a cabo una renovación de varios Grupos de Trabajo de la Sociedad, particularmente los de Ingeniería Hortícola, Viticultura, Alimentación y Salud, con el fin de animar la realización de actividades por parte de estos.

En 2013, se establecieron colaboraciones estratégicas con Biovegen y la Fundación Sabor y Salud. Además, se llevó a cabo una **renovación de estatutos** para una gestión más eficiente. Los cambios principales estuvieron

relacionados con la composición de la Junta Directiva, donde se eliminaron los cargos de Vocal de Investigación y Vocal de Enseñanza y Extensión y se creó la **Comisión Permanente**, con el cometido de encargarse de los asuntos más cotidianos de la Sociedad. El proceso de elección de Cargos de la Junta Directiva se simplificó en una sola convocatoria de elecciones. También se instauró que el Vicepresidente 1º y el Presidente intercambiasen sus cargos, dos años tras las elecciones. La propuesta de organizar el Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas (SECH y APH) junto con el de la Sociedad Española de Agroingeniería y la Sección Especializada de Ingeniería Rural de la Sociedad de Ciencias Agrarias de Portugal se materializó en el exitoso VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, que tuvo lugar en Madrid en 2013 siendo los organizadores Fernando Riquelme y Margarita Ruiz.

En 2014, se continuó trabajando en la captación de nuevos socios, y se llevaron a cabo un importante número de actividades de los Grupos de Trabajo. Se procedió también a la adaptación del manejo de datos personales de socios de la SECH a la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD).

En 2015 el XIV Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas en Orihuela, organizado por Daniel Valero, fue un éxito, reconociendo la labor de los organizadores y destacando la frecuencia de jornadas y congresos como una característica distintiva de la SECH. Dicho congreso coincidió durante un día con el Congreso Ibérico de Agroingeniería.

Durante éste periodo 2013-2015 se abordaron la consolidación de relaciones internacionales, la adaptación a cambios legales, la promoción de las actividades de los Grupos de Trabajo, reflejadas en los Boletines de la SECH y Actas de Horticultura, y el fortalecimiento de la posición de la sociedad en el ámbito científico.

Durante todo el período hubo una intensa actividad por parte de los Grupos de Trabajo de la SECH, así como la publicación de Actas de Horticultura derivadas de las reuniones científicas. Asimismo, se tuvo una presencia destacada de la SECH en Simposios de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS) y de otras Sociedades Científicas

En el periodo siguiente (2015-2023) debe resaltarse en primer lugar los aspectos negativos, en los que ha habido que realizar una reestructuración importante como consecuencia de las distintas crisis económicas que han afectado a los ingresos de la SECH, especialmente a los relacionados con las aportaciones de las distintas Universidades, socios corporativos e ingresos de los socios de número de la sociedad. Cuando ya empezamos a darle la vuelta a las cuentas, la pandemia del COVID 19, trajo como consecuencia la suspensión completo la celebración de Congresos por parte de la Sociedad y de sus grupos de trabajo, anulando una fuente de ingresos vital para la SECH. Para paliar este problema la comisión ejecutiva y en especial la tesorera y secretario reaccionó y puso en marcha el Congreso en Red de Olivicultura,

Citricultura y Fruticultura que permitió un cierto grado de recuperación. Justo en ese período de recuperación se pudo celebrar el Congreso Nacional de Córdoba (2021), que supuso un balón de oxígeno, tanto por la organización como por los resultados importantes económicos, lo que supuso un punto de inflexión, consiguiéndose un balance positivo, y la recuperación de la relación y pago de cuotas de la ISHS, en esencia una recuperación económica que en los próximos años hay que consolidar.

Como aspecto positivo de este periodo debe indicarse la reactivación de grupos de trabajo que o bien no organizaban congresos o eran poco activos, con la fórmula de preparar congresos, uniendo distintos grupos de trabajo. Esta iniciativa ha permitido celebrar el primer congreso de citricultura unido a fruticultura y recuperar la actividad de otros grupos con esa fórmula colaborativa. La ejecutiva decidió activar la presencia en redes sociales como fórmula de visibilizar y dar a conocer la actividad, los fines de la SECH, así como la firma de convenios con revistas de impacto con las que poder publicar con un cierto descuento para los socios y la realización de campañas para captar y recuperar socios para mantener un grupo suficiente que permita una estructura sólida de esta Sociedad. También durante este período se realizó un gran esfuerzo de cara a consolidar la interacción público-privada, para favorecer desde la SECH la innovación, permitiendo una mayor participación de las empresas privadas en la actividad de la Sociedad. Se celebró también una primera reunión del Consejo Corporativo, para mejorar la relación con estos socios y dar un mayor protagonismo a las empresas en la celebración de Congresos.

2023 ha sido el año de transición de un mandato más largo de lo normal por las circunstancias anteriormente indicadas, pasando a vicepresidente primero, como marcan los estatutos. Tranquilo, animado y manteniendo mi colaboración con el nuevo Presidente Dr. Francisco Arenas con el que tengo una extraordinaria relación y que me consta que tiene muchas ganas de conseguir proyectos interesantes para la SECH. El relevo generacional representa un análisis de lo conseguido y la propuesta de nuevas estrategias de cambio que atiendan las demandas de los nuevos tiempos. En el caso de la SECH es evidente la necesidad de un nuevo cambio mirando al futuro. La generación fundadora propició la necesaria transición que clausuró el aislamiento de nuestro país. Los más jóvenes de entonces impulsaron una apertura a Europa, y una incontestable presencia en las comunidades científica e innovadora, interaccionando con el dinámico sector de la Horticultura. Con vistas a la celebración del Congreso de Valencia 2025, 45 años después de su fundación, proponemos la constitución de Junta Directiva designe un Comité para elaborar un Plan Estratégico 2035 de la SECH a refrendar en el Congreso de Valencia 2025.

La actual Junta Directiva de la SECH inicia un nuevo período donde apostar por una mayor visibilidad de la SECH en la sociedad mediante la creación de una nueva

página web con mayor accesibilidad y operatividad o la realización de una nueva revista digital Revista Española de Ciencias Agrarias, en la que los socios puedan publicar sus estudios y avances más relevantes.

Se potenciará la colaboración con empresas y organizaciones agrarias que permita una colaboración más fluida y la búsqueda de soluciones a problemas concretos y la participación en proyectos de experimentación, investigación y grupos operativos.

La formación y transferencia de conocimiento es otro de los objetivos de la SECH, para ello se organizarán cursos y seminarios, tanto en formato digital como online, dirigidos a socios, jóvenes investigadores y técnicos en general.

Hoy vivimos un tiempo más incierto. Encontrar alternativas que acrecienten la presencia de la SECH para “promover y alentar el interés nacional e internacional en la investigación científica, en la divulgación y en la formación en todas las ramas de la Horticultura”, tal como postula nuestro objetivo fundacional, sigue siendo posiblemente el reto de las nuevas generaciones. La actualmente al frente de la Sociedad y la que ya emerge. Cada tiempo tiene su afán.





# La Citricultura española. Un modelo de referencia mundial

**M. Agustí**

**Catedrático Emérito**

*Dpto. Producción Vegetal. Instituto  
Agroforestal Mediterráneo*

*Universitat Politècnica de València*

## ORIGEN Y PRIMEROS AÑOS

Las primeras referencias que se tienen de la Citricultura española son de la compra – venta de árboles de naranjo, y datan de 1482. Son datos que Abad (1984) recoge de la Biblioteca Nicolau Primitiu en la que se dice “...tota aquella quantitat que pagarà lo dit Lorch Tinent de Guardia per lo preu de diversos torongers...” (“...toda la cantidad que pagará el citado Lorch Tinent de Guardia por el precio de varios naranjos...”). Pero en sentido estricto, entendiendo la Citricultura como tal, es decir, como el cultivo de cítricos, las primeras plantaciones se sitúan en 1873, en las provincias de Castellón y Valencia, 1.268 y 1.497 plantaciones, respectivamente (Lassala Palomares, 1873). En 1879, las dos provincias junto con la de Alicante alcanzaban 4.850 plantaciones (Bou, 1879) y en 1908, 37.400 (Lassala Emo, 1909). No se tienen datos de la producción de estas explotaciones, pero sí de sus precios; así, en 1873, oscilaban entre 12,50 y 15 ptas el millar, y en 1880 se situaban en 17 ptas por millar. Debe destacarse que hasta bien entrado en S. XX los cítricos se compraban en el campo por millares que, tras la recolección, se contaban en los almacenes, antes de su confección, para valorar y pagar la cosecha a los agricultores (Fotog. 1). En 1830 se tienen referencias, también, de su cultivo en las Islas Baleares (mayoritariamente en Mallorca), pero sin datos concretos.

Con la participación de Murcia y Almería, en 1932 se destinaban 72.500 ha al cultivo de los cítricos, en 1936, 77.000 ha, y en 1950, 82.000 ha (Liniger-Goumaz, 1962).

En los años 30 del siglo pasado, los rendimientos apenas alcanzaban los 120 Qm/ha, lo que significaba producciones medias anuales de 550.000 t en Valencia (las tres provincias), 80.500 t en Murcia y 16.500 t en Andalucía; la producción aumentó desde la campaña 1940/41 a la 1959/60, pasando de 750.000 t a 1.650.000 t, respectivamente.

La explicación a esta evolución radica en la voluntad exportadora de quienes iniciaron el cultivo de los cítricos. Inicialmente las exportaciones se llevaban a cabo por vía marítima (Fotog. 2), situándose la primera referencia de exportación en el puerto de Soler (Mallorca), desde el



**Fotog. 1.**

*Empleadas de un almacén de confección de cítricos contando naranjas. Los cítricos hasta los años 50 del siglo pasado se vendían por millares.*

que comenzaron los primeros cargamentos de naranjas que se exportaban a Francia y se dirigían, también, a Cataluña. En 1872 ya se exportaron desde diversos puertos (destacando los de Valencia y Burriana) 120.000 cajas a Francia y 460.000 a Gran Bretaña, y en 1900 se alcanzaron más de 2.600.000 Qm, siendo Gran Bretaña nuestro principal cliente (72%), seguida de Francia (18%) y Alemania (6%), llegando unas 160.000 cajas a Rusia (principalmente a San Petersburgo). La actividad económica que con ello se estaba generando obligó a las autoridades locales a establecer normativas sucesivas que la regulasen, publicándose el primer reglamento en 1788, que obligaba a entregar al productor un recibo de la fruta embarcada, desarrollándose posteriormente en los nuevos reglamentos de 1795, que establecía los mínimos en el número de frutos por cesto y su calibre, y el de 1803, que eliminaba de la exportación los frutos manchados y dañados así como los recogidos del suelo, al mismo tiempo que establecía multas por su incumplimiento.

La mejora del transporte marítimo y, sobre todo, la llegada del ferrocarril, aumentaron la exportación,





**Fotog. 2.**

*Las cajas de naranjas se llevaban con barcas hasta los buques varados en el mar.*

alcanzando, en 1913, 2.440.000 Qm exportados a Gran Bretaña, 1.219.000 Qm a Francia, 1.125.000 Qm a Alemania y 840.000 Qm al resto de países europeos, destacando los Países Bajos y Bélgica; en 1936 se exportaron un total de 890.000 t.

Este crecimiento de la exportación de cítricos a principios del S. XX coincidió con la expansión del capitalismo de finales del S. XIX y la inversión de los países industrializados en los menos desarrollados. Con ello, la exportación de cítricos entró en una fase de economía parcialmente controlada desde los países importadores y dependiente en su transporte del monopolio de navieras extranjeras que permitían a éstas el control de fletes y el incumplimiento de las condiciones básicas del transporte de mercancías perecederas. Frente a ello se consolidó con el tiempo un modelo organizativo anglosajón basado en la financiación propia, establecimiento del cultivo de las variedades de fruto más cotizado, marca única, estricto control de la calidad y centralización de las ventas, lo que ayudó a la consolidación la exportación citrícola.

La Guerra Civil de 1936 supuso un enorme retroceso en la producción y exportación; el “territorio naranjero” valenciano quedó dividido en dos, en manos de ambos contendientes que, si bien bajo conceptos ideológicos distintos, coincidían en su objetivo: generar divisas para la compra de armas. Con el fin de la guerra (1939), la autarquía y el intervencionismo regularon la economía que afectó, también, al negocio de los cítricos y, con independencia de las medidas adoptadas, se reestableció de nuevo el carácter exportador de la Citricultura española. En la campaña 1940/41 ya se exportaba a toda Europa.

La tendencia productora-exportadora no dejó de crecer hasta hoy. En la campaña 2020/21 se exportaron 3.760.000 t, con un valor superior a los 3.500 millones de €, habiéndose alcanzado hasta más de 4.300.000 t en la campaña 2014/15. Actualmente, Alemania (29% del total) y Francia (21%) son los principales países importadores, seguidos por Reino Unido (8%), Polonia (6%), Países Bajos (6%) e Italia (5%). El 67% de estas exportaciones parten de la Comunidad Valenciana.

Un aspecto de gran interés estudiado por Abad (1988), es la contribución de los cítricos españoles en la reconstrucción de España al finalizar la Guerra Civil (1936-39). Tras ella, y por la escasez de divisas, en 1941 se reforzaron los servicios centrales de la Dirección General de Comercio y Política Arancelaria con el fin de regular el comercio exterior, lo que dio lugar a un modelo de organización absolutamente intervencionista y de aplicación discrecional del mismo. Con ello, todas las operaciones comerciales, tanto de exportación como de importación, quedaban sujetas a la autorización previa del Ministerio de Industria y Comercio, que se reservaba la facultad de conceder las licencias. La necesidad de importar los bienes básicos, muy escasos en aquellos años en España, se canalizó fomentando las exportaciones con la regulación de diversos procedimientos tendentes a ello, como el establecimiento de un cambio de divisas más elevado para las exportaciones, que se aplicó al franco francés, libra esterlina y corona danesa, y el sistema de autocompensación, por el que el exportador e importador debían coincidir en la misma persona física o jurídica. Con ello los exportadores podían importar las materias primas necesarias para la fabricación/producción de sus productos. Como en el caso de los cítricos, este modelo no generaba los beneficios esperados, y éstos eran, con mucha diferencia, el principal producto de exportación, se implantaron, en 1946, las *cuentas combinadas*, por las que el exportador podía disponer libremente del 25% de las divisas obtenidas y destinarlas al pago de importaciones de cualquier tipo, y con ello el modelo comenzó a serle rentable. Ello permitía exportar con pérdidas que se compensaban con creces con los beneficios que las importaciones generaban en el mercado interior. Este negocio se hizo más atractivo al elevar, en 1948, del 25% al 34% estas divisas de libre disposición. Pero el sistema, realmente, funcionaba por la especulación de los productos importados y el mercado negro y empezó a colapsar, con lo que los verdaderos beneficiarios acabaron siendo los bancos. Así, cuando el exportador vendía sus cajas, cuyo coste en 1948 era de 85 pts, recibía tan sólo



34,50 pts por ser el precio estipulado en el convenio hispano-británico, y tenía que hacer frente a las 50,50 pts de pérdida por caja que no podía compensar hasta llevar a cabo la importación correspondiente a las divisas libres que le correspondían (28,9 pts), por lo que pagaba de sus ahorros o debía recurrir a la banca. Con ello los exportadores de cítricos financiaban la importación de los productos que escaseaban y, al mismo tiempo, capitalizaban a la banca.

Actualmente el valor económico que representan los cítricos es de gran importancia, si bien dependiendo de la comunidad autónoma de que se trate. Tomando como referencia la Comunidad Valenciana, en la que se produce cerca del 60% del total nacional, el valor de producción es del orden de  $1.200 \times 10^6$  € anuales y el de exportación de  $2.200 \times 10^6$  €, lo que representa un 1,15% del PIB, sólo superado por la industria del automóvil. Se realizan cada año 125.000 envíos por camión que transportan  $600 \times 10^6$  de cajas. La Citricultura representa el 38% de la demanda del trabajo agrario, con 3.000 empleos en empresas rurales, 50.000 empleos en almacenes de manipulado y confección y 2.000 en viveros.

## LA ESTRUCTURA DE LA CITRICULTURA ESPAÑOLA

La superficie de cultivo de cítricos en España es, actualmente, de 319.500 ha. De ellas el 57% se encuentra en la Comunidad Valenciana (CV), el 28% en Andalucía (A), y el 12% en Murcia (MU). Cataluña y Baleares, en menor cuantía (2,5% y 0,3%, respectivamente), son también productoras de cítricos. Característicamente las explotaciones de cítricos son minifundistas, con una superficie media por explotación de 3,5 ha en el conjunto nacional; en la CV es de 2,8 ha, en MU de 5,7 ha y en A, donde se encuentran las explotaciones más extensas, de 7,1 ha. Esta estructura conlleva problemas importantes de producción, pero, al mismo tiempo, algunas ventajas destacables.

Los costes de cultivo se valoran cercanos a los 7.000 € ha<sup>-1</sup> en explotaciones inferiores a las 4 ha, que se reducen hasta los 5.500 € si se lleva a cabo una gestión colectiva; sin embargo, en las grandes explotaciones (>50 ha) apenas alcanzan 4.000 € ha<sup>-1</sup>. De estos costes, aproximadamente el 30% son costes fijos y el 60% variables, siendo el resto costes de oportunidad. De los primeros, la mano de obra representa el 38%, los fertilizantes, plaguicidas y otras materias primas el 35%, el agua de riego el 20%, y la maquinaria y otros costes el resto. En Andalucía, además, la recolección corre a cargo del productor.

Sin embargo, los precios no han seguido una evolución paralela y lejos de aumentar se han estancado e incluso, en algunos casos, han ido descendiendo con los años. Así, y en términos generales, cuando los costes de cultivo de las naranjas y mandarinas Clementinas se establecen en 0,21 € y 0,25 €, respectivamente, la cotización en campo, en promedio, para las variedades de mayor producción se sitúa entre 0,20-0,30 € kg<sup>-1</sup> para las naranjas 'Navelina' y 0,30-0,40 € kg<sup>-1</sup> para la 'Clemenules'.

Los limones tampoco son ajenos a ello, con unos costes de producción de 0,25-0,30 € ha<sup>-1</sup> y una cotización de 0,30-0,35 € kg<sup>-1</sup>. A ello debe añadirse el modo en que, en general, se lleva a cabo la compra-venta, que en la mayor parte de los casos es "a resultas", esto es, el comprador adquiere la fruta a un precio sin precisar, de modo que cuando ya la ha vendido en destino y cobrado ajusta el precio que puede pagarle al agricultor descontando sus costes generales de comercialización. Aparte de la incertidumbre y desprotección del productor, el resultado final es, por una parte, el de unos precios que apenas superan los costes y, por otra, la financiación encubierta de los costes de recolección y comercialización del comprador, lo que conlleva, en muchos casos, a un cultivo que liquida a pérdidas. Fuera de la especulación del comercio libre, las Cooperativas citrícolas suelen liquidar a precios más bajos, e inclusive en algunos pocos casos, a pérdidas, es decir, el agricultor ha de pagar en lugar de cobrar por su cosecha.

En consecuencia, ¿por qué se sigue en una actividad que acumula (o puede acumular) pérdidas año tras año? En el minifundio citrícola el productor cuantifica la renta disponible sólo con los costes directos e indirectos y no tiene en cuenta las amortizaciones, la renta de la tierra y la mano de obra familiar, con lo que su balance es ficticiamente positivo, pero a costa de no capitalizar y de trabajar gratis. Sin embargo, cuando se tienen en cuenta todos estos factores la renta disponible es negativa. El resultado es un bucle de difícil solución. En efecto, con una renta tan baja o negativa no es posible la inversión en innovación, lo que conduce a una pérdida de competitividad que resulta en una baja remuneración del producto y, con ello, de nuevo, a una renta baja, cerrando así el bucle.

La situación expuesta viene agravada, de un lado, por el exceso de oferta en momentos puntuales de la campaña citrícola, y, de otro, por la competencia de otros países productores. El primero se ha resuelto en gran medida con la plantación de variedades tardías en detrimento de las precoces; así, cuando en 1991 de naranjas precoces, 'Navelina' y 'New Hall', se cultivaban 45.300 ha, y de 'Navel' tardías y 'Valencia', 15.890 ha, en 2020 se cultivaban 24.827 ha y 33.885 ha, respectivamente; y con menos intensidad se ha incrementado el cultivo de mandarinas tardías, sobre todo 'Nadorcott', 'Tango' y 'Orri', que de no ser cultivadas hace 15 años han pasado a ocupar cerca de 20.000 ha. El segundo representa un peligro creciente por parte de los países productores del norte de África y del HS; la UE importó, en 2021, 175.700 t de Marruecos, 237.900 t de Turquía, 341.000 t de Egipto y 69.000 t de Israel, competidores directos por el mismo mercado, y 794.215 t de Sudáfrica, 148.400 t de Argentina y 21.500 t de Uruguay, que si bien no compiten durante la fase de mayor demanda europea (mediados de otoño a mediados de primavera) sí lo hacen en el inicio y final de cada campaña (sept-oct y abril-junio). En total la UE importó en 2022  $1,86 \times 10^6$  t de cítricos, con un descenso del 8,4% respecto del año 2021, por razones mayoritariamente climáticas, de las cuales 764.600 t fueron de naranjas, 464.250 de limones

(la mayor parte de Argentina), 405.300 t de mandarinas y 221.500 t de pomelos.

A pesar de esta situación, la Citricultura española ha ido aumentando, si bien con diferencias notables entre Comunidades Autónomas. Así, desde el año 2000 al 2023 la superficie total dedicada al cultivo de los cítricos ha pasado de 295 x 103 ha a 307 x 103 ha; Andalucía ha crecido notablemente (de 47.000 a 89.700 ha), la Región de Murcia apenas se ha alterado (de 12.300 a 12.900 ha), pero la CV ha perdido 35.000 ha.

La explicación a este comportamiento de producción y exportación crecientes está en la propia estructura citrícola y su idiosincrasia. En muchas áreas citrícolas españolas la dedicación a ella es a tiempo parcial, lo que, por una parte, permite asumir las pérdidas, cuando se dan, y, por otra, refleja el apego a la tierra de quien mantiene el cultivo, y que sólo el minifundio puede explicar. La tierra es un bienpreciado, económica y sentimentalmente, y como tal no se quiere renunciar a ella cuando de recibirla en herencia se trata, lo que conlleva a la partición creciente con las sucesivas generaciones y, por tanto, a la división creciente del territorio. De ahí que cuando se lleva a cabo la compra de parcelas no sólo es para completar explotaciones y hacerlas viables, sino para mantener el patrimonio familiar e incrementarlo para los descendientes.

Por otra parte, los cambios económico-financieros y la globalización de las últimas décadas (con la incorporación al mercado de la UE de los cítricos de otros países), han condicionado nuestra actividad citrícola que sigue necesitando del establecimiento de ciertas medidas correctoras. Sin embargo, pocas de ellas puede llevar a cabo el propio citricultor, salvo las meramente relacionadas con las técnicas de cultivo, y tampoco las puede hacer él sólo; pero es que, además, por su escasa capacidad de asociación, tampoco las ha reivindicado. En consecuencia, se perpetúa el mismo modelo productivo, y el resultado es el mantenimiento de la estructura minifundista.

Pero no todo son problemas en el minifundio citrícola. Así, 1) es capaz de adaptarse rápidamente a las exigencias varietales del mercado por la facilidad que representa la detección de mutaciones; todas las originadas a partir de la Clementina 'Fina', esto es, 'Clemenules', 'Oroval', 'Oronules', etc., las naranjas 'Navelate', 'Salustiana', la selección de algunas líneas del limonero 'Verna' y la obtención del cv. 'Fino', son ejemplos de ello, 2) permite desarrollar mano de obra especializada capaz de mejorar la producción y calidad de las explotaciones; tal es el caso de la poda, de formación, de fructificación y de mantenimiento, el manejo del riego, sobre todo por inundación, la detección y control de plagas, con las dificultades de contagio que los marcos tan estrechos representan, etc., todo lo cual se lleva a cabo por personal altamente cualificado para este tipo de plantaciones, 3) proporciona condiciones adecuadas para la lucha integrada o biológica de plagas, y 4) el

reparto de la propiedad y el carácter dual, jornalero – propietario, de gran parte de la población dedicada a la Citricultura, contribuyen a la paz social de un sector con dificultades económicas.

Este último aspecto ayuda a contestar a la pregunta de por qué se sigue en una actividad que genera pérdidas casi continuas. En los pueblos citrícolas la actividad cotidiana, que gira alrededor del cultivo de los cítricos, permite la existencia de asalariados de las labores de campo, de podadores, recolectores, transportistas, trabajadoras de los almacenes de confección, industrias auxiliares, etc., que permiten mantener una actividad y un nivel de vida adecuado aún a sabiendas de que sus propias explotaciones pueden generarles pérdidas, pero el mantenimiento en cultivo de las mismas hace posible la citada actividad de cada uno de ellos. Hasta tal punto es importante esta imbricación que se puede dar el caso de que algún recolector, contratado para ello por un comercializador, esté cobrando un salario por recolectar su propio campo. Este reparto y combinación del trabajo conlleva, realmente, la riqueza de los pueblos y contribuye, sin duda, a la paz social y a la estabilidad de su vida cotidiana.

### **LAS TÉCNICAS DE CULTIVO**

Como se ha visto, la evolución presentada desde finales del S. XIX se basa en una característica diferencial de nuestra Citricultura respecto de las del resto del mundo: la vocación exportadora desde el inicio. Este no es un aspecto menor puesto que se basó, y lo sigue estando, en el consumo en fresco del fruto, y en los países que, desde superada la II GM, son clientes de muy alto poder adquisitivo y, en consecuencia, de gran exigencia comercial. La UE consume, anualmente, unos 5,5 x 106 t de naranjas, 3 x 106 t de mandarinas y 1,6 x 106 t de limones, de los cuales, el 25%, 35% y 33%, respectivamente, proceden de España. Los países que a partir de principios del S. XXI iniciaron sus exportaciones a la UE tuvieron que adaptarse a las exigencias comerciales de este mercado, y dado que en eso nuestra Citricultura siempre ha sido un referente mundial, esto es, en cómo producir frutos de altísima calidad para el mercado más exigente del mundo en consumo en fresco, tuvieron que recurrir a nuestros conocimientos para lograrlo.

La calidad de un fruto comienza por el cultivo y no es posible mejorarla tras la recolección. Se puede conservar en perfecto estado, hacerlo más atractivo, realzar su estética, divulgar sus propiedades, inducir a su compra, etc., pero su calidad intrínseca queda fijada desde el momento de la recolección.

Además, en el concepto de calidad queda implícita la ausencia de semillas como factor determinante. La implantación de cvs. partenocárpicos, procedentes de mutaciones espontáneas identificadas en nuestros propios campos y propagadas en ellos a partir de nuestros viveristas, o importados, todos ellos de cultivo dificultoso por su bajo índice de cuajado, unos, y por su capacidad de polinización cruzada, otros, hizo necesario el estudio de su manejo.





### Fotog. 3.

*Entoldado de árboles para el control de plagas. Una vez entoldados los árboles, se ponía un recipiente con ácido sulfúrico al que se le vertía, con la máxima precaución y rapidez, una pastilla de cianuro potásico. La reacción producía ácido cianhídrico que eliminaba las plagas presentes.*

Pues bien, en todos estos aspectos, precosecha y postcosecha, en España hemos desarrollado las mejores técnicas capaces de mejorarlos, de modo que para competir por el mismo mercado, los productores/exportadores de otras Citriculturas han tenido que asesorarse y aprender de nuestra Citricultura. Ello habla del gran nivel de preparación de los egresados de nuestras Universidades y de los Investigadores de éstas y de nuestros Centros de Investigación.

## LOS GRANDES AVANCES EN CITRICULTURA DE LA INVESTIGACIÓN ESPAÑOLA

A finales del S. XIX ya existía en Valencia un centro experimental dedicado a la Agricultura, la Escuela Provincial de Agricultura, más tarde la Granja Escuela Práctica de Agricultura de Valencia. En Citricultura, su labor más notable se centró en la caracterización y establecimiento de una colección, en sus campos, de las variedades cultivadas en España, y en la introducción (1910) de la variedad ‘Washington’ navel que adquirió una rápida y gran difusión.

A finales de 1931 se creó la Estación Naranjera de Levante (ENL), un centro propiamente de Investigación, que importó nuevas variedades de naranjas de los grupos Navel, ‘Thompson’, y Blancas, ‘Cadenera’, ‘Verna’ (o ‘Berna’) y ‘Valencia Late’, desde EEUU, la Sanguina ‘Sanguinelli’ de Italia, la Satsuma ‘Owari’ de Japón, y una

Clementina desde Córcega que, más tarde, sería el origen de todas nuestras mutaciones ampliamente cultivadas, entre las que destaca el cv. ‘Clemenules’, y puso a punto el método del entoldado para aplicar gas cianhídrico a los naranjos, cuya eficacia en el control de las plagas fue en aquel momento insuperable (Fotog. 3).

En los años 50 se crean el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS) (1958), en Murcia, y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (1959), en Valencia. Estos Centros y, sobre todo, la ENL, tuvieron que abordar el grave problema de la entrada en España de la enfermedad causada por el virus de la Tristeza. Como la mayor parte de nuestras plantaciones utilizaban como patrón el naranjo amargo, sensible al virus, la enfermedad tuvo efectos catastróficos en las décadas siguientes, provocando la muerte o el arranque de unos 8 millones de árboles. Se tuvieron que importar desde California y ensayar nuevos patrones que se conocían tolerantes a ella, y se seleccionaron los citranges Troyer y Carrizo y el mandarino Cleopatra, actualmente utilizados mayoritariamente en las plantaciones de naranjo y mandarino. Al mismo tiempo, se introdujeron variedades libres de virus, originadas a partir de embriones nucelares, entre ellas, las naranjas ‘Washington’ navel, ‘Salustiana’ y ‘Valencia Late’, y la Satsuma ‘Owari’. Mas tarde, en 1975, se estableció el *programa de saneamiento de variedades* españolas, que se complementó, en 1976, con el *programa de certificación de variedades*, que garantiza el estado sanitario y la calidad de las plantas. En 1979 se consiguen las primeras variedades saneadas mediante la técnica de *Microinjerto de Ápices Caulinares in vitro*, injertadas sobre patrones tolerantes, para su distribución por los viveros autorizados.

Otro de los logros de estos centros fue el desarrollo de un programa pionero de lucha biológica de plagas, con la cría y suelta de depredadores para el control de cochinillas.

Paralelamente, se creó, en Valencia, el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA) (1956), orientado al desarrollo de la industria agroalimentaria. Su actividad relacionada con la Citricultura estaba centrada en mejorar la tecnología de la *Industria Derivada de los Agrios*, particularmente, la producción de zumos concentrados de naranja para su exportación y de esencias (Fotog. 4).

En los años 60, con el *Plan Nacional Coordinado de Cítricos* que propició la colaboración del IATA, el CEBAS y la ENL, la Investigación en Citricultura alcanzó niveles destacados con logros como 1) la puesta a punto del uso del 2,4-D para evitar la caída de los frutos maduros de los cvs. del grupo Navel, 2) el uso del ácido giberélico para aumentar el cuajado de las Clementinas, 3) estudios sobre la nutrición de los cítricos, combinando los diferentes tipos de suelo, variedades, patrones, y edad de las plantas, y su fertilización con el establecimiento de los mejores tipos de fertilizantes y épocas de acuerdo con estas variables, 4) estudios sobre la salinidad de los suelos, sus efectos sobre los cítricos y el desarrollo de

sistemas para reducir los daños, 5) el estudio de la clorosis férrica y los métodos para paliar sus efectos negativos, y 6) el aislamiento, identificación y primer test de detección rápida del virus de la Tristeza.

En 1971 se reestructura el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y se crean los Centros de Investigación y Desarrollo Agrario (CRIDA), estableciéndose el CRIDA07 en Moncada (Valencia) y en Murcia (Estación de La Alberca) como Centro adscrito a él. Más tarde, éste último tomó el nombre de Centro Regional de Investigación Agraria (CRIA). En 1984, los CRIDA son transferidos a las CCAA y el centro de Moncada recibe el nombre de Instituto Valenciana de Investigaciones Agrarias (IVIA) y el de La Alberca Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA).

El IVIA ha desarrollado un ingente trabajo de selección, caracterización y saneamiento de variedades autóctonas, así como de obtención de triploides y variedades irradiadas, a partir de las ya existentes, para provocar esterilidad, y de obtención de patrones híbridos que induzcan producción y calidad del fruto, y tolerancia a la Tristeza, como el Forner-Alcaide nº 5, tolerante, a su vez, a la clorosis férrica y salinidad. Ha desarrollado criterios de fertirrigación y determinación de necesidades de agua, estableciendo los valores mensuales del coeficiente de cultivo (Kc) de los cítricos según el tamaño del árbol y para las condiciones climáticas de la costa mediterránea española. Avances en los sistemas de lucha integrada de plagas y en el control de enfermedades en el campo y en los procesos de postcosecha, desarrollo de tecnología postcosecha, y más recientemente la secuenciación del genoma de los cítricos.

El IMIDA ha seleccionado los cvs. de limonero 'Verna' 51 y 'Verna' 62, y los 'Fino' 49 y 95, de gran difusión, y ha introducido el patrón *Citrus macrophylla*, de rápida entrada en producción, que induce una alta productividad y es resistente a la clorosis férrica y a la salinidad, dos problemas de gravedad en la Región de Murcia, de ahí su amplio desarrollo como patrón de limonero.

Desde su fundación, la ETSIA de Valencia (actualmente Esc. Tec. Sup. de Ingeniería Agronómica y de Medio Natural, ETSIAMN) ha sido fuente de Ingenieros altamente cualificados en Citricultura, buenos asesores en España y en gran parte de Hispanoamérica, y de Investigadores de alto nivel. En 2001, con la creación del Instituto Agroforestal Mediterráneo (IAM), sus aportaciones han destacado, tanto técnica como científicamente, en todos los países que poseen una Citricultura importante. Entre sus logros más notables destacan la identificación del ácaro rojo de los cítricos y el estudio de su enemigo natural, el ácaro fitoseido *Euseius stipulatus*, la lucha contra el minador de los cítricos tanto química, respetuosa con el medio ambiente, como biológica, con la introducción y aclimatación del parasitoide *Citrostichus phyllocnistoides*, desarrollo de un sistema de atracción-quimioesterilización para el control de la mosca de la fruta y del piojo rojo de California



**Fotog. 4**  
Sala de extracción de aceites esenciales y operaria extrayéndolos. Concentrador de zumo de naranja.



mediante confusión sexual utilizando una nueva tecnología de liberación controlada de la feromona, aislamiento e identificación de la feromona sexual del *cotonet* de Sudafrica, control de la senescencia de los frutos de la mandarina Clementina con la utilización de ácido giberélico, que permite retrasar la recolección más de un mes sin detrimento de su calidad, la identificación de dos auxinas de síntesis (2,4-DP y 3,5,6-TPA) y su puesta a punto para aumentar el tamaño de los frutos sin necesidad de aclararlos manualmente, y el avance, en colaboración con el IVIA, en el conocimiento del control hormonal y genético del cuajado de la flor,

y del mecanismo de inhibición de la floración por el fruto, como paso previo a la solución del problema de la alternancia de cosechas.

En Andalucía, en 1929 se creó en Málaga (Churriana) la Estación de Agricultura Meridional, de la que, en 2003, derivó el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA). En éste se desarrolla Investigación relacionada con la Sanidad Vegetal, técnicas de cultivo cuyo objetivo es el ahorro de agua, tales como el acolchado y las cubiertas vegetales, establecimiento de los cvs. más adecuados a sus condiciones medioambientales, desarrollo de patrones enanizantes, estudios sobre la prevención del *Huanglongbing* o *Greening* de los cítricos, y Citricultura ecológica.

A toda esta gran cantidad de aportaciones, algunas de vital importancia en la Citricultura no solo española sino mundial, debe añadirse la extraordinaria labor de transferencia que se desarrolla desde todos los estamentos y Centros implicados para difundir los avances tecnológicos entre los productores. Y el papel crucial de la Universidad formando Ingenieros y técnicos que han demostrado, en el transcurso de los años, su competencia profesional y su aportación determinante al avance de la Citricultura.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Abad, V. 1984. *Historia de la naranja* 1781-1939. Comité de Gestión de la Exportación de Frutos Cítricos (Ed.). Valencia. 447 pp.
- Abad, V. 1988. *Historia de la naranja (II)* 1940-1962. Comité de Gestión de la Exportación de Frutos Cítricos (Ed.). Valencia. 440 pp.
- Bou, F. 1879. *Estudio sobre el naranjo, limonero, cidro y otros árboles de la familia de las aurantiáceas que se cultivan en la provincia de Castellón*. Imp. F. Segarra, Castellón. 428 pp.
- Calabrese, F. 2004. *La favolosa storia degli agrumi*. L'EPOS, Palermo (Italia). 211 pp.
- Lassala Palomares, V. 1873. *Memoria sobre la producción y el comercio de la naranja en España*. Imp. Doménech, Valencia. 16 pp.
- Lassala Emo, M. 1909. *Nuestra exportación de naranja*. Imp. J. Vila Serra, Valencia. 30 pp.
- Liniger-Goumaz, M. 1962. *L'orange d'Espagne sur les marchés européens. Le problema oranger espagnol*. Les Editions du Temps, Genève. 479 pp.
- Primo-Millo, E. y Agustí, M. 2022. La investigación agraria: el modelo mediterráneo en Citricultura. En: A Namesny, C Conesa, L Martín-Olmos, P Papasseit (Eds.) *Tecnología hortícola mediterránea: Evolución y futuro*. pp 309-315.
- Primo-Millo, E., Zaragoza, S. y Agustí, M. 2021. *La práctica del cultivo de los Cítricos en el área mediterránea*. Ed. Phytoma. 472 pp.
- Zaragoza, S. 2007. *Aproximación a la historia de los cítricos. Origen, dispersión y evolución de su uso y cultivo*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 518 pp.







## El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) en España: interés nutricional de sus semillas

J.I. Alonso Esteban<sup>1,2</sup>, M<sup>a</sup>.E.

Torija Isasa<sup>2</sup> y M<sup>a</sup>. C. Sánchez

Mata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Farmacia, Universidad de Alcalá, Carretera Madrid-Barcelona, Km 33.600, 28805 Alcalá de Henares, Madrid, España; jignacio.alonso@uah.es

<sup>2</sup>Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Plaza Ramón y Cajal, s/n, 28040, Madrid, España.

### RESUMEN

El cáñamo se cultivaba en España de forma tradicional para obtener fibra textil y, tras casi desaparecer, su cultivo ha aumentado en los últimos años. En este repunte ha aumentado también la presencia de alimentos derivados de semillas de cáñamo. Estas semillas destacan por su elevado contenido de fibra, grasa y proteínas, así como por la presencia de macro y microelementos minerales. Teniendo en cuenta su composición, para orientar al consumidor, se podría hacer uso de varias declaraciones nutricionales recogidas en la normativa europea.

**Palabras clave:** cáñamo, *Cannabis*, semillas, nutrientes, declaraciones nutricionales.

### INTRODUCCIÓN

El cáñamo (*Cannabis sativa* L.) es una planta ampliamente distribuida por el mundo, debido a sus aplicaciones industriales, medicinales y alimentarias. En España, el cáñamo se ha cultivado de forma tradicional para la obtención de fibra textil, sobre todo en zonas del sureste. Sin embargo, la producción disminuyó con la aparición de fibras sintéticas en el siglo XX (Alonso Esteban, 2021).

El cultivo de cáñamo ha ido aumentando desde 2014, alcanzando una superficie cultivada de 140 ha en 2018. Los últimos datos disponibles del avance de 2021 recogen una superficie cultivada de 460 ha, por lo que la tendencia continuaría en aumento (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

Las variedades que se cultivan en la actualidad en la Unión Europea presentan bajo contenido de THC, que es el principal compuesto responsable de la actividad psicoactiva, por debajo de 0,2% (Alonso Esteban, 2021). Las 81 variedades autorizadas en la actualidad se encuentran en el Catálogo común de variedades de especies agrícolas y hortícolas (Comisión Europea, 2023).

Junto al repunte de producción se ha observado una mayor presencia de alimentos derivados de semillas de cáñamo en el mercado español (Alonso Esteban, 2021). Por ello, es importante conocer el interés nutricional de estas semillas, objetivo de este trabajo.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado muestras de semillas enteras de cáñamo de ocho variedades diferentes ('Bialobrzeskie', 'Carmagnola', 'Fedora 17', 'Felina 32', 'KC Dora', 'Kompolti', 'Santhica 27' y 'Tiborszallasi') cultivadas en España entre los años 2014 y 2016. Se determinaron la composición centesimal y los elementos minerales a través de métodos oficiales y recomendados, tal y como se recoge en Alonso-Esteban et al. (2022a, 2022b).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados más relevantes se obtiene que las semillas de cáñamo poseen un bajo contenido de agua, menos de 6 g/100 g de media (Fig. 1). El contenido de grasa y proteínas es elevado, con un valor medio superior a 20 y 30 g/100 g, respectivamente. Sin embargo, el componente mayoritario es la fibra, que alcanza un valor medio cercano a 38 g/100 g. El valor energético medio de las semillas de cáñamo es de 475 kcal/100 g, del cual las grasas suponen aproximadamente el 59%, fibra y proteínas, 16-17% y, en menor medida, los hidratos de carbono disponibles (8%).

En cuanto a los macroelementos minerales, destacan el fósforo y el potasio, con contenidos medios próximos a 870 y 570 mg/100 g, respectivamente (Fig. 2). Los contenidos de magnesio y calcio fueron también elevados; en el caso del magnesio el contenido medio fue de 383 mg/100 g y en el del calcio, de 176 mg/100 g.



En cambio, el valor medio de sodio fue muy reducido, por debajo de 3 mg/100 g. En lo que respecta a los microelementos, el contenido medio de hierro, zinc y manganeso fue similar, entre 7,5 y 8 mg/100 g, siendo el cobre el elemento minoritario, con 2,3 mg/100 g (Fig. 3).

A la vista de estos datos, al comercializar las semillas de cáñamo, se podría hacer uso de varias declaraciones nutricionales recogidas en el Reglamento (CE) n° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (2006). Una de ellas sería “alto contenido de fibra”, pues su contenido supera los 6 g/100 g. Otra declaración de la que sí se podría hacer uso es “fuente de proteínas”, pues estos nutrientes aportan más del 12% del valor energético total de las semillas.

En lo que respecta a los elementos minerales de las semillas de cáñamo, se podría hacer uso de la declaración nutricional “sin sodio” por presentar menos de 5 mg/100 g. También se podría utilizar la declaración “fuente de” en el caso de potasio y calcio por presentar, al menos, una cantidad significativa, que se corresponde con el 15% del valor de referencia de estos nutrientes establecido en el Reglamento (UE) 1169/2011 del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea (2011). Se podría hacer uso además de la declaración “alto contenido de” en el caso de magnesio, fósforo, hierro, manganeso, cobre y zinc por presentar, al menos, más del doble de la cantidad significativa mencionada anteriormente.

No obstante, estas declaraciones dependen exclusivamente del contenido y no de la biodisponibilidad. Las semillas de cáñamo contienen sustancias, como el ácido fítico, que pueden afectar negativamente a la biodisponibilidad de algunos elementos minerales, por lo que habría que considerar otros factores para conocer en detalle su interés nutricional a este respecto (Alonso-Esteban et al., 2022b).

## CONCLUSIONES

Las semillas de cáñamo son un alimento muy energético con un elevado contenido de fibra, grasa, proteínas y elementos minerales. A la hora de su comercialización, el número de declaraciones nutricionales que pueden utilizarse es elevado, lo que sería de interés para el consumidor.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al grupo de investigación UCM 951505 “ALIMNOVA – Nuevos alimentos. Aspectos científicos, tecnológicos y sociales” la financiación de la investigación, a la Fundación “Rafael Folch” la concesión de una beca predoctoral a J.I. Alonso Esteban y a la empresa “Cáñamo Bajo Aragón” la provisión de las muestras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Esteban, J.I. (2021). El cáñamo (*Cannabis sativa* L.): usos tradicionales e interés de sus semillas en alimentación y salud. Universidad Complutense de Madrid, Tesis doctoral.

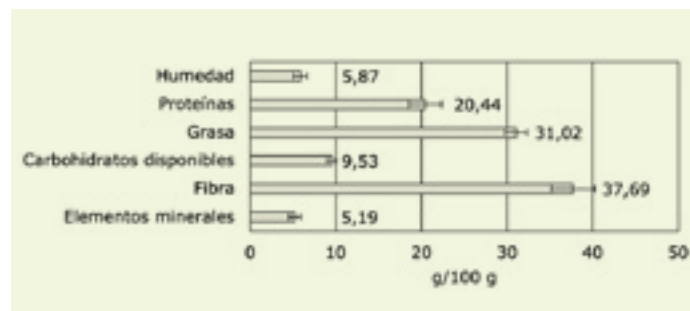


Fig. 1. Composición centesimal de semillas de cáñamo

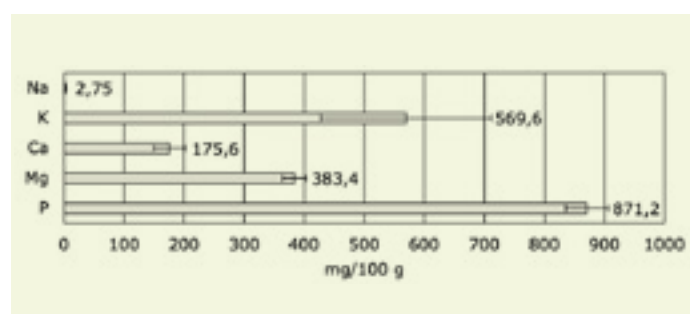


Fig. 2. Macroelementos minerales en semillas de cáñamo

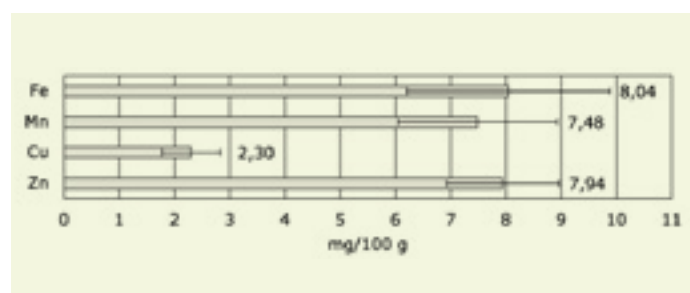


Fig. 3. Microelementos minerales en semillas de cáñamo

- Alonso-Esteban, J.I., Pinela, J., Ćiric, A., Calhelha, R.C., Soković, M., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Torija-Isasa, E., Sánchez-Mata, M.C. (2022a). Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. Food Chemistry, 374, 131754.
- Alonso-Esteban, J.I., Torija-Isasa, M.E., Sánchez-



- Mata, M.C. (2022b). Mineral elements and related antinutrients, in whole and hulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 109, 104516.
- Comisión Europea (2023). Plant variety database. Agricultural plant species. Disponible en <https://ec.europa.eu/food/plant-variety-portal/>
  - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021). Superficies y producciones anuales de cultivos. Disponible en <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>
  - Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2006). Reglamento (CE) n° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 404 de 30 de diciembre de 2006, 9-25.
  - Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea (2011). Reglamento (UE) n° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n° 1924/2006 y (CE) n° 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y las Directivas 2002/67/CE y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) n° 608/2004 de la Comisión. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 304 de 22 de noviembre de 2011, 18-63.







## Impacto de la brecha digital sobre la sostenibilidad agroalimentaria: ¿Mito o realidad?

Hayet Kerras<sup>1</sup>, Jorge Luis  
Sánchez-Navarro<sup>1</sup>, Erasmo  
Isidro López-Becerra<sup>1</sup>, María  
Dolores de-Miguel-Gómez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Economía de la  
Empresa, ETSIA, UPCT Cartagena  
(España)

\*Autor por correspondencia:  
[md.miguel@upct.es](mailto:md.miguel@upct.es)

### RESUMEN

Las mujeres contribuyen decisivamente en la economía y tienen una participación importante en la explotación agrícola en el mundo, aportando su mano de obra. Pero si tuvieran un mejor acceso a la tecnología y a la capacitación de manera más equitativa, podrían contribuir mucho más. En efecto, los rápidos cambios tecnológicos que se han producido en el sector plantean un desafío aún mayor para lograr igualar el papel de las mujeres con el de los hombres en el sector agroalimentario. La limitación del género femenino a la formación y el empoderamiento les impide aprovechar las tecnologías que están contribuyendo a la consecución de un mundo libre de hambre y desnutrición, que es uno de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Por ello, en este trabajo se analiza el impacto de la brecha digital a través de una regresión lineal múltiple en la consecución de cuatro de estos ODS (2, 4, 5, 10). Como resultado, se demuestra la relación positiva entre estos elementos y se sugieren recomendaciones que permitan lograr la inclusión de las mujeres en el mejoramiento de los países.

**Palabras clave:** objetivos de desarrollo sostenible, brecha digital, valor añadido, igualdad de oportunidades, seguridad alimentaria

### INTRODUCCIÓN

Según la ONUAA (2020), actualmente 690 millones de personas en el mundo padecen hambre, lo que representa el 8,9% de la población mundial. Esta fuente indica que, en 2019, alrededor de 750 millones de personas, o casi una de cada 10 personas en el mundo, estuvieron expuestas a niveles graves de inseguridad alimentaria. Estas cifras podrían reducirse considerablemente, si se potencia la fuerza laboral femenina, ya que representan la mitad de los actores del sector agrícola y agroalimentario.

Por otro lado, la FAO (2009) indica que el aporte de las mujeres a la producción agrícola representa una gran proporción de la fuerza laboral empleada en el cultivo y producción de productos alimenticios básicos para el consumo interno y la venta, ya que estos vegetales son importantes para la nutrición familiar.

Estas cifras nos muestran la atención que se debe prestar a las mujeres para alcanzar diversos objetivos de desarrollo sostenible (ODS), incluidos aquellos que pueden contribuir a la promoción de la agricultura y la garantía de la seguridad alimentaria, que representan

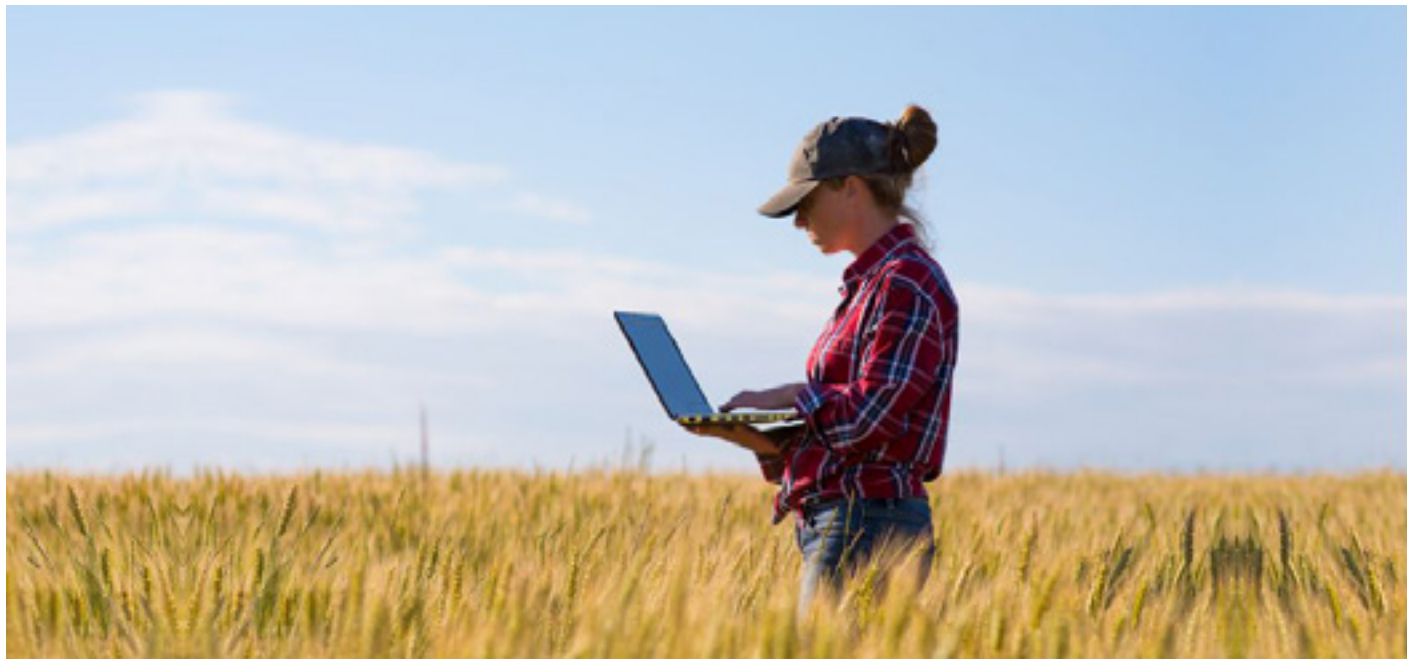
una prioridad para todos los gobiernos (Benabdallah et al., 2020; Adinolfi et al., 2020).

Sin embargo, alcanzar estos ODSs, pasa por invertir en los recursos materiales y humanos necesarios, y es por lo que se consideran imprescindibles tres elementos: el acceso y buen uso de la tecnología, una formación adecuada y la garantía de la igualdad a través del equilibrio de género.

En efecto, la participación equitativa de ambos géneros puede aumentar los beneficios de las economías mundiales en un 34% (FMI, 2018). Esta implicación está estrechamente relacionada con el grado de educación, formación y empleabilidad, de modo que las mujeres aporten valor añadido a este sector.

En este sentido, las Naciones Unidas (UN, 2015) señala que mujeres y hombres son actores y beneficiarios del desarrollo.

La OIT (2017) indica, que luchar contra la brecha de género tendría un beneficio añadido de 5,8 billones de dólares a la economía global. Y precisa, que el aumento de la participación del género femenino como fuerza laboral, incluido el sector TIC, proporcionaría capital, en



forma de impuestos para los países. Este mismo estudio explica que, en el caso de España, el PIB podría crecer 34 mil millones de dólares, si se cierra la brecha de género en el empleo en un 25% (OIT, 2017).

Por todo esto, el objetivo de este trabajo es realizar un estudio analítico que evalúe las repercusiones que la “Brecha de Género Digital” tiene en la consecución de cuatro de los objetivos de desarrollo sostenible, que son el ODS 2 (hambre cero), el ODS 4 (educación de calidad), el ODS 5 (igualdad de género) y el ODS 10 (Reducción de las desigualdades). La elección de estos objetivos de desarrollo sostenible se debe a que están estrechamente relacionados con el empoderamiento de las mujeres rurales y su rol en el sector agrícola, lo que casi nunca las posiciona como protagonistas, y las limita a un rol de asistente o subordinada, por desconocimiento de las capacidades de desempeño en este desarrollo (Mason et al., 2016).

### ESTADO DEL ARTE

A pesar de los cambios observados en los últimos años en el mundo rural, las mujeres siguen siendo marginalizadas en todos los aspectos de sus vidas. La FAO (2014) indicó a este propósito que es necesario prestar especial atención a la equidad en el trabajo, en las explotaciones familiares, en el hogar y en el reparto de recursos entre cultivos comerciales y de subsistencia, ya que el beneficio de las mujeres aún no está garantizado en el medio rural.

En efecto, la dificultad de conciliación entre las responsabilidades familiares y profesionales provoca diferencias de ingresos y segregaciones ocupacionales, que se crean a su vez la denominada “Brecha Salarial de género” (O’Neill, 2003). Es importante señalar en este sentido, que, además, del embarazo y la maternidad, que afectan la capacidad de las mujeres para buscar diferentes tipos de oportunidades económicas e incluso la elección

de sectores en los que buscan trabajar, la separación de roles femeninos y masculinos y los estereotipos inculcados en la niñez, representan otros factores, que contribuyen en la creación de la falta de confianza en sus capacidades tecnológicas y por consecuencia profesionales (UPA 2019; Gammage et al., 2020).

Invertir en la formación de las mujeres rurales es, hoy en día, una necesidad indiscutible, y promover sus habilidades tecnológicas aún más. De hecho, la tecnología ha sido mencionada por la Cumbre Mundial (ONU, 2005) como uno de los elementos que incide en el empoderamiento de las mujeres en las zonas rurales, ya que contribuyen en mejorar la seguridad alimentaria y promover la sostenibilidad agrícola ofreciendo oportunidades que benefician a los agricultores, conectándolos con zonas remotas y ayudándoles a mejorar sus métodos de cultivo y su productividad (mejor producción, información sobre los precios de mercado, control de las condiciones ambientales, suministro de alimentos, seguimiento, eficiencia de entrega). Esta garantía de la seguridad alimentaria permite a su vez generar nuevos empleos, mejorar los ingresos y contribuir en la erradicación de la pobreza y en el crecimiento económico rural.

En este sentido, muchos autores, señalan que el futuro del entorno rural pasa por crear más oportunidades, mejorar la situación laboral de las mujeres y apoyar sus capacidades educativas y su acceso a nuevas tecnologías, servicios e infraestructuras (Lahiri-Dutt y Adhikari, 2015). Castaño et al. (2008) y Lin et al. (2012) enfatizan en esta línea que las mujeres, especialmente las de mayor edad, o las que viven en zonas rurales o con bajo nivel educativo, necesitan concienciación y confianza en la tecnología, su uso y manejo, que les pueda permitir cubrir sus necesidades de salud, educación, capacitación, gestión con la administración pública y el uso de servicios digitales

para ejercer una ciudadanía digital activa y aumentar la inclusión digital.

MATERIAL Y METODO

En este trabajo se analiza la influencia de la brecha digital de género en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la seguridad alimentaria y determinados por los siguientes objetivos: ODS 2, ODS 4, ODS 5 y ODS 10.

Se utiliza la regresión lineal como método científico para evaluar el alcance de estos ODS, lo que indicará la disminución de la distancia entre los niveles de acceso y uso de las TIC entre el género femenino y masculino, considerando los datos de 87 países, cuya información estaba disponible y completa, en el informe de desarrollo sostenible (Bertlsmann Stiftung, 2019) y en el índice de internet inclusivo (The economist Intelligence, 2020). Las definiciones de las variables en esta regresión que condicionan el logro de los ODS serían las siguientes (Tabla 1):

Tabla 1.  
Definición de las variables independientes

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	MEDIA	SD.	MIN.	MAX.	EFEECTO ESPERADO
Indice de Internet Inclusivo <sup>1</sup>	(0 =Exclusividad Total. 100 = Inclusividad Total)	66.96	15.14	26.70	86.00	+
Indice de Gini <sup>2</sup>	(0 =Exclusividad Total. 100 = Inclusividad Total)	38.64	7.42	26.50	63.00	-
Indice de Brecha Digital de Género <sup>3</sup>	(0 =Exclusividad Total. 100 = Inclusividad Total)	9.77	12.33	0.00	69.40	-
Indice de Brecha de Género <sup>4</sup>	((0 =Exclusividad Total. 100 = Inclusividad Total)	29.55	5.54	17.80	45.00	-

Fuente:  
Elaborado por el autor.

La regresión lineal presenta la siguiente fórmula:

$$SDG_{ji} = \beta_0 + \beta_1 GDD_i + \beta_2 IINT_i + \beta_3 GINI_i + \beta_4 GG_i + \varepsilon_i$$

- Dónde:
- SDG= Objetivos de Desarrollo Sostenible
  - GDD= Índice de Brecha Digital de Género.
  - IINT = Índice de Internet inclusivo.
  - GINI = Índice de Gini.
  - GG = Índice de Brecha de Género.
  - ε = Término de error.
  - j = Objetivo de desarrollo sostenible en el que nos enfocamos (j=1...4)
  - i= Los países analizados (i=1.... 87)

1 Este índice se compone de cuatro elementos que definen el grado de inclusión (Disponibilidad, asequibilidad, relevancia y disponibilidad) de todos los servicios relacionados con Internet en un país.

2 Este índice mide la desigualdad en términos de riqueza dentro de un país.

3 Este porcentaje representa la distancia entre los niveles de acceso a las TIC por género.

4 Es la distancia entre mujeres y hombres, conformada por cuatro categorías de información, que indican el grado de integración de las mujeres en participación y oportunidades económicas, nivel educativo, salud y supervivencia y empoderamiento político.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se puede ver el resultado para cada uno de los cuatro objetivos de desarrollo sostenible considerando dos Modelos: uno, que estima sin considerar la variable Brecha de Género, y posteriormente otro, en el cual se incluye, para hacer un análisis más sensible,

al elemento género. El objetivo de este es conocer si los parámetros estimados de “La brecha digital de género” cambian o no con su inclusión (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del análisis de regresión lineal para los efectos del conjunto de índices en cada ODS considerado.

MODEL A					MODEL B			
VARIABLES	SDG 2	SDG 4	SDG 5	SDG 10	SDG2	SDG4	ADG5	SDG 10
IINTI	0.226*** (3.43)	0.873*** (7.54)	0.065 (0.54)	-0.282* (-1.98)	0.228*** (3.45)	0.877*** (7.61)	0.084 (1.20)	-0.281** (-2.00)
GINI	-0.307*** (-2.90)	0.054 (0.29)	0.136 (0.70)	-2.79*** (-12.29)	-0.314*** (-2.96)	0.038 (0.21)	0.050 (0.45)	-2.82*** (-12.53)
GDD	-0.209*** (-2.74)	-0.312** (-2.33)	-0.546*** (-3.92)	-0.334** (-2.07)	-0.185** (-2.33)	-0.254* (-1.84)	-0.235*** (-2.81)	-0.236 (-1.38)
GG					-0.142 (-1.03)	-0.346 (-1.44)	-1.885*** (-13.04)	-0.539* (-1.67)
F-Valor	26.34	53.35	10.77	55.20	20.04	41.05	67.06	43.08
(prob)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
R2	0.48	0.66	0.28	0.69	0.49	0.67	0.76	0.70
Adj. R2	0.47	0.65	0.25	0.67	0.47	0.65	0.75	0.68

Fuente: Elaborado por el autor.

En la Tabla 2 se puede observar que las variables que se han incluido tienen el efecto esperado. En otras palabras, a medida que aumenta la “Brecha Digital de Género”, disminuye la proporción de los ODS que el país ha alcanzado. Por otro lado, un aumento en el índice “Internet Inclusivo” tiene un efecto positivo en la mayoría de los ODS analizados.

Respecto a la variable de “Brecha de Género” se observa que tiene un efecto negativo en los ODS analizados, además, se destaca el impacto de su inclusión en el Modelo b en la variable “Brecha de Género Digital” cuando la variable “Brecha de Género” Gap” (GG) está incluido en los modelos. A la vista de estos resultados, podemos decir que, si bien la “brecha digital de género” tiene un efecto negativo en el logro de los ODS, existen otras dimensiones de la brecha de género, además de la tecnológica, que comprometen aún más el logro de estos objetivos para los diferentes países.

Respecto al ODS 2 (Objetivo esencial de nuestro estudio), podemos ver que un aumento de un punto porcentual en el “Índice de Internet Inclusivo” aumenta en 0,226 puntos perceptivos (p.p.) la proporción del ODS 2 que este país puede alcanzar. Por otro lado, un aumento de una unidad en el índice “GINI” (un p.p.) reduce en

0,307 p.p. el porcentaje alcanzado de dicho ODS. Del mismo modo, observamos que un aumento de un punto porcentual (p.p) del “Índice de Brecha Digital de Género” reduce en 0,209 p.p. el porcentaje alcanzado del ODS2, siendo este efecto estadísticamente significativo.

De la misma manera podemos observar que un aumento de un p.p. en la primera variable (IINTI) aumenta en 0,873 p.p. la proporción del ODS 4 alcanzado. En cuanto a la variable GINI, un aumento de un p.p. incrementa en 0,054 p.p. el porcentaje de este ODS. De





manera similar, podemos ver que un aumento de un punto porcentual de la Brecha Digital de Género reduce el porcentaje alcanzado del ODS 4 en 0,312 p.p.

En el caso del ODS 5, las estadísticas también son interesantes, ya que la variación positiva del IINTI en 0,065 p.p. aumenta la proporción de este objetivo, pero no al mismo nivel que en los ODS 2 y 4. En cuanto al Índice GINI, podemos ver que un incremento de una unidad de p.p. aumenta también el porcentaje de este ODS. Además, observamos que el aumento de un punto porcentual de la Brecha Digital de Género reduce el porcentaje del ODS5 en 0,546 p.p.

Finalmente, notamos que un aumento de un p.p. en el IINTI reduce en 0,282 p.p. la proporción en el ODS10, y un aumento de un p.p. en el índice de GINI reduce en 2,79 p.p. el porcentaje del ODS 10, y que la variable Brecha Digital de Género reduce el porcentaje alcanzado del ODS 10 en 0,334 p.p.

La trascendencia del resultado confirma el impacto que tiene la tecnología en las necesidades de seguridad alimentaria, así como en la necesidad de incorporar y, sobre todo, preparar a las mujeres en este campo y ofrecerles los recursos necesarios para desarrollar sus tareas y aportar un plus de valor. Por lo tanto, invertir en pequeños agricultores, hombres y mujeres, es una forma importante de aumentar la seguridad alimentaria y la nutrición de los más pobres, así como la producción de alimentos para los mercados locales y globales. Asimismo, se recomienda promover el desarrollo de las nuevas tecnologías como herramienta esencial para mejorar la situación personal y laboral de las mujeres rurales, como medida dinamizadora de la economía rural, y articular medidas que fomenten la conciliación y la corresponsabilidad, para poder ayudar a las mujeres rurales a acceder al mercado laboral y a la información.

Nuestros resultados demuestran la complementariedad que existe entre los cuatro ODS y la igualdad: lo que dice Ukeje (2004) es que las mujeres tienen la capacidad de aumentar la producción agrícola dados los roles que desempeñan en el proceso de producción, pero requieren ser empoderadas a través de la capacitación y la provisión de las TIC adecuadas para alcanzarlo.

### CONCLUSIÓN

“Todo hombre, mujer y niño tiene el derecho inalienable a no sufrir hambre o desnutrición para desarrollar y mantener plenamente su condición física y sus facultades mentales”, dijeron Gifra y Beltrán (2013). Por ello, es necesario concienciar a la población sobre el problema alimentario mundial y fortalecer la solidaridad en la lucha contra el hambre, la desnutrición y la pobreza.

Hoy en día, la contribución de las mujeres en la lucha contra esta desnutrición es más que imprescindible, ya que se encuentran entre los actores del sector agrícola y agroalimentario. Sin embargo, recientemente se ha empezado a reconocer el papel clave como productoras y proveedoras de alimentos y su contribución decisiva a la seguridad alimentaria de los hogares, por lo que les queda un largo camino por recorrer antes de alcanzar una igualdad justa en este entorno. Sin embargo, hoy el desarrollo y la globalización han permitido alcanzar este objetivo a través de la innovación tecnológica y la inclusión de la mujer como mano de obra, que durante mucho tiempo ha sido complementaria y no primaria.

Los resultados de este estudio demuestran la complementariedad que existe entre estos dos elementos (la innovación tecnológica y la inclusión de la mujer), y el efecto que tienen en el logro de los

ODSs, especialmente aquellos a los que se refiere esta investigación. De hecho, los roles reproductivos que desempeñan las mujeres podrían considerarse como un factor añadido para prestar más atención a los temas de género. Y esto no es sólo por la necesidad de alcanzar la equidad entre hombres y mujeres, sino también por la necesidad de lograr cambios estructurales orientados a reducir la pobreza y la inseguridad alimentaria (Polar et al. 2015).

Por ello, se recomienda sensibilizar a ambos géneros, a todas las agencias y a los altos responsables de la toma de decisiones sobre la absoluta necesidad de garantizar la igualdad de oportunidades, ya sea en formación, empleo o en la adquisición de herramientas estratégicas, para alcanzar la independencia y autonomía financiera. Esto permitirá conciliar la vida profesional y personal e involucrar a las mujeres en muchos ámbitos y actividades.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adinolfi F., Capitanio F., De Rosa M., Vecchio Y., 2020. Gender differences in farm entrepreneurship: comparing farming performance of women and men in Italy. *New Medit.* 1: 69-82.
- Benabdallah I., Businaro S., Angot M., 2020. The disproportionate burden on women in the agricultural sector in North Africa. *New Medit.* 3: 143-148.
- Bertlmann Stifung. 2019. "Sustainable Development Report. Transformations to achieve the Sustainable Development Goals". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/2Fs4quL>)
- Castaño C., Fernández J.M., Vázquez S., 2008. La e-inclusión y el bienestar social: una perspectiva de género. *Economía Industrial*, 367: 139-152.
- FAO. 2009. "Equidad entre géneros en la agricultura y el desarrollo rural: Una guía rápida sobre la incorporación de las cuestiones de género en el nuevo marco estratégico de la FAO". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/2Huwqlj>)
- FAO. 2014. "SAFA: Sustainability assessment of food and agriculture systems. Guidelines version 3.0". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/2HrMUuT>)
- FMI (International Monetary Fund), 2018. Gender, Technology, and the Future of Work. <https://www.imf.org/en/Publications/Staff-Discussion-Notes/Issues/2018/10/09/Gender-Technology-and-theFuture-of-Work-46236> (retrieved November 2020).
- Gammage S., Sultana N., Glinski A., 2020. Reducing vulnerable employment: Is there a role for reproductive health, social protection, and labor market policy? *Feminist Economics*, 26(1):121-153.
- Gifra D.J., Beltrán G.S., 2013. The human right to food and water. Spanish: Institute for Strategic Studies (IEEE). *food security and global security*, 24-60.
- OIT (Organización Internacional de Trabajo), 2017. How much would the economy grow by closing the gender gap?. [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/multimedia/maps-and-charts/enhanced/WCMS\\_556526/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/multimedia/maps-and-charts/enhanced/WCMS_556526/lang--en/index.htm) (retrieved November 2020).
- ONU. 2005. Programa de Túnez para la sociedad de la información. Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, Ginebra 2003-Túnez 2005. Túnez: Naciones Unidas-Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (WSIS-05/TUNIS/DOC/9 (Rev.1).
- Lahiri-Dutt K., Adhikari M., 2015. From sharecropping to crop-rent: women farmers changing agricultural production relations in rural South Asia. *Agriculture and Human Values*, 33: 997-1010.
- Lin C., Tang W-H., Kuo F-Y., 2012. Mommy wants to learn the computer: How middle-aged and elderly women in Taiwan learn ICT through social support. *Adult Education Quarterly*, 62 (1): 73-90.
- Mason R., Parkins J., Kaler A., 2016. Gendered mobilities and food security: exploring possibilities for human movement within hunger prone rural Tanzania. *Agriculture and Human Values*, 34: 423-434.
- ONUAA: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. "El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/33Zo3Dr>).
- O'Neill, Junio. 2003. "The gender gap in wages, circa 2000. AEA Papers and Proceedings". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/3f5dBAx>).
- Polar V., Babini C., Flores P., 2015. Tecnología para hombres y mujeres: Recomendaciones para reforzar la temática de género en procesos de innovación tecnológica agrícola para la seguridad alimentaria. Centro Internacional de la Papa (CIP). Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/3kFHIY2>)
- The Economist Intelligence Unit. 2020. "The inclusive Internet Index". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/39dxqmr>)
- Ukeje E., 2004. Modernizing small holder agriculture to ensure food security and gender empowerment: issues and policy. Intergovernmental Group of Twenty-Four. Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/2DVeZsV>)
- UN (United Nations). 2015. "Informe de Comisión Brundtland sobre el medio ambiente y el desarrollo (Acciones 21)". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/37JZEox>)
- UPA (Unión de Pequeños Agricultores y ganaderos). 2019. "Fundación de estudios rurales. Agricultura familiar en España: Anuario 2019". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/2KzFB2C>)
- World Economic Forum. 2020. "The global gender report". Retrieved November 2020 (<https://bit.ly/2AMOJ2e>)







## Los grandes retos hacia una fertilización sostenible

**Carlos Campillo Torres**

Responsable del grupo de Fertilización  
de la SECH. Investigador del Centro  
de Investigaciones Científicas y  
Tecnológicas de Extremadura.

La fertilización es una técnica de cultivo que tiene como finalidad principal aportar al suelo o a la planta directamente las enmiendas o productos fertilizantes (orgánicos e inorgánicos) necesarios para lograr rendimientos satisfactorios, con el mínimo de impacto ambiental y con el coste económico más bajo posible. Los fertilizantes son un factor más a considerar en la explotación, junto al suelo, variedad, rotación, agua, etc. Del buen manejo de todos los factores, de su adaptación a las condiciones únicas de cada finca, y del buen hacer del agricultor, dependerá que se obtengan en la explotación agraria unos buenos resultados, tanto económicos como medioambientales.

El consumo de fertilizantes a base de nitrógeno (N) en la agricultura se estimó en 9,8 millones de toneladas y de 1,1 en fosforados en la UE en 2021, una disminución interanual del 2,0 % en el caso del nitrógeno y del 3,8% en el caso de fosfato, una tasa similar a la tendencia a corto plazo observada desde 2017. Sin embargo, a medio término, el consumo global de fertilizantes nitrogenados volvió a un nivel similar al de una década antes. El consumo fue más alto en los países que también se encuentran entre los principales productores agrícolas de la UE. Francia (2,2 millones de toneladas), Alemania (1,5 millones de toneladas), Polonia (1,2 millones de toneladas) y España (1,2 millones de toneladas) representaron juntos la mitad del consumo total de la UE (Eurostat, 2023). Es importante mencionar que la guerra de Ucrania y la aplicación de sanciones a Rusia han provocado fuertes subidas de los precios de los fertilizantes, lo que probablemente repercutirá en el uso de fertilizantes en la agricultura de la UE (Comisión Europea, 2022).

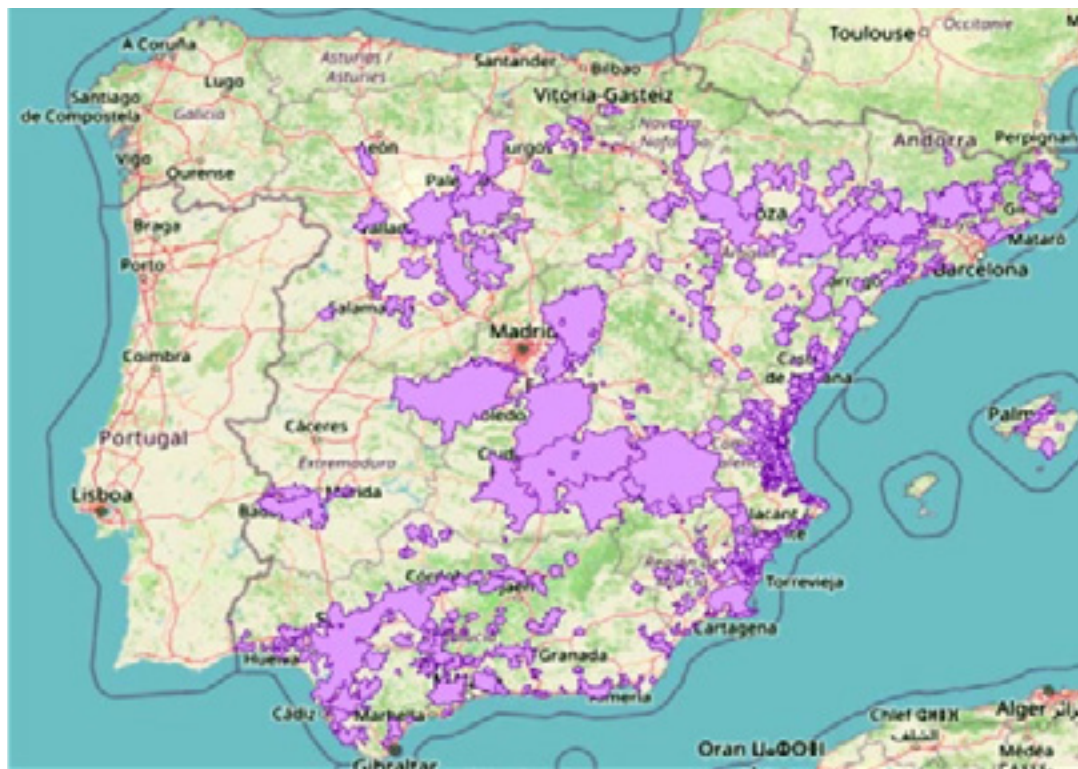
La producción intensiva está asociada a pérdidas por lixiviación de N que causan la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales (Thompson et al., 2007). Las

cantidades excesivas de fertilizantes de N, la baja eficiencia de la absorción de N por parte de los cultivos y el exceso de riego son frecuentes en los sistemas de producción. Este es un problema importante, ya que la mala gestión del N en los cultivos además de tener repercusiones en el medio ambiente tiene también consecuencias negativas desde el punto de vista económico para el agricultor incrementando de forma injustificada los costes de producción.

En este sentido La Comisión Europea integra transversalmente la política medioambiental y climática en las demás políticas comunitarias, como se refleja en el Pacto Verde Europeo. Entre las herramientas principales de este pacto en el sector agrario, se encuentra la Estrategia «De la granja a la mesa» que tiene por finalidad diseñar un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente. Esta estrategia impone unos objetivos ambientales muy ambiciosos entre los que se encuentra uno referido a la fertilización y buen estado agronómico de los suelos. Establece como meta reducir para 2030, al menos, a la mitad las pérdidas de nutrientes, sin deteriorar la fertilidad del suelo, lo que reducirá el uso de fertilizantes en al menos un 20 % de aquí a 2030. Por su parte, la Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2030 incorpora también esos mismos objetivos.

En el caso de España, la pandemia y la guerra de Ucrania han llevado a una menor disponibilidad de fertilizantes en el mercado y a un aumento significativo de los precios de las materias primas para producirlos, principalmente de gas natural. La Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes (Anffe), cifra en **un 27 % el descenso anual** del consumo nacional de fertilizantes en 2022, mientras que la última estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) refleja un recorte de un 25 %, este descenso se debe principalmente a la importante sequía en España durante la última





**Fig. 1:**  
Zonas Vulnerables a contaminación de nitratos de España (MAPAMA, 2023)

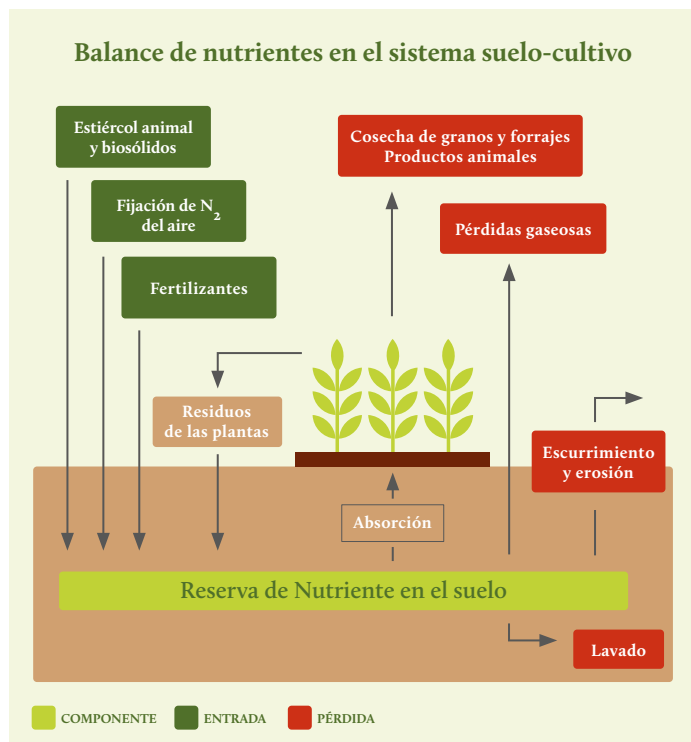
campaña, que ha afectado mucho a las producciones agrícolas. Sin embargo, esto puede ser un espejismo ya que los años anteriores se han mantenido o descendido ligeramente el consumo de fertilizantes y no sabemos si esta tendencia volverá una vez desaparezcan las causas de este descenso.

De acuerdo con los datos ofrecidos por el Sistema Español de Inventario de Emisiones, en 2020 España superó 17,51 kt el límite de las emisiones de amoníaco que se habían asignado a través de la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, debido, fundamentalmente a las actividades agrarias. En concreto, un 17,2 % se debía al uso de los fertilizantes nitrogenados (fundamentalmente la urea) en la fertilización de los cultivos.

Hay que tener en cuenta que buena parte de las zonas de cultivo españolas están declaradas como zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZVCN) por la directiva europea 91/676/CEE, que indica que existen valores por encima de las 50 ppm en las aguas subterráneas lo que obliga a que se establezcan unas reglas de manejo y dosis de nitrato aplicado para cada cultivo que permitan reducir la contaminación. Sin embargo, estas normativas se han aplicado en las diferentes comunidades autónomas de manera diferente, estableciéndose manejos y cantidades máximas de nitrógeno permitido muy diferentes entre ellas incluso dentro de los mismos cultivos. En julio de

2020, la Comisión Europea (CE) se dirigió a España con un dictamen motivado que indicaba que España ha incumplido las obligaciones que le incumben en virtud los artículos sobre la declaración de zonas vulnerables, sobre los programas de acción, sobre la adopción de medidas adicionales y acciones reforzadas y sobre los programas de control de la contaminación de la Directiva.

De esta forma aunque existen normas sectoriales que ya regulan aspectos relativos a la fertilización sostenible, con el fin de unificar las normativas de gestión de fertilizantes, el gobierno aprueba un Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen unas normas básicas para fertilizar racionalmente los cultivos, a través de unas buenas prácticas agrícolas mínimas que deben tenerse en cuenta al aplicar los nutrientes en los suelos agrarios, para conseguir, un aporte sostenible de nutrientes en los suelos agrícolas, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros gases contaminantes, en especial el amoníaco, evitar la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, preservar y mejorar las propiedades biológicas de los suelos agrarios, potenciando su manejo como «suelos vivos», evitar la acumulación de metales pesados y otros contaminantes en los suelos agrarios, y preservar la biodiversidad ligada a los suelos agrarios. Entre otras cuestiones, el presente real decreto regula la **profesión de asesor en fertilización** y establece la creación de la sección de fertilizantes en el cuaderno de explotación y la información mínima que los agricultores deben incorporar al cuaderno de explotación en materia de aporte de nutrientes a los suelos agrarios,



## Disponibilidad elementos nutrientes

### Balance N simplificado:

Dosis N/kg/ha) = Necesidades N (kg/t) x Rendimiento (t/ha)

### Balance N mejorado:

$$N_{\min} = N_{\text{recomendado}} - N_{\text{inicial}} - N_{\text{miner M.O.}} - N_{\text{miner enmiendas}} - N_{\text{agua riego}}$$

$N_{\min}$  → Nitrógeno mineral a aportar

$N_{\text{recomendado}}$  → Necesidades del cultivo

$N_{\text{inicial}}$  → N mineral ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ) del suelo al inicio del cultivo

$N_{\text{miner M.O.}}$  → N mineral procedente de la mineralización de la M.O. del suelo

$N_{\text{miner e.o.}}$  → N mineral procedente de la mineralización aplicaciones orgánicas

$N_{\text{agua}}$  → N mineral (normalmente  $\text{NO}_3^-$ ) en el agua de riego

**Fig. 2:**

Esquema de balance de nutrientes en el sistema suelo-cultivo (a) y esquema de balance de nutrientes (b).

los requisitos mínimos de un **plan de abonado**, unas buenas prácticas agrícolas mínimas, comunes al territorio nacional, para aplicar los nutrientes a los suelos agrarios con independencia de su origen, si bien las comunidades autónomas pueden establecer normas adicionales o más restrictivas siempre que lo consideren necesario para mejorar la consecución de los objetivos del presente real decreto, en particular para evitar la contaminación de las aguas por nitratos provenientes del sector agrario. Esta normativa entró en vigor el 1 de enero de 2023 y no surtirá efectos hasta el **1 de enero de 2024**. Con lo que a partir del próximo año será necesario:

- La creación de la sección de fertilizantes en el cuaderno de explotación y la información mínima que los agricultores deben incorporar al cuaderno de explotación en materia de aporte de nutrientes a los suelos agrarios.
- Los requisitos mínimos de un plan de abonado.
- Unas buenas prácticas agrícolas mínimas, comunes al territorio nacional, para aplicar los nutrientes a los suelos agrarios con independencia de su origen, si bien las comunidades autónomas pueden establecer normas adicionales o más restrictivas siempre que lo consideren necesario para mejorar la consecución de los objetivos del presente real decreto, en particular para evitar la contaminación de las aguas por nitratos provenientes del sector agrario.

- La creación de un Registro general de fabricantes y otros agentes económicos de productos fertilizantes.

En consecuencia, los agricultores se encuentran en la necesidad de mejorar su conocimiento en la gestión eficiente de la fertilización de los cultivos, no solo para obtener la máxima rentabilidad de sus explotaciones, si no para establecer “planes de abonado específicos para cada explotación o incluso en cada parcela de la misma, en función del suelo, clima, tipo de cultivo y rendimiento esperado” y cumplir así con las exigencias de la nueva normativa. Esto hace necesario que se disponga de un conocimiento sobre el balance de nutrientes en cada explotación y así realizar una fertilización eficiente.

La fertilización eficiente parte de un conocimiento de las extracciones del elemento en cuestión a lo largo de todo su ciclo productivo y de la cantidad de ese elemento que es capaz de poner a disposición el medio, así como de un procedimiento de fertilización eficaz. Una información adicional valiosa es definir los periodos más sensibles a un déficit nutricional y su impacto sobre la producción y calidad. Tradicionalmente la dosis de abonado se ha estimado en función de las necesidades de cada cultivo y el rendimiento esperado (método simplificado). Sin embargo, la clave es un balance estacional en el que el fertilizante es necesario para equilibrar entradas y salidas (método mejorado). Las entradas de nutrientes se estiman a partir de las cantidades de fertilizantes



o abonos orgánicos aplicado y su concentración en nutrientes, la mineralización de la materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la aportación en el agua de riego. Las salidas de nutrientes se deben a lo consumido por el cultivo para el desarrollo de la biomasa y las pérdidas por lavado del suelo.

En el caso del N el balance es muy complejo debido a las diferentes formas en las que se presenta el nitrógeno, la movilidad de algunas de ellas y a la multitud de factores bióticos y abióticos que intervienen. Hay que considerar también la interacción con las prácticas de riego, más aún cuando el agua es el vehículo para la aplicación de fertilizantes, ya que riegos en exceso pueden provocar pérdidas importantes de nitrógeno por percolación profunda, del presente en la solución del suelo o del aplicado mediante fertirrigación. En el contexto de una agricultura de regadío eficiente fertilización y riego deben considerarse de forma conjunta.

Para optimizar estas prácticas es fundamental que agricultores y técnicos dispongan de herramientas de gestión eficaces que apoyen las decisiones de riego y abonado, adaptadas a las capacidades y condiciones de trabajo. Para optimizar el manejo del riego y la fertilización de los cultivos hortícolas, el manejo prescriptivo-correctivo se considera el enfoque más adecuado.

El manejo prescriptivo se basa en el plan de manejo optimizado a priori. Para la gestión prescriptiva se han desarrollado sistemas de apoyo a la decisión (DSS). Los DSS incorporan uno o más modelos de simulación de cultivos y simplifica la interacción de los mismos para obtener recomendaciones sobre las prácticas culturales. Para el correcto funcionamiento de estos sistemas es necesario introducirle una serie de información (lo que llamamos entradas) sobre la explotación donde se quiera implantar, como puede ser el cultivo a trasplantar, las aportaciones de N, datos climáticos, etc. Con estos datos de entrada realiza las recomendaciones de manejo, esto lo que conocemos como salidas. Thompson et al. (2017) presentan una revisión detallada sobre el uso de DSSs para el manejo de nutrientes y riego, e Incrocci et al. (2017) para el manejo del fertirriego.

En Europa se han desarrollado varios DSS basados en modelos de simulación, algunos diseñados para la gestión del N, como N-Expert, Azofert, WELL\_N y EU\_Rotate-N. También se han desarrollado algunos otros DSS basados en modelos que proporcionan recomendaciones de N para aplicaciones específicas, como GesCon para tomate fertirrigado, VegSyst-DSS para cultivos de invernadero y para cultivos al aire libre tomate y pimiento de industria, lechuga y brócoli y FERTIRRIGERE para el tomate en la cuenca mediterránea.

En algunos casos, los DSSs realizan conjuntamente la gestión del N y del riego, y calculan la concentración de N recomendada de las soluciones de riego en los sistemas de fertirrigación (por ejemplo, GesCon, VegSyst-DSS). El VegSyst-DSS, basado en el modelo VegSyst fue desarrollado para proporcionar recomendaciones



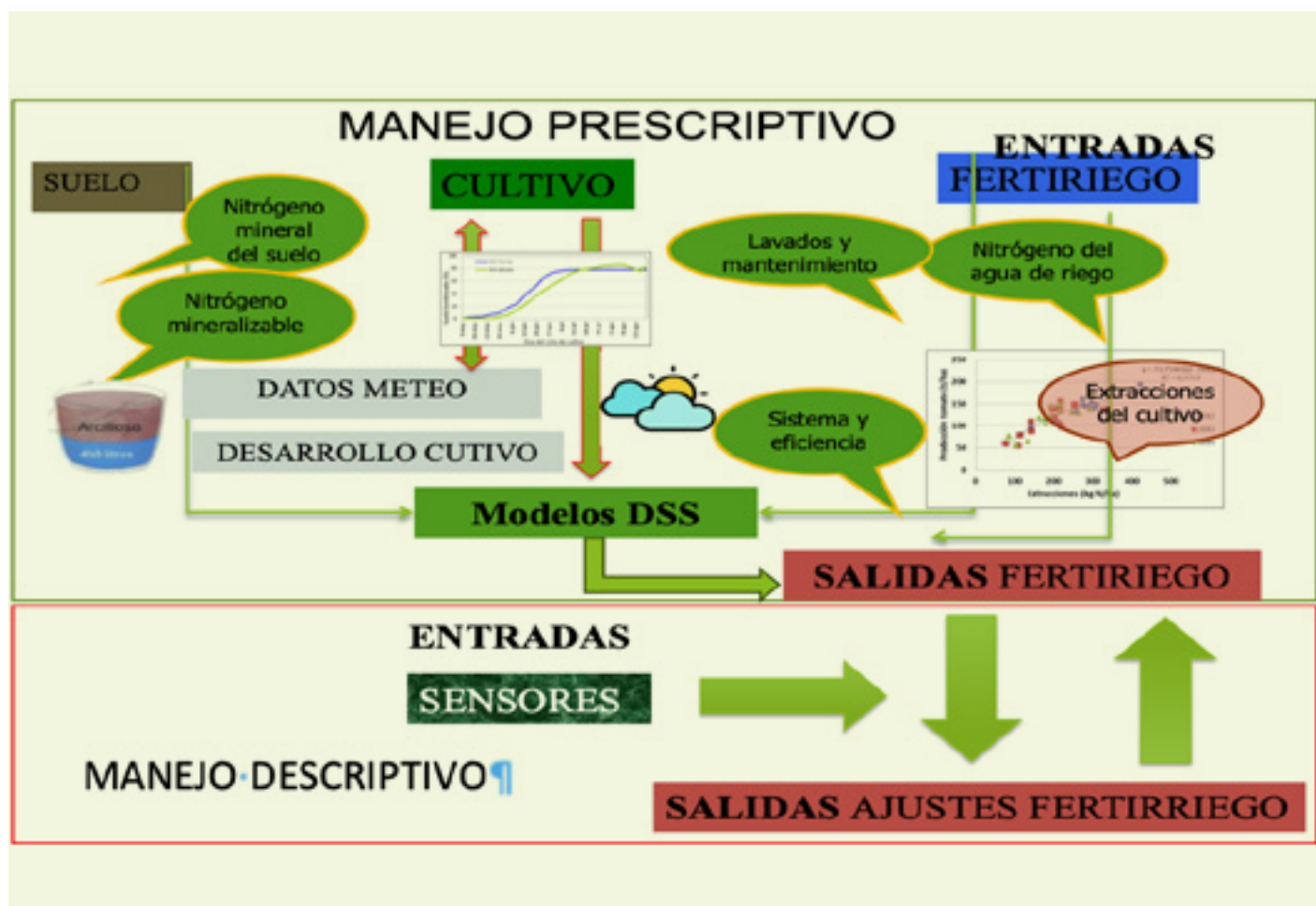
**Fig. 3:**  
*Modelo web Vegysyst-dss.*

diarias de riego, y concentración de N en la solución de fertirrigación de los principales cultivos hortícolas de invernadero en Almería (Gallardo et al., 2014). Una de sus principales características es la simplicidad, ya que fue desarrollado para ser fácilmente utilizado por los agricultores o el personal técnico. La versión actual del VegSyst-DSS después del proyecto RTI2018-095298 es un modelo que funciona con hortalizas de invernadero y aire libre, se ha calibrado para el cultivo de tomate de industria, pimiento, lechuga y brócoli.

El manejo correctivo consiste en el uso de técnicas de monitoreo para hacer ajustes y asegurar el estado óptimo del agua y el N del cultivo. La gestión correctiva del N puede realizarse mediante la monitorización del N del suelo y de las plantas. Una de las principales técnicas de monitorización del suelo es la medición de la concentración de nitrato de la solución del suelo extraída con sondas de succión. Los métodos de monitoreo de plantas incluyen desde las mediciones agronómicas tradicionales, análisis del N total de la hoja, el nitrato del pecíolo o el contenido de clorofila de la hoja y los métodos ópticos, los principales sensores disponibles actualmente pueden agruparse en (i) medidores de clorofila (Minolta SPAD-502, sensor atLeaf, Apogee MC-100), (ii) sensores de reflectancia (CropCircle, RapidScan, Greenseeker), (iii) sensores de fluorescencia (DUALEX, MULTIPLEX) y (iv) sensores hiperespectrales, más información sobre estos sensores se puede obtener en el compendio de la fertilización (Thompson et al, 2018).

Para que un método de determinación rápida de estado nutricional pueda ser utilizado como herramienta de gestión correctiva, hay que determinar el valor de suficiencia por debajo del cual, el estado del N del cultivo se considera deficiente. Un procedimiento de validación incluye la comparación con los indicadores aceptados de forma generalizada del estado del N del cultivo, como el contenido foliar de N, obteniendo las relaciones entre ellos. En la interpretación de resultados hay que tener en cuenta que los valores de cualquiera de los indicadores no se mantienen constantes a lo largo del cultivo, sino





**Fig. 4:**  
Esquema de modelo de manejo Prescriptivo-Correctivo

que hay una evolución estación independientemente del estado nutricional de la planta, de forma se han propuesto procedimientos para considerar estas variaciones.

Los sistemas modernos de recomendación de fertilización tratan de englobar a los modelos prescriptivo y correctivo que permitan la función de interacción con el usuario que permite modificar las recomendaciones del DSS en función de la información obtenida de los métodos correctivos (por ejemplo, el contenido de agua del suelo o el estado del N del plan). Este sistema permitiría adaptar las recomendaciones realizadas por un modelo fijo a las especificaciones propias de cada cultivo, en cada zona, en función de las condiciones climáticas y adaptándose a las características especiales de cada productor. En el siguiente esquema se incluyen los diferentes datos que se integran como entradas en un sistema prescriptivo, su salida a partir de los cálculos obtenidos por el DSS y el ajuste de los cálculos obtenidos en función de la toma de datos obtenida en tiempo real sobre el cultivo con los métodos correctivos que permiten ajustar las recomendaciones realizadas por el DSS.

## CONCLUSIONES

- Existe una necesidad de establecer protocolos que permitan realizar una gestión sostenible de la nutrición de los cultivos, que permita no solo reducir la contaminación de las aguas subterráneas y las emisiones, sino que permitan hacer más sostenibles las producciones agrícolas
- Se hace necesario que en los próximos años el técnico y productor tenga herramientas que permitan una gestión de la nutrición de los cultivos, que a través de la figura del asesor de fertilización que necesitará de una formación y herramientas que permitan ajustar al máximo los balances de fertilizantes en cada explotación.
- La comunidad científica lleva muchos años trabajando en ajustar las dosis de abonado necesarias para los diferentes cultivos, establecer estrategias que permitan ajustar las dosis a cada momento fenológico del cultivo y adaptar medidas rápidas para determinar el estado nutricional y evaluar la necesidad de reducir o aumentar la dosis en función de las necesidades del cultivo



- Existe numerosas aplicaciones e información disponible, procedente de investigaciones científicas, que permiten realizar una fertilización sostenible.
- Thompson, R.B., Delcour, I., Berckmoes, E., Stavridou, E. 2018. The Fertigation Bible. <http://www.fertinnova.com/wp-content/uploads/2018/04/The-Fertigation-Bible-v1.1-220418.pdf>
- Thompson, R.B., Martinez-Gaitan, C., Gallardo, M., Giménez, C., Fernandez, M.D. 2007. Identification of irrigation and N management practices that contribute to nitrate leaching loss from an intensive vegetable production system by use of a comprehensive survey. *Agric. Water Manage.* 89, 261-274.
- Thompson, R.B., Tremblay, N., Fink, M., Gallardo, M., and Padilla, F.M. 2017. Tools and strategies for sustainable nitrogen fertilization of vegetable crops. In: Tei, F., Nicola, S., Benincasa, P. (Eds.) 'Advances in Research on Fertilization Management of Vegetable Crops'. Part of the series 'Advances in Olericulture'. Springer Int. Publishing. pp. 11-63.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Eurostate 2023. <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230630-1>
- Gallardo M., Thompson R.B., Giménez C., Padilla F.M., Stöckle, C.O. 2014. Prototype decision support system based on the VegSyst simulation model to calculate crop N and water requirements for tomato under plastic cover. *Irrig. Sci.* 32, 237-253.
- Incrocci, L., Massa, D., Pardossi, A. 2017. New trends in the fertigation management of irrigated vegetable crops. *Review. Horticulturae* 3-37.
- Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios. BOE núm. 312, de 29 de diciembre de 2022.



# FLORAPULSE

Methodology and data interpretation  
Resources

METER GROUP  
APROVEE INST

**LABFERRER**  
FOOD - ENVIRONMENT - CROP

**FloraPulse**

**IRTA**<sup>®</sup> Institute  
of Agrifood Research  
and Technology

**FruitCREWS**

Para más información  
[info@lab-ferrer.com](mailto:info@lab-ferrer.com)  
973532110







# Comportamiento de la concentración de nitratos en el cultivo sin suelo de fresas

Mário C. Palombini<sup>1</sup>, Pedro Palencia<sup>2</sup>,  
José Luís Trevizan Chiomento<sup>3</sup> e Jessé  
Marques S. J. Pavão<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Pesquisa, Empresa Resíduo Zero Agro, Vacaria 95200-124, RS, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Escuela Politécnica de Mieres, Universidad de Oviedo, 33600 Mieres, Asturias.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo 99052-900, RS, Brasil.

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Análise de Sistemas Ambientais (PPGASA), CESMAC, Maceió 57051-530, AL, Brasil.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento de la concentración de nitratos durante todo el período de producción en el cultivo sin suelo de fresa cv. 'Albión'. Las determinaciones se realizaron de septiembre de 2021 a abril de 2022. Se utilizaron tres soluciones nutricionales, correspondientes a los períodos de septiembre y octubre de 2021, entre octubre de 2021 y febrero de 2022, y en marzo y abril de 2022. Las determinaciones realizadas fueron las concentraciones de nitrato en fertirrigación; en la solución nutritiva dentro del sustrato (colocada equidistante entre los goteros, en la región superior); en drenaje; en la savia del pecíolo de la hoja y en la savia del pedúnculo del fruto. El diseño se basó en bloques al azar con tres repeticiones. La mayor concentración de nitrato en el sustrato se registró en octubre, variando significativamente durante los meses de septiembre y febrero. El drenaje tuvo un comportamiento similar a la solución de fertirrigación. La solución de savia muestra un comportamiento similar a lo largo del ciclo del cultivo, presentando la savia del pedúnculo del fruto una mayor concentración de nitrato que la savia del pecíolo de la hoja.

**Palabras claves:** *Fragaria x ananassa* Duch., savia del pecíolo de la hoja, savia del pedúnculo del fruto, sustrato, drenaje.

## INTRODUCCIÓN

Brasil ocupa el decimotercer lugar en superficie de cultivo de fresa en el año 2022, con 5,279 hectáreas cultivadas. El rendimiento medio es de 41,46 toneladas por hectárea (Antunes et al., 2022). Las variedades 'Albion' y 'San Andreas' ocupan actualmente el 65% del área total, ya que son variedades que soportan bien el estrés biótico y tienen mejor comportamiento frente a plagas y enfermedades (Chiomento et al., 2023). La región sur de Brasil produce las fresas mediante sistema de cultivo sin suelo, principalmente, en un ambiente protegido y cultivares de días neutros (Alves et al., 2020). La gestión adecuada del nitrógeno en forma de  $\text{NO}_3$  es un factor importante para prevenir la contaminación de los acuíferos. LAQUAtwin se ha utilizado de forma apropiada para determinar el contenido de  $\text{NO}_3$  en solución nutritiva, savia de pedúnculos y pecíolos (Gazquez, 2019). El objetivo de esta investigación se centró en el comportamiento del nitrato

en la nutrición de la fresa, utilizando el cultivar 'Albion' en un sistema de cultivo sin suelo en el sur de Brasil.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas de fresas del cultivar 'Albion' se plantaron en bolsas de polietileno de 36 L (25 cm ancho x 120 cm largo x 18 cm alto) rellenas de fibra de coco granulada en un sistema de cultivo sin suelo durante el mes de junio de 2021 (otoño). Las bolsas de polietileno se encontraban apoyadas en una estructura de madera a 80 cm de altura. Cada bolsa contenía cuatro plantas y las plantas mantenían una separación de 15 cm a lo largo y 20 cm a lo ancho. La fibra de coco granulada presentaba una retención de agua fácilmente disponible del 11%, aireación del 49% y pH de 6,5. La concentración de sodio (Na) fue menor a 0,5 mmol L<sup>-1</sup> por lo que se encontraba dentro





de los niveles recomendados. Las bolsas tenían dos picas conectadas a un gotero mediante un microtubo. Los goteros tenían de caudal de 2 L h<sup>-1</sup>. Por tanto, cada gotero regaba cuatro plantas.

Los macronutrientes (en mmol L<sup>-1</sup>) aportados en la solución nutritiva durante los meses de septiembre y octubre de 2021 fueron los siguientes: 1,11 N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 0,26 N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 0,89 P-H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,46 K-K<sub>2</sub>O; 2,25 Ca; 0,62 Mg y 1,41 S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; entre noviembre de 2021 y febrero de 2022 se aportaron: 0,91 N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 0,22 N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 0,59 P-H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,90 K-K<sub>2</sub>O; 1,85 Ca; 0,61 Mg y 1,77 S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; en marzo y abril de 2022 se añadió: 0,70 N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 0,17 N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 0,59 P-H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,06 K-K<sub>2</sub>O; 3,03 Ca; 0,81 Mg y 1,56 S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Los aportes de micronutrientes fueron los siguientes durante todo el ciclo de cultivo en µmol L<sup>-1</sup>: 65 Fe, 130 B, 73 Mn, 28 Cu, 27 Zn y 16 Mo.

El manejo del cultivo se efectuó siguiendo las recomendaciones técnicas utilizada en la zona. Las determinaciones de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se realizaron semanalmente con un equipo LAQUAtwin (Horiba Advance Techno Co., Ltd., Kioto, Japón) previamente calibrado. La savia del peciolo de las hojas y la savia del pedúnculo de los frutos se obtuvieron triturando dichos peciolo o pedúnculos con una prensa hasta obtener unas gotas.

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y se compararon las medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey, con una probabilidad de error del 5%. Los análisis se realizaron con el programa SPSS versión 27.0 (SPSS, IBM, Chicago, Illinois, Estados Unidos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la concentración media de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el sustrato presenta diferencia significativa entre los meses. Los meses de octubre, noviembre, diciembre de 2021 así como, los meses de enero y abril de 2022 mostraron los valores más altos de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Tabla 1).

**Tabla 1.**

Concentración media mensual del N-NO<sub>3</sub> (ppm) en el sustrato. Media ± desviación estándar.

MES	N-NO <sub>3</sub> (PPM)
Septiembre	155.33 ± 159.93 b
Octubre	342.00 ± 138.88 a
Noviembre	276.67 ± 78.55 ab
Diciembre	244.62 ± 139.57 ab
Enero	218.27 ± 66.43 ab
Febrero	168.33 ± 87.83 b
Marzo	
Abril	184.83 ± 53.93 ab
Significación	**

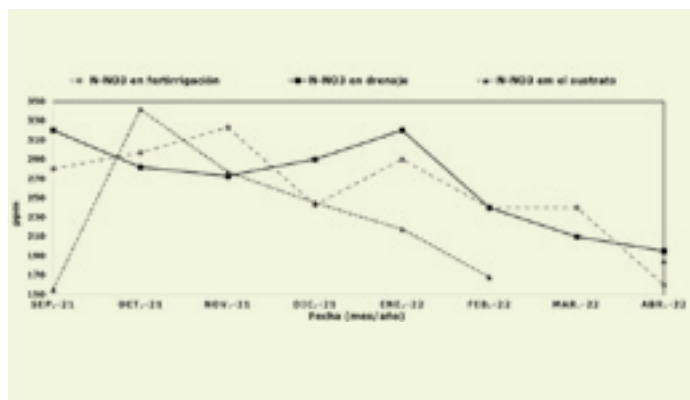
Las medias con la(s) misma(s) letra(s) no son significativamente diferentes en p<0.05, \* Significativo en p<0.05, \*\* significativo en p<0.01. HSD Tukey.



La concentración media mensual del  $\text{N-NO}_3$  en el drenaje tuvo un comportamiento similar a la concentración media mensual del  $\text{N-NO}_3$  en la fertirrigación (Figura 1). Confirmado por estudios de Cedeño (2023), donde el nitrógeno drenado fue similar al nitrógeno aplicado a cultivos de primavera y ciclo largo en tomate.

**Figura. 1.**

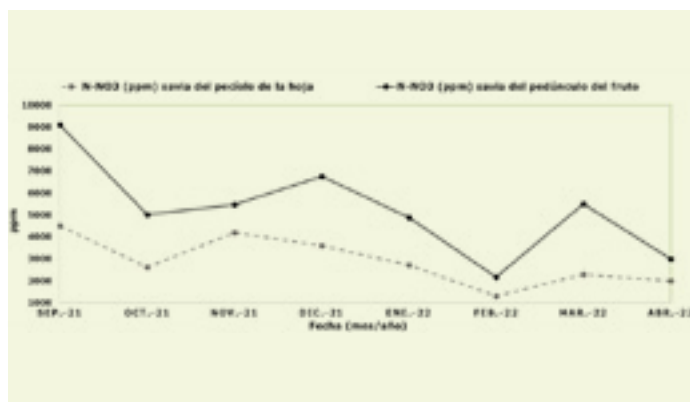
Concentración media mensual de  $\text{N-NO}_3$  (ppm) en sustrato, fertirrigación, y drenaje.



El comportamiento de la concentración media mensual del  $\text{N-NO}_3$  en la savia del peciolo foliar y en la savia del pedúnculo del fruto presentaron una conducta similar a lo largo del ciclo de cultivo, siendo menor la concentración media mensual del  $\text{N-NO}_3$  para la savia del peciolo de la hoja (Figura 2).

**Figura. 2.**

Concentración media mensual de  $\text{N-NO}_3$  (ppm) en la savia del peciolo de la hoja y la savia del pedúnculo del fruto.



## CONCLUSIÓN

Las concentraciones de nitratos de la fertirrigación fueron el principal factor que influyó en la concentración en el sustrato y en el drenaje. La absorción de nitrógeno por las plantas estuvo influenciada por las concentraciones aportadas durante la fertirrigación, la concentración alcanzada en el sustrato, el volumen diario de fertirrigación y la capacidad de evapotranspiración de las plantas.

## REFERENCIAS

- Antunes, L.E.C., Bonow, S., Júnior, C.R. 2022. Morangos o brasil é 7º maior produtor da fruta. Revista campo e negócios. Uberlândia: Anuário HF, Revista campo e negócios, pp. 86p.
- Alves, M.C.; Matoso, E.S.; Peil, R.M.N. 2020. What is the profile of strawberry producers in the south Brazilian region and what do they think about substrate cultivation?. Horticultura Brasileira. v.38: 428-433.
- Cedeño, J., Magán, J.J., Thompson, R.B., Fernández, M.D., Gallardo, M. 2023. Reducing nutrient loss in drainage from tomato grown in free-draining substrate in greenhouses using dynamic nutrient management. Agricultural Water Management. v.287.
- Chiomento, J.L.T., Nardi FSD, Kujawa SC, Deggerone Y dos S, Fante R, Kaspary IJ, Dornelles AG, Huzar-Novakowski J, Trentin T dos S. 2023. Multivariate Contrasts of Seven Strawberry Cultivars in Soilless Cultivation and Greenhouse in Southern Brazil. Advanced Chemicobiology Research. v.2, p.62-76.
- Gazquez, J.C. 2019. Mejora en la eficiencia del uso de agua y fertilizantes en agricultura, pp. 238.







# Programación continua del riego deficitario basado en el enfoque de las frecuencias de la tasa de crecimiento del tronco

M. Sánchez-Piñero<sup>1</sup>, M.J. Martín-Palomo<sup>1,2</sup>, M. Martín<sup>3</sup>, T. Carrillo<sup>3</sup>, L. L. de Sosa<sup>2,4</sup>, M. Corell<sup>1,2</sup>, N. Medina-Zurita<sup>1,2</sup>, A. Moriana<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Dpto. de Agronomía, Universidad de Sevilla, Sevilla, España. <sup>2</sup> Unidad asociada al CSIC de "Uso sostenible del suelo y el agua en la agricultura (Universidad de Sevilla-IRNAS)", Sevilla, (España) <sup>3</sup>Dpto de I+D, BALAM Agricultura, Córdoba, España. <sup>4</sup>IRNAS, CSIC, Sevilla, España

## RESUMEN

La tasa de crecimiento del tronco (TCT), se ha descrito como un indicador del estado hídrico en olivos, pero su gran variabilidad diaria dificulta su uso en programación del riego. Se ha sugerido las frecuencias semanales de varios rangos de TCT como un enfoque sencillo para identificar condiciones de estrés hídrico. En trabajos anteriores, la disminución y el aumento, respectivamente, de la frecuencia semanal se asoció a diferentes niveles de potencial hídrico. El objetivo de este trabajo fue comprobar este enfoque en una finca comercial tras un periodo largo en ausencia de riego. El experimento se realizó en un olivar superintensivo (cv Arbequina). El potencial hídrico mostró claramente dos ciclos de sequía diferentes. Las frecuencias de TCT identificaron correctamente el primero, pero fue necesaria la estimación de la máxima contracción diaria (MCD) el segundo para identificarlo con precisión.

## INTRODUCCIÓN

El olivo es una especie tradicional de secano. Sin embargo, es cada vez más frecuente su cultivo en regadío. La escasez de agua y la baja disponibilidad hacen que sean habituales los manejos deficitarios, que aplican periodos de estrés hídrico. Este manejo necesita herramientas que identifiquen periodos de estrés hídrico, pero que además cuantifiquen el nivel de éste para así minimizar la pérdida de rendimiento. Los indicadores derivados de las fluctuaciones del diámetro del tronco se han descrito como una herramienta útil para la monitorización continua del estado hídrico de los árboles (Goldhamer et al., 1999). La máxima contracción diaria (MCD), es el indicador más común en la mayoría de los frutales. Sin embargo, no identificó condiciones de estrés hídrico en olivo (Moriana y Fereres, 2002). Esta falta de respuesta estaba relacionada con la relación entre MCD y potencial hídrico (Moriana et al., 2000).

Moriana y Fereres (2002) sugirieron en olivos la estimación de la tasa de crecimiento del tronco (TCT), como indicador del estado hídrico. Sin embargo, la TCT es muy variable entre días incluso en condiciones de riego completo. Martín-Palomo et al., (2021) sugirieron tres rangos diferentes de TGR como indicador del estado hídrico: más negativo que -0,3 mm día<sup>-1</sup>, entre -0,1 y 0,3



mm día<sup>-1</sup> y superior a 0,3 mm día<sup>-1</sup>. La caída del potencial hídrico disminuiría la TCT entre -0,1 a 0,3 mm día<sup>-1</sup> pero aumentaría los más negativos. Estos autores presentaron frecuencias semanales similares de estos rangos durante tres estaciones consecutivas con la disminución del potencial hídrico (Corell et al., 2019; Martín-Palomo et al., 2021). Estas frecuencias fueron denominadas como



“Buena” y “Severa” respectivamente. Sin embargo, también identificaron valores “falsos positivos” en estrés hídrico severo, cuando las frecuencias “Buena” y “Severa” disminuían porque las fluctuaciones del tronco eran constantes (Martín-Palomo et al., 2021). En estas condiciones, los eventos de riego aumentarían mucho la TCT, con valores superiores a 0,3 mm día<sup>-1</sup> y se podrían identificar tales condiciones (Martín-Palomo et al., 2021). La frecuencia semanal de estos últimos rangos se denominó “Alerta” porque ayudaban en la identificación de un estrés hídrico severo.

Este enfoque se utilizó en el mismo olivar con diferentes periodos y niveles de estrés hídrico, pero con riego diario. El objetivo del presente trabajo era comprobar si este enfoque podía identificar y cuantificar las condiciones de estrés hídrico en una finca comercial diferente en el que se realizaría un largo periodo sin riego.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el año 2021 en la finca comercial “El Valenciano” en Marchena (Sevilla, 37. 3° N, -5. 4° W, 131 m asl). Los árboles (cv Arbequina), de 7 años, estaban a 4x1,5 m de distancia. El riego se aplicó con una única línea de goteros (2,2 L h<sup>-1</sup>) separada 0,6 m.

El estado hídrico de los árboles se determinó con el potencial hídrico (SWP) realizando medidas con una cámara de presión (PMS 600, EE. UU.). Las fluctuaciones del diámetro del tronco se monitorizaron continuamente con un dendrómetro de banda (D6, UMS, Alemania) conectado a un dispositivo de transmisión (DESUSER, España) que enviaba los datos a un ordenador central. Se instalaron dendrómetros en tres árboles de diferentes partes de la finca en los que se midió la SWP.

Las curvas diarias de fluctuación del diámetro del tronco se utilizaron para realizar estimaciones:

- Tasa de crecimiento del tronco (TCT). Diferencia entre dos máximos diarios consecutivos (Moriana y Fereres, 2002).

- Máxima contracción diaria (MCD). Diferencia entre el máximo diario y el mínimo (Goldhamer et al., 1999). Este indicador se comparó con la estimación de valores en ausencia de estrés hídrico (Corell et al., 2014).

A partir de los datos de TCT se estimaron las frecuencias de aparición de varios rangos (Corell et al., 2019; Martín-Palomo et al., 2021):

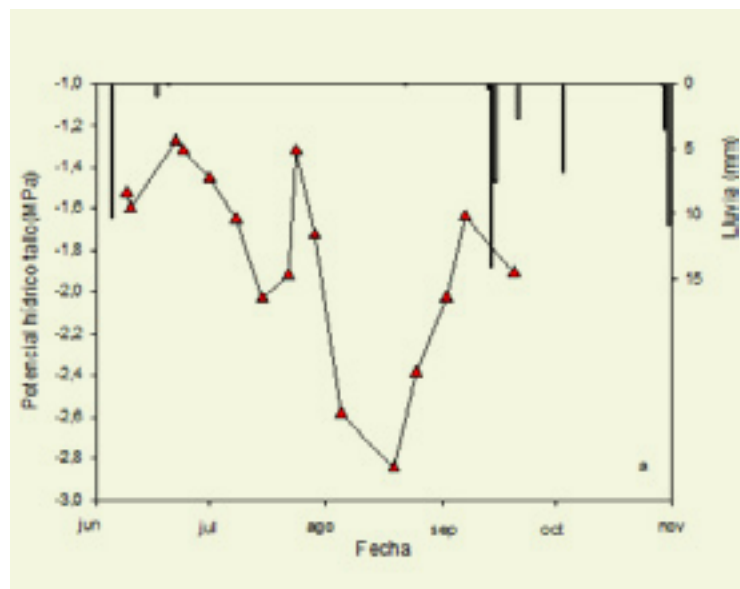
- Frecuencias “buenas”. Se calcularon como el porcentaje de valores semanales de TCT que se situaron entre -0,1 y 0,3 mm día<sup>-1</sup>.

- Frecuencias “severas”. Igual que el anterior, pero con TCT más negativos que -0,3 mm día<sup>-1</sup>.

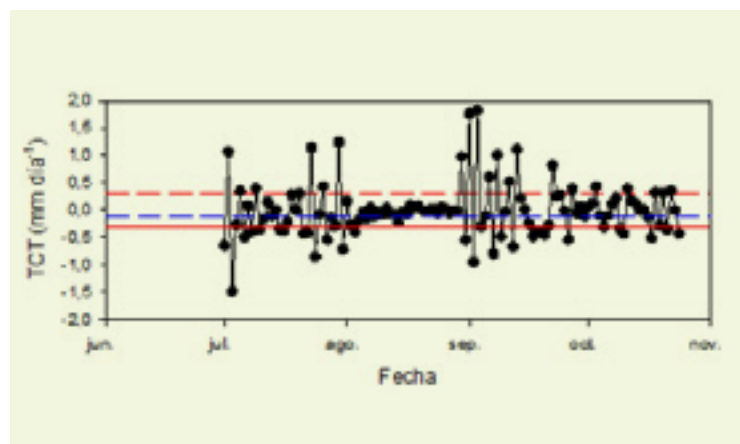
- Frecuencias de “alerta”. Igual que el anterior, pero con TCT superiores a 0,3 mm día<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El patrón del potencial hídrico (SWP) cambió mucho a lo largo de la temporada, desde -1,2 MPa hasta valores mínimos en torno a -3 MPa a finales de agosto (Figura 1).



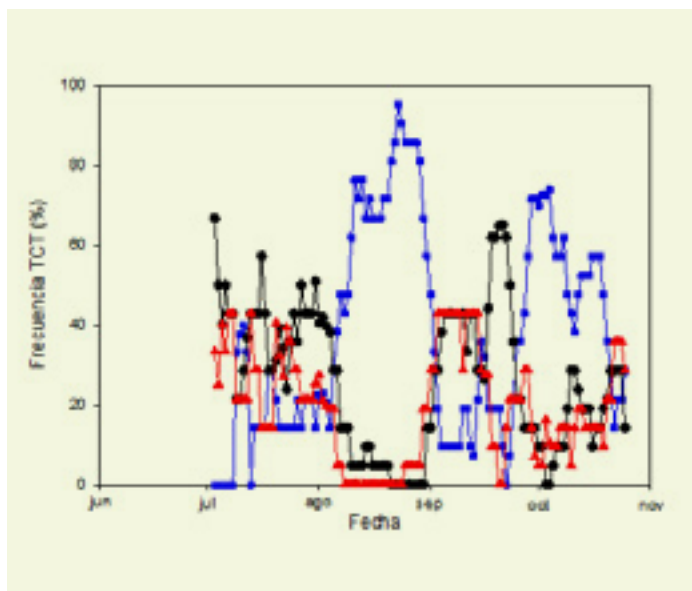
**Figura 1:** Evolución del potencial hídrico a lo largo del experimento (triángulos rojos, eje izquierdo) y de la lluvia (barras, eje derecho). Cada punto es la media de 4 datos.



**Figura 2.** Evolución de la tasa de crecimiento del tronco (TCT) a lo largo del experimento. Cada punto es la media de 3 datos. Las líneas horizontales limitan los valores de TGR: 0,3 (roja discontinua), -0,1 (azul discontinua) y -0,3 (roja continua) mm día<sup>-1</sup>.

Según el SWP, hubo dos ciclos de sequía. El primero fue menos severo y tuvo lugar desde finales de junio hasta finales de julio. Al final de este primer ciclo de sequía, se produjo un aumento del SWP. Esta recuperación se produjo sólo en una semana.

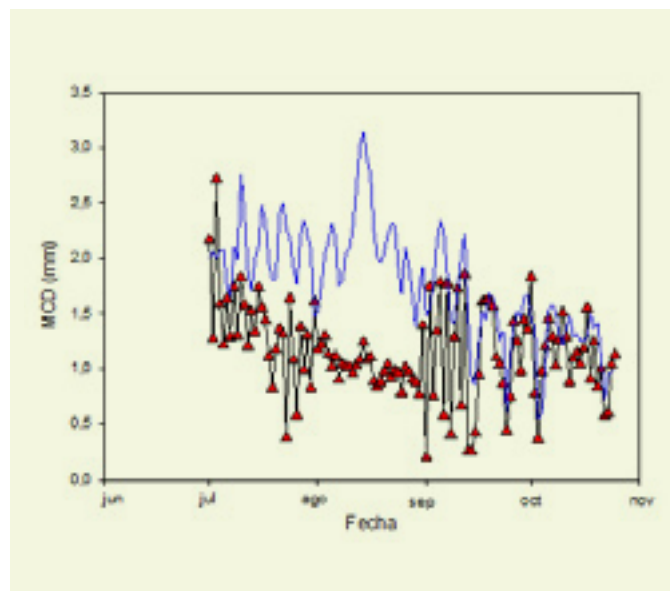
El segundo ciclo de sequía se produjo a lo largo de agosto, cuando no se regó. Los valores obtenidos fueron los más negativos. Los árboles se rehidrataron a partir de la última semana de agosto. A partir de ahí, la SWP aumentó rápidamente en las tres semanas siguientes.



**Figura 3.** Evolución de la frecuencia TCT a lo largo del experimento. Cuadrado azul, frecuencias “Buenas”; Círculos negros, frecuencias “Severas”; Triángulos rojos, frecuencias “Alertas”. Cada punto es la media de 3 datos.

El patrón de la TCT cambió a lo largo del experimento (Figura 2). Las líneas rojas horizontales en la figura de TCT (Figura 2) muestran valores que permiten considerar el comienzo de estrés hídrico severo (inferior a  $-0,3$  y superior a  $0,3$  mm día $^{-1}$ ). En la primera parte de julio, la mayoría de los datos de TCT fueron menos variables, pero los valores negativos fueron más frecuentes que los positivos. Por el contrario, en la segunda quincena de julio, fueron más frecuentes los valores extremos con grandes aumentos ( $1$  mm día $^{-1}$ ) y descensos (inferiores a  $-0,5$  mm día $^{-1}$ ), incluso en días consecutivos. Estos grandes cambios en la TCT son comunes (Corell et al., 2019) y se relacionaron con la respuesta a eventos de riego en condiciones de estrés hídrico. En agosto, el patrón del diámetro máximo cambió bruscamente, con valores constantes y cercanos a 0. El periodo de rehidratación se identificó claramente con una TCT con un gran incremento de valores. Esto supuso que la TCT presentó datos muy variables que hacen muy difícil su uso en la programación.

La Figura 3 presenta los datos de frecuencias semanales de TCT. En julio, las frecuencias “buenas” fueron comúnmente las más bajas, con el 20 % de los valores semanales la mayor parte del tiempo, mientras que las frecuencias “severas” generalmente estuvieron entre el 30 y el 40 %. Este patrón ocurrió incluso en la fecha en que se midió un aumento de SWP (Fig. 1). En este período, los valores máximos de frecuencias correspondieron a “Alerta” siendo comúnmente superiores al 40%. Según trabajos previos (Corell et al., (2019); Martín-Palomo et al., (2021)) estos niveles de frecuencias “Buenas” y “Severas” sugerían un SWP entre  $-2,5$  y  $-4$  MPa. Por tanto, el nivel de estrés hídrico podría considerarse moderado y estaría en el rango observado en los valores de SWP.



**Figura 4.** Evolución de la MCD medidos (triángulos rojos) y esperados (línea azul continua) a lo largo del experimento. Cada punto es la media de 3 datos. Los valores MCD esperados se estimaron con las ecuaciones de Corell et al (2014).

Sin embargo, el aumento de las frecuencias de “Alerta” a finales de julio y la disminución de las “Severas” sugerían una gran respuesta al riego que estaría asociada a niveles de potencial hídrico inferiores a  $-4$  MPa. Este resultado sería diferente al presentado en SWP (Fig. 1) con una gran recuperación, posiblemente relacionada con un evento de riego anormalmente alto.

El aumento de frecuencias “Buenas” en agosto hasta valores cercanos al 100% coincidió con frecuencias casi nulas del resto (Fig. 3) y valores casi constantes de TCT (Fig. 2). Este patrón indicaría un estado hídrico óptimo de los árboles (Corell et al., (2019); Martín-Palomo et al., (2021)) lo que no fue el caso (Fig. 1). Este tipo de respuesta se ha definido como “falso positivo” (Martín-Palomo et al., (2021)) y se relacionó con una condición de estrés hídrico muy severo. En el caso de haber realizado un riego hubiésemos tenido una gran respuesta de la TCT, como ocurre a final de agosto, pero la ausencia de éste impidió su identificación.

La Figura 4 muestra los datos de MCD medidos y esperados a lo largo del experimento. Las mediciones de MCD fueron cercanas a los valores esperados durante todo el experimento. Sólo a partir de mediados de julio la MCD tendió a disminuir claramente hasta valores más bajos de lo esperado que se mantuvieron todo el mes de agosto. La relación entre MCD y potencial hídrico en olivo presentó un valor máximo alrededor de  $-2$  MPa de potencial hídrico con una disminución con valores más negativos que este (Moriani et al., 2000). Estos valores más bajos sugieren condiciones de estrés hídrico muy severos.

Durante la rehidratación los valores de frecuencias vuelven a estar en consonancia con lo medido en los datos de SWP (Fig. 1 y 2). Mientras que la MCD ya no volvió a identificar condiciones de estrés (Fig. 3).







## CONCLUSIONES

El enfoque de frecuencias permitió caracterizar el estado hídrico de los árboles en una amplia gama de condiciones a lo largo del experimento. Este enfoque debe combinarse con mediciones de MCD para identificar períodos de estrés hídrico severo y condiciones sin riego. Esto supone que esta herramienta podría ser de gran utilidad para la gestión del riego deficitario en olivar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Corell, M., Girón, I.F., Galindo, A., Torrecillas, A., Torres-Sánchez, R., Pérez-Pastor, A., Moreno F. and Moriana, A. (2014). Using band dendrometers in irrigation scheduling. Influence of the location inside the tree and comparison with point dendrometer. *Agric. Water Manage.* 142, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.04.005>
- Corell, M., Martín-Palomo, M.J., Girón, I., Andreu, L., Trigo, E., López-Moreno, Y.E., Torrecillas, A., Centeno, A., Pérez-López, D. and Moriana, A. (2019). Approach using trunk growth rate data to identify water stress conditions in olive trees. *Agric. Water Manage.* 222, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.029>
- Goldhamer, D.A., Fereres, E., Mata, M., Girona, J. and Cohen, M. (1999). Sensitivity of continuous and discrete plant and soil water status monitoring in peach trees subjected to deficit irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124, 437-444. <https://doi.org/10.21273/JASHS.124.4.437>
- Martín-Palomo, M.J., Corell, M., Andreu, L., López-Moreno, Y.E., Galindo, A. and Moriana, A. (2021). Identification of water stress conditions in olive trees through frequencies of trunk growth rate. *Agric Water Manage* 247, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106735>.
- Moriana, A. and Fereres, E. (2002). Plant indicators for scheduling irrigation for young olive trees. *Irrig. Sci.* 21, 83-90. <https://doi.org/10.1007/s00271-001-0053-8>
- Moriana, A., Fereres, E., Orgaz, F., Castro, J., Humanes, M.D. and Pastor, M. (2000). The relations between trunk diameter fluctuations and tree water status in olive tree (*Olea europaea* L). *Acta Horticulturae* 537, 293-297. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.537.33>



## Efecto de tratamientos precosecha con poliaminas sobre la calidad de la cereza durante la conservación en frío

J. Puente-Moreno<sup>I</sup>, F.  
Garrido-Auñón<sup>I</sup>, M.E.  
García-Pastor<sup>I</sup>, D. Valero<sup>I</sup> y  
M. Serrano<sup>2</sup>

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

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

### RESUMEN:

La cereza es un fruto muy apreciado por los consumidores, con un alto valor nutricional, elevado contenido en compuestos bioactivos y de gran interés económico. Sin embargo, es un fruto muy perecedero, por lo que se necesitan herramientas para la mejora de la calidad del fruto en postcosecha. Las poliaminas son reguladores del desarrollo con diferentes efectos fisiológicos en las plantas, desde la germinación hasta la floración y maduración del fruto. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento precosecha con putrescina (PUT) y espermidina (EPD), a 0,01, 0,1 y 1 mM sobre la calidad de las cerezas en el momento de la recolección y tras 28 días de almacenamiento a 2 °C. Los mejores resultados se obtuvieron con PUT a 0,01 mM, ya que redujeron las pérdidas de peso y de firmeza y mantuvieron mayores niveles de acidez, sólidos solubles, antocianinas y fenoles, desde la recolección hasta el final de la conservación. Por tanto, éste podría ser un tratamiento innovador para aumentar y mantener la calidad de las cerezas, tanto en el momento de la recolección como durante su conservación, y su contenido en compuestos antioxidantes con beneficios para la salud.

**Palabras clave:** (*Prunus avium* L.), putrescina, color, antocianinas, fenoles.

### INTRODUCCIÓN

La cereza dulce (*Prunus avium* L.) es una de las frutas más apreciadas por los consumidores debido a sus propiedades organolépticas y su valor nutritivo (Díaz-Mula et al., 2029). Además, las cerezas dulces son una buena fuente de compuestos bioactivos, principalmente polifenoles, que pueden tener efectos beneficiosos para la salud humana (Faenza et al., 2020). Las poliaminas, putrescina (PUT), espermidina (EPD) y espermina (EPM) se consideran reguladores del desarrollo con importantes funciones en las plantas, desde el cuaje y desarrollo del fruto hasta su maduración, además de intervenir en una amplia gama de procesos fisiológicos de las plantas, como en la respuesta a distintos tipos de estrés (Sharma et al., 2017; Zahid et al., 2023). El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el efecto de los tratamientos con PUT

y EPD, mediante pulverización foliar a cerezos sobre la calidad y el contenido de compuestos bioactivos de las cerezas, en el momento de la recolección y tras 28 días de conservación en frío.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en cerezos de la variedad 'Sunburst' (Fotografía 1), cultivados en una finca comercial (Alcoy, Alicante), en 3 bloques al azar de 3 árboles por tratamiento (n=3). Los tratamientos se aplicaron mediante pulverización foliar (Fotografía 2) de PUT o EPD (a 0,01, 0,1 y 1 mM) o de agua destilada para los árboles control, en tres momentos claves del ciclo de cultivo del fruto (Carrión-Antolí et al., 2022). Los frutos se recolectaron en estado de maduración comercial y se



realizaron lotes de 20 frutos que se conservaron a 2 °C y 85 % de humedad relativa (HR) durante 0, 7, 14 y 28 días. Cada día de muestreo se tomaron 4 lotes al azar en los que se midieron los siguientes parámetros, según se indica en Díaz-Mula et al., (2009) y Valero et al., (2011): pérdida de peso (%), color externo, solubles totales (SST), acidez total (AT) y contenido de antocianinas y de fenoles totales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales parámetros responsables de la calidad de la cereza son la firmeza, los SST y la AT, los cuales disminuyen durante su conservación, mientras aumentan las pérdidas de peso (Valero et al., 2011; Carrión-Antolí et al., 2022). Sin embargo, estos cambios se vieron retrasados por los tratamientos con poliaminas, como se observa en la **Fig. 1**, para las cerezas de árboles tratados con PUT. Es interesante señalar que la firmeza fue mayor en las cerezas de los árboles tratados también en el momento de la recolección, así como su contenido en SST y AT, sobre todo con PUT 0.01 mM (datos no mostrados). También se observó un efecto de los tratamientos aumentando la intensidad del color rojo, lo que se debió a un mayor contenido en antocianinas en los frutos de los árboles tratados, tanto en el momento de la recolección como tras 28 días de conservación (**Fig. 2**). Durante la conservación, se observó un incremento en el contenido de antocianinas y de fenoles totales, aunque siempre se observaron valores más elevados como consecuencia de los tratamientos con poliaminas. Estos resultados podrían

deberse al papel de las poliaminas como estimulantes de los sistemas de defensa de las plantas frente al estrés, entre los que se incluye la síntesis de compuestos fenólicos por la activación de la ruta de los fenilpropanoides (Zahid et al., 2023).

Además, los fenoles y en particular las antocianinas, son compuestos con una elevada capacidad antioxidante y responsables de los beneficios para la salud atribuidos al consumo de cerezas y de otros frutos rojos (Sharma et al., 2017; Faienza et al., 2020).

Se puede concluir que los tratamientos de los cerezos mediante pulverización foliar con poliaminas pueden ser una estrategia innovadora y amigable con el medio ambiente, ya que son compuestos naturales, para incrementar la calidad de las cerezas en el momento de la recolección y para su mantenimiento durante la conservación. Los mejores resultados se observaron con PUT 0,01 mM. Además, es interesante señalar que las cerezas tratadas tenían mayor contenido en compuestos bioactivos y por tanto, mayores beneficios para la salud de los consumidores.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Generalitat Valenciana la financiación del proyecto PROMETEO/2021/089 y a la empresa 'Mas de Roc Cooperativa Valenciana' la cesión de una parcela de su finca para los experimentos de campo y el manejo agronómico del cultivo.

**Fotografía 1.**  
*Realización de los tratamiento mediante spray foliar.*





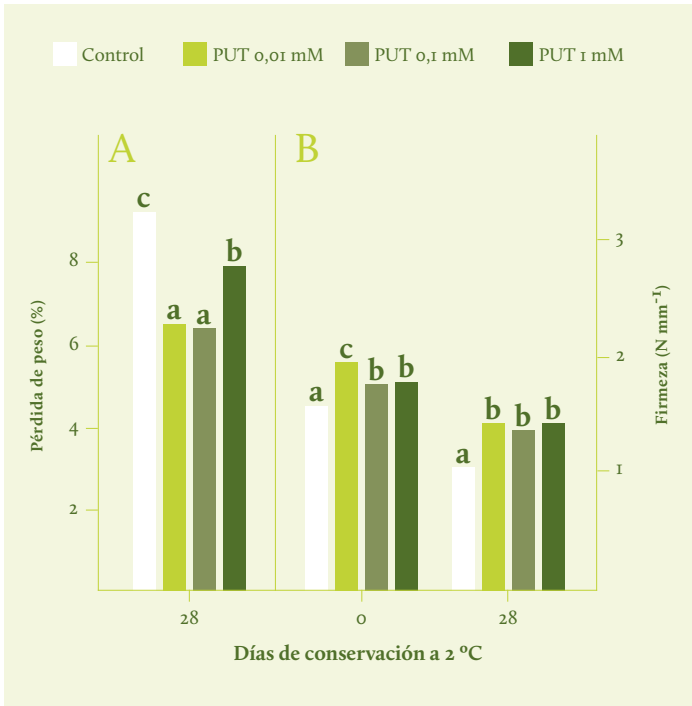
Controles



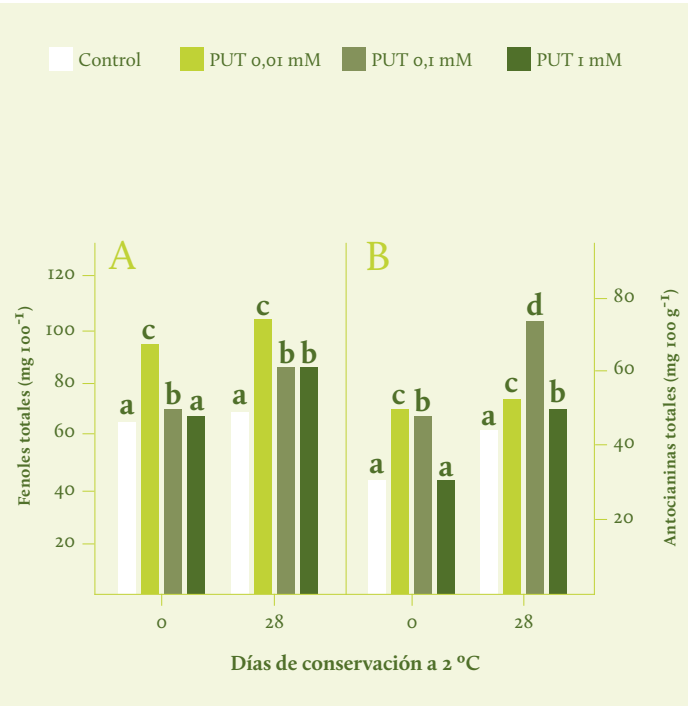
PUT 0,01



**Fotografías 2 y 3.**  
Cerezas de árboles control y tratados con PUT 0,01 mM el día de la recolección.



**Fig. 1.**  
Pérdidas de peso (A) y firmeza (N mm<sup>-1</sup>) (B) de las cerezas, en el momento de la recolección y tras 28 días de conservación. Los datos son la media±ES de 4 réplicas de 20 frutos. Las letras muestran diferencias significativas (p<0.05).



**Fig. 2.**  
Concentración de fenoles (A) y de antocianinas totales (B) en cerezas, en el momento de la recolección y tras 28 días de conservación. Los datos son la media±ES de 4 réplicas de 20 frutos. Las letras muestran diferencias significativas (p<0.05).



## REFERENCIAS

- Carrión-Antolí, A., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Zapata, P.J., Serrano, M., Valero, D. (2022). Melatonin pre-harvest treatments leads to maintenance of sweet cherry quality during storage by increasing antioxidant systems. *Front. Plant Sci.* 13, 863467. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.863467>
- Díaz-Mula, H. M., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., Zapata, P. J., Guillén, F., et al. (2009). Sensory, nutritive and functional properties of sweet cherry as affected by cultivar and ripening stage. *Food Sci. Technol. Int.* 15, 535–543. <https://doi.org/10.1177/1082013209351868>
- Faienza, M. F., Corbo, F., Carocci, A., Catalano, A., Clodoveo, M. L., Grano, M., Wang, D.O.Q., D'Amato, G., Mugaglia, M., Franchini, C., Brunetti, G., Partincasa, P. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *J. Funct. Foods* 69:103945. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103945>
- 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. *Int. J. Mol. Sci.* 18, 1789. <https://doi.org/10.3390/ijms18081789>
- Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Serrano, M. 2011. Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *J. Agric. Food Chem.* 59, 5483–5489. <https://doi.org/10.1021/jf200873j>
- Zahid, G., Iftikhar, S., Shimira, F., Ahmad, H.M., Aka Kaçar, Y. (2023). An overview and recent progress of plant growth regulators (PGRs) in the mitigation of abiotic stresses in fruits: A review. *Sci. Hortic.* 309, 111621. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111621>



12.570-ALCALÁ DE XIVERT (Castellón) ESPAÑA  
Teléfono 964 76 11 68 e-mail: [info@viverosavasa.com](mailto:info@viverosavasa.com)

# ACTIVIDADES DE LA SECH



## IX Congreso Ibérico. XVII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas



Del 5 al 9 de junio de 2023 tuvo lugar en Mérida el IX Congreso Ibérico y el XVII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, en el que se han presentado 95 conferencias y comunicaciones orales y 168 pósteres científicos, en torno a siete áreas de trabajo: Fruticultura y Citricultura; Ingeniería Hortícola; Horticultura, Sustrato, y Frutos Rojos; Olivicultura y Viticultura; Fertilización; Recursos Genéticos,

Mejora, y Biotecnología y Posrecolección, Industria y Alimentación. El encuentro, organizado por el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), sirvió para dar a conocer los avances en investigación e innovación en el ámbito de la sostenibilidad y rentabilidad de las producciones.

Toda la información sobre nuestros congresos en la nueva página web de la sociedad [www.sech.es](http://www.sech.es)





# JORNADAS

Nuestros Grupos de Trabajo son los encargados de organizar simposios, jornadas y seminarios de carácter nacional y contenido específico. La reunión de nuestros Grupos de Trabajo se realiza de forma bianual en años alternos con el Congreso Nacional de la SECH.

Para el año 2024 tenemos previstas las siguientes jornadas:

## Jornadas de Ciencias Hortícolas



Los Grupos de Trabajo de **Horticultura, Alimentación y Salud, Fertilización, Sustratos, Fresón y otros Frutos Rojos** organizan de forma conjunta las **Jornadas de Ciencias Hortícolas** que tendrán lugar del 20 al 22 de marzo de 2024 en Cartagena.

Ésta jornada tiene como objetivo mostrar las contribuciones científicas más innovadoras en el campo de las Ciencias Hortícolas y las experiencias y desarrollos de las empresas del sector. Éste evento será una oportunidad excepcional para reunir a investigadores y profesionales para participar de sus últimos avances y de la más reciente tecnología de producción aportada por las diferentes empresas.

Las jornadas contarán con sesiones temáticas de los distintos Grupos de Trabajo implicados, así como

con la participación de las empresas del sector, tanto en presentaciones técnicas como en mesas redondas. Además, habrá una visita técnica a explotaciones comerciales de la zona.

Los resultados de este encuentro permitirán que centros de investigación, universidades y empresas concentren esfuerzos y rentabilicen los recursos existentes con vistas a promover el intercambio de ideas y prácticas agrícolas adecuadas y desarrollar proyectos para la búsqueda de soluciones de problemas comunes y mejora del conocimiento científico y tecnológico.

El plazo de inscripción aún se encuentra abierto. Toda la información sobre la jornada en nuestra página web [www.sech.es](http://www.sech.es)

## II Jornadas Nacionales de Citricultura y XII Jornadas Nacionales de Fruticultura. VIII Jornadas Nacionales del Grupo de Olivicultura “*Frutales mediterráneos y subtropicales frente al cambio climático, la sostenibilidad y la digitalización*”



II JORNADAS NACIONALES DE CITRICULTURA  
XII JORNADAS NACIONALES DEL GRUPO DE FRUTICULTURA  
VIII JORNADAS NACIONALES DEL GRUPO DE OLIVICULTURA



25, 26 y 27 de junio  
Complejo Martiánez Puerto de la Cruz (Tenerife)



Los Grupos de Trabajo de Fruticultura y Citricultura y Olivicultura se unen para organizar las II Jornadas de Citricultura, XII Jornadas del Grupo de Fruticultura y las VII Jornadas Nacionales del Grupo de Olivicultura de la SECH en el Lago Martiánez en el Puerto de la Cruz (Tenerife) durante los días 25, 26 y 27 de junio.

En este evento se pretende crear un foro de debate e intercambio de conocimientos sobre diversos temas relacionados con los frutales mediterráneos (templados y subtropicales), y el olivar, así como servir de vía para la promoción y mejora de la competitividad del sector de frutícola en España. Además, se pretende promover una discusión y cooperación entre investigadores, técnicos, agricultores, estudiantes, exportadores y otros agentes del sector para un intercambio de experiencias que contribuyan a aumentar la rentabilidad y sostenibilidad de estos sectores. Esto contribuirá a que centros de investigación concentren esfuerzos y rentabilicen los

recursos existentes con vistas a desarrollar proyectos conjuntos para la búsqueda de soluciones de problemas comunes y mejora del conocimiento científico que dan respuesta a los actuales desafíos de este sector y a los retos a los que se enfrentan, especialmente ante el cambio climático

Las Jornadas se desarrollarán durante los días 25, 26 y 27 de junio, que se dedicarán a sesiones científicas centradas en propuestas innovadoras del sector de la fruticultura como la producción, transformación, comercialización o mejora de la calidad, así como a una visita de carácter técnico y otras actividades complementarias a las jornadas. Conferencias invitadas y mesas redondas formaran parte de la jornada donde se debatirán temas candentes en torno a los sectores de la fruticultura y la olivicultura.

El plazo de inscripción y envío de resumen ya se encuentra abierto. Toda la información en [www.sech.es](http://www.sech.es)





## V Jornadas del Grupo de Viticultura de la SECH “La viticultura ante el reto de la sostenibilidad”

Nuestro Grupo de Trabajo de Viticultura, la Estación de Viticultura e Enología de Galicia y la Universidad de Santiago de Compostela (EPSE-Lugo) organizan las V Jornadas del grupo de Viticultura de la SECH que se celebrarán en Ourense entre los días 25 y 27 de junio de 2024.

Las jornadas pretenden ser un foro de comunicación en el que se expongan trabajos de investigación, desarrollo y de aplicación tecnológica, realizados en el ámbito de la viticultura con la participación de centros de investigación y también del económico y productivo. Se aceptarán comunicaciones relacionadas con la Viticultura, especialmente aquellas que se asocian a los retos actuales a los que ésta se enfrenta, tanto en lo que respecta a la producción sostenible como a la calidad.

El programa científico abarcará las novedades, innovaciones e informaciones relacionadas con las tendencias actuales en materia de la producción vitícola y se organizará en sesiones temáticas. La Comisión Científica agrupará las comunicaciones teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- Caracterización del material vegetal de vid
- Manejo del viñedo . Técnicas de cultivo
- Viticultura de precisión
- Respuesta de la vid a estreses bióticos y abióticos
- Rcambio climático y sostenibilidad

El plazo de inscripción y envío de resúmenes se encuentra abierto. Puede consultar más información en nuestra página web: [www.sech.es](http://www.sech.es)



## XIV Congreso Nacional y XII Ibérico de Maduración y Postcosecha “Retos del sistema agroalimentario”



El XIV Congreso Nacional y XII Ibérico de Maduración y Postcosecha se celebrará del 12 al 14 de junio de 2024 en Madrid centrándose en las estrategias nacionales e internacionales de prevención y reducción del desperdicio alimentario.

El congreso se estructura en ponencias invitadas, mesas redondas y sesiones interactivas que abordarán investigaciones sobre la implementación de nuevos desarrollos tecnológicos sostenibles para la conservación de productos vegetales. Investigaciones basadas en el conocimiento de los procesos de maduración y senescencia de frutos y hortalizas, análisis nutricional y evaluación de los sistemas de

defensa frente a patógenos y a factores ambientales. El congreso se establece como una plataforma para presentar resultados de una investigación básica-aplicada para preservar la calidad de productos vegetales durante la postcosecha.

El congreso se organiza por diferentes asociaciones científicas españolas y portuguesas que desean garantizar sistemas alimentarios de origen vegetal que mejoren la calidad y seguridad alimentaria y nutricional.

El plazo de inscripción y envío de resúmenes se encuentra abierto. Toda la información en nuestra página web [www.sech.es](http://www.sech.es)



## IV Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola

El Grupo de Trabajo de Ingeniería Hortícola se encarga de organizar el IV Symposium Nacional de Ingeniería Hortícola que tendrá lugar del 4 al 6 de septiembre en la Universidad de Sevilla.

Toda la información actualizada en nuestra página web [www.sech.es](http://www.sech.es)

## XI Congreso de Mejora Genética de Plantas



La Sociedad Española de Genética y el Grupo de Trabajo de Mejora Genética de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas junto con CICYTEX organizan el XI Congreso de Mejora Genética de Plantas que tendrá lugar del 24 al 26 de septiembre en el Complejo Cultural de San Francisco en Cáceres.

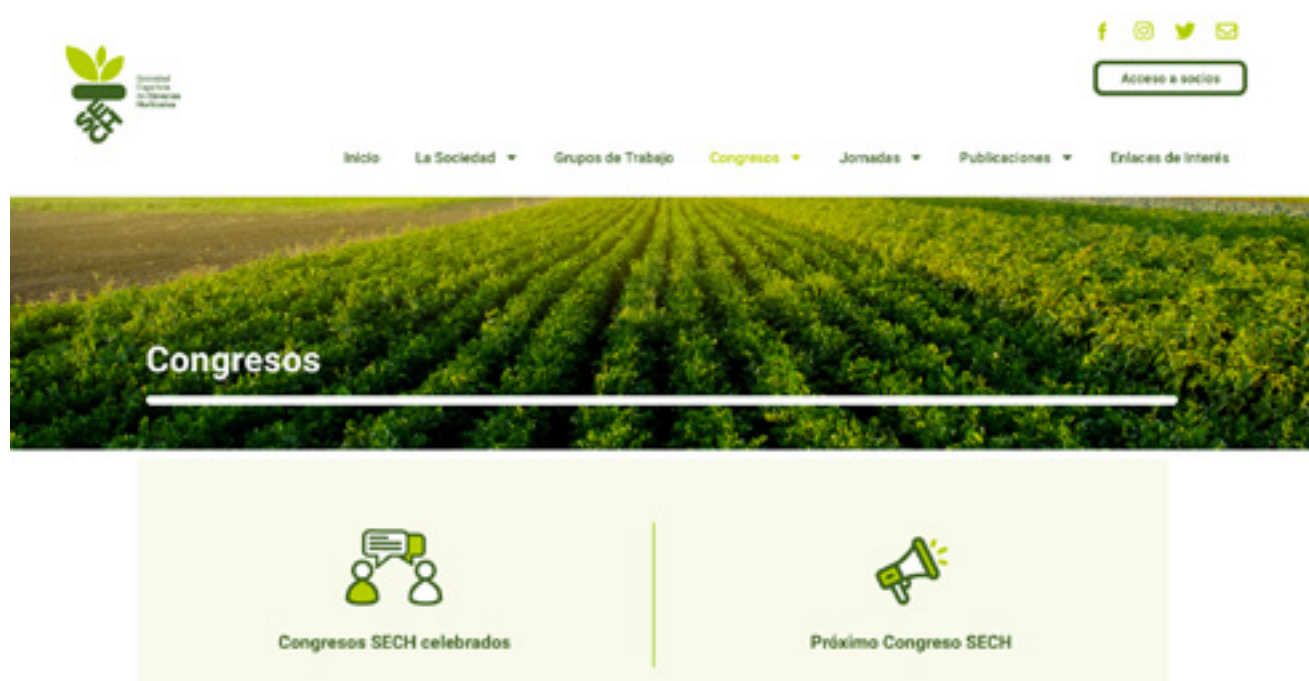
Este congreso supone un marco idóneo para intercambiar los últimos avances en el conocimiento

científico y en el desarrollo profesional en los distintos campos que integran la mejora genética vegetal, desde el manejo de los recursos fitogenéticos hasta la más avanzada tecnología de modificación genética, mediante conferencias plenarias temáticas y comunicaciones específicas.

El plazo de envío de resúmenes se encuentra abierto hasta el 1 de marzo. Toda la información actualizada sobre el Congreso en nuestra página web [www.sech.es](http://www.sech.es)

# NOTICIAS

## La SECH presenta su nueva página web



La SECH inaugura una nueva etapa en la que apuesta por una mayor visibilidad en la sociedad. La publicación de la Revista Española de Ciencias Hortícolas y los nuevos cursos y seminarios online previstos para éste año 2024 complementarán las Jornadas y Congresos de los Grupos de Trabajo. Para una mayor operatividad de todas las actividades se ha creado una nueva página web [www.sech.es](http://www.sech.es).

La nueva página web de la SECH cuenta con un diseño renovado y una mayor accesibilidad y operatividad. En ella encontraremos toda la información relativa a la sociedad, tanto de nuestros Grupos de Trabajo como

de los Congresos y Jornadas, las Actas de Horticultura y los Boletines Informativos publicados o los números de la nueva Revista Española de Ciencias Agrarias. El socio dispondrá además de una sesión que le permitirá modificar sus datos personales, renovar el pago de la cuota, acceder a los seminarios y cursos gratuitos para socios o formar parte del nuevo directorio de la SECH que facilitará la interacción entre todos los socios.

Desde la sociedad animamos a todos nuestros socios a navegar a través de la nueva página web [www.sech.es](http://www.sech.es) y a participar en todas las actividades previstas para este año 2024.

## 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

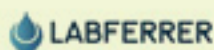
Francisco José Arenas Arenas  
Pilar Legua Murcia

## COMITÉ EDITORIAL

M<sup>a</sup> Cortés Sánchez Mata  
M<sup>a</sup> De los Desamparados Melian  
Carlos Campillo Torres  
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](http://www.sech.es)

Sociedad Española de **Ciencias Hortícolas**