MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Castilla-La Mancha
Consejería de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural

IRIAF
Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal

XLIX SEMINARIO
DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA

TOLEDO · 9-12 SEPTIEMBRE 2019

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

XLIX SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA. TOLEDO.

Edita:
© Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

Autor:
D.G. Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria

Diseño y maquetación:
Alberto Jiménez García

Impresión y encuadernación:
Gráficas Muriel

XLIX Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Toledo.
NIPO línea: 003220189

NIPO papel: 003220173
DL papel: M-4336-2022

NIPO USB: 003220194
DL USB: M-4337-2022

Distribución y venta:
Paseo de la Infanta Isabel,1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41

Tienda virtual: www.mapa.gob.es
https://servicio.mapama.gob.es/tienda/
e-mail: centropublicaciones@mapa.es

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
https://cpage.mpr.gob.es/

En esta publicación se ha utilizado papel libre de cloro de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública.

Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

XLIX SEMINARIO
DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA

TOLEDO · 9-12 SEPTIEMBRE 2019

COORDINACIÓN

Carlos García-Villarrubia Bernabé
José Antonio López Pérez
Tomás González González
Sotero Molina Vivaracho
Eva María García Méndez
Belarmino Santos Coelho

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Castilla-La Mancha
Consejería de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural

IRIAF
Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal

PATROCINADORES PLATINO

agroseguro
El seguro de los que están más seguros

biobest
SUSTAINABLE CROP MANAGEMENT

FUNDACIÓN cajamar

SAKATA

PATROCINADORES

Ramiro Arnedo semillas

J.M.Escolar
HUERTA-JARDÍN

20 aniversario econatur

syngenta

Smurfit Kappa | AgroPaper®

ISAGRO

asp

fitó

FERTINAGRO BIOTECH

KENOGARD
CULTIVAMOS LA INVESTIGACION · 研究深耕

OSBORNE
DESDE 1772

COLABORADORES

Indicación Geografica Protegida
"Melón de la Mancha"

Asociación Interprofesional de melón y sandía de Castilla-La Mancha

el hidalgo QUESOS

mercomancha

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN 9

2. RELACIÓN DE PARTICIPANTES 13

3. INTRODUCCIÓN
Radiografía de la horticultura en Castilla-La Mancha 17

4.- SESIONES TEMÁTICAS
Sesión cucurbitáceas
- Evaluación agronómica y aptitud industrial de cultivares de calabacín. Campaña 2018 36
- Efectos de la aplicación de un bioestimulante a base de microalgas sobre cultivo de melón al aire libre. 50
- Comportamiento agronómico de melones cantalupos bajo diferentes mallas de sombreo fotoselectivas 60
- Recursos fitogenéticos de melón en Castilla-La Mancha 68

Sesión sostenibilidad
- Influencia del volumen de fertirriego en aspectos productivos, económicos y medioambientales del cultivo de calabacín en invernadero 80
- Fertirrigación del cultivo de pimiento utilizando aguas urbanas regeneradas 87
- Hacia "cero residuos" inorgánicos en la cadena de valor agroalimentaria: un análisis dafo en el sector hortícola intensivo en Almería 100
- Cultivo en invernadero ecológico de siete cultivares de guisante (*Pisum sativum*) 107
- El cultivo de puerro (Allium ampeloprasum var. porrum) en la provincia de Cádiz mediante sistemas de manejo convencional vs. Sostenible 115
- El cultivo de la zanahoria en la costa noroeste de Cádiz: ensayos de técnicas de cultivo convencional frente a sostenible 124

Sesión técnicas de riego

- Uso de electrotensiómetros para mejorar el manejo del riego en suelo en cultivos hortícolas intensivos 133
- Método de balance de agua en el suelo. ¿es todavía el más eficiente para programar los riegos? 140
- Eficiencia y uniformidad del riego localizado en parcelas con pendiente 150
- Estrategias para el ahorro de agua en el cultivo de apio 158

Sesión técnicas de cultivo

- Evaluación de la uniformidad de distribución de la quimigación en un cultivo de lechuga 172
- Efectos del uso de hidroacolchados en un cultivo de alcachofa 182
- Influencia en escarola (Cichorium endivia) del uso de hidromulch 188
- Efecto de la aplicación de extractos líquidos de macroalgas en lechuga 195
- Demostración de la técnica de acuaponía con plantas producidas en tres sistemas de hidroponía 204
- Comportamiento de variedades autóctonas de tomate en fibra de coco cultivado en invernadero 216
- Evaluación del cultivar de fresa 'Portolas' en diferentes tamaños de saco de cultivo 230
- Sistemas pasivos de refrigeración en invernaderos mediterráneos: evaporación del agua y uso de cubiertas agrotextiles 242

Sesión solanáceas

- Evaluación agronómica y de calidad industrial de cultivares de patata ensayados en Aragón. Campaña 2018 252
- Efecto del uso reiterado de portainjertos con resistencia a nematodos formadores de nódulos 270
- Oferta de cultivares de pimiento, tomate y calabacín, resistentes a virus 277
- Comportamiento agronómico de cultivares de tomate de ensalada en Tenerife bajo una alta presión vírica. Campaña 2017 – 2018 284
- Comportamiento agronómico de cultivares de tomate tipo exportación en Tenerife bajo una alta presión vírica. Campaña 2017 – 2018. 297

- Influencia del uso de mallas fotoselectivas en comportamiento agronómico y plagas en pimientos de tipo lamuyo y california 311
- Estudio de las modificaciones de la concentración de nutrientes de savia en cultivo de tomate bajo invernadero 318
- Comportamiento de 14 cultivares de tomate de industria en el bajo Guadalquivir 329
- La verticilosis de la berenjena en los cultivos protegidos del sudeste de Andalucía 338

Sesión otros cultivos

- Estudio sobre la influencia de la acumulación de horas frio en la producción de cultivares de alcachofa (*Cynara scolymus* l.) multiplicados por semilla. 347
- Ensayo de nuevos cultivares de alcachofa (*Cynara scolymus* l.) procedentes de semilla como alternativa a los reproducidos mediante zuecas 354
- Ensayo de 14 cultivares de espárrago verde en el valle del Guadalquivir en el segundo año de cultivo 365
- Calidad de frutos diversos cultivados bajo protección 371

Sesión formación

- Formación de jóvenes agricultores en el centro Ifapa de la Mojonera (Almería) 379
- La formación de técnicos en producción integrada en las distintas comunidades autónomas 386
- La cualificación de técnicos en producción integrada en Andalucía 394

XLIX SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA

· TOLEDO · 9-12 SEPTIEMBRE 2019 ·

PRESENTACIÓN

El XLIX Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura dio comienzo con la celebración de la Jornada Técnica "Principales Retos del Cultivo de melón y sandía en Castilla-La Mancha", celebrándose estas Jornadas en las instalaciones de la Escuela de Administración Regional que posee la Junta de comunidades de Castilla-La Mancha, situada en Toledo. Esta primera sesión estuvo organizada de manera conjunta entre la Consejería y Cajamar.

A la inauguración de dichas Jornadas asistió el Consejero de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural, Don Francisco Martínez Arroyo, el Director General del Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla-La Mancha, Don Esteban García Romero, el Director Provincial de Agricultura , Agua y Desarrollo Rural de Toledo, Don Jesús Fernández Clemente, el representante de la Organización Nacional del Seminario, Don Sotero Molina Vivaracho, el representante Territorial de Cajamar, coorganizadora junto con la Consejería, Don José Antonio Guerrero y el moderador de las Jornadas Don Carlos Baixauli Soria.

Las jornadas se iniciaron tras una bienvenida e inauguración al cargo de los responsables anteriormente mencionados.

Se dio comienzo con la ponencia: 'Estrategias de control biológico por conservación', impartida por Doña Mónica González, del Centro Experimental de Cajamar.

Continuaron con la participación de Doña Mª Dolores Bernal, asesora Agrícola Independiente y especialista en melón y sandía, que nos expuso la ponencia titulada: 'Control Integrado de plagas y enfermedades en melón y sandía'.

A continuación, tuvo lugar la ponencia 'Sistemas de semiforzado en melón y sandía, estrategia para el control de plagas y enfermedades' a cargo de Don Carlos Baixauli Soria, del Centro de Experiencias Cajamar.

Para terminar el turno de ponencias, Don Francisco Ribas Elcorobarrutia, del Centro de Investigación Agroforestal de El Chaparrillo IRIAF expuso la ponencia titulada: 'Fertilización en melón'.

Posteriormente tuvo lugar una mesa redonda compuesta por los ponentes anteriormente nombrados, acompañados de los representantes del Sector, Don Cristóbal Jiménez, presidente de la Interprofesional del Melón y la Sandía de Castilla-La Mancha y Don Ramón Lara , presidente de la Indicación Geográfica Protegida de melón de La Mancha, desarrollándose un intenso debate en-

tre los ponentes y los asistentes, principalmente en temas relacionados con el interés por parte del sector de conseguir un mejor y mayor control de las producciones en campaña con los problemas de etiquetado, así como con el control de entrada de producto de procedencia ajena a Castilla-La Mancha en el mercado, y el efecto sobre los precios y con el impulso de la marca de calidad que ofrece la IGP. Tuvo también gran interés el debate sobre las diferentes estrategias del control de plagas y sobre la investigación en este campo para generar sinergias entre ellas encaminadas a incrementar la sostenibilidad de la agricultura de nuestra región.

En la sesión de tarde dieron comienzo las Sesiones Temáticas propiamente dichas en las que los Técnicos y Especialistas de la mayoría de las Comunidades Autónomas de España.

La primera Sesión Temática giró en torno a Cucurbitáceas, teniendo lugar 4 ponencias sobre estos cultivos, participando el patrocinador Smurfit Kappa con la presentación de Agropaper, papel para acolchado que presentó Iñaki Urdaci. Para cerrar esta sesión, la empresa Fitó nos hizo una presentación de la empresa y del material genético de melón entre otros de los que dispone su empresa, a cargo de José Antonio Zafra.

El martes 10 de septiembre se realizaron una serie de visitas técnicas hacia la zona de producción más importante de melón y sandía de la región.

La primera visita se realizó en la finca la Jarrilla, acompañados de Juan Manuel Atochero, técnico de Mercomancha, que nos hizo una concreta descripción de la realidad agronómica, así como de las principales técnicas de cultivo y de los principales problemas que se encuentran, dando gran importancia al manejo de los enemigos naturales de las plagas y a las técnicas que se están ya utilizando en nuestra región.

Tras esto, se realizó una visita a las instalaciones de Mercomancha situadas en Manzanares, visitando las plantas de preparado de melón y sandía. Nos acompañaron en la visita tanto a campo como a la industria, los presidentes de la Interprofesional como de la IGP, Cristóbal Jiménez y Ramón Lara.

Posteriormente, se visitó la planta de fabricación de queso 'Quesos el Hidalgo', acompañados por Eusebio Manzano, presentándonos su moderna planta automatizada para la producción de quesos con denominación de origen manchego, entre otros.

Por la tarde, en las instalaciones cedidas para tal fin por el Director General del Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla-La Mancha, Esteban García Romero, tuvo lugar la segunda sesión temática que trató sobre "Sostenibilidad", con 6 presentaciones relacionadas con esta temática. A la misma acudieron a presentar sus empresas, Jesús Fernández de Fertinagro y Fernando López de Arce de Econatur.

El miércoles 11, comenzaron las sesiones temáticas, de nuevo en la EAR, iniciando con "Técnicas de Riego", acompañadas por las presentaciones de Joaquín Navarro de Sakata y de los técnicos Silvia Peña y Gerardo Balanguero de ASP Asepsia.

A continuación, se desarrolló una visita técnica a los viñedos y a la bodega Osborne, patrocinadora del Seminario, a cargo de José María Nieto y Javier Ginesta.

Por la tarde se retomaron las sesiones temáticas en la EAR, teniendo lugar la Sesión Temática "Técnicas de Cultivo", con 9 presentaciones y con la participación de la empresa Syngenta a cargo de José María López, que nos hizo una presentación sobre las novedades en fungicidas en hortícolas.

El jueves 12, y de nuevo en la EAR, han tenido lugar las sesiones temáticas sobre "Solanáceas", con 9 presentaciones de trabajos; la Sesión Temática "Otros Cultivos" con 4 trabajos y la Sesión Temática "Formación", con tres trabajos. A esta jornada se ha invitado a los patrocinadores Isagro, con la ponencia de Antonio Ramos y a Agroseguro, con la participación de Miguel Agurruza.

Para la finalización de esta Jornada, Sotero Molina como organizador nacional expuso unas indicaciones sobre temas relacionados con la perspectiva de futuro y la dirección sobre la que transcurre el Seminario.

Se proponen las Islas Canarias, y en concreto las islas de Gran Canarias y Tenerife, para la realización del "L Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura" a celebrar el próximo año 2020. Y como propuestas iniciales para la celebración del "L Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura" en el año 2021 la provincia de Almería, y como suplente Lugo.

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a la Consejería de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural, al Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla-La Mancha, a la Escuela de Administración Regional, a los ponentes, asistentes y patrocinadores que han colaborado para el desarrollo de este Seminario.

Del mismo modo queremos acordarnos de todas las empresas colaboradoras que nos han atendido en nuestras visitas técnicas, así como a la empresa organizadora de eventos Tangente por su plena disposición, profesionalidad y amabilidad a lo largo de todas estas intensas jornadas de trabajo.

Se da por tanto por finalizado el XILX Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura, realizado en Toledo en 2019, invitando a la Comunidad Autónoma de Canarias a tomar el relevo y organizar el L Seminario en 2020.

Toledo, a 12 de Septiembre de 2019

IN MEMORIAM

La Organización, participantes, asistentes y demás compañeros del Seminario quieren hacer constar su profundo pesar por el fallecimiento de **Javier Merino** y **Juan Jiménez**, personas muy queridas y admiradas entre sus compañeros, tanto por su condición humana como por la calidad de sus trabajos y actuaciones realizados a lo largo de todos los años en los que han participado.

Descansen en paz.

RELACIÓN DE PARTICIPANTES

APELLIDOS	NOMBRE	TRABAJO	EMAIL
AGUILAR OLIVERT	JOSE MARIANO	CAJAMAR	josemarianoaguilar@fundacioncajamar.com
AGURRUZA MUTUBERRIA	MIGUEL JAVIER	AGROSEGURO S.A.	agurruza@agroseguro.es
ALONSO LOPEZ	FRANCISCA	IFAPA	f.alonso@juntadeandalucia.es
BAEZA CANO	RAFAEL	IFAPA	rafaelj.baeza@juntadeandalucia.es
BIENES FERNANDEZ	ELIAS MANUEL	CABILDO INSULAR DE LA PALMA	elias.bienes@cablapalma.es
BLANCO MARTIN	MONICA	GRUPO TRAGSA	mblanco2@tragsa.es
BRUNA LAVILLA	PABLO	DGA ARAGÓN	pbruna@aragon.es
CABELLOS ARROYO	Mª DEL CARMEN	IMIDRA, UAH, ALGAENERGY S.A.	cca@algaenergy.es
CERMEÑO SACRISTAN	PEDRO	IFAPA	pedro.cermeno@juntadeandalucia.es
CONTRERAS PARIS	JUANA ISABEL	IFAPA	juanai.contreras@juntadeandalucia.es
DIAZ HERNANDEZ	Mª BELEN	UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	belen.diaz@usc.es
FERNADEZ NAVARRO	ISABEL	IMIDRA	i.fernandez.navarro@madrid.org
GALVEZ LOPEZ	AMPARO	IMIDA	1297@coitarm.es
GARCIA GARCIA	Mª DEL CARMEN	IFAPA	mariac.garcia.g@juntadeandalucia.es
GARCIA GONZALEZ DE LENA	GUILLERMO	SERIDA	g1861g@hotmail.com
GARCIA MENDEZ	EVA Mª	CIFA	garcia_emar@cantabria.es
GARCIA SOLARI	IGNACIO RICARDO	HDI ESTUDIO ILUMINACION	info@hdiestudio.com
GAVILAN ZAFRA	PEDRO D.	IFAPA	pedrod.gavilan@juntadeandalucia.es
GOMEZ VAZQUEZ	JULIO MANUEL	IFAPA	juliom.gomez@juntadeandalucia.es
GONZALEZ DIAZ	ADOLFO	ESCUELA DE AGROECOLOGIA DE MIGUELTURRA	adolfo@bancales.com

GONZALEZ VIZCAINO	ANTONIA	IFAPA	antonia.gonzalez.vizcaino@juntadeandalucia.es
LAO ARENAS	Mª TERESA	UNIVERSIDAD DE ALMERIA	mtlao@ual.es
LOPEZ MARIN	JOSEFA	IMIDA	josefa.lopez38@carm.es
MACUA GONZALEZ	JUAN IGNACIO	EMPRESA DEL SECTOR	jmacua@hotmail.es
MARTIN LÓPEZ	EMILIO	EMPRESA DEL SECTOR	
MARTINEZ PURAS	VICTORINO	ISAGRO ESPAÑA S.L.	vmartinez@isagro.com
MATEO BERNAL	ISABEL	OFICINA COMARCAL AGRARIA	isabel.mateo2@carm.es
MINGUEZ ALCARAZ	PEDRO	EMPRESA DEL SECTOR	
MOYA GARCIA	INES	IFAPA	inesmg7@hotmail.com
NAVARRO CUESTA	VIRGINIA	EMPRESA DEL SECTOR	
NIETO VALENZUELA	ANTONIO	COLABORADOR CON IFAPA	antonio.nieto.valenzuela@gmail.com
ORTEGA PECHARROMAN	JOSE IGNACIO	SANIDAD Y PRODUCCION VEGETAL	ortpecjo@jcyl.es
PARRA GALANT	JOAQUIN	SERVICIO DE TRANSFERENCIA Y TECNOLOGIA (STT)	parra_joa@gva.es
PATO FOLGOSO	ANTONIO	OFICINA COMARCAL AGRARIA CARTAGENA	antonio.pato@carm.es
PEREZ MAZUELAS	JORGE	ISAGRO ESPAÑA S.L.	jperez@isagro.com
RAMOS BLASCO	ANTONIO	ISAGRO ESPAÑA S.L.	aramos@isagro.com
RECIO RINCON	CARLOS	SANIDAD VEGETAL	crecio@jccm.es
RIGA	PATRICK	INSTITUTO VASCO DE I+D AGRARIO (NEIKER)	priga@neiker.eus

RIOS MESA	DOMINGO JOSE	CABILDO INSULAR DE TENERIFE	domingor@tenerife.es
RODRIGUEZ SANCHEZ	CARMEN MAXI	IMIDA	c_maxi21@hotmail.com
ROJAS SERRANO	FATIMA	INVESTIGADORA CONTRATADA. PROYECTO REINWASTE	fatima.rojas@juntadeandalucia.es
RUIZ ISLA	FERNANDO	EMPRESA DEL SECTOR	fmruizisla@telefonica.net
SANCHEZ-GUERRERO CANTO	Mª CRUZ	IFAPA	mariac.sanchezguerrero@ juntadeandalucia.es
SANTOS COELLO	BELARMINO	CABILDO INSULAR DE TENERIFE	belarmino@tenerife.es
SAYADI GMADA	SAMIR	IFAPA	samir.sayadi@juntadeandalucia.es
SEGURA PEREZ	Mª LUZ	IFAPA	marial.segura@juntadeandalucia.es
SOLCHAGA LUQUIN	JESUS ANGEL	EMPRESA DEL SECTOR	solchaga.ja@gmail.com
TRUJILLO DIAZ	LUISA BENIGNA	CABILDO INSULAR DE TENERIFE	luisat@tenerife.es
VELA DELGADO	Mª DOLORES	IFAPA	mdolores.vela@juntadeandalucia.es
VILLA GIL	FERNANDO L.	SAT	fernando.villa.gil@gmail.com
GARCIA-VILLARRUBIA BERNABE	CARLOS	CIAPA-IRIAF	cgarciav@jccm.es
LOPEZ PEREZ	JOSE ANTONIO	CIAPA-IRIAF	jalopezp@jccm.es
MOLINA VIVARACHO	SOTERO	DIRECTOR SEMINARIO	soteromv@yahoo.es
RIBAS ELCOROBARRUTIA	FRANCISCO	CIAG-IRIAF	fribas@jccm.es
CORBACHO FERNANDEZ	ROGELIO	IRIAF	rcorbacho@jccm.es
ROMERO SOLIS	MARIA JOSE	IFAPA	mariajoseromerosolis@gmail.com
RAYA RAMALLO	VANESA	ICIA	vraya@icia.es
VARO VICEDO	PLACIDO	CIFEA	placido.varo@carm.es

INTRODUCCIÓN

3

INTRODUCCIÓN. RADIOGRAFÍA DE LA HORTICULTURA EN CASTILLA-LA MANCHA

Sotero Molina Vivaracho
Técnico y Especialista en Horticultura
soteromv@yahoo.es

En este breve trabajo, solo se pretende hacer una descripción general de la situación del sector hortícola de la Comunidad de Castilla-la Mancha para tener una visión sobre la importancia que para el desarrollo económico de la Región puede suponer, teniendo en cuenta que el sector es una fuente generadora de puestos de trabajo y fijadora de población justamente en las zonas en las que la despoblación es el reto más importante al que se enfrenta.

Los datos que más adelante se exponen son recogidos de encuestas, cuyas fuentes se transcriben, no obstante, al ser un sector en el que se recogen multitud de cultivos diseminados por toda la geografía, de algunos de ellos no se dispone de datos reales por lo que se ha recurrido a consultas personales que se pueden ajustar a la realidad actual.

La Comunidad de Castilla-la Mancha tiene una superficie de 79.461 km^2, siendo la tercera Comunidad más extensa del Estado con un 15,7% del total y con una población a fecha de enero de 2.018 de 2.035.505 habitantes.

La distribución de su población, se encuentra muy irregularmente repartida, ya que la mayor densidad se encuentra en los grandes núcleos urbanos como son, las capitales de provincia como centros administrativos o en otras poblaciones generadoras de servicios e industriales, pero existiendo el contraste principalmente con grandes áreas de Guadalajara, Cuenca y Albacete en las que existe un grave riesgo de despoblación y en las que la densidad no llega a los 2 habitantes por km^2, aunque también en zonas del resto de las provincias ese problema es muy palpable.

En las provincias de Albacete, Ciudad Real y Toledo debido sobre todo a la distribución y tamaño de sus municipios, la densidad es mayor, ya que en los 38 municipios de más de 5.000 habitantes reside el 55,8% del total, en cambio en los de menos de 1.000 habitantes solo reside el 8,1%.

Su orografía se diferencia claramente por dos tipos de paisajes, de un lado, la llanura (*Meseta*) que domina casi el 80% del territorio no superando los 1.000 metros. La Mancha propiamente dicha es una gran comarca que se extiende por buena parte de Albacete, Ciudad Real, Toledo y Cuenca a la que habría que añadir la Alcarria que se extiende por parte de las provincias de Guadalajara y de Cuenca.

El otro 20% de su superficie que es la parte montañosa, bordea en parte los límites de esta Comunidad, comprendiendo el Sistema Central en el Norte de Guadalajara, la Sierra de San Vicente en Toledo y los montes que llevan su nombre, las provincias de Cuenca y Guadalajara están rodeadas por el Sistema Ibérico y la provincia de Albacete bordeada por las sierras de Alcaraz y del Segura, por otro lado, la Sierra Morena penetra en Ciudad Real.

La Hidrografía se encuentra dividida en 5 cuencas fluviales, siendo sus ríos principales, el Tajo, Guadiana, y Guadalquivir que vierten sus aguas en el océano Atlántico y Júcar y Segura en el Mediterráneo.

Su clima es de tipo mediterráneo continental con una notable variabilidad y grandes contrastes entre ellos, como el semiárido que no recibe la influencia del mar con unas temperaturas muy extremas con veranos muy calurosos y secos e inviernos muy fríos, así mismo se ve influenciado por las cadenas montañosas con heladas intensas generando inversiones térmicas muy acentuadas y nevadas esporádicas que afectan principalmente a las áreas orientales.

Castilla-La Mancha se puede incluir dentro de lo que se denomina la "España seca", ya que las precipitaciones no son muy abundantes con un notable gradiente desde el centro de la Comunidad donde no superan los 400 mm. anuales, hasta la zona montañosa donde se pueden alcanzar los 1.000 mm. con la Serranía de Cuenca y la de Gredos donde se alcanzan estos registros.

ESTRUCTURA ECONÓMICA

El P.I.B. de Castilla-la Mancha es de 41.926 millones de €, representando el 3,7% del total nacional, lo que la sitúa en la novena posición por volumen, en cuanto a su P.I.B. per cápita, es de 19.713 € por debajo de la media nacional que es de 25.000 € (un 25% menor).

En cuanto a su distribución, el sector Servicios representa un 62,7 % con 26.995 millones de €, seguido del sector industrial con un 19,6 % y 8.197 millones de €, la **Agricultura** aporta un **8,2 %** del total con **3.443 millones de €** y por último la Construcción con un 6,9 % y 2.291 millones de € (*Datos del Funcas 2017*).

La superficie regada en España, es de 3.774.286 (ver *Tabla 2*), siendo Andalucía, la Comunidad con mayor superficie regada con 1.102.144 ha y un 31,5% del total de la superficie de cultivo, en esta comunidad el sistema de riego más utilizado es el localizado con más de un 77% respecto al total de ha regadas y el olivo el cultivo más regado de esta forma. No obstante, es Murcia con un 86%, la región en la que emplea este sistema de forma porcentual.

Cataluña y Aragón son las regiones donde el sistema de riego más empleado es el de gravedad con un 47 y 45% de la superficie regada y Castilla y León donde más se utiliza el sistema automotriz o pivot con un 33%.

Si nos detenemos en los sistemas de riego en Castilla-la Mancha se observa que la superficie de riego representa el 14,93% del total de la superficie de cultivo.

En cuanto al sistema de riego más utilizado es el localizado con 346.820 ha y un 62,20% del total, utilizado mayoritariamente en el olivar, viñedo, fruticultura, pistacho y hortalizas. En el caso del riego por aspersión con más del 18% y automotriz con casi el 15% su uso se extiende principalmente a maíz, hortalizas de industria como espinaca, judía verde o guisante, y liliáceas como cebolla y ajo.

DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RIEGO EN ESPAÑA POR CULTIVOS

GRUPOS DE CULTIVO	SUP/ha	%/CULTIVO	SUP. TOTAL	% TOTAL
Cereales	926.795	24,82	6.179.983	15,00
Olivar	784.859	21,02	2.650.801	29,61
Viñedo	378.903	10,15	966.962	39,18
Frutales no cítricos	345.315	9,25	1.142.334	30,23
Cítricos	275.307	7,37	297.016	92,69
Forrajeras	262.129	7,02	1.029.178	25,47
Industriales	231.714	6,21	986.596	23,49
Hortalizas y flores	229.242	6,14	252.959	90,62
Barbechos	106.460	2,85	2.756.661	3,86
Otras	66.959	1,79	112.626	59,45
Tubérculos	50.220	1,35	62.605	80,22
Invernaderos	31.485	0,84	31.586	100,00
Leguminosas	24.442	0,65	466.420	5,24
Viveros	18.115	0,49	23.418	77,35
Otros cultivos	1.712	0,05	42.718	4,01
TOTAL CULTIVOS	**3.733.695**	**100,00**	**17.001.762**	**21,96**

Tabla nº 1 (Fuente ESYRCE)

SUPERFICIE DE CULTIVOS POR GRUPOS Y FORMA DE CULTIVO Y PORCENTAJE REGIONAL

C. AUTÓNOMA	SUPERFICIE CULTIVABLE	%/tot	SUPERFICIE total regada		LOCALIZADO		ASPERSIÓN		AUTOMOTRIZ		GRAVEDAD	
ANDALUCÍA	3.548.596	31,05	1.102.144	29,20	850.487	77,16	66.057	5,99	15.725	1,42	169.875	15,4
C. LA MANCHA	**3.709.967**	**14,93**	**553.969**	**14,67**	**346.820**	**62,60**	**101.436**	**18,31**	**82.400**	**14,87**	**23.313**	**4,2**
C. y LEÓN	3.557.687	12,61	448.680	11,88	28.652	6,38	155.187	34,58	148.754	33,15	116.086	25,9
ARAGÓN	1.791.074	22,83	408.996	10,86	68.374	16,71	120.732	29,51	35.460	8,67	184.430	45,1
VALENCIA	643.855	45,31	291.778	7,73	206.800	70,87	929	0,31	8	0,003	84.061	28,8
EXTREMADURA	1.077.728	26,07	281.059	6,92	150.304	36,82	25.011	8,89	15.887	5,65	89.858	32
CATALUÑA	822.641	31,78	261.440	7,00	96.208	36,79	29.050	11,11	11.545	4,41	124.637	47,7
MURCIA	474.640	40,03	190.027	5,03	163.603	86,09	624	0,32	17	0,008	25.784	13,6
NAVARRA	329.004	31,89	101.934	2,70	21.274	20,87	28.718	28,17	3.345	3,28	48.597	47,7
RIOJA	157.542	26,54	41.813	1,10	21.897	52,36	7.553	18,06	36	0,08	12.328	29,5
CANARIAS	43.907	58,28	25.590	0,67	18.570	73,27	4.416	17,25	1	0,004	2.602	10,16
BALEARES	166.301	11,87	19.753	0,52	10.155	51,40	6.396	32,37	1.437	7,27	1.765	8,9
MADRID	207.181	9,81	20.350	0,53	2.229	10,95	5.119	25,15	2.864	13,19	10.138	49,8
GALICIA	369.077	4,70	17.364	0,46	1.188	6,84	3.810	21,94	30	0,17	12.336	7,1
P. VASCO	82.510	10,06	8.305	0,22	1.769	21,30	4.765	57,37			1.772	21,3
ASTURIAS	24.954	2,40	599	0,01	155	25,87	53	0,63			391	65,3
CANTABRIA	6.987	6,62	463	0,01	39	8,42	322	6,95			103	22,2
TOTAL ESPAÑA	**17.013.689**	**100%**	**3.774.286**	**%**	**1.988.525**	**%**	**560.177**	**100%**	**317.509**	**100%**	**908.075**	**100%**

Tabla Nº2 (Fuentes ESYRCE y propias)

DISTRIBUCIÓN AGRARIA EN CASTILLA-LA MANCHA

De los 79.461 km² que ocupa esta Región, la superficie cultivada alcanza el 46,14% con 37.000 km² de los que el 86% son de secano (cereales, viñedo y olivar). Los cultivos de regadío con casi 5.500 km² ocupan un 13,4%, siendo el maíz el cultivo donde se riega el 100%, el viñedo el 49% y el olivar con más del 13% aunque en las plantaciones intensivas alcanza el 100%, no obstante la progresiva implantación del riego en el olivar tradicional, hará que la superficie aumente de forma sustancial.

El sector agrícola está distribuido en un total de 133.276 explotaciones de las que 117.760 son agrícolas con 5.117.238 ha. y 15.516 explotaciones ganaderas.

SUPERFICIE DE CULTIVOS POR GRUPOS Y FORMA DE CULTIVO Y PORCENTAJE REGIONAL

TIPO DE CULTIVO	SUP/ TOTAL	SUP/SECANO	SUP/REG	% REG
Cereales grano	1.288.085	1.179.382	108.703	8,43
Olivar	428.850	369.731	59.119	13,78
Industriales	208.531	191.675	16.856	8,08
Leguminosas grano	114.421	111.003	3.419	2,98
Viñedo	473.811	241.639	232.172	49,00
Almendro	136.297	109.329	26.968	19,78
Hortalizas y flores	54.778	2.312	52.466	95,77
Forrajeras	54.389	36.655	17.734	32,60
Pistacho	20.719	13.347	7.372	35,58
Frutales	30.686	18.011	12.675	42,30
Otros	881.466	873.500	7.966	0,90
TOTAL	**2.818.533**	**2.273.084**	**545.450**	**19,35**

Tabla Nº 3 Fuentes Esyrce 2018 y elaboración propia

LA HORTICULTURA EN CASTILLA LA MANCHA

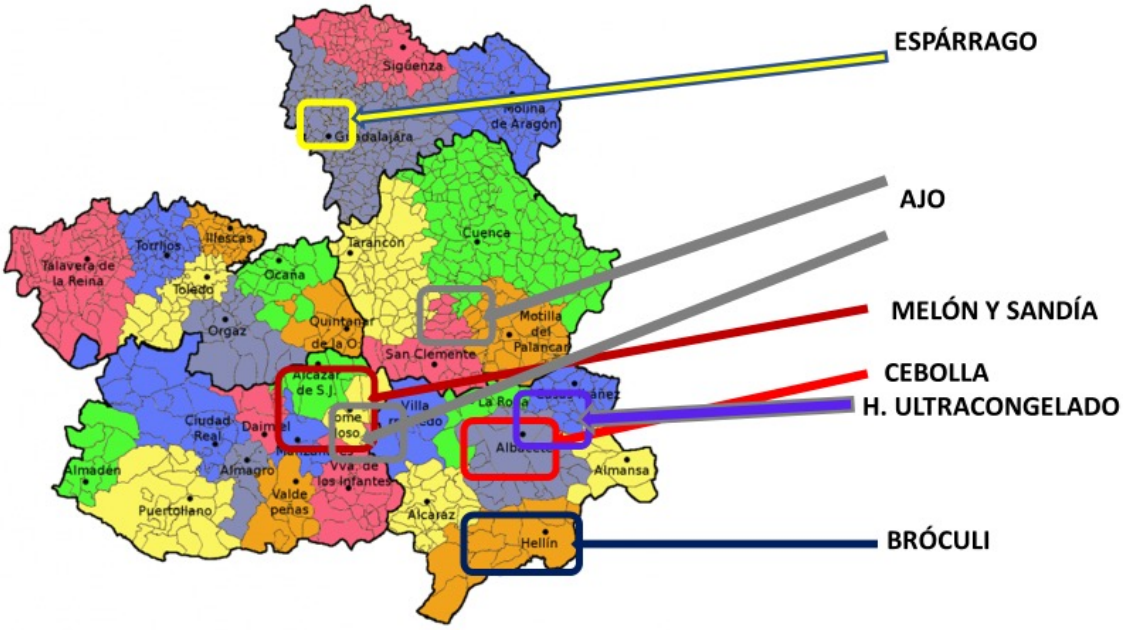
La Horticultura que se desarrolla en esta Comunidad Autónoma es fundamentalmente de carácter extensivo al aire libre, ya que las hortalizas entran a formar parte en las rotaciones con cultivos como cereales o leguminosas. Se podría decir que es una horticultura que se focaliza en las zonas de regadío y distribuida por todas las provincias con la singularidad de cada una, por lo que esta superficie se encuentra localizada de forma muy desigual tanto en superficie como en la recepción y distribución del agua

El cultivo de hortalizas en invernadero es todavía minoritario con pequeñas explotaciones distribuidas de forma muy diseminada por las distintas provincias, la superficie total es de 146 ha distribuidas en Albacete con 68 ha donde tiene mayor presencia en las comarcas de Tobarra y Hellín y otras limítrofes con la provincia de Murcia y Cuenca con 62 ha, en las otras provincias el cultivo en invernadero, apenas tiene importancia estimándose en 26 ha en Toledo, 12 en Ciudad Real y 4 ha en Guadalajara.

En la superficie de cultivo protegido, se incluye la destinada a la producción de planta, estos viveristas, proveen de planta a un 30% de la superficie cultivada en la Región, siendo Toledo, Ciudad Real y Albacete por este orden donde se encuentran los principales semilleros.

De cálculos establecidos se puede decir, que dada la escasa infraestructura, motivada fundamentalmente por la estacionalidad de las fechas de plantaciones y por la gran superficie a cubrir como son el melón, sandía, bróculi y cultivos de hoja, los distintos semilleros de la región no son capaces de absorber dicha demanda de plántula, por lo que se tiene que recurrir a semilleros, principalmente de Murcia que están dotados de mayor tecnificación, superficie y época ya que las fechas de plantación no coinciden con las del Levante y por otra parte de mayor proximidad geográfica. No obstante, los semilleros de la región pueden ofrecer mejores garantías sanitarias debido a una mayor dispersión geográfica y a una menor presión de plagas y enfermedades que las de las zonas hortícolas, donde los cultivos se hacen de una forma más intensiva. Además, los semilleros de la zona se encuentran en condiciones de poner a disposición del agricultor nuevas exigencias como el injerto, técnica esta indispensable en el cultivo de la sandía y de forma minoritaria en melón o en otras especies si se cultivan en invernadero como tomate o pepino.

El número de plantas necesarias para cubrir las necesidades anuales de plantación y según densidades medias por hectárea aplicadas en la Región en base a las superficies descritas se puede estimar en 345 millones de plantas. Hay que tener en cuenta que esta cantidad se encuentra repartida en torno a unos 6 meses contando con el inicio en cultivos como lechuga y finalizando con bróculi y coliflor. En el caso del espárrago, la planta empleada proviene casi en su totalidad de viveros instalados en la provincia de Segovia, y si se trata de alcachofa una buena parte se compra en Navarra, aunque se empieza a utilizar planta de semilla producida en semilleros de Murcia y Alicante.



La *Tabla 4* nos ofrece una visión de la importancia que la horticultura tiene en Castilla-la Mancha, ya que algunos cultivos son de una gran relevancia a nivel nacional tanto en superficie como en producciones. Si analizamos los cultivos más importantes podemos destacar las siguientes especies.

El ajo que representa un 70% y casi el 60% de la superficie y producción total de España, en el caso de la cebolla vemos así mismo que es más del 45% de la superficie y un 57% de la producción total.

En el caso de melón su superficie representa el 31% y de un 35% su producción ocupando también el primer puesto, la sandía es la otra cucurbitácea que tiene gran relevancia, observándose como su cultivo, ha ido incrementándose de una forma notoria.

Otros cultivos con un cierto peso en esta Región, son el espárrago verde cultivado casi en su totalidad en Guadalajara y el brócoli en la provincia de Albacete.

Como cultivos de hoja, conviene enumerar la lechuga para la industria de la IV Gama con una progresiva implantación y en el caso de la industria del congelado, destaca el guisante verde con casi 2.500 ha, la espinaca con 258 ha y judía verde con unas 200 ha.

Aunque no son hortícolas propiamente dichas he creído conveniente, incluir dos especies que requieren de una tecnología y dedicación más exclusiva como son los hongos (champiñón y otras setas) donde se produce un 46 y 40% del total nacional y cultivados principalmente en la provincia de Cuenca y el azafrán cuyo cultivo alcanza casi el 90% del total.

SUPERFICIES Y PRODUCCIONES DE HORTALIZAS EN CASTILLA-LA MANCHA Y SU PORCENTAJE, COMPARADOS CON LAS SUPERFICIES Y PRODUCCIONES DE ESPAÑA

CULTIVO	SUPERF/ha	%	PROD/REG	%	SUP/ESP	PROD/NAL
AJO	18.632	70,78	156.538	59,39	26.321	263.541
CEBOLLA	11.026	45,49	754.020	57,35	24.234	1.314.729
MELÓN	6.042	31,54	244.324	35,78	19.151	682.713
SANDÍA	2.820	14,02	178.423	16,02	20.113	1.113.192
ESPÁRRAGO	1.307	9,02	7.451	10,95	14.487	68.030
TOMATE	1.033	1,84	81.412	1,72	55.917	4.718.988
PIMIENTO	990	4,57	40.624	3,14	21.617	1.292.805
BERENJENA	112	3,04	3.140	1,33	3.678	234.687
PATATA	2.548	3,79	76.105	3,79	67.220	2.002.932
ALCACHOFA	241	1,52	3.147	27,17	15.823	217.789
MAÍZ DULCE	150	1,51	2.689	1,81	9.875	148.125
BRÓCOLI	2.229	6,50	34.029	5,89	34.272	576.841
COLIFLOR	232	3,01	5.719	3,08	7.689	185.453
COL	81	1,56	2.045	1,17	5.187	173.892
PUERRO	34	1,26	1.035	1,08	2.689	95.826
ZANAHORIA	386	6,25	23.724	6,33	6.176	374.380
LECHUGA	1.356	4,16	62.060	6,56	32.548	944.675
ESCAROLA	280	12,28	6.841	11,72	2.280	58.236
ACELGA	20	0,89	324	0,49	2.234	64.985
CALABAZA	579	16,78	15.108	13,12	3.450	115.124
CALABACÍN	42	0,38	1.085	0,18	11.045	585.312
GUISANTE VERDE	2.436	17,76	18.493	20,91	13.715	88.423
ESPINACAS	272	6,03	6.641	8,75	4.504	75.853
JUDÍA VERDE	212	2,54	2.208	1,49	8.324	147.524
HABA VERDE	50	0,75	380	0,66	6.657	57.146
CHAMPIÑÓN	197	46,90	75.700	52,52	420	144.127
OTRAS SETAS	34	40	8.980	60,72	85	14.789
AZAFRÁN	143	79,88	1.418 kg	89.35	179	1.587 kg

Tabla Nº 4 Fuentes Esyrce, Eurostar y propias 2018

SUPERFICIE DE CULTIVOS HORTÍCOLAS POR PROVINCIAS 2018

CULTIVO	ALBACETE	C.REAL	CUENCA	GUADALAJARA	TOLEDO
AJO	8.500	5.160	4.600	36	343
CEBOLLA	5.130	1980			
MELÓN	307	4.926	111	42	656
SANDÍA	46	2.550	16	3	205
ESPÁRRAGO		93	16	1.136	62
TOMATE	217	142	53	17	614
PIMIENTO	240	575	21	16	138
BERENJENA	55	49		1	7
PATATA	1.544	427	152	41	384
ALCACHOFA	206			29	6
MAÍZ DULCE			128		22
BRÓCOLI	2.041	80	85		23
COLIFLOR	97	64	1	1	69
COL	30	4	70		50
PUERRO		3		4	27
ZANAHORIA	292	2	3		89
LECHUGA	1.650	3	18	2	22
ESCAROLA	266				14
ACELGA	16	1	1		2
CALABAZA	131	309	44	7	88
CALABACÍN		17	9	4	12
GUISANTE VERDE	1.600	371			465
ESPINACAS	258	3	17		2
JUDÍA VERDE	200	7			5
HABA VERDE	40	5			5
CHAMPIÑÓN	66		135		
OTRAS SETAS	12		22		
AZAFRÁN	89	6	20		28

Tabla Nº5 MAPA y elaboración propia

PRODUCCIONES HORTALIZAS EN CASTILLA-LA MANCHA

CULTIVO	ALBACETE	C.REAL	CUENCA	GUADALAJARA	TOLEDO
AJO	93.800	35.014	23.941	0,252	2.913
CEBOLLA	394.000	114.500			
MELÓN	12.086	213.948	3.312	504	14.474
SANDÍA	2.070	168.750	705	74	6.816
ESPÁRRAGO		465	84	6.648	254
TOMATE	13.173	10.420	980	305	56.534
PIMIENTO	10.392	23.000	312	284	6.636
BERENJENA	1.375	1.568		8	189
PATATA	47.178	12.810	2.613	1.254	12.320
ALCACHOFA	2.678			397	72
MAÍZ DULCE			2.368		330
BRÓCOLI	31.636	1.012	1,105		276
COLIFLOR	1.940	1.920	7	23	1.829
COL	750	52	30		1.550
PUERRO		50		40	945
ZANAHORIA	16.936	80		135	6.586
LECHUGA	74.250	75	250	30	462
ESCAROLA	6.157				324
ACELGA	240	15		24	44
CALABAZA	2.144	7.416	1.210	170	3.168
CALABACÍN		485	176	94	330
GUISANTE VERDE	12.000	3.191			3.302
ESPINACAS	6.450	48	306		37
JUDÍA VERDE	2.100	70			38
HABA VERDE	300	40			40
CHAMPIÑÓN	23.100		52.600		
OTRAS SETAS	3.480		5.500		
AZAFRÁN	1.014 kg	54 kg	160 kg		190 kg

Tabla Nº6 MAPA y elaboración propia

CULTIVOS HORTÍCOLAS

Ajo

Esta Comunidad ocupa el primer lugar en la superficie cultivada de esta liliácea a nivel nacional con 18.632 ha. (70%) y una producción de 156.538 toneladas (59%) estando su cultivo distribuido principalmente por las provincias de Albacete con unas 8.500 ha, Ciudad Real con 5.100 ha y Cuenca con unas 4.600 ha.

El área de producción del "ajo morado de las Pedroñeras" y que abarca una superficie de cultivo de unas 5.800 ha, está delimitada por las localidades de Las Pedroñeras, Alberca de Záncara, Mota del Cuervo, El Provencio, Santa María del Campo Rus y San Clemente en la provincia de Cuenca en la comarca natural de la Mancha Baja, desde esa zona, los agricultores se han desplazado en busca de nuevas superficies cuyas características de altitud, riego y condiciones agroclimáticas sean similares permitiendo una rotación de cultivo, haciendo que esta especie se haya extendido en provincias aledañas como Ciudad Real, en localidades como Alcázar de San Juan, Argamasilla de Alba, Tomelloso, Socuéllamos, Manzanares y Lezúzar, así como en otras zonas de Albacete y de Toledo, constituyendo una zona de producción con alrededor de 227 localidades de las comarcas naturales de la Mancha, Mancha Alta, Mancha Baja, Manchuela y Centro. En la provincia de Guadalajara su cultivo es testimonial limitándose a pequeñas producciones para consumo local.

La variedad más implantada es el ecotipo autóctono "**morado de las Pedroñeras**" de gran calidad y con un mayor contenido en alicina. No obstante, se constata que otras variedades del tipo **Spring** denominadas "tempranas" de mayor rendimiento/ha aunque de menor calidad están ganando terreno.

Cebolla

También es Castilla-la Mancha donde se cultiva y se produce cebolla a nivel nacional con 11.026 ha (45%) y 754.020 toneladas con un 60% del total de la producción.

En cuanto a tipos, la más implantada es la cebolla temprana y media de tipo "Recas" con 8.521 ha y 584.238 toneladas. y unas 2.505 ha de otros tipos (rojas, blancas y dulces) con una producción estimada de 109.782 toneladas. Por provincias, es Albacete con 5.130 ha y casi 400.000 toneladas y Ciudad Real con 1.980 ha y 114.500 toneladas.

Cebolla tipo "Valenciana de exportación"

En España (2018-19) son 24. 205 las hectáreas cultivadas con una producción de 1.326.928 toneladas.

Los cultivares del tipo grano más implantadas son: Citation, Valero, Joaquín y Mallory. En piel roja: Red Label, Cavernet y Red Ruby; en las de tipo "**dulce de Fuentes**" de Fuentes y Santa Lucía; por último, en las del tipo medio grano: Shinto, Buenavista y Minister.

Melón

Es sin duda alguna el cultivo del melón el que está más arraigado desde hace mucho tiempo en esta región principalmente en las provincias de Ciudad Real y Toledo con más de 6.000 ha (31%) y unas 244.300 toneladas de producción (35%), mayoritariamente del tipo **"Piñonet o Piel de Sapo"**.

El 80% de la producción regional se hace en el entorno de las localidades de Manzanares, Cinco Casas, Membrilla, Villarta de San Juan, Tomelloso y Argamasilla de Alba, Socuéllamos, Valdepeñas, Daimiel, Herencia, Llanos, Campo de Criptana y Arenales de San Gregorio.

Con el objetivo de no concentrar la producción, evitar caída de precios y diversificarla en el mayor periodo comercial posible, las plantaciones se realizan en 3-4 fases: la 1ª en la que se planta entre un 15-12% y cultivo protegido; la 2ª entre 15-20 de Mayo; 3ª a mediados de Junio y por último se realiza una cuarta plantación en la primera decena de Julio que permite cosechar hasta primeros de Octubre, por lo que el periodo de comercialización puede estimarse en casi cuatro meses. Los cultivares más utilizados son entre otros: Quijote, Cordial, Airén, Ceferino, etc.

Recolección de melón tipo "piel de Sapo" en C. Real

Sandía

Esta cucurbitácea va ganando año tras año cuota de cultivo, ya que ocupa una superficie de 2.820 ha (14%) y 178.423 toneladas (16%). Su cultivo se hace de forma mayoritaria en Ciudad Real, donde se cultivan 2.550 ha y 168.750 toneladas. Actualmente la utilización de especies rayadas sin semillas ha ido desplazando poco a poco a las variedades tradicionales (negras y con semillas), además en su plantación el injerto con casi un 100% ha supuesto un incremento muy importante en la producción. Kasmira es uno de los cvs. más empleados.

Espárrago

El cultivo de esta especie en esta Comunidad está más extendido en la provincia de Guadalajara con unas 1.307 ha y una producción de 7.451 toneladas, donde las características edafológicas y agroclimáticas de esta zona hace que su calidad organoléptica le haga ser un producto muy demandado, otra zona de producción se encuentra en la provincia de Toledo. Los cvs más utilizados son Grande y Vegalim entre otros.

Vivero de planta de espárrago (garrras)

Planta de espárrago en cepellón

Pimiento

Castilla la Mancha ha sido una comunidad en la que el cultivo del pimiento ha tenido gran importancia pues la superficie dedicada a esta solanácea asciende a 990 ha que producen más de 40.000 toneladas, antiguamente la variedad ecotipo **"Infantes"** era la más implantada, debido sobre todo al gran tamaño de

Pimiento cultivar local Infantes

sus frutos, grosor de carne, sabor muy dulce y muy demandada para asado, en cuanto a su morfología un tanto irregular de forma rectangular acabada en dos, tres o cuatro cascos en unos casos y de forma cónica en otros, ha hecho que su cultivo haya perdido peso en favor de cultivares híbridos más adaptados a su comercialización.

Las provincias en las que adquiere mayor relevancia son Ciudad Real con unas 575 ha en núcleos como Villanueva de Los Infantes, Bolaños, Montiel, Tomelloso; en Albacete su cultivo se va expandiendo donde ya ocupa una superficie de unas 240 ha, así mismo Toledo es otra provincia donde tiene su importancia con casi 200 ha. en Guadalajara se cultivan unas 16 ha. su cultivo va mayoritariamente hacia la industria, siendo el tipo"piquillo" el que más se planta. De forma residual se cultivan en las provincias de Ciudad Real y Toledo unas 21 ha de pimiento para pimentón.

Tomate

Son principalmente tres, las provincias productoras de tomate en Castilla-la Mancha con 1.033 ha. y 81.312 toneladas, por un lado, Toledo y Ciudad Real, cuya producción de 66.954 toneladas en unas 756 ha. va en buena parte a la industria y Albacete y Guadalajara cuyo destino es para fresco principalmente.

Berenjena

La berenjena con Indicación Geográfica Protegida IGP **"berenjena de Almagro"** se extiende por las siguientes localidades: Aldea del Rey, Almagro, Bolaños, Calzada de Calatrava, Granátula de Calatrava, Valenzuela de Calatrava y Viso del Marqués con unas 50 ha y una producción de 1.568 toneladas. En este caso el material empleado de forma general es la variedad "población" **De Almagro.**

La superficie total alcanza unas 112 ha y una producción estimada de 3.140 toneladas

Brócoli

Esta crucífera es la hortícola que más ha visto aumentada su expansión, debido sobre todo a las plantaciones realizadas en zonas del sureste de la provincia de Albacete, concretamente las limítrofes con la provincia de Murcia (Tobarra, Hellín, Cañada de Agra etc) cuya altitud se mueve en torno a los 550-600 metros y que permite a las producciones de las empresas del Levante. alargar su ciclo productivo en zonas algo más frías donde se pueda seguir cultivando. En esta provincia la superficie comprende 2.041 ha y una producción de 31.636 toneladas, aunque últimamente su cultivo se va introduciendo en Ciudad Real. Los cultivares más usados son Parthenon, Mónaco, Naxos.

La Coliflor ha ido perdiendo importancia en favor del Brócoli ya que en toda la Comunidad se alcanzan 232 ha repartidas entre Albacete, Ciudad Real y Toledo.

Patata

En esta Comunidad su producción suele ser durante el mes de Agosto, lo que viene a solapar las zonas de producción más tempranas que van de Abril a Julio en el sureste español y las de Castilla y León en la que su producción principal arranca a mediados de Septiembre. Las producciones más importantes

están ubicadas en Albacete con 1.544 ha y 47.176 toneladas, Ciudad Real 427 ha y 12.810 toneladas y Toledo 384 ha y 12.320 toneladas. Las variedades más empleadas han sido: Mona Lisa, Hermes y Agria.

Lechuga

Prácticamente la casi totalidad de la producción estimada en unas 75.067 toneladas, están plantadas en la provincia de Albacete en unas 1.650 ha siendo destinadas de forma mayoritaria a la industria de la IV Gama y cultivadas en zonas de Hellín, Tobarra, La Roda y zonas aledañas. En Toledo donde se plantan unas 22 ha. sus producciones van destinadas a mercados de proximidad como Madrid. El material vegetal más empleado ha sido en tipo "romana" Cervantes, Patmos, Baqueira y Cuore; entre las de tipo "iceberg" Yucaipa, Huracán y Kavir.

Además de estos tipos enumerados, en las plantaciones de estos cultivos de hoja cada vez más se emplean otros como los de hoja de roble, lollos, minis, y otras especies como escarola etc. donde el grueso de su producción se concentra también en la provincia de Albacete.

Industria del congelado

Nos referimos al guisante, espinaca y judía para verde y su posterior procesado, estos cultivos vienen manteniendo una línea bastante plana en su producción, estando sus cultivos localizados en un radio bastante cercano a la ciudad de Albacete que es la provincia donde se focaliza el grueso de su superficie con 1.600 ha de guisante verde, 200 ha de judía y 250 ha de espinaca; Toledo con 465 ha y Ciudad Real con 370 ha. son las otras dos provincias donde se cultiva principalmente guisante para la industria del congelado.

Por último, tanto la judía verde como la espinaca son cultivadas casi en su totalidad en las mismas áreas del cultivo anterior. Estas especies además constituyen una buena alternativa en la rotación de cultivos, sobre todo cuando se alternan con maíz, cebolla, etc.

Otros cultivos

Como puede observarse en las tablas 5 y 6 hay otra serie de cultivos minoritarios, pero que ocupan un espacio en la cadena productiva de las hortalizas, y que muchas veces están enfocados a mercados locales, de proximidad o autoconsumo.

RESUMEN Y PERSPECTIVAS

El sector hortícola ocupa una superficie de casi 55.00 hectáreas y un volumen total de 1.710.123 de toneladas.

Los cultivos más representativos del sector hortícola son por este orden: las liliáceas Cebolla y Ajo que suponen el 59% y 79% de la producción nacional y el melón con el 35% lo que convierten a esta Comunidad en la principal productora de estas especies, otros cultivos que tienen gran importancia son la sandía con el 16% y el espárrago con el 10%.

En el caso de la horticultura de transformación podemos destacar a la industria del congelado con guisante, judía y espinaca, así como el sector de la IV Gama muy presente en algunas zonas de Albacete y buenas perspectivas de futuro.

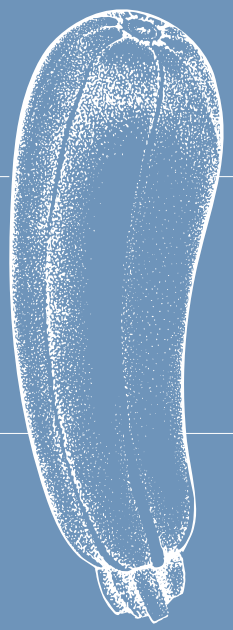
Su futuro y expansión dependerá entre otras causas:

- De una mayor tecnificación de los cultivos para incrementar y mejorar las producciones y lograr un calendario productivo (riegos, material vegetal, mayor implantación de acolchados).
- Ampliación y Mejora en los sistemas de riego con sistemas de optimización del agua.
- Mejor control de plagas y enfermedades, utilizando nuevas herramientas como son, la mayor utilización del control biológico y sistemas de teledetección de adventicias, de estrés hídrico y de otras anomalías.
- Reducción de costes (mecanización, racionalización de los inputs).
- Introducción y potenciación de las industrias locales que den más valor a la producción, incidiendo en la creación de nuevos puestos de trabajo y repercutiendo en la fijación de población en aquellas áreas más desfavorecidas (V Gama, envasado, presentación, promoción, etc).
- Implantación de industrias relacionadas con esta actividad, que sin duda potenciaría la fijación de población en zonas desfavorecidas.
- Diferenciación de producciones hortícolas, con la introducción de sistemas de cultivo más sostenibles, como la ecológica e integrada que aportan un valor añadido más alto.
- Tipificar y aumentar la calidad para mejorar la competitividad de dichos productos.
- Mejora de la comercialización tanto a nivel nacional y sobre todo en la exportación a través de los canales precisos.

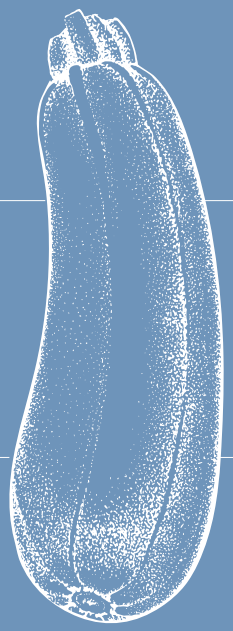
El conjunto de estas y otras medidas, serán sin duda alguna, el pilar sobre el que se sustente el sector hortícola en esta Región.

SESIONES TEMÁTICAS

4



SESIÓN CUCURBITÁCEAS



EVALUACION AGRONÓMICA Y APTITUD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE CALABACIN. CAMPAÑA 2018

Bruna Lavilla, P.[1]; Escalera Moreno, N.[2], Lahoz García, I.[3]; Macua González, J.I.[3]

*[1]Centro de Transferencia Agroalimentaria (CTA). Gobierno de Aragón pbruna@aragon.es
*[2] Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza
*[3]Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA)

RESUMEN

El calabacín es un cultivo consolidado en el Valle del Ebro con destino a la industria congeladora, la cual busca frutos con un calibre (hasta 75 mm), una pulpa compacta, uniforme en todo el fruto, con el menor número de semillas y de color verde o verde oscuro para su corte en rodajas o en dados. Se trata de un cultivo de crecimiento rápido por lo que es necesario realizar varias recolecciones por semana e incluso incrementar el número en épocas de altas temperaturas, ya que se desarrolla todavía a más velocidad.

En el ensayo se evaluaron 16 cultivares de calabacín para la industria congeladora en el Valle del Ebro.

El Centro de Transferencia Agroalimentaria, en colaboración con el Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA), desarrolla todos los años dos ensayos agronómicos de cultivares de calabacín, para fresco y para industria congeladora. Este año 2018, además de las características agronómicas, se evaluaron otros parámetros valorados por parte de la industria.

Los resultados obtenidos en muchos parámetros como el número de frutos, diámetro medio, diámetro de la parte esponjosa y semillas no hay diferencias entre los distintos cultivares. En todos los demás parámetros se puede observar que los cultivares que dan frutos de mayor calidad suelen tener menor producción y por el contrario que los de mayor producción suelen dar frutos de menor calidad.

Palabras clave: cucurbitáceas, industria congeladora, rodajas, verde oscuro

INTRODUCCIÓN

La superficie y producción del cultivo del calabacín ha aumentado considerablemente en los últimos 25 años en España, no solo porque el conocimiento sobre este cultivo es mayor y se ha podido así obtener mayores rendimientos, sino porque las producciones bajo plástico, y también las de destino industria, han obtenido una mayor importancia y además su valor económico en el mercado también ha aumentado.

Para la comercialización del producto en fresco, se suele buscar un calabacín de alrededor de 15-25 cm de longitud, 4-6 cm de diámetro y un peso aproximadamente 250 gr. Si nos centramos en la industria congeladora, que es el motivo al que van destinados estos ensayos, los calibres buscados suelen ser inferiores a 7,5 cm, buscando un calibre mayoritario de 30 a 60 mm. Por lo tanto, dependiendo de los calibres, para los diferentes formatos de comercialización, los calibres mas bajos se destinarán a rodajas, mientras que los calibres que se encuentren entre 60-75 mm. se transformarán a cubitos como producto de categoría inferior. Por todo esto, y buscando un calibre y una rentabilidad mayor los pases de recolección se realizan con menor frecuencia que para un calabacín para fresco, dos veces por semana como máximo, siendo suficiente ya que la tasa de crecimiento de este cultivo suele ser de unos 4-5 cm en longitud y 0,9-1 cm de diámetro diarios (*Macua et al., 2005*). Con respecto a la longitud la industria congeladora busca que sean lo mas largos posible y sobre todo que sean uniformes en calibre a lo largo de todo el fruto, sin efecto bombilla y sin curvaturas.

El calabacín recolectado para industria debe ser trabajado lo más rápido posible para no perder sus cualidades y características, y al descongelarlo el consumidor las mantenga lo mejor posible.

El proceso industrial de congelación al que se somete el calabacín consta de varias fases:

- Eliminación de partes: se cortan los pedúnculos o la parte apical, dura, donde anteriormente estaba unida la flor.
- Lavado: es una operación que se puede realizar varias veces a lo largo del proceso, consiste en la eliminación de sustancias no deseables en el producto a procesar por baños de agua por inmersión, por duchas o por vapor. Normalmente se suele realizar un lavado con agua, aunque también se pueden utilizar sistemas en seco, llamándose en ese caso fase de limpieza.
- Calibración: se clasifican los calabacines para un tipo de corte u otro y en los casos en que sea demasiado grande para deshecho.
- Escaldado: el objetivo es reblandecer los tejidos y eliminar el aire ocluido, conservar el color, desactivar enzimas y mejorar la textura del producto.
- Enfriado: se puede realizar con agua o con aire. Se pretende evitar los procesos de sobrecocción y que se acelere la descomposición de la materia prima.
- Pelado: consiste en separar la piel, en el caso del calabacín en muy pocas líneas de procesado se incluye esta fase (para algún fin especial), ya que la piel verde es apreciada por el consumidor, tanto en sabor como en textura.
- Cortado: dependiendo del diámetro se cortará a rodajas (diámetros más pequeños), que requieren los calabacines de mayor calidad o a dados (diámetros más grandes).
- Braseado: este proceso se puede hacer tanto para los calabacines cortados en rodajas como para los cortados en dados. En esta fase el producto ya cor-

tado pasa por una especie de horno que según el tiempo que estén dentro y el resultado que se quiera obtener estará a más o menos temperatura.

- Congelación: se consigue paralizar la actividad microbiológica y enzimática del producto. Tras esta congelación directa que se puede realizar tanto en productos braseados como no, se empaqueta y se mantiene en cámaras a temperaturas muy bajas, siempre por debajo de -15 ºC, según si el producto va a salir al mercado en un corto plazo o va a permanecer más tiempo.

Posteriormente el producto se envasa solo o se mezcla con diferentes hortalizas, dependiendo del formato.

En este ensayo se han valorado las producciones y las características de dieciséis cultivares de calabacín, en la zona del Valle del Ebro, con respecto a su aptitud para la industria congeladora.

MATERIAL Y MÉTODOS

La parcela de ensayo se encuentra en una zona productora de la provincia y municipio de Zaragoza, en el barrio rural de Garrapinillos, cerca del aeropuerto de Zaragoza.

Los cultivares ensayados son aportados por las casas comerciales y los habitualmente cultivados en la zona por los agricultores:

CULTIVARES ENSAYADOS

CULTIVAR	CASA COMERCIAL
Calazina (23112)	Rijk Zwaan
ISI-76215	ISI-Sementi
Pixar	Gautier
CV-1414	Diamond Seeds
Lanka	Clause
MS17-SQ058	Meridiem Seeds
Galatea	Enza Zaden
Blas	Ramiro Arnedo
Calnegre	**Fitó**
Afrodite	**Syngenta**
Naxos	Syngenta
Ladoga (B-3043)	Bejo
Noriac	Gautier
CZI-10175	Intersemillas
Calabonita	Rijk Zwaan
7CDS105	Diamond seeds

*En negrita, cultivares testigo

Las principales fechas de cultivo de los ensayos fueron las siguientes:

ENSAYO	ZARAGOZA
Fecha de plantación	17/06/2018
Fecha inicio recolección	19/06/2018
Densidad de siembra	7.812 plantas/ha
Marco de plantación	1,60 m x 0,80 m

El cultivo se desarrolló con riego por goteo y con acolchado plástico realizando las prácticas culturales normales de la zona.

La recolección se realiza manualmente, intentando conseguir la escisión directa del pedúnculo puesto que es un parámetro importante de cara a evaluar un cultivar para industria. El objetivo es recolectar los frutos con un diámetro central mayor de 40 mm. y que no alcance más de 75 mm. La longitud, en este caso es indiferente a la hora de recolectar, puesto que cuanto mas largo, mejor, siempre que no supere el diámetro requerido. Las recolecciones se realizan los mismos días para todos los cultivares.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- Producción y precocidad:
- Peso y número de frutos: evitando superar el diámetro máximo en los calabacines recolectados.
- Longitud: cuanto más largo, mejor, siempre que cumpla en rectitud y diámetro.
- Diámetro central, extremo contiguo (pedúnculo) y distal (ápice): nos da una referencia de la uniformidad del fruto, cuanto más regular mejor.
- "Parte dura": cicatriz dejada por el periante pistílifero (flor femenina) cuando se desprende. Cuando mas grande peor, puesto que posteriormente en fábrica hay que cortarla y mayor será la perdida de producto.
- Presencia y tamaño de semillas: las menos posibles.
- Parte esponjosa: cuanto menor, mejor será su calidad industrial, debido a que acumula más agua y presenta problemas a la hora de congelar.
- Materia seca.
- Forma del fruto: se requieren unos calabacines de formas alargadas y lo mas uniformes posibles, puesto que así se obtendrán unos rendimientos mas elevados en el proceso industrial.

Sensibilidad a oídio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación agronómica (*Tabla 1*)

La precocidad se evaluó en función de la producción en las dos primeras semanas de recolección. Las que menor precocidad presentaron fueron Lanka y Calazina, por el contrario, las más productivas en el inicio de recolección fueron Calnegre y Noriac.

En producción total, respecto al número de frutos, se realizó una separación del número de frutos en distintos calibres, y por lo tanto, dirigidos a la sección de rodajas (mayor calidad) o a la de dados o cubos (calidad normal). En ninguno de los 3 grupos de diámetros se encuentran diferencias significativas entre los cultivares. Los frutos con diámetros medios mas bajos se destinan a la elaboración en rodajas, mejor calidad, por el contrario, los frutos con diámetros mas altos van a elaboración en dados (*Figura 1*). En cuanto al peso medio, representando el valor medio de los cultivares, Afrodite resulto el cultivar con el peso medio más alto.

Respecto a la producción final, las producciones mas altas correspondieron a los cultivares Galatea, CZI-10175 y Calabonita, mientras que las producciones mas bajas se dieron en los cultivares Lanka, CV-1414 y Ladoga.

Evaluación del morfotipo de los frutos (*Tabla 2*)

Se buscan frutos largos, cuanto más largos mejor, siempre que no se salgan de las medidas de diámetro recomendables para la industria congeladora. La medida de la longitud se toma desde el final del pedúnculo hasta la parte opuesta extrema del fruto. Los cultivares más alargados fueron Afrodite, CV-1414 y Blas. Los resultados cercanos a 30 cm de longitud son idóneos siempre que se mantengan dentro de los diámetros idóneos.

Respecto al diámetro de la cicatriz del extremo distal**,** representado por la cicatriz del fruto dejada por la inserción de la flor, se busca el menor diámetro posible ya que esta parte debe ser desechada durante el proceso de manipulación. La cicatriz no crece prácticamente desde que el calabacín alcanza un diámetro de 45 mm., por lo que aunque se recolecte con mayor peso, no dependerá del tamaño de este. En los resultados obtenidos podemos observar que el cultivar Afrodite destaca sobre los demás con un valor medio inferior a 8 mm.

Comparación de los diámetros:

- Diámetro central: no hay diferencias significativas puesto que el criterio principal de recolección era la obtención de los diámetros deseados, entre 45 y 75 mm.
- Diámetro extremo contiguo: se refiere a la medida del diámetro donde se realizaría el corte para quitar el pedúnculo del nexo de unión con la planta. Los cultivares Blas y CV-1414 serían los que mejor resultado obtendrían.

- Diámetro extremo distal: se refiere a la medida del diámetro del extremo exterior. Los cultivares Calnegre, Calabonita, Blas y Galatea tienen los diámetros mas altos.

Respecto a la presencia y tamaño de semillas, en el número de semillas en la parte central, no hubo diferencias significativas, encontrándose en todos los cultivares entre 8 y 10 semillas. En cuanto a la longitud y tamaño de la semilla de mayor tamaño, los cultivares Blas y CV-1414 presentaron semillas más pequeñas, y Noriac y Pixar las mas grandes.

En cuanto a las formas del calabacín, se busca que sea lo más recto posible, ya que supondrá tener menos problemas a la hora del proceso de manipulación en la industria. Las formas por cultivares están representadas en la *Fotografía 1*.

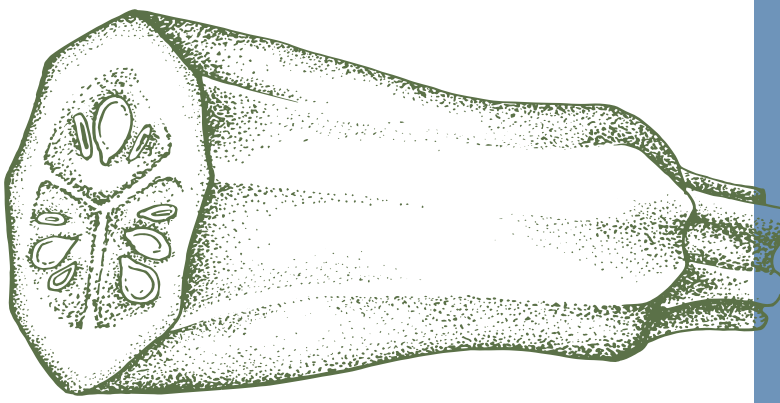
Evaluación de la calidad industrial (*Tabla 3*)

Para realizar la evaluación de la parte esponjosa en diámetro y extensión, se realizaba un corte trasversal al fruto en la parte media, dividiendo el calabacín en dos partes iguales, eligiendo la parte del extremo externo, donde se mide el diámetro de la parte esponjosa del fruto, *Fotografía 2*. Se elige esta parte puesto que al realizarse luego el corte longitudinal de las dos mitades, esta parte del extremo más externo posee un diámetro de la parte esponjosa más homogéneo que la mitad hacia el extremo interno, en la que se va reduciendo. Se busca el diámetro más pequeño posible puesto que produce problemas a la hora de congelar por su mayor concentración de agua y su textura. Los cultivares Afrodite y Naxos, con ligeras diferencias, presentan los valores mas adecuados.

Materia seca: se busca la mayor cantidad de materia seca posible, puesto que los nutrientes estarán menos diluidos dentro del fruto, contendrá menos agua, que es el elemento que dificulta el proceso de congelación del calabacín. No destaca ningún cultivar puesto que todos son prácticamente iguales.

Comportamiento varietal frente al oídio (*Tabla 4*)

Aunque la respuesta al oídio no era uno de los objetivos principales de este ensayo, al producirse un ataque de oídio general, se realizó una valoración de como respondió cada cultivar frente a esta enfermedad. Los cultivares Pixar, MS17-SQ058, Afrodite y CZI-10175 fueron los que menos se vieron afectados, se mostraron más vigorosos y recuperaron su producción normal después del tratamiento, destacando en altura y volumen con respecto a los demás.



CONCLUSIONES

Respecto al apartado productivo, los cultivares más precoces fueron Calnegre y Noriac. El cultivar Lanka produce más frutos de buena calidad, calibre, lo contrario que el cultivar Naxos. En cuanto al peso medio, el cultivar Afrodite es el que produce frutos con mayor peso y los cultivares Lanka y Calazina RZ con menor peso. En producción total los cultivares con mayor producción son Galatea, Calabonita y CZI-10175, mientras que Lanka la menos productiva, ya que los frutos de mayor calidad suelen ser de menor peso.

En cuanto a calidad industrial, los cultivares que mejores formas presentaron fueron CV-1414 y Afrodite por su longitud, al contrario que los cultivares Noriac y Calazina que dan los frutos más pequeños. En la comparación de diámetros no se dan diferencias entre cultivares con respecto al diámetro central. Sí se dan diferencias en los extremos externos contiguos y distales. Obtuvieron los diámetros más grandes en el extremo contiguo los cultivares Blas y CV-1414, y los más pequeños los cultivares Naxos y CZI-10175. Esta última junto con el cultivar Calazina RZ también resultaron ser los de menor calibre en el extremo distal, donde Calnegre tuvo los mayores diámetros. En la valoración en conjunto de los tres diámetros, el externo contiguo, el extremo distal y el medio, se puede observar que el cultivar Blas es el más homogéneo a lo largo del fruto en todos sus diámetros. La cicatriz es más grande en el cultivar Blas. Destacó positivamente el cultivar Afrodite con el diámetro más pequeño y por lo tanto una pérdida de fruto menor en el corte necesario. Por otro lado la parte dura que se encuentra en el extremo distal es más grande en los cultivares Blas y Calazina RZ, y destaca el cultivar Afrodite por tener la menor medida.

En cuanto a la presencia de semillas y sus tamaños no hay diferencias entre cultivares, ya que depende del estado de madurez en el que se encuentre el fruto. La parte esponjosa no resultó un parámetro que diera diferencias entre cultivares, ni en las medidas de su diámetro, ni en la extensión a lo largo del fruto de la misma. Lo mismo ocurrió con los resultados de materia seca, donde tampoco se dieron diferencias. Por lo tanto, el cultivar no influyó en estos parámetros. En la comparación de formas se dieron cultivares como Calazina RZ, Lanka, Galatea, Calnegre, Noriac y 7CDS105 que en general producían frutos rectos, mientras que todas los demás cultivares suelen presentar ligeras curvaturas centrales poco importantes, exceptuando el cultivar Blas que dio en alguna ocasión frutos totalmente curvos, con forma de "C". En todos los cultivares se dieron frutos en forma de maza.

Resumiendo, el cultivar Afrodite destacó en producción sobre los demás cultivares ya que en parámetros como peso y longitud del fruto es el que obtiene valores mayores. Tiene menor tamaño de diámetro de cicatriz y una buena resistencia al oídio. A pesar de todo esto, es un cultivar que aunque tuvo un gran número de frutos de calidad alta, también presentó un gran número de frutos de baja calidad. Como cultivares más aptos y más específicos para congelado, destacó Calazina RZ y Lanka, ya que produjeron frutos con menor peso y lon-

gitud, frutos de buena calidad, con formas rectas. Por el contrario, como puntos negativos, Calazina RZ fue un cultivar con el diámetro de la cicatriz alto, y el cultivar Lanka se vio especialmente afectado por el oídio. Los cultivares aparentemente menos aptos para la industria congeladora son Naxos y Blas, aunque este último produjo los frutos más uniformes de diámetros. No destacaron por sus producciones, dando además diámetros de cicatriz más altos y muchos frutos de baja calidad y pocos de alta, característica que también se pudo encontrar en el cultivar Noriac.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Frutos de los cultivares estudiados.

Calizana RZ

ISI-76215

Pixar

CV-1414

Lanka

MS17-SQ058

Galatea

Blas

Calnegre

Afrodite

Naxos

Ladoga

Noriac

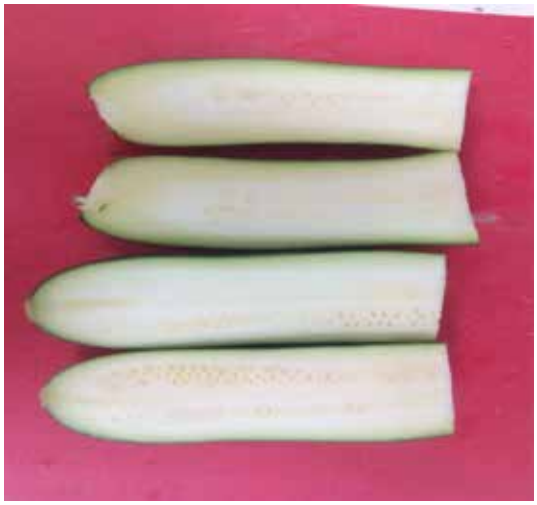
CZI-10175

Calabonita

7CDS105

Fotografía 2. Parte esponjosa.

Fotografía 3. Corte longitudinal.



Fotografía 4. Sensibilidad frente a oídio. Cultivar Afrodite (izquierda) y cultivar Lanka (derecha).

Tabla 1. **Resultados productivos ensayo cultivares de calabacín.**

CULTIVAR	PRODUCCIÓN				PRECOCIDAD	
	kg/ planta	kg/ha	Frutos/ planta	Peso medio (g)	kg/ planta	% Total
Galatea	9,9	77.126	7,8	790	2,4	24,1
Calabonita	9,1	71.268	7,0	815	2,0	21,7
CZI-10175	9,0	70.614	7,0	808	1,3	14,4
Calnegre	8,9	69.255	6,6	836	2,4	26,5
Noriac	8,8	69.039	7,7	718	2,5	27,8
Blas	8,8	68.762	6,7	828	1,9	22,0
MS17-SQ058	8,6	67.491	7,1	758	1,3	15,5
7CDS105	8,5	66.250	6,6	800	1,5	17,5
Naxos	8,4	65.497	6,5	809	1,8	21,3
Afrodite	8,2	64.102	6,0	922	1,1	13,0
Pixar	8,2	63.781	6,1	835	0,6	7,0
Calazina RZ	7,8	61.109	7,3	632	1,0	13,4
ISI-76215	7,1	55.776	5,9	763	1,1	15,9
Ladoga	7,0	55.064	5,3	839	1,3	19,1
CV-1414	7,0	54.456	4,8	792	0,7	10,1
Lanka	6,8	52.945	6,2	685	1,2	18,0

Tabla 2. **Características de los frutos ensayo cultivares de calabacín.**

CULTIVAR	LONGITUD (CM)	DIÁMETRO FRUTO (mm)		
		Interno	Medio	Externo
7CDS105	25,6	42	56	38
Afrodite	30,7	43	57	36
Blas	29,1	51	54	40
Calabonita	26,4	44	59	41
Calazina RZ	25,0	43	59	33
Calnegre	26,9	44	60	41
CV-1414	31,8	49	55	36
CZI-10175	26,5	36	57	33
Galatea	26,5	42	59	39
ISI-76215	25,1	41	55	36
Ladoga	27,5	43	56	36
Lanka	28,5	43	55	35
MS17-SQ058	27,4	45	55	37
Naxos	28,3	40	56	34
Noriac	25,0	42	57	38
Pixar	28,9	42	54	37

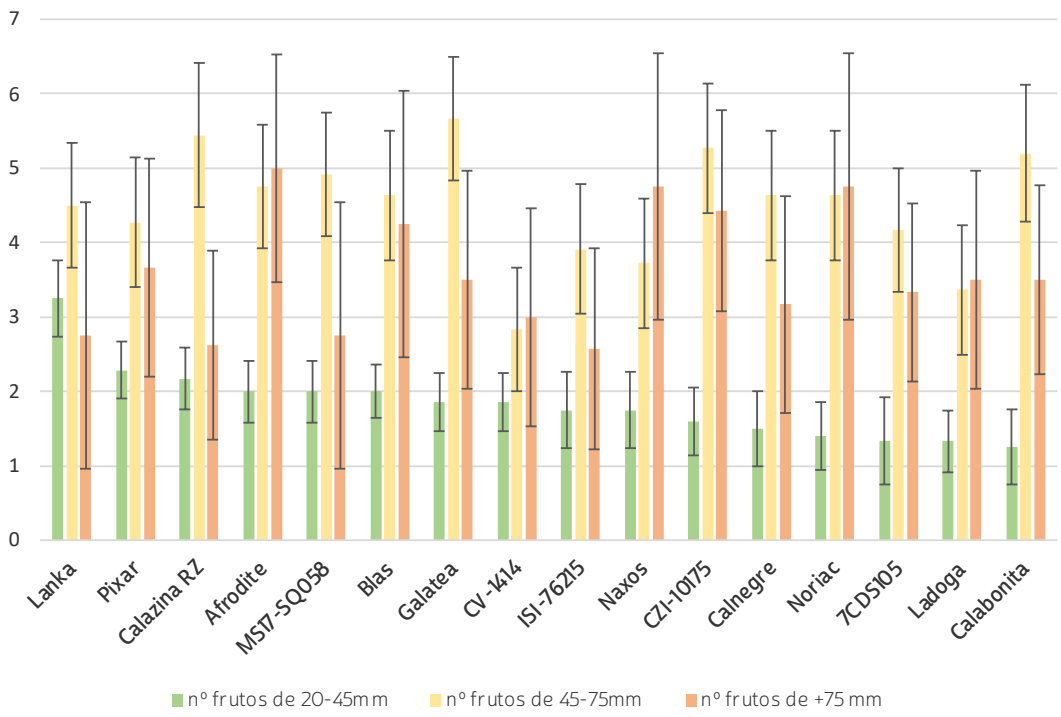
Tabla 3. **Resultados parámetros calidad industrial ensayo cultivares de calabacín.**

CULTIVAR	SEMILLAS ANCHURA (mm)	SEMILLAS LONGITUD (mm)	CICATRIZ (mm)	PARTE ESPONJOSA (MM)	MS	FORMAS
7CDS105	4,0	7,3	9,4	31,6	6,1	Rectos mayormente y ligeras curvaturas,
Afrodite	3,6	7,8	7,7	29,4	6,1	Rectos mayormente y ligeras curvaturas
Blas	3,3	5,5	11,0	30,6	6,1	Alguno rectos y mayormente con ligeras curvaturas
Calabonita	4,3	8,3	9,7	34,8	6,1	Rectos y ligeras curvaturas centrales
Calazina RZ	4,2	7,3	10,0	32,0	5,9	Rectos
Calnegre	4,4	8,0	9,9	36,3	5,6	Rectos
CV-1414	3,3	6,0	8,6	30,9	5,7	Rectos y con ligeras curvaturas
CZI-10175	3,3	7,9	8,3	37,0	5,9	Rectos y ligeras curvaturas centrales
Galatea	3,6	8,3	9,5	35,7	6,0	Rectos
ISI-76215	4,0	7,4	9,1	33,0	5,5	Rectos, ligeras curvaturas centrales y en maza
Ladoga	5,5	7,5	9,9	34,1	6,1	Rectos y forma de maza
Lanka	3,5	6,9	8,9	33,5	6,1	Rectos y algunos en forma de maza
MS17-SQ058	3,6	6,8	8,2	33,6	6,1	Ligeras curvaturas
Naxos	4,0	6,7	8,3	30,1	5,9	Ligera curvatura central
Noriac	4,7	8,0	8,9	34,8	6,0	Rectos
Pixar	4,5	8,2	8,3	32,4	5,9	Curvatura central

Tabla 4. **Sensibilidad frente a oídio ensayo cultivares de calabacín.**

CULTIVAR	SÍNTOMAS DEL OÍDIO
7CDS105	Hojas parte inferior y planta alta
Afrodite	Muy pocas hojas afectadas y planta vigorosa
Blas	Hojas parte baja y planta muy afectada
Calabonita	Planta muy afectada y hojas con necrosis
Calazina RZ	Hojas bajas y planta estancada
Calnegre	Todas hojas infestadas con poca densidad
CV-1414	Hojas en parte inferior y planta un poco entristecida
CZI-10175	Muy pocas hojas afectadas y planta alta y vigorosa
Galatea	Hojas muy infestadas y planta pequeña
ISI-76215	Todas plantas afectadas y entristecida
Ladoga	Afección media en hojas y muchas necrosis
Lanka	Planta totalmente infestada, triste y algunas hojas con necrosis
MS17-SQ058	Alguna hoja parte baja y planta vigorosa
Naxos	Gran presencia en todas hojas y planta pequeña
Noriac	Hojas parte inferior y planta pequeña
Pixar	Alguna hoja parte inferior y planta normal

Figura 1. **Medias número frutos por grupos de diámetros y por cultivares.**



EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE A BASE DE MICROALGAS SOBRE CULTIVO DE MELÓN AL AIRE LIBRE

Cabellos Arroyo, M.C.; Fernández Navarro, I.C.; Cabello Saenz de Santa María, F.; Rubio de Miguel, C.

Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA). Madrid.
i.fernandez.navarro@madrid.org

RESUMEN

Las microalgas son microorganismos fotosintéticos que generan biomasa altamente proteica con gran potencial de uso biotecnológico en diferentes industrias (agroalimentaria, farmacéutica, energética, agroquímica...etc.). Una de sus aplicaciones es la obtención de bioestimulantes para uso en agricultura, a partir del procesado de la biomasa microalgal. La finalidad de este ensayo es conocer los efectos del bioestimulante de micro algas AgriAlgae® en cultivo de melón (*Cucumis melo L.*) tipo piel de Sapo al aire libre en la zona del sureste de la Comunidad de Madrid y compararlos con los producidos por otros bioestimulantes procedentes de otras materias primas (extracto de macroalgas e hidrolizado proteico de subproductos de origen animal). Se evaluó el efecto de dichos bioestimulantes sobre la fenología, productividad, calibre, ºBrix y calidad organoléptica de los frutos. Los resultados indicaron que las plantas tratadas con bioestimulante de microalgas mostraron mayor rendimiento y sus frutos mayor calibre, mayor concentración de azúcares y mejor valoración por parte de los catadores.

Palabras clave: biotecnológico, sostenible, estrés abiótico.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es un sector que juega un papel fundamental en el objetivo global de paliar las crisis medioambiental y alimentaria. Sin embargo, el uso de insumos tales como pesticidas y fertilizantes químicos supone un gran impacto medioambiental y sus requerimientos son cada vez mayores debido al aumento de la población mundial, por lo que es necesario aumentar el rendimiento de las producciones agrícolas de manera sostenible. Así, la tendencia en agricultura las últimas décadas se ha dirigido hacia la implementación de sistemas efectivos, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente (Vernieri *et al.*, 2006). Al margen de las principales estrategias para aumentar la toma de nutrientes y la resistencia a estrés en plantas (como la mejora genética) (Kauffman III *et al.*, 2007) cada vez está ganando más aceptación el uso de bioestimulantes para promover el crecimiento de plantas (Nardi *et al.*, 2002; Ertani *et al.*, 2009, Ertani

et al., 2013). La aplicación de algunos bioestimulantes ha provocado un aumento de la concentración de nutrientes en los tejidos vegetales y parece dar lugar a cambios metabólicos positivos (Nardi *et al.*, 2016), por lo que el desarrollo de nuevos bioestimulantes está siendo foco de interés científico.

Los bioestimulantes no poseen definición legal, pero se pueden considerar biofertilizantes de alto valor añadido. La definición otorgada por el Consejo Europeo de la Industria de Bioestimulantes (EBIC) es: "los bioestimulantes vegetales contienen sustancias y/o microorganismos que, cuando se aplican a las plantas o a la rizosfera, estimulan los procesos naturales para mejorar/ beneficiar la absorción y eficiencia de los nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo". Los bioestimulantes más comunes son los basados en formulaciones de aminoácidos. Estos son hidrolizados proteicos, que se producen mediante hidrólisis química, enzimática o térmica a partir de materias primas de origen animal o vegetal (Cavani *et al*, 2006; Ertani *et al.*, 2009, 2013). Los aminoácidos y los péptidos de bajo peso molecular que los constituyen son sustancias nutritivas de fácil absorción y asimilación para las plantas, tanto por vía foliar como radicular, transportándose a los órganos del vegetal, como brotes, flores, frutos (Ueda *et al.*, 1985; Parrado *et al.*, 2008). Allí pueden ser empleados para que la planta elabore sus propias proteínas, ahorrándose una serie de procesos metabólicos consumidores de energía (Franco, 1990).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente ensayo se enmarca en el Contrato entre la empresa AlgaEnergy S.A. y el Departamento de Investigación Agroalimentaria del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA). El motivo de esta colaboración es la realización de ensayos agronómicos del producto bioestimulante AgriAlgae® producido por AlgaEnergy, y la comparación de los efectos de éste con respecto a otros bioestimulantes de referencia en el mercado, de materias primas distintas a las microalgas. El ensayo se realizó durante la campaña de 2017 en la Finca Experimental "La Isla", perteneciente al IMIDRA, situada en Arganda del Rey (Ctra. N-III, Km 22), en la zona sureste de la Comunidad de Madrid. El suelo en el que se llevó a cabo el ensayo es de tipo calcáreo, rico en sulfato cálcico.

El ensayo se realizó en plantas de melón (*Cucumis melo*) tipo piel de sapo, cultivar Sancho. Se trata de una planta de vigor medio-alto, con cuaje escalonado y progresivo que está bien adaptada a cultivos al aire libre. La elección de esta variedad atendió al conocimiento previo que el IMIDRA ya disponía sobre la misma y a su interés comercial. Se realizaron semilleros en "pot" individuales y posteriormente se procedió al trasplante en el terreno definitivo. El marco de plantación fue de 1,2 m entre plantas y 2,5 m entre líneas, con una superficie por planta de 3m^2.

El diseño fue de bloques al azar, con tres tratamientos y un testigo, todos ellos dispuestos por triplicado. Cada repetición constó de diez plantas, por lo que el ensayo completo se formó con un total de 120 plantas. De manera adicional, se emplazaron 180 plantas "de relleno" en el perímetro colindante al ensayo, para evitar el efecto borde. El ensayo se estructuró en base a tres tratamientos y un testigo como aparece a continuación:

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

TRATAMIENTO	PRODUCTO
T1	Control
T2	AgriAlgae®
T3	Bioestimulante hidrolizado
T4	Bioestimulante de extracto de macro algas

T1 El control o Testigo se estableció con el objetivo de observar el comportamiento de las plantas sin que recibieran ningún tratamiento bioestimulante adicional al manejo agronómico mencionado, tomándolo así, como referencia.

T2 AgriAlgae® Se elabora a partir de una mezcla de microalgas de diferentes estirpes cultivadas en las instalaciones de AlgaEnergy S.A. con tecnologías propias que permiten la producción de biomasa en continuo en un proceso optimizado para mantener las propiedades de la biomasa microalgal. AgriAlgae® posee un perfil de L-aminoácidos completo (incluyendo el Triptófano) y contiene fitohormonas, que contribuyen al control y la regulación de procesos metabólicos. Además, contiene otras moléculas bioactivas: micronutrientes, minerales, péptidos, ácidos grasos, polisacáridos, vitaminas, pigmentos, antioxidantes...etc. La dosis para aplicación foliar es **200-300 cc /100 litros de agua** (2-3 $L.Ha^{-1}$). En aplicación radicular (fertirrigación), la dosis es de 4-7 litros de AgriAlgae® por hectárea (dependiendo de las necesidades, tipo y densidad del cultivo, etc.).

T3 es un bioestimulante hidrolizado a partir de proteínas de origen animal. La composición del producto es 10% de aminoácidos libres, péptidos de cadena corta, y péptidos de cadena larga. La dosis recomendada para aplicación foliar en hortícolas en general es de **200-300 cc /100 litros de agua** (2-3 $L.Ha^{-1}$).

T4 es un bioestimulante obtenido a partir de extracto de macro algas (*Ascophyllum*). Su composición es manganeso 1%; zinc 1%; extracto de algas 12%; materia orgánica 4,4% y EDTA como agente quelante. La dosis indicada para aplicación foliar en hortícolas es de **200-250 cc/100 litros de agua**.

La aplicación de los bioestimulantes se realizó en base a las recomendaciones de uso del fabricante en cada caso.

Evaluación agronómica

En campo se tomaron datos relativos a parámetros morfológicos, agronómicos y fenológicos de la planta, flor y fruto.

Datos fenológicos

Las fechas de cada etapa fenológica se establecieron en el momento en que se podía considerar que el 50% de las plantas de un mismo tratamiento y repetición estaban en dicha fase (floración, cuajado o maduración). El seguimiento fenológico se realizó en campo dos veces a la semana.

Datos agronómicos

En cada una de las cortas se tomaron datos de los siguientes parámetros:

- Peso de los frutos por repetición
- Número de frutos por repetición
- Calibre de los frutos por repetición
- Grados Brix de los frutos por repetición

En base al peso de los frutos se establecieron dos categorías: primera ≥ 3 kg y segunda < 3 kg. En la categoría "Destrío" se destinaron los frutos defectuosos de diversa índole (pudrición, rajado, forma fuera de tipo...etc.).

Análisis sensorial

Se realizaron catas de consumidor de los frutos del ensayo. El panel de cata se formó con voluntarios de IMIDRA y AlgaEnergy, procedentes de diferentes centros de trabajo, categorías profesionales y sexo. Los frutos o muestras corresponden a los frutos pertenecientes a los diferentes tratamientos, y fueron catados al menos tres veces por cada consumidor. Los parámetros a puntuar fueron: firmeza de la carne, jugosidad y dulzor. Adicionalmente los catadores evaluaron con nota (del 0 al 10) la apreciación global para cada muestra.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS (IBM SPSS Statistics 22.0). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor para determinar el efecto de los distintos tratamientos sobre algunos de los parámetros estudiados. La significación estadística se identificó a un nivel de confianza del 95%. Para la comparación entre las medias se realizó el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología

Desde el trasplante a la primera corta trascurrieron 40 días en todos los tratamientos, de modo que en ninguno de éstos se adelantó la cosecha.

Producción

La *Tabla 1* muestra los resultados de rendimiento total y de primera y segunda categoría (producción comercial) expresados en kg.ha $^{-1}$.

Las plantas tratadas con AgriAlgae® fueron las más productivas, con significación estadística (*Tabla 4*) con un rendimiento de 67.387,78 kg.ha^{-1}, un 12,3% más que las plantas control. Los otros tratamientos bioestimulantes produjeron en torno a un 6% más que las plantas testigo. (Fig 1).

En cuanto a la producción de frutos de primera categoría (≥ 3kg), los tratamientos más productivos fueron AgriAlgae® y T4 (extracto de macro algas); un 16 % y un 11,6% respectivamente más que el control. (Fig 2).

El número de frutos, que se relaciona con la tasa de cuajado, fue mayor en el caso de AgriAlgae® y T3 (hidrolizado proteico de origen animal) en torno a un 14 y un 12,5% más que el testigo. (Fig 3).

En cuanto al peso medio de frutos, en todos los casos se obtuvo un valor ≥ 3kg (primera categoría). Los frutos correspondientes al tratamiento AgriAlgae® presentaron el mayor peso medio (3,24 kg), con un incremento en torno al 5% respecto al control (Fig 4).

Análisis sensorial

La *Tabla 2* muestra la media de las puntuaciones otorgadas por los catadores a los frutos de cada tratamiento. Los melones tratados con AgriAlgae®, obtuvieron una nota media un 5% superior al testigo y a los otros tratamientos, lo cual supone una ligera mejora organoléptica, reflejada por los consumidores.

Por otro lado, la *Tabla 3* detalla el porcentaje de veces que se puntuó cada parámetro en los distintos tratamientos. La firmeza de la carne fue percibida como media en todos los tratamientos, si bien los frutos control destacaron por ser

más duros que los tratados con bioestimulantes. La jugosidad del fruto fue percibida como media-alta en todos los tratamientos. El dulzor se determinó como medio en todos los tratamientos, siendo los frutos correspondientes a AgriAlgae® los percibidos como más dulces, lo cual se correlaciona con los mayores valores de ºBrix obtenidos (Fig. 5), un 8,2% más que el de los frutos control.

CONCLUSIONES

Evaluación fenológica

No hubo diferencias significativas entre las plantas tratadas con los distintos tratamientos al alcanzar los diferentes estadios fenológicos.

Evaluación agronómica

El tratamiento con AgriAlgae® fue el más productivo (un 12,3% más que el testigo y en torno a un 6% más que los otros tratamientos).

Al estudiar la producción por categorías, se observó que las plantas tratadas con AgriAlgae® produjeron un 16,1% más de primera categoría que el control.

En relación al número de frutos, las plantas tratadas con AgriAlgae® rindieron un 13,7% más que el testigo.

Los frutos de plantas tratadas con AgriAlgae® tuvieron un peso en torno al 5% mayor que el testigo.

Análisis organoléptico

Las muestras tratadas con AgriAlgae® fueron puntuadas con una nota media de 7,1 lo que supone una valoración en torno al 5% superior a la de los demás tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVANI, L., TER HALLE, A., RICHARD, C., & CIAVATTA, C. (2006). *Photosensitizing properties of protein hydrolysate-based fertilizers*. Journal of agricultural and food chemistry, 54(24), 9160-9167.

ERTANI, A., CAVANI, L., PIZZEGHELLO, D., BRANDELLERO, E., ALTISSIMO, A., CIAVATTA, C., & NARDI, S. (2009). *Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings*. Journal of plant nutrition and soil science, 172(2), 237-244.

ERTANI, A., PIZZEGHELLO, D., ALTISSIMO, A., & NARDI, S. (2013). *Use of meat hydrolyzate derived from tanning residues as plant biostimulant for hydroponically grown maize*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 176(2), 287-295.

FRANCO, A. R., GEE, M. A., & GUILFOYLE, T. J. (1990). *Induction and superinduction of auxin-responsive mRNAs with auxin and protein synthesis inhibitors*. Journal of Biological Chemistry, 265(26), 15845-15849.

KAUFFMAN, G. L., KNEIVEL, D. P., & WATSCHKE, T. L. (2007). *Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass*. Crop Science, 47(1), 261-267.

NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., MUSCOLO, A., & VIANELLO, A. (2002). *Physiological effects of humic substances on higher plants*. Soil Biology and Biochemistry, 34(11), 1527-1536.

NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., SCHIAVON, M., & ERTANI, A. (2016). *Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism*. Scientia Agricola, 73(1), 18-23.

PARRADO, J., BAUTISTA, J., ROMERO, E. J., GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M., FRIAZA, V., & TEJADA, M. (2008). *Production of a carob enzymatic extract: potential use as a biofertilizer*. Bioresource technology, 99(7), 2312-2318.

UEDA, T., SADA, I., KATO, T., & IZUMIYA, N. (1985). *Cyclic peptides*. Chemical Biology & Drug Design, 25(5), 475-480.

TABLAS

Tabla 1. **Rendimientos por hectárea de los distintos tratamientos.**

	Rendimiento (Kg/hectárea)			
	T1	T2	T3	T4
Total	59.984,44	67.387,78	63.671,11	63.526,67
Primera	41.817,04	49.677,78	37.996,67	47.762,22
Segunda	13.682,96	14.025,56	18.371,11	12.256,30

Tabla 2. **Puntuaciones medias para cada tratamiento en cata hedónica.**

Tratamiento	Apreciación global
T1	6,76
T2	7,09
T3	6,63
T4	6,59

Tabla 3. **Suma de las puntuaciones obtenidas para las muestras de cada tratamiento.**

	FIRMEZA CARNE			JUGOSIDAD			DULZOR		
Tratamiento	Blanda	Media	Dura	Baja	Media	Alta	Bajo	Medio	Alto
T1	15,1%	52,3%	32,6%	9,3%	48,8%	41,9%	17,4%	52,3%	30,2%
T2	11,3%	70,0%	18,8%	3,8%	48,8%	47,5%	16,3%	48,8%	35,0%
T3	15,2%	56,1%	28,8%	10,6%	57,6%	31,8%	43,9%	40,9%	15,2%
T4	10,7%	69,0%	20,2%	8,3%	48,8%	42,9%	33,3%	52,4%	16,7%

Tabla 4. **Parámetros en los que se encontraron diferencias significativas a un nivel de α=0,05.**

VARIABLE	TRATAMIENTO					
	T1	T2 AgriAlgae®	T3	T4	F	Significación
Producción total (kg)	179,95 ± 3,44	202,16± 6,10	191,01± 6,52 a	190,58± 9,44 a	5,470	0,024
Producción 1ª categoría (kg)	128,39 ± 11,43 a	149,03± 7,70 b	115,6± 26,36 a	143,28± 20,07 b	25,012	0,000
Peso medio de fruto (kg)	3,16± 0,12 abcd	3,25± 0,21 abd	2,99± 0,15 acd	3,05± 0,01 abcd	4,287	0,044

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
*F distribución de Fisher-Snedecor.
**La diferencia de medias es significativa en nivel 0,05 (Significación <0,05 indica diferencias significativas).

FIGURAS

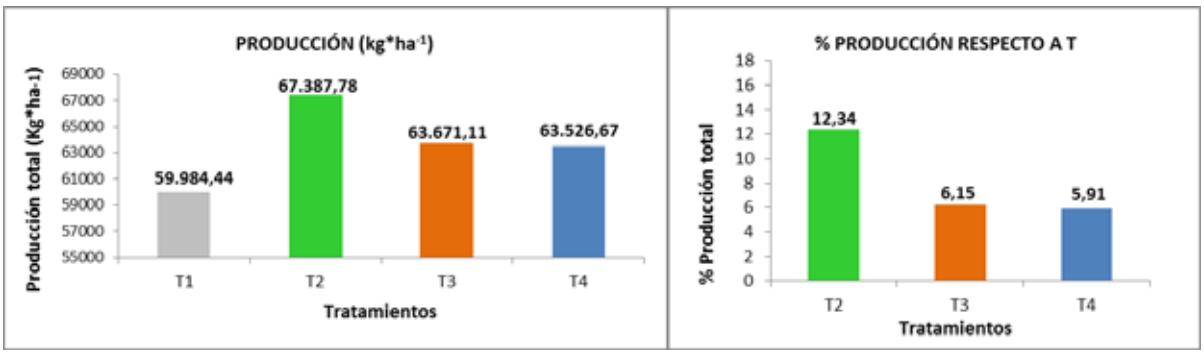


Figura 1. **Producción total de melón (kg ha^{-1}). Porcentaje de la producción total de los bioestimulantes respecto al testigo.**

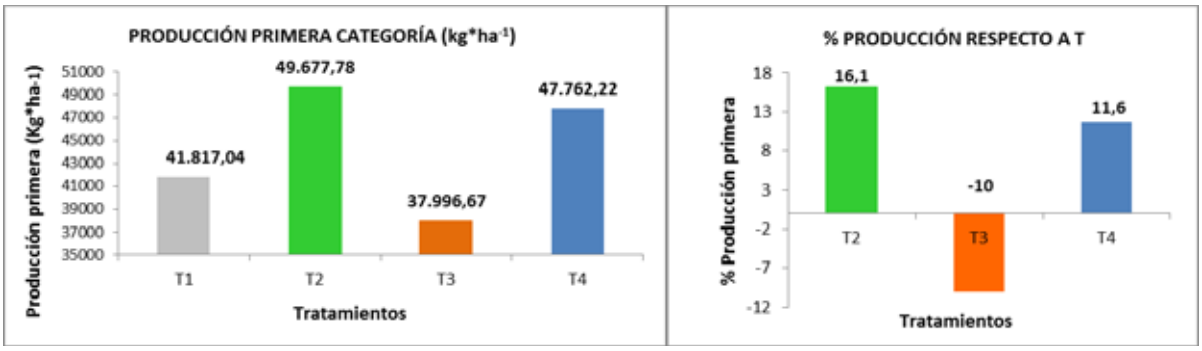


Figura 2. **Producción de frutos de primera categoría (kg ha^{-1}). Porcentaje de la producción de primera categoría de los bioestimulantes respecto al testigo.**

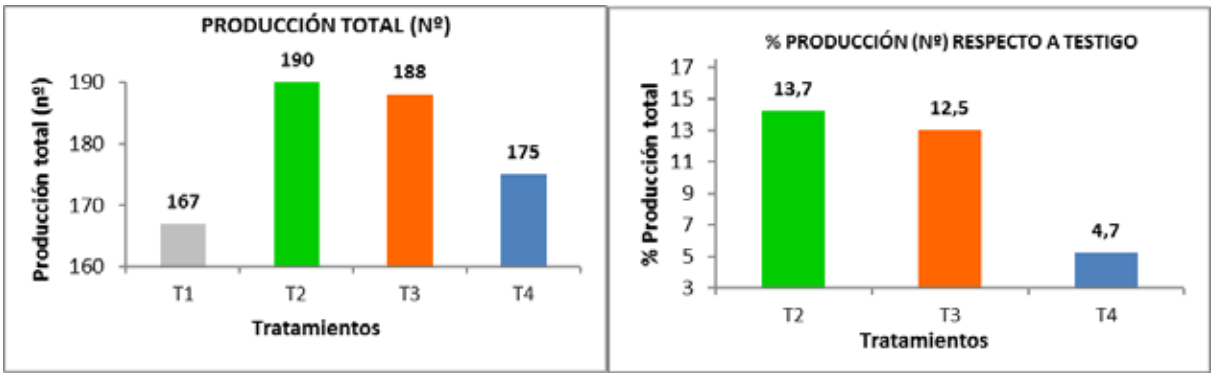


Figura 3. **Número de frutos contabilizados en el ensayo en cada tratamiento (30 plantas). Porcentaje de la producción de número de frutos en plantas tratadas con bioestimulantes respecto al testigo.**

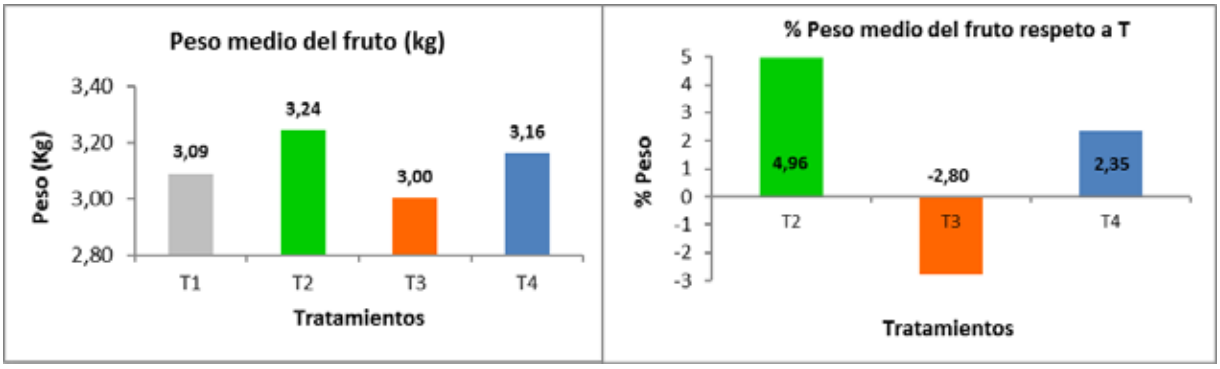


Figura 4. **Peso medio del fruto (kg). Porcentaje del peso medio de frutos respecto al testigo.**

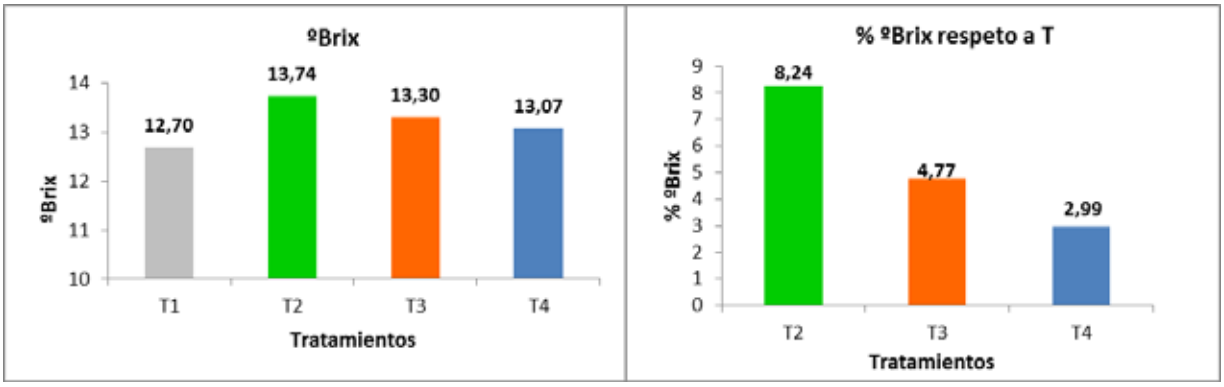


Figura 5. **Grado Brix. Porcentaje de ºBrix medio de frutos respecto al testigo.**

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MELONES CANTALUPOS BAJO DIFERENTES MALLAS DE SOMBREO FOTOSELECTIVAS

López-Marín J., Gálvez, A., Romero, M., Rodríguez, C.M., del Amor, F.M.

Equipo de Horticultura. Departamento de Producción Vegetal y Agrotecnología. IMIDA. C/ Mayor. 1. 30150 Murcia. josefa.lopez@carm.es

RESUMEN

En estos últimos años las mallas fotoselectivas en horticultura están en auge. Estas mallas poseen filtros espectrales con propiedades diferenciales de dispersión de la luz que alteran varios componentes del espectro de la radiación solar (UV, PAR, etc.) y / o transforman la luz directa que llega a las plantas. Las funciones reales de las mallas coloreadas dependen de los aditivos cromáticos y de los elementos reflectantes incorporados en los materiales de dichas mallas. Las respuestas fisiológicas de las plantas ligadas a la luz, como la fotosíntesis y la fotomorfogénesis, producen efectos sobre el crecimiento del tallo, la expansión de las hojas, el desarrollo de los cloroplastos, la síntesis de clorofila, los metabolitos secundarios y el tiempo de cosecha. El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de un cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) cultivado bajo varias mallas de sombreo de colores fotoselectivas, colocadas en estructuras de invernadero simples.

Las mallas utilizadas fueron: del 30 % de sombreo de color plata, perla y rojo, del 35 % de sombreo de color negra, y del 40 % de sombreo de color rojo, utilizando como referencia el cultivo sin sombrear. Las plantas con mayor desarrollo fueron aquellas que crecieron bajo mallas rojas con 40 % de sombreado, presentando mayor longitud, mayor número de hojas y área foliar, además de pesos más elevados de biomasa. La tasa de fotosíntesis fue más alta en las plantas cultivadas bajo mallas con un 30 % de sombreo y coloración perla, y la del 40 % con coloración roja, al igual que las tasas de conductancia y transpiración estomática, aunque tuvieron valores similares de CO_2 intercelular. Con respecto a la calidad de los frutos, el contenido de sólidos solubles y el índice de madurez fueron más altos para los de las plantas bajo malla de color rojo al 40% de sombreo. El mayor rendimiento se obtuvo con la malla de color plata (3.5 kg·planta^{-1}).

Palabras clave: *Cucumis melo L.*, precocidad, invernadero, protección de cultivos.

INTRODUCCIÓN

La producción de melón en España se agrupa en el centro y sureste de España. La Región de Murcia es uno de los segundos productores de melón en España después de Castilla la Mancha, con cerca de 6.000 hectáreas que producen alrededor de 215.000 t por año (MAPA, 2017). La producción se concentra en el período comprendido entre finales de primavera y verano, siendo el tipo "Piel de Sapo" el más utilizado para el consumo nacional. La producción de otros melones como los tipos "Cantaloup" y "Charentais", aunque es menor, su producción es fundamentalmente para la exportación, siendo Francia el principal destino de las exportaciones de estos tipos de melones, con 62.511 toneladas (CARM, 2019). La demanda de estos tipos de melones comienza en los meses de abril – mayo, generando buenos precios para los agricultores pues la disponibilidad de producto es escasa aún. Para obtener una producción precoz y realzar productos que se consolidan en mercados sin competencia, se buscan nuevas técnicas, que, asociadas a la mejora varietal, a las características del suelo y a las condiciones climatológicas, consiguiendo un aumento de calidad y un mayor porcentaje de rentabilidad.

El melón normalmente se cultiva en condiciones semiprotegidas con diferentes tipos de protección, como túneles bajos, cubierta flotante de polipropileno o mulching, que permite diferentes grados de precocidad y producción continúa en la temporada. Las mallas fotoselectivas que existen en la actualidad tienen efectos positivos en las plantas agrícolas, incluyendo hortícolas, como tomate y pimiento (Ilić *et al.*, 2015; López-Marín *et al.*, 2019; Yan *et al.*, 2011), ornamentales (Leite *et al.*, 2008) y frutales (Bastías *et al.*, 2011; Schettini *et al.*, 2011; Zhou *et al.*, 2018).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de un cultivo de melón tipo Cantaloup, cultivado bajo varias mallas de sombreo fotoselectivas de colores, colocadas en estructuras de invernadero simples.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han llevado a cabo en la finca experimental Torreblanca, perteneciente al Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario (IMIDA), geográficamente situada a 37º45' de longitud norte y 0º59' de latitud oeste, en la comarca del Campo de Cartagena perteneciente a la Región de Murcia.

El melón utilizado fue tipo Charentais cultivar Silvio (Clause Ibérica SA). La densidad de plantación fue de 25.000 plantas/ha, con un marco de plantación de 100 cm entre líneas de cultivo y 40 cm entre plantas. El riego empleado fue localizado, empleando una línea de goteros por cada fila de plantas. Su caudal nominal era de 2,2 l/h. El abonado se distribuyó por fertirrigación. El inicio del ensayo fue el 9 de marzo, y finalizó el 18 de julio.

Las mallas fueron colocadas en invernaderos tipo túnel, modelo Kioto, 5.50 m de ancho, 9.5 m de largo y 2.5 m de altura. Los tratamientos de cubierta han consistido en 3 mallas fotoselectivas con un 30 % de sombreo, de color perla, rojo y plata, 1 malla del 35 % de color negra, y 1 malla del 40 % de sombreo de color rojo, 1 film plástico, y 1 al aire libre sin cubrir. Se hicieron dos tratamientos de riego, el tratamiento control (sin estrés: NS) recibió el 100% de los requerimientos de riego (basándose en estimaciones de la evapotranspiración semanal del cultivo, ETc), mientras que el tratamiento moderado de estrés hídrico (estrés: S), correspondió al 70 % de la cantidad del tratamiento control.

Se analizó el intercambio de gases en hojas totalmente desarrolladas a los 142 días después del trasplante (DDT), de 9:00-11:00 am (GMT). La tasa fotosintética (Amax, µmol CO_2 m-2s-1), conductancia estomática (gs, mmol H_2O/m2s) y transpiración (E, mmol H_2O m-2s-1) se midieron en condiciones constantes de saturación de luz (800 mmol m-2s-1) y 400 ppm de CO_2 con un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Se calculó la eficiencia del uso del agua intrínseca (WUEi) como la asimilación de CO_2/conductancia estomática (A/g, µmol CO_2/mol H_2O).

A los 90 y 115 DDT se realizó un muestreo en 5 plantas de cada tratamiento, en donde se controló la altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y área foliar, peso fresco (PFF) y seco (PSF) foliar, y peso fresco (PFT) y seco (PST) del tallo. El área foliar se midió usando un medidor de área foliar (LI-COR-3100C; LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). El peso seco se determinó por secado en estufa a 60 °C hasta peso constante.

Se recolectaron los melones y se cogió al azar una muestra de 20 por tratamiento durante la recolección. Se realizaron mediciones de calidad, que incluyeron el peso (g), diámetro longitudinal y ecuatorial (mm), color y la firmeza (kg cm-2). También se realizaron medidas de pH, CE, acidez titulable (%) y sólidos solubles (ºBrix).

El diseño experimental fue en bloques al azar. Cada tratamiento (invernadero) tenía tres bloques y 10 plantas cada uno. El programa estadístico utilizado fue Statgraphics calculando las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de $P \leq 0{,}05$ de acuerdo al test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo vegetativo ha sido mayor en las plantas cultivadas sin estrés, aunque las diferencias han sido menores entre estrés y no estrés en aquellas plantas cultivadas bajo cubierta plástica (*Tabla 1*), siendo en aire libre donde se observan las plantas menos desarrolladas. La clorofila ha sido mayor en los tratamientos sometidos a estrés hídrico, en todos los tratamientos de cubierta (*Tabla 1*).

En los tratamientos en donde se aplicó un riego normal, la tasa fotosintética obtenida ha sido superior en aquellas plantas cultivadas bajo film plástico (*Fi-*

gura 1A), seguido de la malla fotoselectiva de color perla 30 y roja 30, no habiendo diferencias entre el resto de los tratamientos. En cuanto a las plantas sometidas a estrés, se observan diferencias significativas, siendo mayor la tasa fotosintética al aire libre que en el resto de tratamientos cubiertos, no habiendo diferencias entre estrés y no estrés hídrico en este caso. Con respecto a la conductancia estomática (*Figura 1B*), se observan diferencias entre tratamientos, existiendo cierto paralelismo con los resultados observados en la tasa fotosintética (*Figura 1A*). Las plantas que se desarrollaron bajo condiciones de riego estándar, tuvieron una mayor traspiración que aquellas plantas que estuvieron sometidas a estrés (*Fig. 1D*), no siguiendo esta tendencia en las cultivadas al aire libre, en donde la traspiración es mayor que en el estresado. La eficiencia en el uso eficiente del agua ha estado entre un 2,2 y 2,9 (*Figura 1E*).

Con respecto a la producción y calidad de los frutos, destacar en cuanto al índice de madurez, que ha sido mayor en aquellos desarrollados bajo estrés (*Tabla 2*). La producción ha sido más precoz, en cultivo bajo plástico, en los dos regímenes de riego empleados, siendo la producción similar en los dos (*Figuras 2* y *3*), probablemente esta mayor precocidad, se deba a su mayor estabilidad térmica durante los primeros meses de desarrollo de las plantas. Aunque la producción, es menos precoz en la malla plata 30, se obtiene una mejor producción total.

CONCLUSIONES

El melón tipo Charentais, incrementa su producción en relación al aire libre en un 42 % y 50% bajo cubierta y malla de color plata, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BASTÍAS, R.M., LOSCIALE, P., CHIECO, C., ROSSI, F., CORELLI GRAPPADELLI, L., 2011. *Physiological aspects affected by photoselective nets in apples: preliminary studies*. Acta Hortic. 907, 217–220.

ILIĆ, S.Z., MILENKOVIĆ, L., ŠUNIĆ, L., FALLIK, E. 2015. *Effect of coloured shade-nets on plant leaf parameters and tomato fruit quality*. J. Sci. Food Agric. 95, 2660–2667.

LEITE, C.A., ITO, R.M., LEE, G.T.S., GANELEVIN, R., FAGNANI, M.A. 2008. *Light spectrum management using colored nets to control the growth and blooming of Phalaenopsis*. Acta Hortic. 770, 177–184.

LÓPEZ-MARÍN, J., GÁLVEZ, A., OTALORA, G., DEL AMOR, F.M. 2019. *Photoselective shade nets for pepper cultivation in Southeastern Spain*. Acta horticulturae. In press.

SCHETTINI, E., DE SALVADOR, F.R., SCARASCIA MUGNOZZA, G., VOX, G. 2011. *Evaluation of coloured nets in peach protected cultivation*. Acta Hortic. 893, 235–242.

YAN, Q.Y., LIU, H.C., CHEN, R.Y., SONG, S.W., SUN, G.W. 2011. *Effects of different shading nets on growth and quality of flowering Chinese cabbage*. Acta Hortic. 907, 199–203.

ZHOU, K., JERSZURKI, D., SADKA, A., SHLIZERMAN, L., RACHMILEVITCH, S., EPHRATH, J. 2018. *Effects of photoselective netting on root growth and development of young grafted orange trees under semi-arid climate*. Scientia Horticulturae. 238: 272-280.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación FEDER 14-20-30 financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia.

TABLAS

Tabla 1. **Parámetros vegetativos registrados bajo los diferentes tratamientos y las dos dosis de riego a los 90 DDT.**

Trat.	Riego	Long. (cm)	Ø (mm)	Nº Hojas	Área foliar	PFH (g)	PSH (g)	PFT (g)	PST (g)	Clorof. (SPAD)
Plást.	SE	215.7^{e}	14.8^{d}	294.0^{g}	22201.5^{j}	742.3^{gh}	147.4^{e}	973.9^{i}	101.7^{g}	58.6^{b}
	E	196.2^{de}	14.9^{d}	313.3^{h}	21283.1^{hi}	784.9^{i}	171.8^{f}	1162.3^{j}	119.1^{h}	63.9^{d}
Perla 30	SE	145.0^{b}	10.3^{a}	182.3^{bcd}	12831.7^{bc}	422.8^{b}	75.3^{abc}	471.6^{cd}	48.5^{bc}	56.0^{b}
	E	175.7^{cd}	12.6^{bc}	240.3^{de}	17198.6^{ef}	620.5^{ef}	106.4^{d}	650.2^{ef}	73.8^{f}	58.3^{b}
Rojo 30	SE	190.0^{de}	12.8^{bc}	247.7^{f}	16718.6^{ef}	591.0^{de}	90.7^{bc}	787.4^{f}	66.8^{cd}	60.1^{c}
	E	148.8^{b}	11.3^{ab}	235.7^{de}	12088.3^{bc}	441.9^{bc}	80.2^{bc}	489.9^{cd}	52.7^{bc}	67.5^{f}
Plata 30	SE	182.5^{cd}	11.1^{ab}	200.0^{bcd}	15204.5^{de}	545.9^{cd}	93.6^{cd}	556.6^{de}	64.9^{cd}	51.1^{a}
	E	147.3^{b}	11.2^{ab}	244.7^{ef}	11443.4^{b}	427.5^{b}	78.0^{bc}	465.9^{cd}	49.9^{bc}	63.4^{d}
Rojo 40	SE	211.3^{de}	11.2^{ab}	225.0^{cde}	18305.5^{gh}	612.9^{ef}	92.2^{bc}	824.4^{g}	71.9^{e}	50.9^{a}
	E	174.3^{cd}	10.9^{a}	246.3^{f}	14332.0^{cd}	548.1^{cd}	95.3^{cd}	647.9^{de}	70.4^{e}	61.7^{c}
Negro 35	SE	221.2^{f}	13.4^{cd}	234.0^{de}	21587.4^{ij}	743.5^{gh}	98.2^{cd}	967.5^{h}	67.0^{d}	49.9^{a}
	E	159.3^{bc}	10.3^{a}	177.3^{bc}	12633.1^{bc}	421.2^{b}	65.0^{ab}	434.9^{b}	39.8^{ab}	59.2^{c}
AL	SE	94.5^{a}	10.4^{a}	143.7^{ab}	5934.1^{a}	216.9^{a}	43.1^{a}	230.8^{a}	26.6^{a}	58.6^{b}
	E	107.5^{a}	9.8^{a}	136.7^{a}	5269.7^{a}	200.3^{a}	42.1^{a}	225.8^{a}	24.0^{a}	56.6^{b}
ANOVA^{b}										
Cubierta		***	***	***	***	***	***	***	**	**
Estrés hídrico		***	ns	ns	**	*	ns	**	***	***
Cubierta x Estrés hídrico		**	ns	ns	*	**	ns	***	**	**

[a] Valores seguidos de la misma letra en cada columna indican que no existen diferencias significativas entre ellos de acuerdo con el Test de Tukey ($P \leq 0.05$). [b] Análisis de varianza ns. No significativo. *$P \leq 0.05$. **$P \leq 0.01$. ***$P \leq 0.001$. SE: sin estrés, E: estrés.

Tabla 2. **Parámetros de calidad en momento de recolección con las diferentes cubiertas y bajo las dos condiciones de riego.**

Trat. Cubierta	Riego	PESO (g)	Ø ECU. (cm)	Ø LONG. (cm)	Ác. titulable (%)	SSC (°Brix)	IM
Plást.	SE	864.4 efg	12.1 cd	12.2 ef	0.78 ef	15.0 cde	19.3 ab
	E	807.8 bcd	11.7 bcd	11.5 cde	0.74 cde	15.8 de	21.5 bcd
Perla 30	SE	974.8 h	12.5 e	12.5 h	0.80 h	15.6 cde	19.5 abc
	E	861.5 def	11.6 bcd	12.2 fg	0.78 fg	16.1f	20.6 bc
Rojo 30	SE	815.8 cd	11.8 bcd	12.0 def	0.76 def	14.8 cd	19.4 abc
	E	675.8 ab	11.1 ab	11.0 bc	0.71 bc	15.2 cde	21.5 cd
Plata 30	SE	857.3 cde	11.9 cd	11.4 cd	0.73 cd	14.5 bc	20.0 abc
	E	607.0 a	10.8 a	10.3 a	0.66 a	13.6 ab	20.6 bc
Rojo 40	SE	962.4 h	12.1 cd	12.3 gh	0.78 gh	16.1 e	20.5 bc
	E	733.3 abc	10.7 a	11.7 cde	0.75 cde	15.4 cde	20.7 bc
Negro 35	SE	1022.3 i	12.4 de	12.7 i	0.81 i	14.5 bc	17.9 a
	E	673.8 ab	10.9 a	10.5 ab	0.67 ab	13.2 a	19.7 abc
AL	SE	894.4 fgh	12.2 de	11.4 cd	0.73 cd	15.6 cde	21.5 cd
	E	657.3 a	11.2 abc	10.3 a	0.66 a	15.0 cde	22.9 d
ANOVA[b]							
Cubierta		***	ns	***	***	***	**
Estrés hídrico		***	***	***	***	ns	**
Cubierta x Estrés hídrico		*	ns	*	*	ns	ns

[a] Valores seguidos de la misma letra en cada columna indican que no existen diferencias significativas entre ellos, de acuerdo con el Test de Tukey (P ≤ 0.05). [b] Análisis de varianza ns: No significativo. *P ≤ 0.05. **P ≤ 0.01. ***P ≤ 0.001. SE: sin estrés, E: estrés

FIGURAS

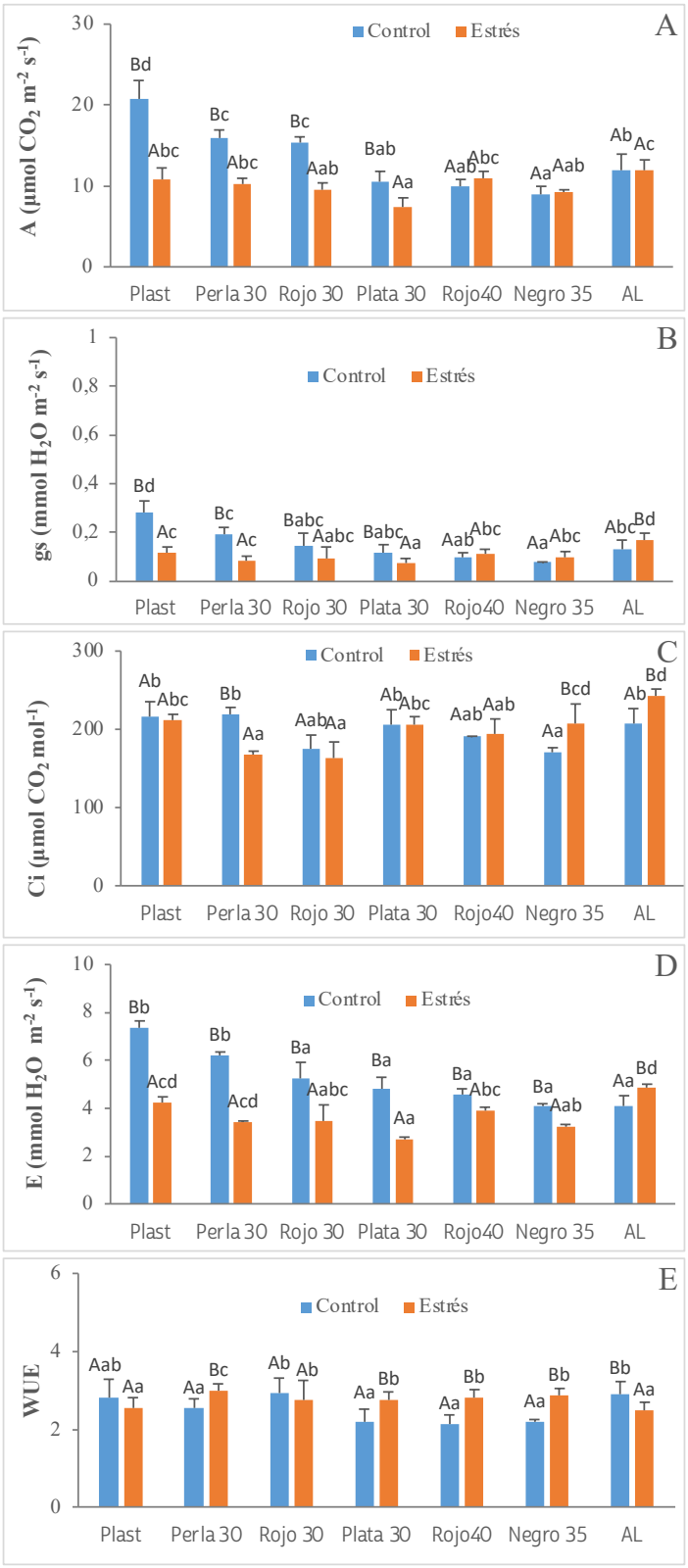


Figura 1. **Parámetros fotosintéticos bajo los diferentes tratamientos fotoselectivos.**

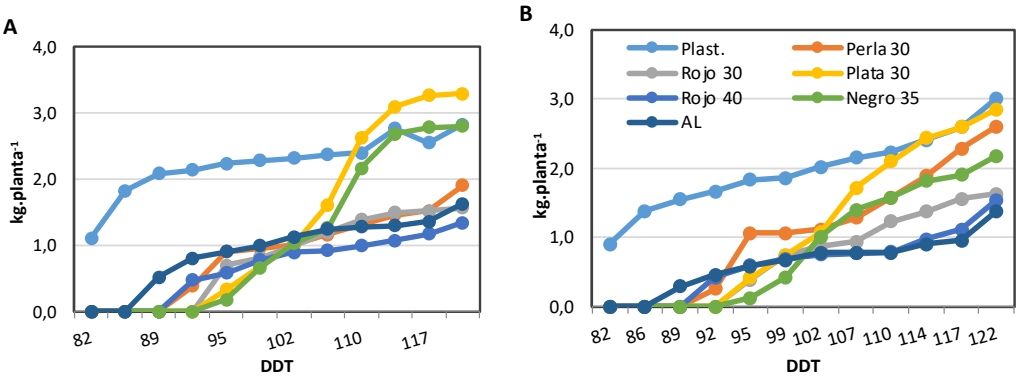


Figura 2. **Producción obtenida por planta en los diferentes tratamientos bajo condiciones control (A), y estrés (B).**

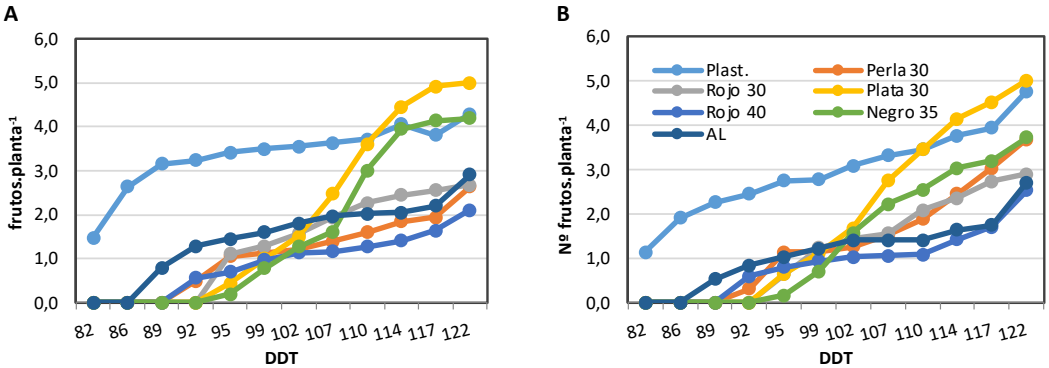


Figura 3. **Frutos obtenidos por planta en los diferentes tratamientos bajo condiciones control (A), y estrés (B).**

Planta del melón cantalupo (*Cucumis melo var. cantalupensis*).

RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MELÓN EN CASTILLA-LA MANCHA

Ribas, F [1]; Cabello, M.J [1];
*[1] Centro de Investigación Agroambiental El Chaparrillo (IRIAF). fribas@jccm.es

RESUMEN

España es uno de los países donde podemos encontrar una mayor variación de cultivares del tipo *inodorus*. Aunque estos cultivares también son importantes en otras zonas del Mediterráneo. Los tipos españoles son únicos y derivan de un proceso de diversificación y posterior selección por los agricultores de cada zona. En España, Castilla- La mancha es, sin duda, la Comunidad con mayor tradición de cultivo de melón y las distintas variedades se han ido adaptando a lo largo de los siglos a las condiciones edafoclimáticas de la zona y a las técnicas de cultivo empleadas. Este material presenta un riesgo real de erosión genética, puesto que la introducción de híbridos de melón ha producido un desplazamiento de las variedades locales prácticamente total

Dada la singularidad de estos cultivares autóctonos y el riesgo de extinción que presentan los mismos, se planteó la posibilidad de llevar a cabo la recolección, multiplicación y la caracterización primaria de los mismos, formándose un Banco de Germoplasma que garantiza su conservación en el tiempo.

Por otra parte, en el año 2003 había 55 entradas castellano-manchegas en el Banco Nacional Activo de Cultivos Hortícolas en el COMAV-Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia: 25 entradas tipo "Piel de Sapo", 6 entradas tipo "Tendral", 3 entradas tipo "Rochet", 4 entradas tipo "Amarillo", 3 entradas tipo "Blanco" y 14 entradas tipo "Otros" definido por el contenido en la accesión de semillas de distinto tipo o híbridos. Estas últimas entradas necesitan un trabajo de fecundación controlada, de forma individual para separar cada tipo

El CIAG El Chaparrillo, de la Consejería de Agricultura ha recolectado, y aún continúa haciéndolo, 85 variedades diferentes repartidas de la siguiente forma: 41 Piel de Sapo, 17 Tendral, 6 Rochet, 6 Blanco, 4 Amarillo y 11 Otros.

Palabras clave: autóctono, germoplasma, cucurbitáceas.

INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo L.*) es una especie de origen africano que presenta centros de diversificación secundaria en Asia y la zona mediterránea (McCreight *et al.*, 1993). Su cultivo en España se remonta a la Edad Media, durante la ocupación musulmana de la Península Ibérica, aunque algunos autores mantienen que fue introducido en la época romana.

España es el principal productor europeo de melón, con un alto nivel de exportación. Durante los años 2009-2019 produjo más de 780.000 T/año de media, que (FAOSTAT, 2021). Dentro de España, la Comunidad Autónoma que más superficie destina a este cultivo es Castilla-La mancha, con más de 6.000 has y una producción de

casi 230.000 toneladas en 2018 (https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2019/CAPITULOSPDF/CAPITULO07/pdfc07_6.21.3.pdf)

El cultivo de melón presenta una gran tradición en esta Comunidad, presenta muchas peculiaridades en relación con el cultivo en la otra gran zona productora, el sudeste español. Se trata de un cultivo al aire libre, empleando ciclos largos que permiten a esta fruta un tiempo adecuado de maduración para alcanzar una calidad que resulta distintiva en el mercado; su manejo y los cultivares empleados dan como resultado un producto de calidad reconocida en toda España. El sistema de cultivo tradicional está adaptado a las condiciones ambientales del entorno.

Un factor clave de esta producción de calidad son los cultivares empleados. Destaca su gran diversidad, seleccionados desde antaño por los agricultores manchegos. Los tipos españoles son únicos, diferentes de otros que se han desarrollado en otros países mediterráneos (por ejemplo, en Turquía, donde también existe una gran diversidad). Dentro de España, es en Castilla-La Mancha donde se han generado una mayor diversidad, debido a la antigua tradición de cultivo de esta hortaliza y a la gran variedad de condiciones agroclimáticas existentes en la región. Los agricultores han ido desarrollando, fundamentalmente para consumo local y autoconsumo, ecotipos adaptados a condiciones locales.

Entre estos se encuentran no sólo distintos tipos Piel de sapo, el más representativo de la zona, sino también tipos Rochet, Tendral, Amarillo, Blanco, Verdes, etc, existiendo gran variación dentro de cada tipo. Por ejemplo, destacan los cultivares de antaño muy conocidos y apreciados como Pipa de Oro, Reke, Cantasapo, Ruidera, etc. Su adaptación a las prácticas culturales tradicionales ha permitido explotar al máximo su gran calidad, cultivándolas con el mínimo impacto ambiental. Además de sus características agronómicas y organolépticas, de adaptación al medio y calidad, estas variedades presentan el valor añadido de su integración en la historia y cultura locales.

A pesar de que las variedades tradicionales representan un material muy importante, tanto en sí mismas como para el desarrollo de nuevos cultivares, tienen un riesgo real de erosión genética, puesto que la introducción de híbridos de melón ha producido un desplazamiento de las variedades locales prácticamente total. Ha sido precisamente la mejora genética uno de los principales factores implicados en su desaparición. Durante estos últimos años, los agricultores de Castilla-La Mancha han cambiado ciertas técnicas de cultivo, pasando de un secano sin acolchado a un regadío con acolchado plástico. El agua ha sido siempre el principal factor limitante de la producción de melón en esta región. Este hecho posiblemente también ha facilitado la introducción de cultivares híbri-

dos comerciales con producciones mucho mayores con riego y el abandono de los ecotipos tradicionales, rústicos y mejor adaptados a las condiciones hídricas deficitarias de la zona, así como la resolución de algunos problemas sanitarios causados por hongos y virus.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Centro Agrario "El Chaparrillo" de la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha ha recogido durante años semilla guardada por los agricultores manchegos. A esta colección única, se ha unido la colección de variedades de melón de Castilla-La Mancha mantenida en el banco de germoplasma del COMAV de la Universidad Politécnica de Valencia, teniendo un banco de germoplasma de 140 accesiones, de las que 113 se han caracterizado, quedando 27 por caracterizar. Para la caracterización se ha empleado el listado de descriptores aceptado para esta especie, por el grupo de trabajo de recursos genéticos de Cucurbitáceas del IPGRI (ECP/GR Cucurbits Working Group) (Diez *et al.*, 2005).

1.- Durante el desarrollo del cultivo

- Fecha de la floración masculina con el 50 % de plantas con flores.
- Fecha de la floración masculina con el 100 % de plantas con flores.
- Fecha de la floración hermafrodita con el 50 % de plantas con flores.
- Fecha de la floración hermafrodita con el 100 % de plantas con flores.
- Precocidad en la floración hermafrodita: Días transcurridos desde la plantación hasta que el 100 % de las plantas tienen flores este tipo de flores (Días Después de la Plantación).
- Color del fruto no maduro.
- Precodidad de maduración (DDP).
- Abscisión del fruto (sí o no).

2.- Caracterización de los frutos maduros

- Tipo de fruto.
- Peso.
- Longitud.
- Anchura.
- Color principal de la corteza.
- Color secundario de la corteza.
- Dibujo por color secundario de la corteza.
- Textura de la piel.
- Acostillado de la piel.
- Escriturado de la piel.

- Forma de la sección longitudinal.
- Grosor de la corteza.
- Grosor de la pulpa.
- Color de la pulpa.
- Dureza de la pulpa.
- Contenido en azúcar de la pulpa (ºBrix).
- Forma de la semilla.
- Color de la semilla.
- Peso de 100 semillas.

Además, por parte del equipo interviniente se realizó una valoración aproximada sobre el sabor de la pulpa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La colección caracterizada está compuesta por 112 entradas que incluyen, al menos, 5 tipos diferentes.

Piel de Sapo: 56 accesiones han sido catalogadas dentro de este tipo, que tiene como características corteza del fruto maduro de color verde con manchas amarillas o de color verde oscuro distribuidas uniformemente a lo largo del fruto o más intensamente cerca del pedúnculo y de la cicatriz pistilar. La pulpa es muy dulce, de color blanco, de textura firme y crujiente. El fruto es normalmente elíptico (Nuez *et al.* 1996).

Las plantas caracterizadas son andromonoícas con fruto indehiscente, con color de fruto inmaduro verde e indehiscente, no acostillado (*Tabla 1*).

Tendral: De este tipo se han analizado 22 accesiones, cuyas características comunes son corteza con rugosidad media o fuerte y muy gruesa, lo que le confiere una alta resistencia la transporte y permite su conservación durante largos períodos. Normalmente no escriturado ni acostillado. La pulpa es blanca y a veces verdosa, dulce, crujiente y poco o nada aromática, de textura firme. La forma puede ser oval, elíptica o globosa, normalmente frutos grandes (Nuez *et al.* 1996).

Las plantas caracterizadas de este tipo son andromonoícas, con color de fruto inmaduro verde e indehiscente, la mayoría no acostillado, aunque algunas accesiones presentan estas características de forma superficial (*Tabla 2*).

Rochet: 9 accesiones, cuyas características por el tipo son superficie de fruto maduro que puede presentar grietas y escriturado de intensidad variable, normalmente más acusados en la zona pistilar y peduncular. El color de la pulpa es blanco o verdoso, su textura es crujiente y de sabor dulce. La forma del fruto es oval-globular. Se destina principalmente para mercado interior (Nuez *et al.* 1996).

La planta es andromonoíca con fruto indehiscente, con color de fruto inmaduro verde e indehiscente, la mayoría no acostillado, aunque algunas accesiones presentan estas características de forma superficial (*Tabla 3*).

Amarillo: 6 accesiones caracterizadas, con corteza no escriturada o si lo es, de forma muy tenue, con la superficie arrugada pero normalmente no acostillada, algunos agrietados. La pulpa de color blanco, crujiente y dulce, de textura firme. La forma es globular. Su destino es principalmente para exportación (Nuez *et al.* 1996)

La planta es andromonoíca con fruto indehiscente, con color de fruto inmaduro verde e indehiscente, la mayoría no acostillado, aunque algunas accesiones presentan estas características de forma superficial (*Tabla 4*).

Blanco: 9 accesiones, cuyas características de tipo son predominio del color blanco en los frutos maduros, aunque secundariamente pueden tener color verde en manchas. La pulpa es blanca o blanco-verdosa, de textura firme. La superficie del fruto es arrugada y algunas veces con escriturado poco intenso. La forma del fruto es oval o globosa (Nuez *et al.* 1996).

La planta es andromonoíca con fruto indehiscente, con color de fruto inmaduro verde e indehiscente, la mayoría no acostillado, aunque algunas accesiones presentan estas características de forma superficial (*Tabla 5*).

Otros: 11 accesiones de tipos no incluidos en los ya definidos, híbridos de tipos diferentes o accesiones con mezcla de semilla de distintos tipos (*Tabla 6*).

CONCLUSIONES

En algunas de las entradas se observaba de forma aparente mezcla de distintos tipos de semillas, y en otras la descripción proporcionada por los agricultores indicaba que podían ser mezcla de tipos. Esta variación podría ser consecuencia de una mezcla de semillas no identificada visualmente o derivar de cruzamientos no controlados. El melón es una especie parcialmente alógama y es frecuente que los agricultores cultiven varios de estos cultivares simultáneamente, en general para autoconsumo, sin controlar la polinización. Del resto de variedades se tenía información de que pertenecían a algún tipo de melón determinado.

En la caracterización de los distintos años se encontraron variaciones para la duración del ciclo, con algún tipo Blanco bastante tardío, y, sobretodo, en características del fruto, peso, forma, color y textura de piel y carne. Mayoritariamente los frutos fueron no aromáticos, pero algún cultivar de tipo Rochet presentó aroma ligero de la pulpa. Distintas accesiones de tipo Piel de Sapo, Rochet y Blanco presentaron grados Brix y valoraciones de sabor, superiores a los de distintos controles de melones comerciales.

A lo largo de los años se encontraron entradas en las que se observaron mezcla de tipos. Esta variación podría ser consecuencia de una mezcla de semillas no identificada visualmente que mediante polinización cruzada derivaron a esa

mezcla de tipos. El melón es una especie parcialmente alógama y es frecuente que los agricultores cultiven varios de estos cultivares simultáneamente, en general para autoconsumo, sin controlan la polinización.

BIBLIOGRAFÍA

DÍEZ, M.J.; VALCÁRCEL, J.V.; PICÓ, B.; NUEZ, F. 2005. *Cucurbit genetic resources collections in Spain*. First Meeting of the ECPGR Working Group on Cucurbits (1-2 Sept. 2005, Plovdiv, Bulgaria).

FAOSTAT 2021: https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2019/CAPITULOSPDF/CAPITULO07/pdfc07_6.21.3.pdf

MCCREIGHT, J.D.; NERSON, H.; GRUMET, R. 1993. *Melon, Cucumis melo L.* In: G. Kallos & B.O. Bergh (Eds.), Genetic Improvement of Vegetable Crops. Pergamon Press, New York

NUEZ, F.; PROHENS, J.; IGLESIAS, A.; FERNANDEZ DE CÓRDOBA, P. 1996. *Catálogo de semillas de melón*. Monografías INIA, nº 96. Ed. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

TABLAS

Tabla nº 1. **Accesiones caracterizadas de melón Piel de Sapo.**

Accesión	Precocidad floración	Precocidad maduración	Peso (gr)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Color corteza	Color secundario corteza	Dibujo por color secu.	Textura piel	Escritu-rado	Forma sección longitudinal	Grosor corteza (mm)	Grosor pulpa (mm)	Color pulpa	Dureza (kg)	ºBrix	Sabor	Forma semilla	Color semilla	Peso 100 semillas (gr)
CM-C-4	34 DDP	76 DDP	2118	21,22	14,35	5	6	2	3-4	0	1-3-4-6	7,47	41,13	3-6	1,4	14,7	3,6	NP	4,5	3,64
CM-C-8-OR	34 DDP	78 DDP	2781	21,89	14,83	4-5-6	6-2	2-4-5	3-5	0	1-4-6	5,63	39,97	1-3	2,0	13,2	3,9	NP	5	3,97
CM-C-8-M	36 DDP	78 DDP	2632	21,41	14,71	5	6	2,4	3-5	0	4-6	6,70	38,92	1-3-6	1,8	13,0	3,7	NP	5	4,54
CM-C-13-OR	34 DDP	75 DDP	2086	20,45	13,78	5	6-7-2	2-4-5	3-5	0	4-6	4,87	36,71	1-3	1,8	13,1	3,5	NP	4-5	3,29
CM-C-13-M	45 DDP	86 DDP	2178	21,65	13,50	5	6	2-4-5	1-3	0	4	5,19	35,64	1-3-6	2,1	13,1	3,2	P	4	3,33
CM-C-14-ps	36 DDP	79 DDP	2174	23,31	13,70	5	6	2	1-3	0	6-3-4	4,95	34,89	3-1-6	1,4	12,5	3,4	NP	4	2,56
CM-C-15	44 DDP	85 DDP	2336	22,47	23,92	5	6	2-4-5	3	0	4-7	4,93	35,74	1	2,1	11,8	2,3	P	5-4	3,18
CM-C-17	32 DDP	80 DDP	2628	24,55	15,63	6-5	5-6-7	1-2	1-3-4	0	6-5-3	6,79	33,90	3	2,1	13,6	3,5	NP	4	3,21
CM-C-20	31 DDP	72 DDP	1964	18,97	13,90	5	6-2-5-7	2-1	3-5-1	0	4-6-1	6,28	33,40	1	1,5	13,0	4,0	NP	4-5	3,96
CM-C-26	42 DDP	89 DDP	2720	25,22	15,54	5	6-7	2-3-4	5	0	4-6-1	8,03	35,68	1-3	2,6	13,9	3,0	NP	4	2,62
CM-C-32-ps	34 DDP	74 DDP	3178	24,31	15,98	5	6	2-1	3-1-8	0	6	7,43	41,44	3-1-6	1,9	13,9	3,0	NP	5	5,04
CM-C-36 ps	32 DDP	73 DDP	2215	21,57	14,30	5	6	1-2	1,3	0	6	6,02	40,43	3	1,9	14,1	3,0	NP	5	3,75
CM-C-39	45 DDP	73 DDP	2417	20,49	14,22	5	6	2-4-5	3-4-5	1	4	6,10	40,56	1-3	1,9	13,8	3,3	NP	4	3,86
CM-C-44	34 DDP	77 DDP	2808	25,53	15,04	5-4-2	6-5	2	1-3-8	0	4-6-5	5,41	32,38	3-6	1,7	12,8	2,8	NP	5-4	3,32
CM-C-49/1	34 DDP	75 DDP	1986	21,22	14,35	4-5	5-6	1-2	1,3	0	6-1	6,95	34,45	3	1,4	13,6	2,8	NP	4-5	3,39
CM-C-51	44 DDP	82 DDP	1640	19,69	12,23	5	6	2-4	5-3	1	6	4,35	34,67	4-2-3	2,2	12,6	3,2	NP	3-4	3,65
CM-C-61	43 DDP	81 DDP	2840	23,15	15,25	4	6	2-4	1	0	6-4	5,68	44,15	1-3	2,0	12,0	3,2	P	4	2,56
CM-C-64	33 DDP	78 DDP	3564	25,03	17,03	5	6	2	3-1-8	0	6	7,49	40,33	1-3	1,8	12,9	3,3	NP	5,4	3,74
CM-C-66	47 DDP	82 DDP	2582	23,00	15,20	4-1	6	1-2	3	0	6	5,70	37,77	1	3,1	12,1	2,5	P	3	3,70
IVIA 200	34 DDP	73 DDP	3137	24,01	16,53	5	6	2	1	0	6-4	6,43	39,60	1	1,8	13,8	3,4	NP	5	3,04
IVIA 432	34 DDP	81 DDP	3820	29,37	17,67	4	5-1-2	2	1-3	0-1	6	9,79	34,67	1-3	1,9	12,3	2,6	NP	4-5-2	3,15
V-C-141	43 DDP	87 DDP	2023	20,03	13,29	5	6	2-4-5	3	0	4	4,99	34,37	3	2,1	12,5	3,1	NP	4	4,48
V-C-142	44 DDP	83 DDP	2705	21,52	15,58	5	6	1-2-5	4-3	0-1	4-1-5-6	6,24	28,61	1-3-6-8	1,7	14,1	3,2	NP	4	3,44
1926	45 DDP	87 DDP	2590	23,13	14,31	5	6	4-5-2	3	1-0-2	4	5,17	42,02	3	1,9	12,2	2,8	NP	4	3,34
1947	45 DDP	81DDP	1998	19,35	14,31	4-5	6	2	3	0	1-4	7,20	34,36	1	2,2	12,6	3,1	P	4	3,81
CH-1(1)	36 DDP	75 DDP	3059	26,88	14,72	5	6	1-2-4-5	3	0	6	6,81	38,46	1	2,6	12,3	2,8	NP	4-5	3,81
CH-2	31 DDP	76 DDP	2092	21,59	13,75	5	6-2-7	2-4-1-5	3	0	6	6,38	32,98	1	2,4	14,4	4,2	NP	3-5	3,34
CH-3	35 DDP	91 DDP	2167	20,43	14,00	5	6-2	1-2-4	1	0	6	6,24	37,79	1-3-8	3,2	12,6	3,4	NP	3,5	3,04
CH-4	35 DDP	91 DDP	1748	19,65	13,99	5-4	6	2	1-3	0	6	5,02	34,48	3-1	1,3	12,6	2,6	NP	4	4,02
CH-5	35 DDP	84 DDP	2752	26,30	15,96	5-4	6-5	2	3-1-8	0	6-4	7,89	30,50	3-1-6	1,3	12,9	2,6	NP	4	3,48
CH-6	31 DDP	77 DDP	2889	22,67	13,63	5	5-6-2-7	2-4-1	3-5	0	6	7,25	35,23	1	1,8	12,6	3,6	NP	5	4,82
CH-7	45 DDP	82 DDP	2580	24,48	14,86	5-4	6-5	2-4-5	1	0	4	5,32	39,92	1-3	2,2	14,0	3,6	NP	5-4	4,61

Tabla nº 2. **Accesiones caracterizadas de melón Piel de Sapo (continuación).**

CH-8	38 DDP	77 DDP	2462	23,26	13,58	5	6-2	2	3	0	6-7	6,22	34,91	1,3	1,9	11,9	2,5	NP	5,4	3,01
CH-9	45 DDP	81 DDP	3148	24,96	16,31	5	6	2-5-4	3	0-1	4	6,66	41,81	3	2,2	12,4	2,9	P	4-5-6-7-8	1,83
CH-10	46 DDP	81 DDP	3257	26,14	15,10	5	6	2-4-5	3-10	0	4	6,05	43,40	1-3	2,2	13,0	3,6	P	4	3,41
CH-13	40 DDP	76 DDP	2810	22,54	14,01	5	6	1-2	3-1-5	0	4	5,65	36,36	1	2,7	13,4	3,2	NP	3-2-4	
CH-14 (1)	38 DDP	80 DDP	1869	19,71	13,37	5	6-5	2-1	3-4-5	0	6	7,16	31,58	1-3	2,8	13,0	2,2	P	5	3,51
CH-20	38 DDP	72 DDP	4036	27,92	17,38	5	6	1-2-4	3	0	6	10,58	43,43	3-1	2,0	12,1	2,3	P	4-3	3,44
CH-21	38 DDP	77 DDP	3278	26,18	15,81	5	6	1-2-4	3	0	6	8,66	37,85	1-3-6	2,5	12,1	2,7	P	3	2,75
CH-22	36 DDP	85 DDP	3489	28,33	16,22	5	6	1-2-4	3	0	4	8,08	38,85	3-1-6	2,3	13,6	3,2	NP	4	
CH-23	36 DDP	82 DDP	3077	26,67	15,21	5	6	1-2-4	3-1	0	6	9,00	38,27	3-1-6	2,4	12,5	2,9	P	4-3-5	3,44
CH-24	39 DDP	88 DDP	3677	29,67	15,81	5	6	1-2-4	3	0	6	7,19	38,61	1-3	2,1	12,1	2,4	P	5-6-4-3	5,12
CH-28	37 DDP	77 DDP	4302	28,95	17,23	5	6	2-1-4	3	0	6	9,67	39,00	3	2,4	12,8	2,9	P	3-4	2,65
CH-35	38 DDP	81 DDP	2290	21,96	13,79	5	6	1-2-4	3	0	6	7,17	30,79	1-3	2,4	13,1	2,8	NP	5	4,82
CH-38	37 DDP	78 DDP	4183	25,67	16,42	5	6	1-2	3-5-8-1	0-1	4	9,57	44,80	3	2,1	13,4	3,7	NP	2-3	3,44
CH-40	38 DDP	74 DDP	5379	27,90	18,13	5	6	2-1	3-8-5	2-1-0	6	8,98	44,47	3-6	1,9	12,5	3,4	NP	3-4-2	3,48
CH-41	39 DDP	77 DDP	3214	23,38	35,26	5	6	2-1	3-1-5-8	0-1-2	4	7,37	40,14	1-6	2,4	12,1	3,1	NP	3-4	3,91
CH-42	39 DDP	74 DDP	4277	28,04	16,50	5	6	2-1	1-5-3	1-2-0	4	8,66	42,31	3-6-1	2,2	12,6	3,3	P	4-5	3,08
CH-43	34 DDP	78 DDP	2866	23,30	13,90	5	6	1-2	5-8-3	1-2	4	9,25	38,18	3-1-6	2,2	12,7	3,5	NP	3	3,83
CH-44	36 DDP	73 DDP	3702	24,08	15,60	5	6	1-2	3-1-5	1-0	4	7,13	43,84	1	2,6	13,6	3,4	NP	3-4	2,64
CH-46	37 DDP	74 DDP	4302	26,85	16,40	5	6	1-2	5-3-8	1-2-0	4	7,99	45,60	3-1	2,0	12,7	3,2	P	4	2,19
CH-47	41 DDP	79 DDP	3239	23,60	15,45	5	6	1-2	5	0-1	4	10,13	38,63	1-3-6	2,5	11,9	2,7	NP	3-5-4	3,04
CH-52	37 DDP	78 DDP	3575	27,70	14,95	5	6	1-2	5-3	0-1	4	9,71	38,52	3-1-6	2,7	12,8	3,5	NP	4	2,89
CH-66-A	25 DDP	77 DDP	2760	23,69	15,51	2-5-6	2-5-6	1-2	1-3	1	1	7,11	35,77	3-4-1	1,7	12,3	2,8	NP	5-4	5,25
CH-73	35 DDP	80 DDP	2574	24,92	15,65	5-4	6	2-1-4	3-1-8	0	6	7,07	32,01	1-3-4-6	2,2	12,2	2,3	NP	4-5-3	3,39
CH-74	35 DDP	78 DDP	2598	23,70	15,69	5-4	6-5	2-1	1-3-8	0	6	9,95	35,58	1-3	2,1	12,7	3,2	NP	5-4	3,48

Color corteza: 1 = Blanco, 2 = Amarillo claro, 3 = Crema, 4 = Verde pálido, 5 = Verde, 6 = Verde oscuro
Color secundario corteza: 1 = Blanco, 2 = Amarillo claro, 3 = Crema, 4 = Verde pálido, 5 = Verde, 6 = Verde oscuro
Dibujo por color secundario de corteza: 0 = Sin color secundario, 1 = Punteado, 2 = Con manchas, 3 = Con bandas
Textura piel: 1: Lisa, 2 = Granulada, 3 = Ligeramente rugosa, 4 = Ondulada, 5 = Reticulada, 8 = Ligeramente reticulada, 9 = Abundantemente reticulada, 10 = Con suturas.
Escriturado: 0 = Ausente, 1 = Escaso, 2 = Medio, 3 = Abundante.
Forma sección longitudinal: 1 = Globular, 2 = Aplastada, 3 = Cilíndrica, 4 = Elíptica, 5 = Periforme, 6 = Oviforme, 7 = Bellota 8 = Alargado
Color de la carne: 1 = Blanco, 2 = Amarillo, 3 = Crema, 4 = Verde pálido, 5 = Verde, 6 = Naranja pálido, 7 = Naranja, 8 = Salmón
Forma de la semilla: P = piñonet, NP = No piñonet
Color de la semilla: 1 = Blanco, 2 = Blanco amarillento, 3 = Crema amarillento, 4 = Amarillo, 5 = Marrón claro, 6 = Marrón

Tabla nº 3. **Accesiones caracterizadas de melón Tendral.**

Entrada	Precocidad floración	Precocidad maduración	Peso (gr)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Color corteza	Color secundario corteza	Dibujo por color secu.	Textura piel	Escritu-rado	Forma sección longitudinal	Grosor corteza (mm)	Grosor pulpa (mm)	Color pulpa	Dureza (kg)	ºBrix	Sabor	Forma semilla	Color semilla	Peso 100 semillas (gr)
CM-C-14	49 DDP	113 DDP	2765	19,20	16,50	6-5	0	4-3-5	0	1	6-1-4-5	7,55	39,53	1-3-4	3,0	10,8	2,50	NP	5	3,25
CM-C-18	48 DDP	109 DDP	2264	19,41	14,68	6-5	0	4-3-5	0	1	6-4-1	6,49	41,07	3-4-6-1	2,3	12,0	3,00	NP	5-4	3,48
CM-C-25 (1)	42 DDP	84 DDP	2123	17,47	15,88	6	0	4	0	1	1-6-4	9,15	33,76	3-1-5-2	3,1	12,6	3,16	NP	5	4,22
CM-C-29	42 DDP	78 DDP	2391	17,89	15,95	6-5	0	4	3-1-4	0	6-1	6,67	38,06	3-6-4	1,6	12,5	2,80	NP	5	7,75
CM-C-52	50 DDP	109 DDP	2225	18,17	15,16	6-7-5	0	4-3	0	1	6-41	7,21	34,62	1-3-4	3,4	10,1	2,10	NP	5	4,78
CM-C-54	29 DDP	69 DDP	2167	17,94	14,87	6	0	0	4-3-8-5	0	1-6-4	7,39	34,96	3-1-4-6	2,7	11,7	2,20	NP	4-5	5,15
CH-11	47 DDP	110 DDP	2775	20,97	16,25	6-7	0	4-3	0	1	6-4-5-1	7,94	42,16	1-3-4-6	2,8	11,8	3,15	NP	5	3,65
CH-26	44 DDP	104 DDP	2445	19,32	15,46	6	0	4-3	0	1	6-1-4	6,19	39,32	1-3-4-6	3,1	11,2	2,97	NP	5	4,21
CH-29 (1)	29 DDP	81 DDP	2391	17,89	15,95	6-5	0	3-1-4	0	1	6-1	6,67	38,06	3-4-6	1,6	12,5	2,80	NP	5	5,75
CH-29 (5)	30 DDP	82 DDP	2946	21,59	16,37	5-4-6	0-2	0-1-2	3-4	0	6-4-5	6,34	46,50	1-3-4-6	2,3	14,4	2,94	NP	5-6	5,40
CH-30	33 DDP	80 DDP	2897	18,72	16,52	6	0	0	4	0	1	14,48	34,99	1	3,4	12,0	2,88	NP	5	5,63
CH-33	43 DDP	104 DDP	2342	18,51	15,32	6-5-7	0	4-3	0	1	6-4-1	6,22	42,09	3-1-4	2,8	12,2	3,22	NP	5	4,83
CH-51-2A	18 DDP	84 DDP	2965	20,06	17,13	6-5	6-5	0	4	0	6-1-4	7,35	45,52	3-4-1	2,9	12,6	2,49	NP	5,00	5,05
CH-51-2B	16 DDP	85 DDP	2649	20,02	16,58	5-6	0	4-3	0	1	6-4-1	7,57	38,18	3-1-4-6	2,7	11,7	2,24	NP	4-5	4,45
CH-53	43 DDP	107 DDP	2467	18,90	15,52	6-5	0	4-3	0	1	6-4-1	7,22	40,78	1-4-3-6	3,1	11,2	2,90	NP	5-4	4,36
CH-55	47 DDP	109 DDP	2489	19,57	16,17	6-5	0	4-3	0	1	6-4-5	7,28	40,48	3-1-4-6	3,1	12,48	3,76	NP	5	4,57
CH-56	47 DDP	108 DDP	25,41	18,37	15,93	6-5	0	4	0	1	6-4-1	6,83	39,67	4-3-1	3,3	11,8	3,47	NP	5	5,11
CH-57	43 DDP	113 DDP	2748	20,07	16,48	6-7	0	4-3-1	0	1	6-5-4-1-7	9,00	38,31	3-4-1	31,1	11,0	2,94	NP	5-4	3,69
CH-60	50 DDP	101 DDP	2859	20,63	16,42	5-6	0	4-3-5	0	1	6-4-5-1	7,19	43,57	1-4-3-6	2,8	11,7	3,01	NP	5	4,13
CH-61	47 DDP	103 DDP	2907	19,75	16,59	6-5	0	4-3	0	1	6-1	6,78	42,95	3-4-1-6	2,4	12,2	3,19	NP	5	4,70
CH-69	46 DDP	106 DDP	2572	18,19	16,04	6-5-4	6-5-4-2	0-1-2	3-4-1	0	6-1-4	6,40	38,64	1-3-6-4	2,3	11,4	3,30	NP	5-6	4,35
CH-70	49 DDP	109 DDP	2973	20,74	16,55	6-7-5	0	4-3	0	1	6-4-1	7,75	47,03	3-1-4	2,4	11,9	2,93	NP	5	4,65

Tabla nº 4. **Accesiones caracterizadas de melón Rochet.**

Entrada	Precocidad floración	Precocidad maduración	Peso (gr)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Color corteza	Color secundario corteza	Dibujo por color secu.	Textura piel	Escritu-rado	Forma sección longitudinal	Grosor corteza (mm)	Grosor pulpa (mm)	Color pulpa	Dureza (kg)	°Brix	Sabor	Forma semilla	Color semilla	Peso 100 semillas (gr)
CM-C-9	42 DDP	83 DDP	3448	23,46	17,44	5-2	6	1,2,0	1-3	0-1-2-3	1-4-6-3	9,25	34,45	6-3-1-5	2,1	11,3	2,13	NP	5	5,74
CM-C-50	41 DDP	87 DDP	2687	19,88	16,23	5	1	1	1	1-0	4-6	6,97	40,46	1-3-2	2,1	13,5	4,06	NP	5	4,46
CH-1-2-A	26 DDP	72 DDP	2262	20,16	14,56	5-4	2	1	1	0	6-4-1	5,41	37,70	3-6-4-1	2,2	11,2	2,43	NP	5-4	4,25
CH-1-2-B	21 DDP	72 DDP	1173	15,41	12,09	4	2	1	1	0-1-2	6-1	4,80	33,02	3-6-4-1	1,5	13,4	3,45	NP	5-4	3,65
CH-15-1-A	24 DDP	76 DDP	2066	17,09	14,75	4-5-2	2	1	1-3-5	0-3-1	6-1	6,47	37,34	3-6-4	2,8	13,5	3,06	NP	5	5,71
CH-25	43 DDP	101 DDP	1973	19,82	13,17	5-4	2	1	1-3	0	6-4-3-5	4,86	37,67	3-1	3,4	10,7	1,58	NP	5	5,15
CH-32	45 DDP	89 DDP	2123	18,71	14,07	5	1	1-3	0	1-0-2	4	6,55	39,55	3-1-5	2,0	12,2	3,22	NP	5	5,12
CH-50	45 DDP	88 DDP	2841	22,85	16,01	5	1	1-3	0	0-1	4-6-7	6,42	38,20	1-5-6	2,7	11,0	2,90	NP	5-4	5,06
CH-71	40 DDP	86 DDP	2766	20,78	16,07	5	1	1	0	0-1-2	4	6,29	40,35	3-1	1,8	16,3	4,56	NP	5	5,72

Tabla nº 5. **Accesiones caracterizadas de melón Amarillo.**

Entrada	Precocidad floración	Precocidad maduración	Peso (gr)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Color corteza	Color secundario corteza	Dibujo por color secu.	Textura piel	Escritu-rado	Forma sección longitudinal	Grosor corteza (mm)	Grosor pulpa (mm)	Color pulpa	Dureza (kg)	°Brix	Sabor	Forma semilla	Color semilla	Peso 100 semillas (gr)
CM-C-25 (2)	49 DDP	99 DDP	1975	17,95	14,10	2	0	0	3	1	6	5,35	38,12	1-4-3	2,7	11,9	3,05	NP	5	3,85
CH-15-3-A	15 DDP	72 DDP	2112	16,39	15,55	2	0	0	3-1-4	0-1-2	1-6-4-2	6,48	37,62	4-3-6	1,7	14,9	3,22	NP	5	6,30
CH-15-3-B	21 DDP	78 DDP	2274	16,83	15,68	2-4	0	0	0	0-1-2	1-6	6,56	41,40	4-3-6-1	1,5	14,9	2,83	NP	5	6,70
CH-64	45 DDP	79 DDP	2408	18,44	15,94	2	0	0	3-1	1	6-1	7,09	38,63	1-5	2,7	12,4	3,53	NP	5-2	5,18
CH-66-B	27 DDP	74 DDP	2394	22,12	14,73	2	0	0	3-4	1	6-4-1	5,82	39,25	3-4-1	1,6	14,1	3,64	NP	5	5,85
CH-68	40 DDP	80 DDP	3134	20,76	17,61	2-4	0	0	3-4	0	1-6-4	7,95	38,28	5-6-1	2,9	11,7	2,91	NP	5	5,12

Tabla nº 6. **Accesiones caracterizadas de melón Blanco.**

Entrada	Precocidad floración	Precocidad maduración	Peso (gr)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Color corteza	Color secundario corteza	Dibujo por color secu.	Textura piel	Escritu-rado	Forma sección longitudinal	Grosor corteza (mm)	Grosor pulpa (mm)	Color pulpa	Dureza (kg)	ºBrix	Sabor	Forma semilla	Color semilla	Peso 100 semillas (gr)
CM-C-1	44 DDP	89 DDP	1749	17,79	14,00	1-5	0	0	1	0	6-4-1	6,45	30,53	1-4	2,4	11,8	3,29	NP	5	4,80
CM-C-23	40 DDP	84 DDP	2053	18,04	15,20	1-3	0	0	4-3	0	6-1-4	7,92	33,82	1-5	2,8	14,5	4,47	NP	5	4,82
CM-C-30	39 DPP	83 DDP	1931	17,91	14,44	1	0	0	1-3	0	4-6	6,17	38,22	1-5-2	2,4	14,1	3,82	NP	1	5,04
CH-17	50 DDP	119 DDP	4588	33,00	17,34	1-2-4-3	0	0	3-4	0	8-7-5-4	7,51	39,88	1-6-4	2,4	8,2	2,03	NP	5-6	4,55
CH-19	50 DDP	134 DDP	4230	32,40	14,90	1-2-4	0	3-4-1	0	0	8-7-4	7,04	39,76	1-4-6-3	2,3	8,2	1,84	NP	5	4,75
CH-31	39 DPP	84 DDP	2867	21,97	16,03	1	0	0	3	1-0-2	4-6	6,31	42,29	1-5	2,0	12,4	3,69	NP	5	5,32
CH-63	43 DDP	96 DDP	3269	23,14	16,97	1	0	0	3	0	4-6	7,66	46,27	1-5	2,6	12,1	3,37	NP	6	5,26
CH-65-1	31 DDP	82 DDP	3464	27,02	15,52	1-2	0	1	0	0-1	7-4-6	6,46	47,44	3-1-4-6	2,2	13,1	3,64	NP	6-5	5,10
CH-65-2	33 DDP	79 DDP	3226	27,87	15,02	1	0	0	1-3	0	6-4-7	6,05	43,90	1-4-3-6	2,1	14,2	3,47	NP	5-6	5,10

Tabla nº 7. **Accesiones caracterizadas de melón Otros.**

Entrada	Precocidad floración	Precocidad maduración	Tipo de fruto	Peso (gr)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Color corteza	Color secundario corteza	Dibujo por color secundario	Textura piel	Escritu-rado	Forma sección longitudinal	Color carne	Grosor corteza (mm)	Grosor pulpa (mm)	Dureza (kg)	ºBrix	Sabor	Forma semilla	Color semilla	Peso 100 semillas (gr)
CM-C-22A	32 DDP	78 DDP	T-R-PS	2701	22,11	15,33	5-6	4-2-5	1	1-3	0	6-1	3-2-4-6-1	6,50	41,85	1,8	11,6	2,6	NP	5-4-2-1	6,35
CM-C-22B	24 DDP	80 DDP	R-T-PS	2616	20,45	15,61	6-5	5-6-4	0-1	0-1-3	0-1-2	1-5-6-4-7	3-4-6	6,84	40,72	2,0	11,8	2,5	NP	5-4-1	5,95
CM-C-28-A	25 DDP	79 DDP	R-T	1934	16,54	15,07	0	5-6-4	1	1	1-0-2	1-6	3-4-6	7,89	39,39	3,6	9,8	2,0	NP	5	4,70
CM-C-28-B	32 DDP	79 DDP	R-T	1968	16,32	15,02	5-6	5-6-4	0	1	1-2-0	1-6-2	3-4-6-1	5,68	37,86	2,1	11,8	2,3	NP	5-4	5,10
CM-C-42	35 DDP	73 DDP	PS-T	2742	19,57	15,93	5-6	6-7-4	2-1	3-1-5	0	6-1	3-1	6,59	41,56	1,6	12,6	3,6	NP	4-5-3	4,94
CM-C-53	42 DDP	87 DDP	PS-T	2852	24,26	15,64	5-1	5-6-4	1	3-1-4	0-1-2	4-6-7-8	1-5-3-6	8,11	34,80	3,7	10,1	2,6	NP	5	6,36
CM-C-55	35 DDP	72 DDP	R-PS	3433	29,34	14,84	6	4-5	1	5-8	0	4-6	1	7,70	34,34	2,5	9,2	1,6	NP	5	4,82
CM-C-57	41 DDP	89 DDP	R-PS	2822	28,32	14,25	6	4-5	0	9-8-1	3-2-1	7	3-1-5	7,78	37,79	2,5	10,0	2,5	NP	5	5,70
CH-15-1B	32 DDP	79 DDP	R-A	2358	19,44	15,31	2-4-5	2-4	1-0-2	1-3	0	3-1-4	3-4-6	5,63	41,13	2,8	13,1	2,4	NP	5-6	6,10
CH-25	43 DDP	100 DDP	R-T	1973	19,82	13,17	5-4-6	2-5-6-8	1	1-3	0	6-3-4-5-8	3-1-2	4,86	37,67	3,4	10,7	1,6	NP	5-4	5,48
CH-68	40 DDP	78 DDP	A-R	3134	20,76	17,61	2-4		0	3-4	0	1-6-4	5-6-1	7,95	38,28	2,9	11,7	2,9	NP	5	5,12

SESIÓN SOSTENIBILIDAD

INFLUENCIA DEL VOLUMEN DE FERTIRRIEGO EN ASPECTOS PRODUCTIVOS, ECONÓMICOS Y MEDIOAMBIENTALES DEL CULTIVO DE CALABACÍN EN INVERNADERO

Contreras, J.I, López, J.G.; Alonso, F., Cánovas, G., Lao, M.T. y Baeza, R.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), 04745 La Mojonera, Almería.
juanai.contreras@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La productividad es uno de los factores que más preocupa a los agricultores junto con el ahorro de costes en sus explotaciones agrícolas. Aunque los cultivos hortícolas bajo abrigo se caracterizan por presentar una elevada eficiencia en el uso del agua de riego y los fertilizantes en relación a otros sistemas productivos, aún es posible un amplio margen de mejora. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del volumen de fertirriego para un cultivo de calabacín en invernadero. El material vegetal fue un cultivo de calabacín var. Victoria en un ciclo de primavera. Se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos de fertirriego aplicados estaban basados en la ETc, estableciendo L1=40% ETc, L2=57% ETc, L3= 67% ETc, L4=95% ETc, L5=100% ETc, L6=133% ETc, L7=143% ETc, L8=190% ETc, L9=200% ETc y L10=286% ETc). La ETc estimada para este cultivo fue de 265 Lm^{-2} (volumen de riego aplicado en L5). La solución de fertirrigación fue la misma para todos los tratamientos, siendo en mmol L^{-1} de 12 de NO_3^-, 1,5 de $H_2PO_4^-$, 6,5 de K^+, 4,5 de Ca^{2+} y 1,5 de Mg^{2+}. Se determinaron el volumen de agua y nutrientes aplicados, la producción de fruto, biomasa aérea total del cultivo considerando parte vegetativa y generativa, área foliar y las correlaciones entre la lámina de fertirriego y los parámetros bioproductivos del cultivo, así como la eficiencia del uso de agua (EUA) y nutrientes, el rendimiento económico y la productividad del fertirriego en términos económicos. Los resultados mostraron una respuesta creciente de la producción de fruto, biomasa, área foliar y rendimiento económico al incrementar la lámina de fertirriego aplicada hasta el tratamiento L9 y una relación lineal entre la lámina de fertirriego aplicada y el área foliar. La EUA y nutrientes, así como la productividad del fertirriego en términos económicos se redujeron al aumentar la lámina de fertirriego. Los tratamientos de mayor producción, L9 y L10, generaron unos ingresos de 7,70 y 7,53 €m^{-2} respectivamente frente a los 5,65 €m^{-2} generados por L5 (100% ETc). En las condiciones de desarrollo del ensayo, los resultados obtenidos mostraron que la aplicación del 100% de la ETc teórica calculada con datos climáticos históricos limitó el potencial productivo del cultivo. El tratamiento L9 es el que mejor se comportó aunado

criterios económicos y medioambientales, ya que obtuvo los mayores ingresos con menor aporte de agua y fertilizantes que el tratamiento L10.

Palabras clave: *Cucurbita pepo,* producción, rendimiento económico, biomasa, área foliar, eficiencia, agua y nutrientes.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos bajo invernadero se caracterizan por presentar elevadas eficiencias en el uso del agua. La evapotranspiración bajo el plástico es inferior a la obtenida al aire libre al reducirse la radiación y la influencia del viento. Por otro lado, el invernadero permite el desarrollo de ciclos contra-estación durante el periodo invernal, cuyas necesidades hídricas son inferiores a las de los ciclos de primavera-verano. Sin embargo, el invernadero, gracias al control de las condiciones climáticas y a que facilita, mediante el entutorado, el desarrollo vertical de los cultivos, incrementa el desarrollo vegetativo de los mismos. Esta mayor exuberancia de las plantas suele traducirse en un incremento productivo, pero también en un mayor consumo de agua y fertilizantes y, si bien la productividad es uno de los factores que más preocupa a los agricultores, el ajuste de los costes de cultivo es fundamental para garantizar la sostenibilidad de las explotaciones. Los cultivos de cucurbitáceas son paradigmáticos en cuanto al incremento vegetativo en condiciones de invernadero cuando se desarrollan en ciclos tempranos a favor de estación (ciclos de primavera). En concreto el cultivo de calabacín de primavera muestra un desarrollo muy acelerado, presentando en pocos días una elevada demanda de agua y fertilizantes.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del volumen de fertirriego en el desarrollo y producción de un cultivo bajo invernadero de calabacín en ciclo de primavera con el fin de maximizar la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivar utilizado para este ensayo fue Victoria. Se trasplantó el 15 de marzo, finalizando el ciclo el 22 de junio. La evapotranspiración del cultivo (ETc) se estimó siguiendo la metodología propuesta por Fernandez *et al.* (2001). Para el cálculo se ha utilizado una media histórica de datos climatológicos. Se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos de fertirriego aplicados estaban basados en la ETc histórica, estableciendo L1=40% ETc, L2=57% ETc, L3=67% ETc, L4=95% ETc, L5=100% ETc, L6=133% ETc, L7=143% ETc, L8=190% ETc, L9=200% ETc y L10=286% ETc). La ETc estimada para este cultivo fue de 265 Lm^{-2} (volumen de riego aplicado en L5). Posteriormente se calculó la ETc con datos climáticos reales, medidos a lo largo del ciclo de cultivo, situándose en un valor cercano al aplicado en el tratamiento L7 (*Tabla 1*). La solución de fertirrigación

fue la misma en todos los casos, siendo en mmol L^{-1} de 12 de NO_3^-, 1,5 de $H_2PO_4^-$, 6,5 de K^+, 4,5 de Ca^{2+} y 1,5 de Mg^{2+} (Camacho y Fernández, 2008).

Se determinó la producción de fruto, biomasa aérea total del cultivo, considerando parte vegetativa y generativa, área foliar y las correlaciones entre la lámina de fertirriego y los parámetros bioproductivos del cultivo, así como la eficiencia del uso de agua (EUA), el rendimiento económico y la productividad del fertirriego en términos económicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados muestra una respuesta creciente de la producción comercial al incrementar la lámina de fertirriego variando de 5,3 a 13,5 kg m^{-2} en función de la lámina aplicada. El incremento de la lámina de riego produjo un incremento en la producción comercial total y el número de frutos obteniéndose los valores más elevados en L9 y L10 sin mostrar diferencias significativas entre ambos tratamientos (*Tabla 2*).

Se determinó la función que relaciona la lámina de fertirrigación y la producción comercial con un coeficiente de determinación muy elevado (R^2=0,94). Según esta función el máximo productivo se alcanzaría entre los tratamientos L9 y L10 (*Figura 1*).

El área foliar y la biomasa también tuvieron una respuesta creciente al incrementar la lámina de fertirriego (*Tabla 3*). Las plantas con mayor volumen de fertirriego aplicado mostraron un mayor desarrollo vegetativo (Fotografía 1).

La mayor EUA y productividad del fertirriego se alcanzó en los tratamientos en los que se aplicó una lámina de fertirriego menor (*Tabla 4*). El aumento de la EUA al aplicar menores volúmenes de agua coincide con los resultados obtenidos por Contreras *et al.* (2018) en cultivo de calabacín, por Buttaro *et al.* (2015) en tomate y pepino y con Létourneau *et al.* (2015) en cultivo de fresa. Al aumentar el déficit hídrico aumenta la EUA, en detrimento de la productividad del cultivo. Si se aúnan los resultados de producción con las eficiencias obtenidas, el tratamiento L9 sería el óptimo, ya que obtiene la mayor producción comercial de fruto, sin presentar diferencias significativas con L10 y mejora significativamente la EUA (25,7 kg m^{-3} frente a 17,6 kg m^{-3} de L10) (*Tabla 4*).

Por lo que respecta al rendimiento económico, también obtuvo los mejores resultados el tratamiento L9 (*Tabla 4*). La mayor productividad del fertirriego alcanzada en los tratamientos deficitarios no compensó el superior rendimiento económico obtenido en los tratamientos de mayor lámina. Los máximos niveles de productividad y EUA suponen una drástica reducción del rendimiento económico. En zonas con déficit hídrico es preciso encontrar un equilibrio entre la EUA y el rendimiento económico. Es necesario trabajar en el desarrollo de estrategias de manejo que permitan mejorar la EUA sin menoscabar la sostenibilidad económica de las explotaciones agrícolas.

CONCLUSIONES

Existió una respuesta creciente de la producción de fruto, biomasa, área foliar y rendimiento económico al incrementar la lámina de fertirriego aplicada hasta el tratamiento L9.

La EUA y nutrientes, así como la productividad del fertirriego en términos económicos se redujeron al aumentar la lámina de fertirriego.

Los máximos niveles de productividad y EUA han supuesto una drástica reducción del rendimiento económico.

Si se aúnan los resultados de producción con las eficiencias obtenidas, el tratamiento L9 sería el óptimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUTTARO, D., SANTAMARIA, P., SIGNORE, A., CANTORE, V., BOARI, F., MONTESANO, F.F. PARENTE, A. 2015. *Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber using tensiometer: Effects on yield, quality and water use*. Agric. Sci. Procedia. 4:440-444.

CAMACHO, F.F., FERNÁNDEZ, E.J., 2008. *Manual práctico de fertirrigación en riego por goteo*. Ediciones Agrotécnicas, SL, Madrid, España.

CONTRERAS, J.I., BAEZA, R., CÁNOVAS, G., ALONSO, F. 2018. *Fertirrigación del cultivo de calabacín en invernadero: influencia sobre el desarrollo vegetativo y la absorción de nutrientes. Seminario de técnicos y especialistas en horticultura*. Ministerio de Agricultura. Cantabria, Junio 2018.

FERNÁNDEZ, M.D., ORGAZ, F., FERERES, E., LÓPEZ, J.C., CÉSPEDES, A., PÉREZ, J., BONACHELA, S., GALLARDO, M., 2001. *Programación del Riego de Cultivos Hortícolas bajo Invernadero en el Sudeste Español*. Cajamar (Caja Rural Intermediterránea), Almería, España.

LÉTOURNEAU, G., CARON, J., ANDERSON, L., CORMIER, J. 2015. *Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency*. Agric. Water Manage. 161:102-113.

AGRADECIMIENTOS

Estos trabajos forman parte del Proyecto de Transferencia de Tecnología para un Regadío Sostenible. SAR (PP.TRA.TRA2019.006) financiado por la Consejería de Agricultura Pesca y Desarrollo Rural y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Desarrollo vegetativo alcanzado por el tallo en los distintos tratamientos.

TABLAS

Tabla 1. **Tratamientos de fertirriego**

TRATAMIENTO	VOLUMEN FERTIRRIEGO TOTAL APLICADO ($L\ M^{-2}$)
L1 (40% ETc)	105
L2 (57% ETc)	150
L3 (67% ETc)	175
L4 (95% ETc)	250
L5(100% ETc)	262
L6(133% ETc)	350
L7(143% ETc)	375
L8(190% ETc)	499
L9(200% ETc)	524
L10(286% ETc)	749

Tabla 2. **Efecto de los diferentes tratamientos sobre la producción.**

Tratamiento	CATEGORIA 1[Z]			TOTAL COMERCIAL		DESTRÍO	
	Nº de Frutos (m^{-2})	Peso (kg m^{-2})	Peso medio fruto (kg)	Nº de Frutos (m^{-2})	Peso (kg m^{-2})	Nº de Frutos (m^{-2})	Peso (kg m^{-2})
L1	20,5 **d**	4,83 **f**	0,235 **f**	23,7 **e**	5,26 **f**	2,7 **a**	0,19 **a**
L2	23,5 **cd**	5,65 **ef**	0,239 **ef**	27,0 **de**	6,20 **ef**	3,3 **a**	0,21 **a**
L3	27,2 **c**	7,17 **e**	0,261 **def**	30,0 **d**	7,65 **e**	3,0 **a**	0,17 **a**
L4	32,2 **b***	9,06 **d**	0,281 **bcde**	35,7 **c**	9,57 **d**	1,2 **b**	0,58 **a**
L5	32,5 **b**	9,46 **cd**	0,291 **abcd**	36,0 **c**	9,88 **cd**	1,2 **b**	0,12 **a**
L6	33,3 **b**	9,12 **d**	0,273 **cdef**	37,7 **c**	9,85 **cd**	0,7 **b**	0,08 **a**
L7	32,7 **b**	9,70 **cd**	0,294 **abcd**	36,7 **c**	10,24 **cd**	0,5 **b**	0,06 **a**
L8	33,5 **b**	10,84 **bc**	0,321 **ab**	38,2 **bc**	11,48 **bc**	1,0 **b**	0,25 **a**
L9	39,7 **a**	12,39 **ab**	0,314 **abc**	44,7 **a**	13,47 **a**	0,0 **b**	0,00 **a**
L10	39,0 **a**	12,76 **a**	0,327 **a**	42,7 **ab**	13,17 **ab**	0,3 **b**	0,04 **a**

Letras distintas en la misma columna reflejan diferencias significativas a $p \leq 0,05$.
(z) Fuente: Reglamento CE 1757/2003, (2003).

Tabla 3. **Biomasa seca de la parte aérea de la planta y porcentaje de materia seca.**

	HOJAS		TALLOS		FRUTOS	
Tratamiento	P Seco(g)	% M.S.	P Seco (g)	% M.S.	P Seco (g)	% M.S.
L1	98,8 **f**	11,4 **a**	25,9 **f**	11,5 **a**	254,3 **e**	4,8 **a**
L2	189,9 **ef**	10,6 **a**	40,8 **ef**	10,3 **a**	298,6 **de**	4,9 **a**
L3	196,4 **ef**	10,9 **a**	45,2 **ef**	11,0 **a**	437,0 **cd**	5,0 **a**
L4	379,2 **de**	12,8 **a**	53,6 **e**	10,3 **a**	431,2 **cd**	4,7 **a**
L5	296,5 **ef**	10,3 **a**	60,0 **e**	11,9 **a**	498,6 **bc**	5,0 **a**
L6	540,5 **cd**	10,5 **a**	87,9 **d**	11,2 **a**	496,3 **bc**	5,0 **a**
L7	658,8 **bc**	9,7 **a**	105,6 **cd**	10,1 **a**	485,2 **bc**	4,7 **a**
L8	855,6 **ab**	10,4 **a**	115,0 **bc**	9,7 **a**	559,4 **abc**	4,5 **a**
L9	1046,2 **a**	11,8 **a**	153,8 **a**	11,4 **a**	600,4 **ab**	4,5 **a**
L10	898,9 **a**	9,3 **a**	132,2 **ab**	9,4 **a**	654,7 **a**	4,9 **a**

Letras distintas en la misma columna reflejan diferencias significativas a $p \leq 0,05$.

Tabla 4. **Eficiencia en el uso del agua (EUA), productividad del fertirriego, medida en € por m3de solución de fertirriego aplicada y rendimiento económico para los diferentes tratamientos.**

TRATAMIENTO	EUA (KG FRUTO M^{-3})	PRODUCTIVIDAD FERTIRRIEGO (EUROS M^{-3})	RENDIMIENTO ECONÓMICO (EUROS M^{-2})
L1	50,2 **a**	28,71 **a**	3,01 **f**
L2	41,4 **b**	23,66 **b**	3,55 **ef**
L3	43,8 **ab**	25,04 **ab**	4,38 **e**
L4	38,3 **b**	21,93 **b**	5,48**c**
L5	37,7 **b**	21,55 **b**	5,65 **cd**
L6	28,2 **c**	16,11 **c**	5,63 **cd**
L7	27,3 **c**	15,64 **c**	5,86 **cd**
L8	23,0 **cd**	13,15 **cd**	6,57 **bc**
L9	25,7 **c**	14,69 **c**	7,70 **a**
L10	17,6 **d**	10,06 **d**	7,53 **ab**

FIGURAS

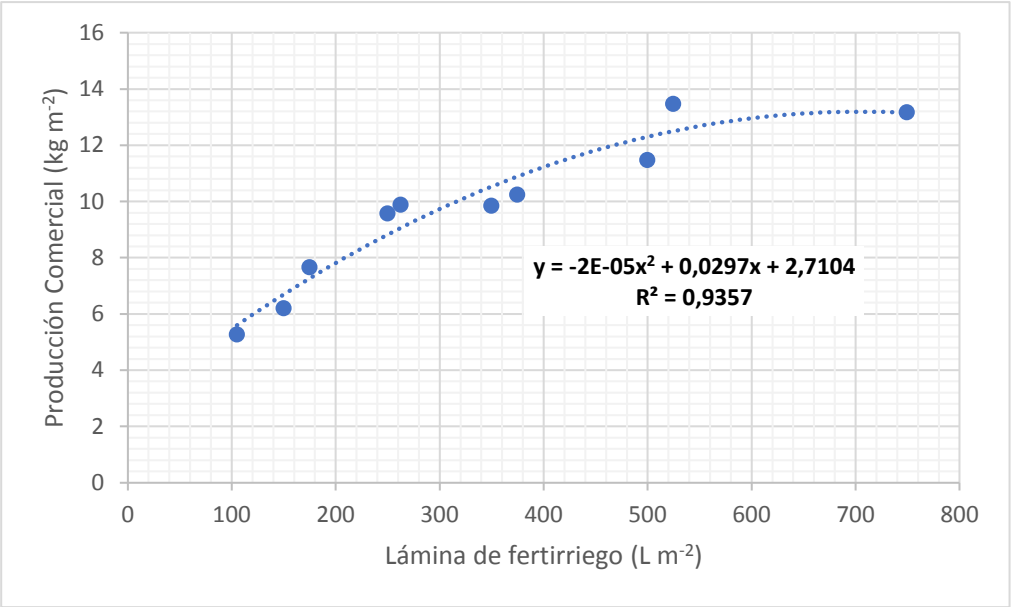


Figura 1. **Correlación entre lámina de fertirrigación y producción**

FERTIRRIGACIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO UTILIZANDO AGUAS URBANAS REGENERADAS

Contreras, J.I.; Martín, E., Segura, M.L.

Área de Agricultura y Medio Ambiente, IFAPA Centro La Mojonera, Camino San Nicolás, Nº1, C.P. 04745, La Mojonera (Almería). Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. marial.segura@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La creciente demanda de agua y la falta de recursos hídricos naturales en zonas áridas y semiáridas, caso del Sureste de España, justifican el interés actual en el uso de las aguas residuales depuradas de origen urbano. Desde 1995 se aprovechan para riego de cultivos de invernadero las aguas depuradas tratadas de la ciudad de Almería. Si bien, el mayor contenido en nutrientes presentes en estos efluentes requiere estrategias de fertirrigación especiales respecto a las aguas convencionales. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto del agua regenerada con y sin fertilización NK adicional, sobre la producción, calidad organoléptica del fruto, absorción y distribución de nutrientes de pimiento respecto al agua convencional. El experimento se realizó sobre *Capsicum annuum* L. cv Aifos en ciclo de verano-otoño, desarrollado bajo invernadero, sobre suelo enarenado y riego por goteo. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos, combinación de dos factores: tipo de agua de riego (A_R agua regenerada y A_S agua subterránea) y dos niveles de fertilización NK: sin aporte de NK (0NK) y aporte de 125 kg N ha^{-1} y 193 kg K ha^{-1} (100NK). Se aplicaron fertilizantes nitrogenados y potásicos considerando la concentración de N y K en los dos tipos de agua, para obtener disoluciones de riego con niveles similares en ambos tratamientos. El agua regenerada es agua de la depuradora de la ciudad de Almería tratada con hipoclorito sódico-ozono en la Estación de Regeneración de Aguas de la Comunidad de Regantes *Cuatro Vegas* en Almería. Bajo las condiciones de desarrollo del experimento se ha demostrado el efecto positivo del uso de agua regenerada para riego de pimiento y de la fertilización NK. El agua regenerada no produjo efectos negativos sobre la producción y la calidad de los frutos y reduce el consumo de aguas de fuentes naturales. Los tratamientos regados con agua regenerada presentaron mayor peso seco y absorción de N que los regados con agua subterránea. Se ha demostrado el efecto positivo de la fertilización NK sobre la producción de frutos, peso seco y absorción N, P y K. Independientemente del tipo de agua, la recolección del fruto, en verde o rojo, tuvo influencia sobre la calidad del mismo, los frutos en rojo contienen más sólidos solubles totales y acidez, pero menor dureza. El fruto es el mayor sumidero de N, P y K en todos los tratamientos y la hoja de Ca y Mg.

Palabras clave: Invernadero, suelo enarenado, N, macroelementos, absorción de nutrientes por la planta.

INTRODUCCIÓN

La reutilización de aguas regeneradas en los regadíos del litoral de Andalucía es un recurso estratégico considerando el déficit hídrico estructural que padece, 364 Hm^3 en el conjunto de la Cuenca Mediterránea Andaluza (Agencia Andaluza del Agua, 2009). De los 17 Hm^3 de agua regenerada utilizada en los regadíos Andaluces, el 50 % se utiliza para riego de 2500 ha de cultivos bajo invernadero en la Comarca del Bajo Andarax en Almería (Agencia Andaluza del Agua, 2009). En el caso de Almería, al déficit estructural existente se unen los graves problemas de contaminación por nitratos de origen agrario de determinados acuíferos de la zona (Decreto 36/2008). La contaminación de los acuíferos por nitratos proviene de la acumulación de nitrógeno mineral en los suelos de cultivo originada por una fertilización nitrogenada excesiva y dotaciones de riego elevadas. Además de las ventajas medioambientales que ofrece la reutilización de las aguas residuales, y la normativa existente al respecto (Real Decreto 1620/2007), una de las razones que justifica su uso para riego de cultivos hortícolas es su moderada concentración de sales y alto contenido en nutrientes, especialmente N, P y K, elementos esenciales para la nutrición de las plantas (Segura *et al.*, 2004). Lo que la convierte en un buen fertilizante que puede aumentar los rendimientos del cultivo (Shahalam *et al.*, 1998; Ramírez-Fuentes *et al.*, 2002). Sin embargo, manejos inadecuados de la fertilización y del riego con estas aguas pueden aportar al cultivo cantidades de nutrientes mayores a sus requerimientos específicos y producir acumulaciones excesivas en la planta y en el suelo, afectando negativamente los rendimientos y la calidad de la producción (Mohammad y Ayadi, 2004; Mohammad y Mazahreh, 2003). En cuanto a sus efectos sobre la producción y calidad de frutos, Al-Lahham, *et al.* (2003) observan en tomate incrementos del tamaño y peso del fruto y por el contrario, una disminución de la firmeza y del contenido en sólidos solubles del fruto. Para el cultivo de pimiento es muy escasa la bibliografía disponible en nuestras condiciones de cultivo.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto del agua regenerada de la ciudad de Almería, con y sin fertilización NK adicional, sobre la producción, calidad organoléptica del fruto, absorción y distribución de nutrientes en cultivo de pimiento, respecto al agua convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó sobre *Capsicum annuum* L. cv. Aifos en invernadero de 800 m^2 con cubierta de polietileno, localizado en el Centro IFAPA La Mojonera-Almería (IFAPA. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía). El cultivo se transplantó al terreno el 21 de agosto de 2007 finalizando la ex-

periencia el 23 de enero de 2008 (155 días). La densidad de plantación fue de 2 plantas.m^{-2}. El sistema de cultivo fue suelo enarenado de textura franco-arcillo-arenoso, pH de 8,6 (extracto saturado), 0,9 % de materia orgánica, 2, 53 y 337 mg. Kg^{-1} de N, P y K asimilable**.** El sistema de riego fue por goteo con redes de distribución independientes para cada uno de los tratamientos. La dosis de riego se estimó en función de la ETc (Fernández, 2000) y medidas de potencial matricial (PM) del suelo a 15 cm de profundidad, utilizando tensiómetros manuales (Tensiómetros Irrometer, Irrometer, EE.UU). El PM se mantuvo durante el ciclo de cultivo en niveles inferiores a 15 KPa. El volumen de riego total aplicado fue el mismo para todos los tratamientos (91 L.m^{-2}).

El diseño experimental fue factorial de bloques al azar. Se establecieron cuatro tratamientos, combinación de dos factores: tipo de agua y fertilización NK. Los tipos de agua fueron A_R agua regenerada (agua residual urbana de la EDAR de Almería tratada con hipoclorito sódico-ozono) y A_S agua subterránea (procede de un acuífero de la comarca del Bajo Andarax y desalinizada en una planta de ósmosis inversa situada en la finca). La fertilización NK consistió en la aplicación de dos niveles de fertilización NK: sin aporte de NK (0NK) y aporte de 125 kg N ha^{-1} y 193 kg K ha^{-1} (100NK), según las extracciones nutricionales asociadas al cultivo en las condiciones de desarrollo de invernadero en Almería (Contreras *et al.*, 2006). Se aplicaron fertilizantes nitrogenados y potásicos considerando la concentración de N y K en los dos tipos de agua, para obtener disoluciones de riego con niveles similares en ambos tratamientos. Las características de las aguas de riego y composición media de las disoluciones nutritivas aplicadas a los tratamientos A_R100NK y A_S100NK se muestran en la *Tabla 1*. Se recolectaron los frutos una vez alcanzaron su estado de madurez comercial (verde o rojo) durante 70 días, y se clasificaron según la Normativa Europea de Calidad y Comercialización (Reglamento CE 46/2003). En el laboratorio, se seleccionó una muestra compuesta por 4 frutos homogéneos por tratamiento y bloque y se licuaron, determinando en el jugo, pH, acidez titulable y solidos solubles totales (ºBrix). El pH se determinó con un pH-métro Crison. La acidez titulable por valoración con una solución 0.1 M NaOH (AOAC, 1995). La acidez fue expresada como meq ácido cítrico. L^{-1} de jugo. El contenido en sólidos solubles totales se determinó con un refractómetro manual Atago N1 expresando el resultado en ºBrix a 20ºC. Se evaluó la dureza del fruto sobre cuatro frutos de pimiento por repetición. En cada uno de los frutos fue determinada en tres puntos perimetrales para obtener un valor medio por fruto. Se utilizó un penetrómetro manual (mod. FT 327). La materia seca de fruto se determinó sobre una muestra compuesta de 10 frutos por tratamiento y repetición, para lo cual se desecaron los frutos en estufa de aire forzado a 70ºC hasta peso constante. Para la determinación del peso seco y la concentración de nutrientes en la planta, se recogieron plantas enteras, sin las raíces, al final del experimento (155 días). Se seleccionaron al azar 2 plantas por repetición (8 plantas por tratamiento) para muestras destructivas y separadas en diferentes fracciones: Fruto en desarrollo, hoja y tallo. Las podas fueron recolectadas de 8 plantas por bloque (32 plantas

por tratamiento) durante el ciclo de desarrollo del cultivo. Durante el periodo de recolección, se cogiendo 10 frutos maduros por repetición, representativos de la producción obtenida en cada una de las recolecciones (40 frutos por tratamiento). Las muestras frescas de cada órgano de la planta fueron desecadas a 70ºC hasta peso constante en estufa de aire forzado. En el material vegetal seco se determinó el nitrógeno total, mediante el procedimiento de micro-Kjeldaht, el fósforo mediante el método de fosfomolibdato (AOAC, 1995), y el K, Ca, Mg, y Na total por espectrofotometría de absorción atómica. Los datos se analizaron estadísticamente mediante el Análisis de la Varianza (ANOVA) multifactorial, con cuatro bloques. Cuando el ANOVA fue significativo, se aplicó el test de mínima diferencia significativa (MDS, $P<0,05$) para identificar las diferencias significativas entre medias. El análisis estadístico se realizó con el programa informático Statgraphics Plus 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de N y K del agua regenerada A_R0NK (*Tabla 1*) supuso un ahorro de fertilizantes del 37% en N y del 12% en K, en el caso del agua subterránea A_S0NK el ahorro fue bajo, 12% de N y 3% de K. El tipo de agua no afectó significativamente los parámetros de rendimiento, pero sí el nivel de fertilización (*Tabla 2*). La aplicación del nivel 100 de fertilización NK produjo un aumento de la producción y número de frutos comerciales, debido a la mayor producción de frutos de calibre G, (27% y 36%, respectivamente). El tratamiento deficiente (0NK) redujo los rendimientos un 18% respecto al tratamiento fertilizado. El aumento de la conductividad eléctrica (CE) de las aguas fertilizadas a 3,0 dS m^{-1} (A_S100NK) y 3,2 dS m^{-1} (A_R100NK) no afectaron la producción no comercial por aparición de frutos con BER (Blossom End Rot), descrita por otros autores cuando la disolución nutritiva se eleva entre 2 y 4 dS.m^{-1} (Tadesse *et al.*, 1999). Los rendimientos de los tratamientos 100NK fueron similares a los obtenidos en el mismo cultivo en condiciones de desarrollo semejantes (Contreras *et al.*, 2006) y algo inferiores a las producciones normales obtenidas en la zona productora (6,3 kg.m^{-2}) (Consejería de Agricultura y Pesca, 2009) debido a la menor duración del ciclo de cultivo. Los parámetros de calidad de frutos analizados (*Tabla 3*) no se vieron afectados por el tipo de agua y la fertilización NK. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Del Amor *et al.* (2008) los cuales no encontraron diferencias en la firmeza del fruto de pimiento reduciendo el nivel de fertilización nitrogenada a 7 mM. La fecha de recolección no afectó la calidad organoléptica de los frutos recolectados en verde, los cuales mantuvieron valores medios de pH de 5,5, acidez titulable de 19 meq. L^{-1} y sólidos solubles totales alrededor de 5,0 °Brix. Entre los frutos verdes y rojos se determinaron diferencias significativas en determinados parámetros de calidad. Así los frutos recolectados en verde presentaron mayor pH (5,6 frente a 4,8 de los frutos en rojo), menor acidez valorable (20 meq. L^{-1} frente a 60 meq. L^{-1}), menor contenido de sólidos solubles totales (5,0 ºBrix frente 8,0ºBrix) y mayor dureza

(4,4 kg cm^{-2} frente a 3,8 kg cm^{-2} de los frutos en rojo), debido a un menor índice de madurez. Los valores de sólidos solubles totales registrados en los frutos en rojo concuerdan con los valores obtenidos por Hesham *et al.* (2007) y Serrano y Fernández-Trujillo, (2007), si bien son superiores al rango establecido por Urrestarazu *et al.* (2004) que cifran un intervalo de 4,5-7,0 ºBrix para pimiento tipo California en rojo. Los valores de dureza fueron algo inferiores a los registrados por Urrestarazu *et al.* (2004) en condiciones similares de cultivo. El tipo de agua afectó la producción de materia seca y la absorción de N por la planta (*Tabla 4*). Los tratamientos A_R aumentaron el peso seco y la absorción de N respecto a los regados con agua A_S debido al mayor contenido de N respecto al agua convencional muy deficiente en este elemento. La fertilización NK aumenta el peso seco y la absorción de N, P y K del cultivo (*Tabla 4*). Ensayos similares sobre cultivo de tomate (Segura *et al.*, 2009) también muestran incrementos del peso seco total de la planta al aumentar la dosis NK en fertirrigación, coincidiendo con lo obtenido por Al-Karaki (2000) que también encontró un incremento del peso seco total de la planta al aumentar la concentración de K en la disolución nutritiva. Las *Figuras 1 a 6* muestran la distribución de peso seco (PS), N, P, K, Ca y Mg entre los diferentes órganos de la planta. Considerando la eficiencia productiva (EP) como el porcentaje de peso seco del fruto en relación al peso seco total de la planta, todos los tratamientos muestran una alta EP, siendo el fruto el principal sumidero en todos los casos, y representando entre un 43–48% según tratamiento (*Figura 1*). La eficiencia productiva del nutriente (EPN), considerada como el porcentaje de nutriente movilizado al fruto en relación al total absorbido por la planta, fue elevada para el N, P y K, siendo también el fruto el principal sumidero, con porcentajes que oscilaron según tratamiento entre 39-43% para N, 39–52% para P y 40–50% para K (*Figuras 2, 3 y 4*). Estos resultados concuerdan con otras investigaciones sobre cultivo de tomate (Segura *et al.*, 2009) en el que los frutos también se presentan como el principal sumidero de N, P y K. La distribución de N (*Figura 2*) y P (*Figura 3*) en la planta no fue afectada por el tipo de agua, pero sí por el nivel de fertilización, presentando los tratamientos 100NK mayor EP de nitrógeno (42,5%) y de fósforo (46,7%). En el caso del K, Ca y Mg su distribución en la planta no fue afectada por el tipo de agua ni la fertilización NK (*Figuras 4-6*). El porcentaje de Ca y Mg destinado al fruto respecto al total absorbido por la planta fue muy bajo (8-11%), siendo la hoja el principal sumidero de Ca y Mg para todos los tratamientos con valores entorno al 70% para el Ca y 55-60% para el Mg.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de desarrollo de la experiencia se ha demostrado que el riego con aguas urbanas regeneradas, producen efectos similares, sobre la producción y calidad organoléptica del fruto, al riego con aguas de origen subterráneo. La carga de N y K del agua regenerada supone un ahorro de fertilizantes (37% de N y 12% de K) además de reducir el uso de recursos naturales para regadío. Am-

bos tipos de agua requieren una fertilización mínima de 125 kg N. ha^{-1} y 190 kg K. ha^{-1}. La recolección del fruto de pimiento en verde o rojo tiene gran influencia sobre la calidad del mismo, en cuanto a contenido de sólidos solubles totales, acidez y dureza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA ANDALUZA DEL AGUA, 2009. http://web.agua.junta-andalucia.es/agenciadelagua/

AL-KARAKI G. N. 2000. *Growth, sodium, and potasium uptake and translocation in salt stressed tomato*. Journal of Plant Nutrition, 23(3), 369-379.

AL-LAHHAM, O., EL ASSI, N.M., FALLAD, M. 2003 *Translocation of heavy metals to tomato (Solanum lycopersicom L.) fruit irrigated with treated wastewater*. Scientia Horticulturae 113(3):250-254.

AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Sixteenth Edition. ISBN 0-935584-54-4.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA, 2009. *Anuario de estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía 2006*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Pp: 342.

CONTRERAS, J.I., GALINDO, P., CATALA, J.J., SEGURA, M.L. 2006. *Response of greenhouse pepper crop to fertilizer levels and different qualities of irrigation water*. Acta Hort. (ISHS) 700:203-206.

DECRETO 36/2008, de 5 de febrero, por el que se designan las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario. BOJA nº 36 de 20/02/2008.

DEL AMOR, F.M., SERRANO-MARTÍNEZ, A., FORTEA, M.I., LEGUA P., NÚÑEZ-DELICADO E. 2008. *The effect of plant-associative bacteria (Azospirillum and Pantoea) on the fruit quality of sweet pepper under limited nitrogen supply*. Scientia Horticulturae, 117(3): 191-196.

FERNÁNDEZ, M. D. 2000. *Necesidades hídricas y programación de riegos en los cultivos hortícolas en invernadero y suelo enarenado de Almería*. Tesis doctoral. Universidad de Almería.

HESHAM, A. EISSA, B.E. MOSTAFA AND A.S. HUSSEIN. 2007. *Capsaicin content and quality characteristics in different local pepper varieties (Capsicum annum) and acidbrine pasteurized puree*. Journal of Food Technology 5 (3): 246-255.

LAO, M.T. 2002. *Gestión del fertirriego de los invernaderos de Almería mediante el uso de sondas de succión*. Serie Tesis Doctorales. Escuela Politécnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Almería. Spain.

MOHAMMAD, M.J., AYADI.M. 2004. *Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondaty treated wastewater*. J. Plant Nutr., 27(2): 351-365.

MOHAMMAD, M.J., MAZAHREH.N. 2003. *Changes in soil fertility parameters in response to orrigation of forage crops with secondary treated wastewater*. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 34(9-10): 1281-1294.

RAMIREZ-FUENTES, E., LUCHO-CONSTANTINO, C., ESCAMILLA-SILVA, E., DENDOOVEN, L. 2002. *Characteristics, and carbon and nitrogen dynamics in soil irrigated with wastewater for different lengths of time*. Bioresour Technol 85:179–187.

REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. BOE» núm. 294, de 8 de diciembre de 2007.

REGLAMENTO (CE) NO 46/2003 de la Comisión de 10 de enero de 2003 por el que se modifican las normas de comercialización aplicables a las frutas y hortalizas frescas en lo que respecta a las mezclas de frutas y hortalizas frescas de diferentes especies contenidas en un mismo envase de venta.

SEGURA, M.L., CONTRERAS, J.I., SALINAS, R., LAO, M.T. 2009. *Influence of Salinity and Fertilization Level on the Nutrient Distribution in Tomato Plants under a Polyethylene Greenhouse in the Mediterranean Area*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 40 (1):498 – 513.

SEGURA, M.L., GRANADOS, M.R., MORENO, J., URRESTARAZU, M. 2004. *Response of greenhouse melon and tomato crops to wastewater fertirrigation*. Acta Hort. (ISHS) 633:391-396.

SERRANO, J.M., FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. 2007. *Influencia de la fecha de recolección y de la recirculación de la solución nutritiva en la calidad comercial del pimiento*. Actas Hort. 48:732-735.

SHAHALAM, A., ABU ZAHRA, B.M. AND JARADAT, A. 1998. *Wastewater irrigation effect on soil, crop and environment: A pilot scale study at Irbid, Jordan*. Water, Air ans Soil Pollution, 106(3-4):425-445.

TADESSE, T., NICHOLS, M., FISHER, K. 1999. *Nutrient conduction effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique. 2. Blossomn end rot and fruti mineral status*. New Zeal. J. Crop Hort. Sci. 27:239-247.

URRESTARAZU, M. 2004. *Tratado de cultivos sin suelo*. 3ª Edición. Ed. Mundi Prensa. Pp: 928.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (INIA. Proyecto INIA RTA2006-00032-00-00), Fondos Europeos FEDER y el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía).

TABLAS

Tabla 1. **Composición del agua de riego y disolución nutritiva.**

A_S: Agua subterránea, A_R: Agua regenerada

TRATAMIENTO	pH	C.E dS.m^{-1}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	N-NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	N-NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Ka^+	RAS
A_S 0NK	7,09	1,21	0,00	1,25	4,65	4,63	0,95	0,00	0,00	2,89	3,13	5,07	0,14	2,92	C_3S_1
A_R 0NK	8,30	2,11	0,00	6,60	8,93	5,25	0,34	0,37	3,27	4,82	4,24	11,09	0,64	5,21	C_3S_1
A_S 100NK		3,00	0,00	1,25	4,65	11,48	5,43	0,56	4,38	2,89	3,13	5,07	5,44		
A_R 100NK		3,19	0,00	6,60	8,93	11,45	3,48	0,63	6,33	4,82	4,24	11,09	5,44		

Clasificación Riverside

Tabla 2. **Rendimientos. Peso (g.m^{-2}) y Nº Frutos (número de frutos por m^2)**

	RENDIMIENTO COMERCIAL								RENDIMIENTOS NO COMERCIAL	
	[1]GG		G		M		Total			
	Peso	Nº Frutos	Peso	Nº Frutos	Peso	Nº Frutos	Peso	Nº Frutos	Peso	Nº Frutos
Tipo de agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AS	1244	4,6	2427	12,6	400	3,3	4070	20,5	5,3	0,12
AR	1603	5,7	2212	11,3	420	3,5	4236	20,5	8,8	0,10
Nivel fertilización (NK)	ns	ns	*	*	ns	ns	*	*	ns	ns
0NK	1433	5,4	2042b	10,1b	338	2,9	3813b	18,4b	11,5	0,20
100NK	1413	5,0	2597a	13,7a	482	4,0	4493a	22,7a	2,6	0,02
Interacción (A x NK)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1]Calibre de fruto; GG diámetro de fruto comprendido entre 90-110 mm, G: 70-90 mm, M: 50-70 mm. *significativo; ns: no significativo según Test MDS (P<0,05); En cada columna, letras diferentes a continuación de las medias indican diferencias significativas.

Tabla 3. **pH, acidez titulable (meq ácido cítrico), firmeza y sólidos solubles totales (ºBrix) del fruto de pimiento.**

PARÁMETRO	DDT[a]				
	0-78	79-103	104-150		Significación[b]
			Verde	- rojo	
pH del jugo del fruto					
Tipo de agua (A)	ns	ns	ns	ns	
A_S	5,43 AB	5,40 B	5,54 A	4,81 C	*
A_R	5,42 B	5,44 B	5,68 A	4,74 C	*
Nivel fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	
0NK	5,45 B	5,39 B	5,61 A	4,75 C	*
100NK	5,39 B	5,45 B	5,60 A	4,80 C	*
Interacción (A x F)	ns	ns	ns	ns	
Acidez titulable (meq ácido cítrico.L-1 jugo					
Tipo de agua (A)	ns	ns	ns	ns	
A_S	17,37 B	14,99 B	18,54 B	55,43 A	*
A_R	14,93 B	15,61 B	17,56 B	61,38 A	*
Nivel fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	
0NK	15,91 B	15,18 B	17,37 B	58,06 A	*
100NK	16,39 B	15,42 B	18,74 B	58,74 A	*
Interacción (A x F)	ns	ns	ns	ns	
Firmeza del fruto (kg cm-2)					
Tipo de agua (A)	ns	ns	ns	ns	
A_S	4,67	4,93	4,52	4,23	ns
A_R	4,92 A	4,91 A	4,60 A	3,83 B	*
Nivel fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	
0NK	4,84 A	4,74 A	4,55 A	3,87 B	*
100NK	4,75 AB	5,11 A	4,56 BC	4,18 C	*
Interacción (A x F)	ns	ns	ns	ns	
Sólidos solubles totales (ºBrix)					
Tipo de agua (A)	ns	ns	ns	ns	
A_S	4,49 B	4,58 B	4,99 B	8,23 A	*
A_R	4,69 B	4,79 B	5,10 B	8,88 A	*
Nivel fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	
0NK	4,67 B	4,63 B	4,98 B	8,49 A	*
100NK	4,51 B	4,74 B	5,11 B	8,61 A	*
Interacción (A x F)	ns	ns	ns	ns	

a: días después del transplante; b: significación estadística entre periodos de recolección; ns: no significativo; *: significativo. Letras mayúsculas en la misma fila indican diferencias significativas entre periodos de recolección a $P < 0,05$ según Test MDS.

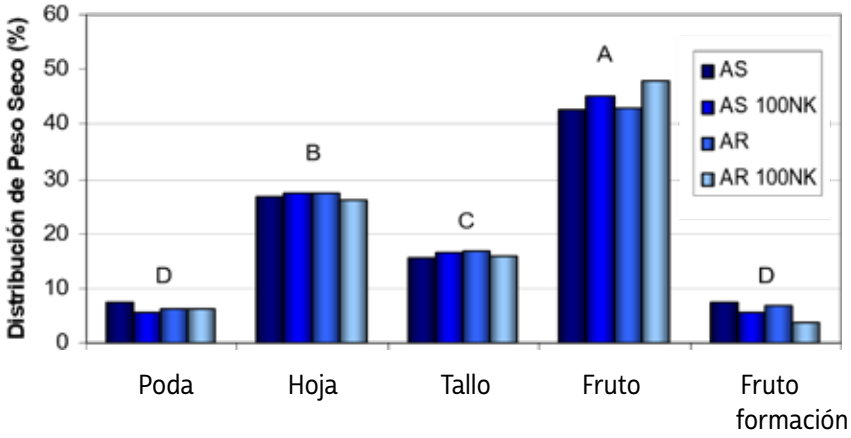
Tabla 4. **Peso seco (PS), y concentración de nutrientes absorbidos por la planta.**

	PS	ABSORCIÓN PLANTA ($G.M^{-2}$)				
	$g.m^{-2}$	N	P	K	Ca	Mg
Tipo de agua (A)	*	*	ns	ns	ns	ns
A_S	600b	15,5b	0,7	21,3	7,5	3,5
A_R	649a	16,5a	0,8	23,0	8,2	3,8
Nivel fertilización (NK)	*	*	*	*	ns	ns
0NK	588b	14,8b	0,7b	20,7b	7,4	3,5
100NK	661a	17,3a	0,8a	23,6a	8,3	3,9

ns: no significativo; *: significativo. Las medias con diferente letra en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según test MDS a P<0,05

FIGURAS

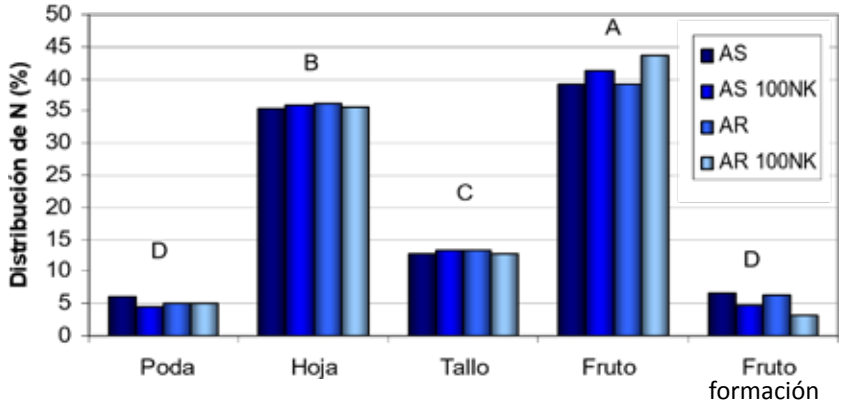
Figura 1. **Distribución del peso seco en la parte aérea de la planta.**



	Poda	Hoja	Tallo	Fruto	Fruto formación
Tipo de Agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns
A_S	6,55	27,07	16,06	43,91	6,40
A_R	6,26	26,80	16,29	45,48	5,18
Nivel de Fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	ns
0 NK	6,82	27,16	16,18	42,78	7,06
100 NK	5,99	26,71	16,17	46,61	4,52

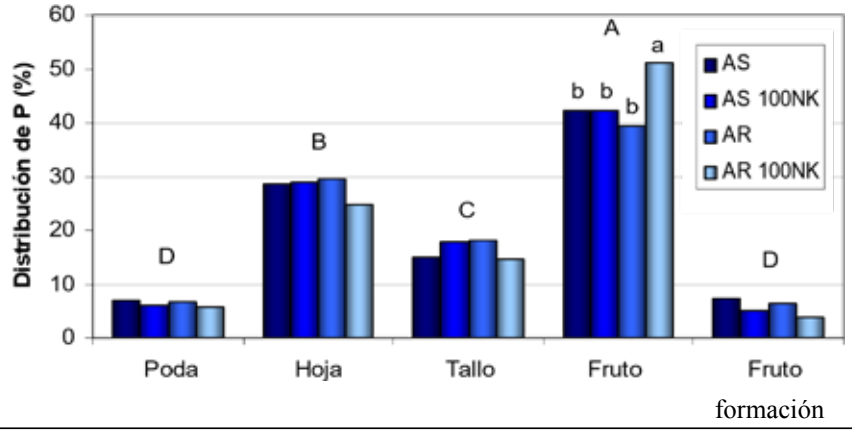
ns: no significativo, *: significativo; medias con letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos y medias con letras mayúsculas diferentes indican diferencias entre órganos de la planta según el test MDS a p<0,05

Figura 2. **Distribución de N total en la parte aérea de la planta. Análisis estadístico especificado en la Figura 1.**



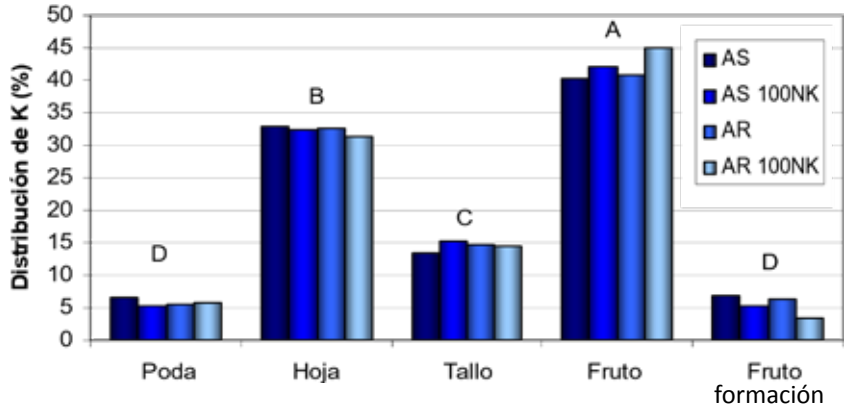
Tipo de Agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns
A_S	5,39	35,56	13,03	40,23	5,78
A_R	5,01	35,88	13,06	41,35	4,70
Nivel de Fertilización (F)	ns	ns	ns	*	ns
0 NK	5,59	35,72	13,07	39,14 b	6,49
100 NK	4,82	35,73	13,02	42,45 a	3,99

Figura 3. **Distribución de P total en la parte aérea de la planta. Análisis estadístico especificado en la Figura 1.**



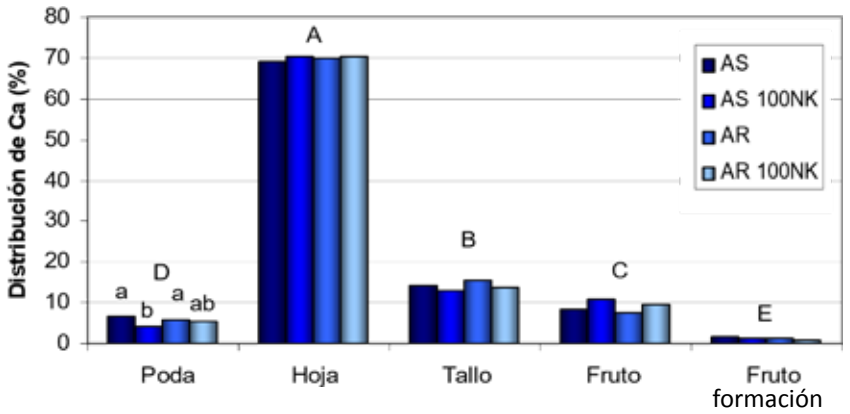
Tipo de Agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns
A_S	6,53	28,75	16,27	42,26	6,18
A_R	6,30	27,09	16,37	45,19	5,05
Nivel de Fertilización (F)	ns	ns	ns	*	ns
0 NK	6,88	29,14	16,51	40,73b	6,74
100 NK	5,95	26,70	16,13	46,73a	4,50

Figura 4. **Distribución de K total en la parte aérea de la planta. Análisis estadístico especificado en la Figura 1.**



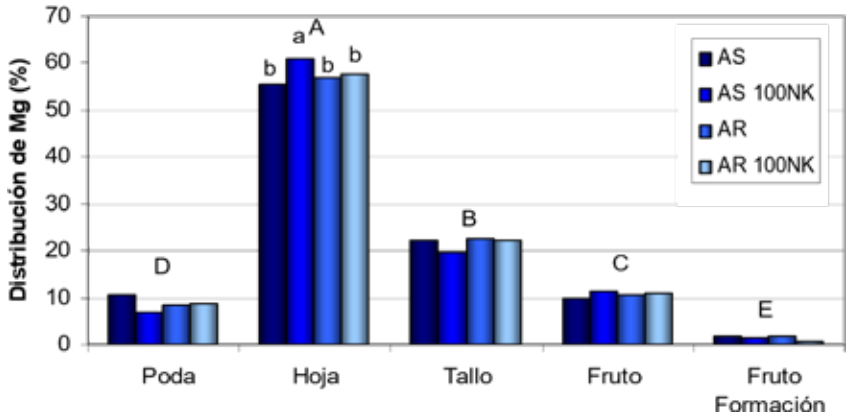
Tipo de Agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns
A_S	5,87	32,59	14,35	41,14	6,06
A_R	5,64	31,94	14,63	42,92	4,86
Nivel de Fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	ns
0 NK	5,99	32,76	14,13	40,50	6,62
100 NK	5,52	31,77	14,85	43,56	4,29

Figura 5. **Distribución de Ca total en la parte aérea de la planta. Análisis estadístico especificado en la Figura 1.**



Tipo de Agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns
A_S	5,47	69,72	13,63	9,69	1,49
A_R	5,59	70,14	14,64	8,66	0,97
Nivel de Fertilización (F)	*	ns	ns	ns	ns
0 NK	6,13	69,49	14,91	8,08	1,39
100 NK	4,94	70,37	13,36	10,27	1,07

Figura 6. **Distribución de Mg total en la parte aérea de la planta. Análisis estadístico especificado en la Figura 1.**



Tipo de Agua (A)	ns	ns	ns	ns	ns
A_S	8,66	58,02	20,99	10,64	1,68
A_R	8,64	57,19	22,32	10,66	1,19
Nivel de Fertilización (F)	ns	ns	ns	ns	ns
0 NK	9,46	56,06	22,42	10,25	1,81
100 NK	7,85	59,15	20,89	11,05	1,07

HACIA "CERO RESIDUOS" INORGÁNICOS EN LA CADENA DE VALOR AGROALIMENTARIA: UN ANÁLISIS DAFO EN EL SECTOR HORTÍCOLA INTENSIVO EN ALMERÍA

Sayadi, S.[1]*; Rodríguez, C. R.[1]; Rojas, F[1].; García, M. C.[2]; Parra, S.[2]; Parra, C.[1]

[1] IFAPA Centro Camino de Purchil (Granada). Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.
(*e-mail: samir.sayadi@juntadeandalucia.es)
[2] IFAPA Centro La Mojonera (Almería). Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

RESUMEN

La horticultura protegida de Almería está considerada como un ejemplo a nivel internacional de producción agraria por ser capaz de generar productos hortícolas de calidad y con todas las garantías de seguridad alimentaria, utilizando una mínima superficie y con un aprovechamiento muy eficiente de los recursos. Es un sector piloto a nivel internacional por su dinamismo, eficiencia y nivel tecnológico y se considera como un reto al que hacen referencia todos los informes de organismos internacionales en las previsiones para el año 2050. La horticultura almeriense tiene que ser también un ejemplo de aproximación a la bioeconomía circular, especialmente en el aprovechamiento y gestión sostenible de los residuos orgánicos y no orgánicos, así como en la utilización eficiente de los inputs y recursos utilizados. En este sentido, el proyecto REINWASTE tiene como objetivo fomentar la incorporación de productos o soluciones tecnológicas innovadoras, que permitan reducir o eliminar los residuos inorgánicos que suponen el 6% del total de residuos generados en el proceso productivo. Para ello, en base a revisión bibliográfica y grupos de discusión con agentes del sector se han determinado las Debilidades, Fortalezas, Amenazas y Oportunidades de este sector mediante un análisis estratégico DAFO. Los resultados confirman grandes oportunidades de mejora para conseguir una producción hortícola más eficiente, producir más con menos recursos y con un menor impacto medioambiental. Se trata de una necesidad de gestionar adecuadamente el flujo de residuos generados en el sector ya que constituyen un riesgo para la sostenibilidad económica, ambiental y social del modelo productivo actual de la cadena de valor hortícola.

Palabras clave: Residuos inorgánicos, bioeconomía circular, horticultura bajo abrigo, DAFO, Análisis estratégico. REINWASTE.

INTRODUCCIÓN

El concepto de bioeconomía apareció en la Unión Europea (UE) en 2005 como una rama de las ciencias de la vida, concretamente de la biotecnología, con el objetivo de transferir de manera eficaz los resultados de la investigación al mercado y a la sociedad como productos y servicios (Egea, 2018). Así, en 2012 la UE lanzó su estrategia de bioeconomía (EC, 2012) como respuesta a los retos sociales y ambientales que en Europa y el mundo se están afrontado. Desde un punto de vista práctico, la bioeoconomía es la producción basada en el conocimiento y la utilización de los recursos biológicos para proveer productos, procesos y servicios en todos los sectores (Börmemo, 2014). La economía circular trata de dar un paso más y es un concepto más amplio que ha sido propuesto como solución para minimizar el uso de inputs en los procesos productivos, así como los residuos que se generan de éstos (Velenturf, 2019), y se caracteriza por ser una economía reparadora y regenerativa que pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento (Ellen Mac Arthur Foundation, 2017). Así, los residuos generados en cualquier sector deben ser minimizados y, en los casos factibles, reutilizados y recuperados.

En este contexto, la horticultura protegida en Almería es un sector de gran importancia, ya que se trata de la primera provincia a nivel de exportaciones de frutas y hortalizas en Europa (Egea, 2018). Así, la superficie de invernaderos está por encima de las 35.000 ha, con unas 17.455 explotaciones y una superficie media de 2,0 ha. La información relativa a los residuos generados es, en muchas ocasiones, dispersa o inexistente, y este problema es aún mayor nos referimos a la fracción inorgánica. En general, dicha fracción representa aproximadamente el 6% del total de los residuos generados en este sector. Así, la proyección para 35,000 ha de superficie de cultivos hortícolas en invernaderos, estima que se producen más de 90.000 t y un volumen de 187.050 m^3 de residuos inorgánicos cada año. Para más detalles sobre los tipos de residuos, cantidades y volúmenes en dichos cultivos pueden verse Sayadi-Gmada *et al.*, (2019). Este trabajo se enmarca dentro del proyecto REINWASTE, que tiene como objetivo fomentar la incorporación de productos o soluciones tecnológicas innovadoras, que permitan reducir o eliminar los residuos inorgánicos

Asimismo, es conveniente destacar que el sector hortícola almeriense es un sector pionero, referente y modelo a seguir a nivel mundial en cuanto a producción, eficacia, innovación y compromiso de sus productores. Por ello, es de vital importancia la búsqueda de oportunidades de mejora que existen para conseguir una producción hortícola con menos residuos inorgánicos, es decir, hacer que el sector hortícola de invernadero de Almería se acerque más a los principios de la economía circular y por tanto hacerlo más sostenible desde el punto de vista social, económico medioambiental. Este trabajo presenta de manera sencilla, útil y ordenada, los resultados de un análisis estratégico DAFO de la situación actual y problemática de la gestión de residuos inorgánicos en el sector hortícola de invernadero en Almería.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar y delimitar las oportunidades y potenciales dificultades de la gestión de los residuos inorgánicos de este sector, se ha realizado un análisis estratégico DAFO (Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades) basado en información procedente de:

a. Entrevistas realizadas a 27 expertos, principalmente mediante reuniones "face-to-face". El número de expertos consultados es apropiado ya que se acepta comúnmente en investigación social que debe estar por encima de 17, ya que el error disminuye con cada experto extra añadido (García *et al.*, 2018).

b. Conclusiones procedentes de un "Open Innovation Lab" (Laboratorio de Innovación Abierta) que se realizó durante el mes de mayo de 2019 en Almería, en el que participaron también diversas empresas relacionadas del sector, administraciones públicas y organismos de investigación.

c. Una extensa revisión bibliográfica sobre este sector: revistas nacionales e internacionales, estadísticas nacionales y europeas (INE y FAOSTAT), informes, así como periódicos y revistas locales.

El DAFO es un enfoque que fue propuesto como una herramienta de análisis en los años 60 (Learned *et al.*, 1965) y que no produce una estrategia en sí, sino que genera muchas reflexiones e ideas pertinentes sobre las que puede basarse dicha estrategia.

Así, en este trabajo se presentan los resultados de dicho análisis, para identificar las fortalezas y debilidades de la gestión de los residuos inorgánicos generados en el sector hortícola de invernadero, así como las oportunidades y amenazas para establecer estrategias de actuaciones que se construyan sobre las fortalezas, supriman o minimicen las debilidades, desarrollen las oportunidades y disminuyan las amenazas. La lógica de este análisis se presenta en la *Tabla 1*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez revisada la información procedente de las fuentes anteriormente citadas, se presentan de forma resumida los principales resultados obtenidos del análisis DAFO relativo a la gestión de los residuos inorgánicos del sector hortícola de invernadero de Almería. La información se estructura en cuatro grandes apartados según la terminología del método: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

Factores internos: DEBILIDADES

- Alta dependencia de insumos del sistema de producción y, por consiguiente, la generación de grandes cantidades de residuos de diferente naturaleza.
- El carácter familiar y autónomo de las explotaciones familiares y, por consiguiente, la dificultad del pequeño horticultor de poder responder a la carga

añadida por las tareas de gestión de residuos (dedicación, coste, complejidad, etc.).

- Gran variedad y heterogeneidad de los residuos generados por la horticultura protegida.
- Poca disponibilidad de materiales alternativos a precios asequibles.
- Falta de experiencia en la aplicación de ciertos protocolos de residuos.
- Inexistencia de un sistema de gestión para el caso de los envases no retornables en la mayoría de las entidades.
- Problemática asociada a la gestión de la rafia convencional.
- Elevado coste y falta de características técnicas apropiadas en el caso de la rafia biodegradable
- Problemas de recepción estacionales de plástico fino en algunas plantas de gestión de residuos.
- Pérdida de la trazabilidad para el caso de algunos residuos inorgánicos, al no exigir el albarán que justifique la entrada en planta de éstos.
- Ausencia en el mercado de alternativas más respetuosas con el medio ambiente que sean viables en cultivos protegidos, tales como plásticos de cubierta, solarización, desinfección, etc., biodegradables.
- Falta de formación/información de los productores con respecto a la gestión de los residuos.

Factores internos: FORTALEZAS

- Presencia de gestores autorizados cercanos a las zonas de producción.
- Predisposición por parte de los productores para mejorar la gestión de los residuos inorgánicos.
- Aumento de la concienciación acerca de la problemática existente en cuanto a los residuos inorgánicos por parte de las entidades.
- Acuerdos de colaboración con gestores autorizados o con empresas de transporte autorizadas en la mayoría de las entidades.
- Presencia de puntos SIGFITO en la mayoría de las entidades.
- Certificación en normas de calidad agroalimentarias en todas las entidades.
- Innovaciones tecnológicas dirigidas a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos de producción en todas las entidades.
- Cierto nivel de asociacionismo en horticultura protegida que favorece la economía de escala en la gestión de los residuos.

Factores externos: OPORTUNIDADES

- Importantes mejoras en cuanto a características técnicas de la rafia biodegradable.
- Existencia de una política europea y nacional destinada a mejorar la utilización de residuos.
- Tendencias en la aplicación de la biotecnología en los procesos productivos y en la gestión integral de explotaciones
- Disponibilidad de ayudas que subvencionan el uso de rafia biodegradable en cultivos intensivos.
- Disponibilidad de ayudas que subvencionan el uso de maquinaria especializada, que tritura los restos vegetales para su incorporación al suelo, a la vez que separa la rafia.
- Valorización los residuos inorgánicos para la fabricación de combustibles y productos químicos.
- Creciente preocupación social por la problemática e impacto de los residuos generados en la cadena de valor agroalimentario.
- Creciendo demanda y disposición a pagar de los consumidores por productos generados por sistemas productivos más sostenibles.
- Diferenciación del producto ligados a atributos de calidad relativos a la gestión de los residuos "cero residuos" y obtención de mayor valor añadido y ventaja competitiva (oportunidad de mercado).
- Satisfacción de segmentos potenciales de demanda de consumidores y creación de oportunidades de mercado (consumo responsable, mercados nicho, etc.).
- Actuales tendencias de innovación e investigación orientadas hacia la valorización de los residuos, bioeconomía y economía circular.
- Existencia de GPS, SIG y teledetección para analizar la gestión y facilitar el seguimiento de la trazabilidad de los residuos.
- Mayor contribución de la horticultura intensiva al desarrollo sostenible, sostenibilidad ambiental y el bienestar social.

Factores externos: AMENAZAS

- Surgimiento de empresas de transporte no autorizadas que no gestionan de forma adecuada los residuos inorgánicos, produciéndose situaciones de abandono o de acopio de éstos en zonas no autorizadas.
- Desconfianza de algunos productores en que se lleve a cabo una gestión adecuada de los residuos inorgánicos por parte de las empresas gestoras, lo que deriva en el abandono a la incineración de éstos.

- Deterioro de la calidad ambiental y contaminación del suelo y agua.
- Impacto visual y estético negativo.
- Desprestigio del sector frente al resto de países, lo que podría traducirse en una disminución de las exportaciones con las consiguientes pérdidas económicas.
- Alta inversión requerida para la implementación de tecnologías innovadoras.
- Limitada eficiencia de control biológico de las plagas y enfermedades en los procesos productivos.
- Falta de líneas de investigación e innovación para la minimización de los residuos en origen.

CONCLUSIONES

La horticultura protegida de Almería se considera como un ejemplo internacional de producción agrícola eficiente porque es capaz de suministrar productos de hortícolas de alta calidad con todas las garantías de seguridad alimentaria, utilizando una mínima superficie y con uso muy eficaz de los recursos. Es un sector piloto y pionero por su dinamismo, eficiencia y nivel tecnológico. Sin embargo, la gestión de los residuos inorgánicos es un área en la que se necesitan realizar algunas mejoras para hacer este sector más "circular" desde el punto de vista ambiental y de la producción en toda la cadena de valor. Consecuentemente, es importante desarrollar estrategias que, aprovechando la importante y creciente concienciación social que existe respecto al tema de los residuos inorgánicos de los invernaderos (entre ellos los plásticos) engloben actuaciones y políticas para conseguir una producción hortícola aún más eficiente, produciendo más con una menor cantidad de residuos generados, ya que éstos constituyen un riesgo social, medioambiental y económica del modelo actual productivo. El objetivo final de la economía circular, que no es más que "cerrar el ciclo" de los procesos productivos aplicado al sector hortícola de invernadero en Almería y gestionar de forma más sostenible los residuos, es permitir generar oportunidades de negocio y diversificación económica, así como un aumento del potencial de creación de empleo y satisfacción de nuevos nichos de mercado a través de atributos de calidad ligados a "cero residuos" en todas las etapas de la cadena de valor hortícola.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la financiación recibida del Proyecto REINWASTE de la Comisión Europea, co-financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÖRMEMO. 2014. *Contribution of Crop Research to Covering the Bioeconomy's Demand for Raw Materials*. Bioeconomy Council Disponible online en: https://biobs.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/generated/files/policy/Bio%C3%B6konomie3%20-Contribution%20of%20Crop%20Research%20to%20Covering.pdf

EC. 2012. *European Commission Innovation for sustainable Growth, A Bioeconomy for Europe Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*; COM (2012) 60 final. Brussels 13/12/2012.

EGEA, F.J.; TORRENTE, R.G.: AGUILAR, A. 2018. *An efficient agro-industrial complex in Almería (Spain): Towards an integrated and sustainable bioeconomy model*. New Biotechnology 40: 103-112.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. 2015. *Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe*. Disponible online en: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-within_July15.pdf

GARCÍA, R.M.E.; LENA, A.F.J. 2018. *Application of the Delphi Method in the Design of a Quantitative Investigation on the FABLABS*. Revista de Metodologías de Ciencias Sociales. Disponible online en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6411277.pdf

SAYADI-GMADA, S.; ROCÍO RODRÍGUEZ-PLEGUEZUELO, C.; ROJAS-SERRANO, F.; PARRA-LÓPEZ, C.; PARRA-GÓMEZ, S.; GARCÍA-GARCÍA, M.C.; GARCÍA-COLLADO, R.; BEATRIZ LORBACH-KELLE, M; MANRIQUE-GORDILLO, T. 2019. *Inorganic Waste Management in Greenhouse Agriculture in Almeria (SE Spain): Towards a Circular System in Intensive Horticultural Production*. Sustainability 11(14), 37-82; https://doi.org/10.3390/su11143782

VELENTURF, A.P.M.; ARCHER, S.A.; GOMES, H.I.; CHRISTGEN, B.; BROTONS, A.J.L.; PRUNELL, P. 2019. *Circular economy and the matter of integrated resources*. Science of the Total Environment 689: 936-969.

CULTIVO EN INVERNADERO ECOLÓGICO DE SIETE CULTIVARES DE GUISANTE (*Pisum sativum*)

Martín, E.; Gómez, P.; Felipe, A.; García-García, M.C.

IFAPA Centro La Mojonera, Camino San Nicolás, 1, C.P. 04745, La Mojonera (Almería). Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía. juliom.gomez@juntadeandalucia.es

RESUMEN

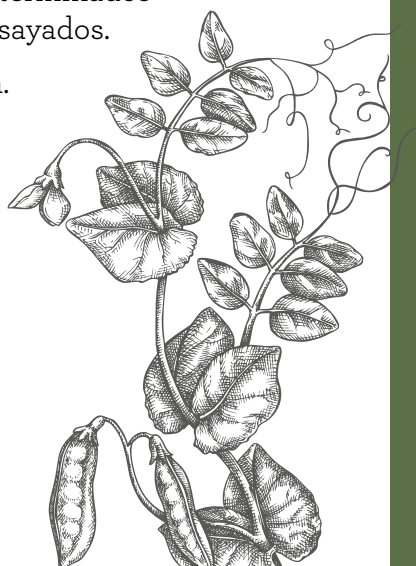
Según el nuevo reglamento de agricultura ecológica (EU) 2018/848, en cultivos en invernadero, se debe mantener o incrementar la fertilidad y la actividad biológica del suelo mediante cultivos a corto plazo de leguminosas y abonos verdes, así como mediante la aplicación de estiércol animal o materia orgánica de producción ecológica. Por este motivo, las leguminosas son un componente imprescindible en las rotaciones de cultivo en agricultura ecológica gracias a su papel mejorador de la fertilidad de los suelos, por la asociación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico.

El cultivo ecológico de guisantes bajo invernadero puede ser una alternativa interesante a los cultivos hortícolas protegidos convencionales en la provincia de Almería, ya que es un cultivo minoritario en los invernaderos del sudeste de España, y más aún en cultivo ecológico. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico en invernadero ecológico de diferentes cultivares de guisante.

El experimento se realizó en el Centro IFAPA La Mojonera (Almería), en invernadero tipo "raspa y amagado" de 800 m^2. La siembra se realizó el 25 de octubre de 2017, realizándose un ciclo otoño-invierno. Se ensayaron 7 cultivares comerciales de guisante (*Pisum sativum*), concretamente se utilizaron los cultivares Altesse, Ambassador, Buddy, Eddy, Jumbo, Lincoln y Zircon, evaluándose la producción y los parámetros físico-químicos y nutricionales de calidad de los frutos.

Los resultados muestran que no se obtuvieron diferencias significativas en la producción; pero sí se encontraron diferencias significativas en determinados parámetros de calidad entre los diferentes cultivares de guisante ensayados.

Palabras clave: Leguminosas, diversificación, producción ecológica.



INTRODUCCIÓN

Según el nuevo reglamento de agricultura ecológica (EU) 2018/848, en cultivos en invernadero, se debe mantener o incrementar la fertilidad y la actividad biológica del suelo mediante cultivos a corto plazo de leguminosas y abonos verdes, así como mediante la aplicación de estiércol animal o materia orgánica de producción ecológica. Por este motivo, las leguminosas son un componente imprescindible en las rotaciones de cultivo en agricultura ecológica gracias a su papel mejorador de la fertilidad de los suelos ya que, por la asociación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico favoreciendo la productividad de los cultivos. Además, se ha demostrado que las plantas que fijan nitrógeno simbióticamente son capaces de asimilar mayores cantidades de CO_2, ejerciendo este hecho un efecto positivo frente al cambio climático. Otros efectos beneficiosos agronómicos de las leguminosas son la mejora en la estructura del suelo, su capacidad de romper ciclos de enfermedades y plagas, así como el papel que juegan favoreciendo la biodiversidad de nuestros ecosistemas (Clemente, 2016).

Por otro lado, numerosos estudios evidencian los beneficios que presenta el consumo de leguminosas en la salud humana (Arnoldi *et al.*, 2015; Delgado-Andrade *et al.*, 2016), siendo uno de los pilares de la dieta mediterránea. Son una valiosa fuente de proteínas (Rubio y Molina, 2016), reducen los niveles de presión arterial y de colesterol en sangre (Bazzano *et al.*, 2011), tienen un elevado contenido en fibra soluble que ha sido relacionada con una mejora en salud gastrointestinal (Fernández *et al.*, 2015; Simpson y Campbell, 2015) y, recientemente, las investigaciones apuntan a que las legumbres pueden jugar un papel importante en la prevención y tratamiento de la diabetes (Jenkins *et al.*, 2012).

En Almería, donde más de un tercio de la superficie invernada se dedica al cultivo de tomate y algo menos de otro tercio al cultivo de pimiento, el cultivo ecológico de guisantes bajo invernadero puede ser una alternativa interesante a los cultivos hortícolas protegidos convencionales, ya que es un cultivo minoritario en los invernaderos del sudeste de España, y más aún en cultivo ecológico.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico en invernadero ecológico de diferentes cultivares de guisante.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo tuvo lugar en el Centro IFAPA La Mojonera, en invernadero "raspa y amagado" con estructura metálica y cubierta de polietileno, suelo enarenado y con una superficie de 800 m^2. Empezando el 25 de octubre de 2017 mediante siembra directa con 2 semillas por golpe, a un marco de plantación de 1 m por 0,5 m, y finalizó el 25 de abril de 2018.

Se eligieron siete cultivares comerciales de guisante (*Tabla 1*) y se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar con 4 repeticiones para cada una de los cultivares evaluados.

Las técnicas culturales, fitosanitarias (con preferencia de control biológico) y de fertirrigación que se realizaron cumplían las directivas europeas de producción ecológica y se certificó por el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE).

La fertilización se realizó mediante un abonado de fondo con compost de estiércol (0,85 kg m^{-2}) y fertirrigación a lo largo del ciclo de cultivo. Realizando el fertirriego en función del nivel de humedad del suelo medido mediante tensiómetros, fertirrigando cuando se alcanzaba una tensión de ≈ -20 kPa, con un volumen de fertirriego de 3 L m^{-2}. El cabezal de riego estaba compuesto por un programador con inyectores venturis, tres tanques de abonado y una inyectora, utilizándose los fertilizantes que se muestran en *Tabla 2*.

Se determinó la producción de fruto y parámetros de calidad física (peso, longitud, anchura, diámetro, firmeza y color), química (solidos solubles, pH y acidez titulable) y nutricional (vitamina C y fenoles totales) de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

La producción total obtenida para cada uno de los cultivares se muestra en la *Figura 1*, pudiéndose observar que estuvo comprendida entre los 1,88 kg m^{-2} del cultivar Jumbo y los 1,40 kg m^{-2} del cv. Zircón. Si bien, no se obtuvieron diferencias significativas entre cultivares.

Parámetros físicos

En la *Tabla 3* pueden verse los valores de peso, longitud y anchura de vaina, así como el diámetro de grano obtenidos en los frutos de cada cultivar. El peso medio de vainas osciló entre 9,9 y 12,3 gramos, excepto para el cultivar Ambassador que fue el que menor peso obtuvo (5,2 gramos) mostrando diferencias significativas con el resto de cultivares. También se aprecian diferencias significativas entre los diferentes cultivares en los parámetros de longitud y anchura de vaina, así como en el diámetro de grano.

La firmeza de los granos obtenidos en los distintos cultivares no mostraron diferencias significativas entre ellos (*Tabla 4*), oscilando entre 26,1 Newton (cv. Ambassador) y 45,5 Newton (cv. Altesse). En cuanto a los parámetros de color (Croma y ºHue) de vaina y grano los valores obtenidos fueron similares en los distintos cultivares, existiendo solamente diferencias significativas entre cultivares en el parámetro ºHue de las vainas.

Parámetros químicos

El contenido en sólidos solubles, expresado en ºBrix, de los granos se muestra en la *Figura 2*, observándose que osciló entre 18,87 ºBrix (cv. Altesse) y 15,07

ºBrix (cv. Ambassador), sin obtenerse diferencias significativas entre los cultivares ensayados. El pH osciló entre 7,13 (cv. Ambassador) y 6,82 (cv. Eddy), también sin diferencias significativas entre cultivares (*Figura 3*). Mientras que los valores de acidez titulable oscilaron entre 0,18 % ácido cítrico (cv. Altesse, Eddy y Zircon) y 0,12 % ácido cítrico (cv. Ambassador) (*Figura 4*), aunque sin diferencias significativas entre cultivares.

Parámetros nutricionales

La *Figura 5* representa el contenido en ácido ascórbico, principal componente de la vitamina C, de los diferentes cultivares de guisante evaluados. Se observan diferencias significativas entre cultivares oscilando entre 54,44 mg ácido ascórbico 100 ml zumo^{-1} (cv. Altesse) y 42,15 mg ácido ascórbico 100 ml zumo^{-1} (cv. Lincoln).

En cuanto al contenido en fenoles totales, en la *Figura 6* puede verse que el cultivar Lincoln fue el que presentó mayor contenido en fenoles totales (429,04 mg kg M.F.$^{-1}$) mostrando diferencias estadísticamente significativas con el resto de cultivares estudiados.

CONCLUSIONES

El cultivo de guisante es una alternativa interesante para su utilización en la rotación y diversificación de cultivos en invernadero ecológico. Los siete cultivares ensayados se desarrollan correctamente y tienen buenas producciones.

Morfométricamente de los siete cultivares ensayados, el cultivar que presenta menor tamaño y peso de vainas es el cv. Ambassador.

Los siete cultivares ensayados presentan unos parámetros de calidad química de frutos similar, con un alto contenido en solidos solubles (ºBrix).

Los siete cultivares ensayados presentan unos parámetros de calidad nutricional de frutos con alto contenido en ácido ascórbico (vitamina C) y fenoles totales, siendo el cv. Lincoln el que mayor concentración de fenoles presentó.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARNOLDI, A.; ZANONI, C.; LAMMI, C.; BOSCHIN, G. 2015. *The role of grain legumes in the prevention of hypercholesterolemia and hypertension*. Critical Reviews in Plant Sciences (34): 144-168.

BAZZANO, L.A.; THOMPSON, A.M.; TEES, M.T.; NGUYEN, C.H.; WINHAM, D.M. 2011. *Non-soy legume consumption lowers cholesterol level: a meta-analysis of randomized controlled trials*. Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases 21 (2): 94-103.

CLEMENTE, A. 2016. *El año internacional de las legumbres*. Mol (16): 70-75.

DELGADO-ANDRADE, C.; OLÍAS, R.; JIMÉNEZ-LÓPEZ, J.; CLEMENTE A. 2016. *Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana*. Arbor 192 (779): 313.

FERNÁNDEZ, J.; REDONDO-BLANCO, S.; VILLAR, C.; CLEMENTE, A.; LOMBÓ, F. 2015. *Healthy effects of prebiotics and their metabolites against intestinal diseases and colorectal cancer*. AIMS Microbiology (1): 48-71.

JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C. W. C.; AUGUSTIN, L. S. A.; MITCHELL, S.; SAHYE-PUDARUTH, S.; BLANCO MEJIA, S.; CHIAVAROLI, L.; MIRRAHIMI, A.; IRELAND, C.; BASHYAM, B.; VIDGEN, E.; DE SOUZA, R.J.; SIEVANPIPER, J.; COVENEY, J.; LEITER, L.A.; JOSSE, R. G. 2012. *Effect of legumes as part of a low glycemic index diet on glycemic control and cardiovascular risk factors in type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial*. Archives of Internal Medicine, 172 (21): 1653-1660.

RUBIO, L. A.; MOLINA, E. 2016. *Las leguminosas en alimentación animal*. Arbor, 192 (779): 315.

SIMPSON, H.L., CAMPBELL, B.J. 2015. *Dietary fibre-microbiota interactions*. Alimentary Pharmacology and Therapeutics 42 (2): 158-179.

TABLAS

Tabla 1. **Listado de cultivares comerciales de guisantes evaluados.**

CULTIVAR	CASA COMERCIAL
Altesse	Ramiro Arnedo
Buddy	Ramiro Arnedo
Lincoln	Ramiro Arnedo
Jumbo	Ramiro Arnedo
Ambassador	Tozer
Zircon	Tozer
Eddy	Batlle

Tabla 2. **Listado de fertilizantes utilizados para la fertirrigación del cultivo.**

FERTILIZANTES UTILIZADOS
Calcio quelatado
Microelementos
Ácidos húmicos
Sulfato Potásico
Sulfato Magnesico
Aminoácidos

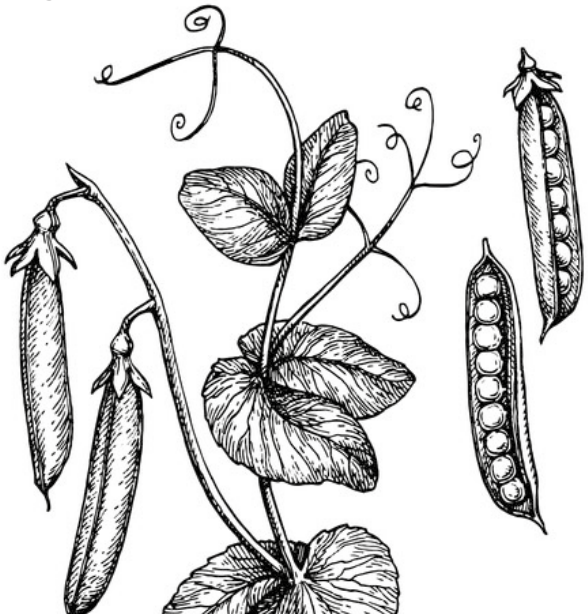


Tabla 3. **Parámetros físicos (peso, longitud y anchura de vaina y diámetro de granos) obtenidos en cada uno de los cultivares. Letras distintas en la misma columna reflejan diferencias significativas para un p ≤ 0,05 (Test LSD).**

	Peso vaina	Longitud vaina	Anchura vaina	Diámetro grano
	(g)	(mm)	(mm)	(mm)
Altesse	11,5 a	117,4 a	18,5 a	10,8 ab
Ambassador	5,2 b	75,8 d	13,0 d	9,3 bc
Buddy	12,1 a	92,7 cd	15,2 b	10,5 ab
Eddy	11,1 a	112,5 ab	16,6 bc	10,6 ab
Jumbo	9,9 a	108,3 abc	15,7 c	10,7 ab
Lincoln	10,1 a	98,8 bc	16,2 bc	8,9 c
Zircon	12,3 a	104,4 abc	17,8 ab	11,7 a

Tabla 4. **Firmeza de grano (Newton) y parámetros de color (Croma y °Hue) de vaina y granos obtenidos en cada uno de los cultivares. Letras distintas en la misma columna reflejan diferencias significativas para un p ≤ 0,05 (Test LSD).**

	Firmeza grano	Color vaina		Color grano	
	(N)	(C*)	(°Hue)	(C*)	(°Hue)
Altesse	45,5 a	27,8 a	110,5 ab	23,5 a	109,0 a
Ambassador	26,1 a	23,1 a	110,4 ab	25,6 a	109,4 a
Buddy	36,4 a	22,2 a	109,7 bc	25,4 a	108,9 a
Eddy	30,1 a	21,7 a	110,9 a	24,1 a	109,6 a
Jumbo	26,4 a	22,8 a	111,1 a	28,5 a	108,0 a
Lincoln	35,8 a	22,9 a	109,6 bc	24,8 a	108,0 a
Zircon	38,1 a	23,6 a	109,2 c	24,2 a	109,1 a

FIGURAS

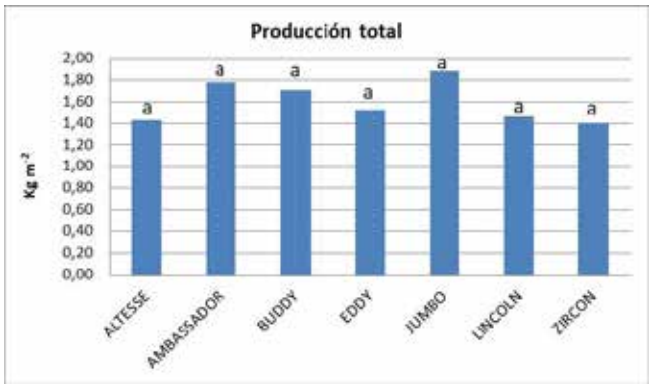


Figura 1. **Producción total (Kg m^{-2}) obtenida en cada uno de los cultivares evaluados. Letras distintas en las columnas reflejan diferencias significativas para un p ≤ 0,05 (Test LSD).**

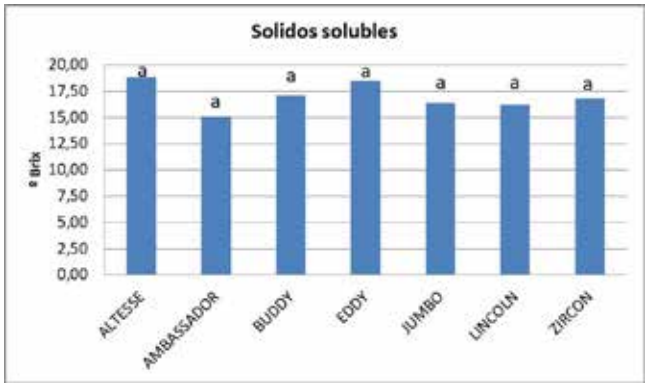


Figura 2. **Contenido en sólidos solubles, expresado en ºBrix, de los granos en cada uno de los cultivares evaluados. Letras distintas en las columnas reflejan diferencias significativas para un p ≤ 0,05 (Test LSD).**

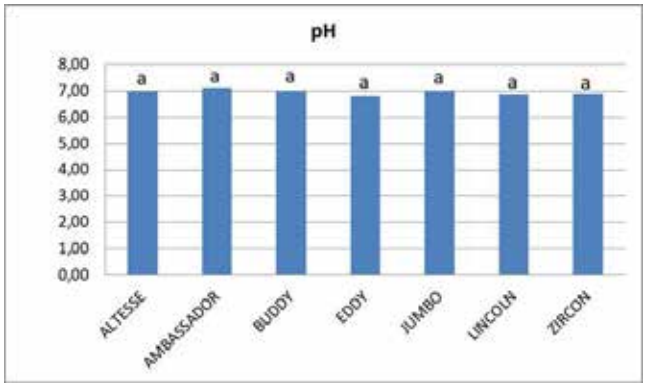


Figura 3. **pH de los granos en cada uno de los cultivares evaluados. Letras distintas en las columnas reflejan diferencias significativas para un p ≤ 0,05 (Test LSD).**

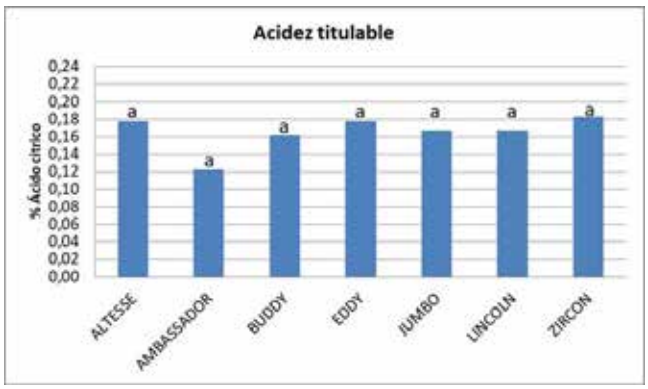


Figura 4. **Acidez titulable, expresada como % de ácido cítrico, de los granos en cada uno de los cultivares evaluados. Letras distintas en las columnas reflejan diferencias significativas para un p ≤ 0,05 (Test LSD).**

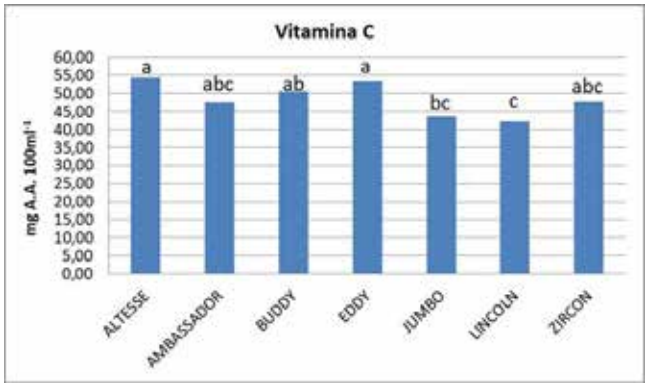


Figura 5: **Contenido en vitamina C, expresada como contenido en ácido ascórbico, de los granos en cada uno de los cultivares evaluados. Letras distintas en las columnas reflejan diferencias significativas para un $p \leq 0,05$ (Test LSD).**

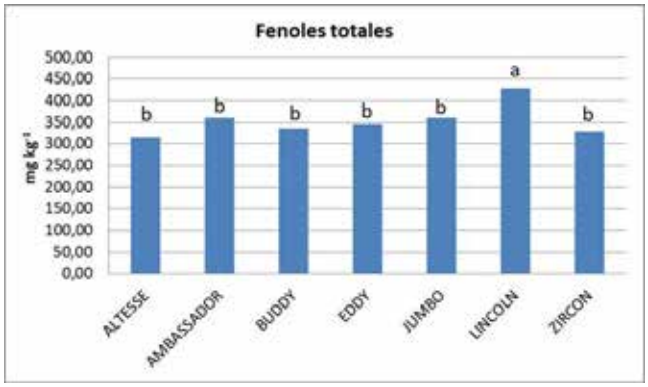
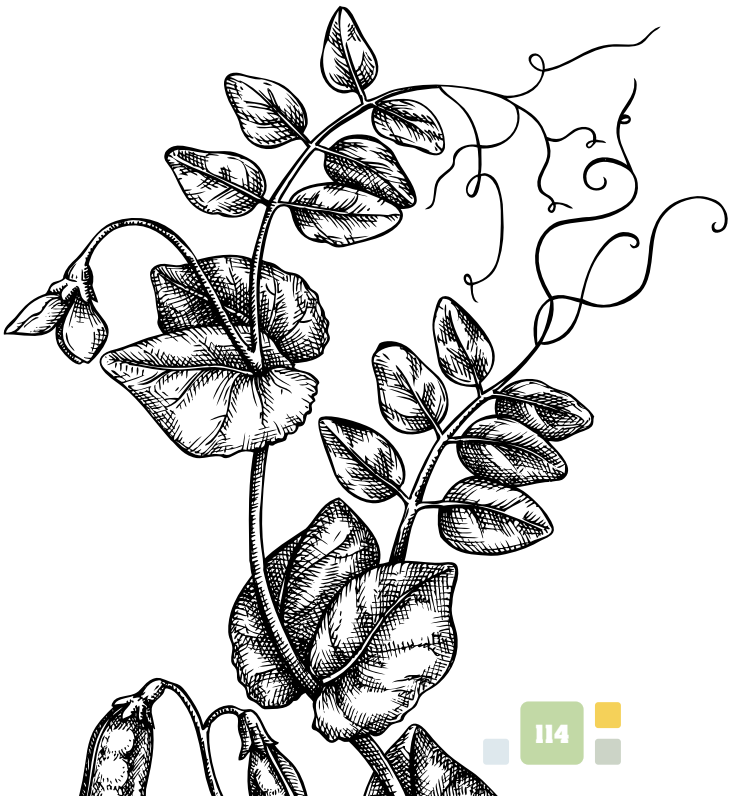


Figura 6: **Contenido en contenido en fenoles totales (mg kg M.F.$^{-1}$), de los granos en cada uno de los cultivares evaluados. Letras distintas en las columnas reflejan diferencias significativas para un $p \leq 0,05$ (Test LSD).**



EL CULTIVO DEL PUERRO (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*) EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ MEDIANTE SISTEMAS DE MANEJOS CONVENCIONAL VS. SOSTENIBLE

Vela-Delgado, M.D.[1], Nieto-Valenzuela, A.[2], Acosta-Rodríguez, V.[1], Macías, F.J.[3]

*[1]IFAPA Rancho de la Merced, Chipiona, Cádiz. Camino Esparragosa s/n. 11550 mdolores.vela@juntadeandalucia.es
*[2]Cultiva Experiencias Aut., Jerez de la Frontera, Cádiz.
*[3]Mercado Montilla, S.L. Sanlúcar de Barrameda, Cádiz.

RESUMEN

El cultivo del puerro en Andalucía se concentra principalmente en la provincia de Cádiz, representando el 49,5 % de las hectáreas dedicadas al cultivo (CAPDR, 2018) y siendo uno de los productos hortícolas que han experimentado un aumento progresivo en su valor económico. La mayor intensificación del cultivo se encuentra dentro de "zonas vulnerables" por contaminación de nitratos, teniendo la necesidad de actuar mediante programas y manejos del cultivo que contemplen, entre otras medidas, la limitación de aplicación de fertilizantes nitrogenados al terreno, manteniendo un equilibrio entre los requerimientos del cultivo y el nitrógeno disponible en suelo.

Para conseguir estos objetivos, se planteó durante las campañas 2017 y 2018 una comparativa entre estrategias de cultivo convencional y sostenible, con la finalidad de minimizar al máximo el uso del nitrógeno sin merma en la producción.

Siguiendo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y superficie mínima de 500 m^2 se dispusieron comparativamente los cvs 'Duratón' y 'Megatón' (Nunhems), y 'Gigante de Bulgaria, Vela' (Ramiro Arnedo), para el primer año y 'Duranton', 'Vela' en segundo año, con densidades de 180.000 plantas·ha^{-1} y 250.000 plantas · ha^{-1}, respectivamente.

Los parámetros evaluados fueron, peso total de diez unidades de puerros limpios y calibrados a longitud 50 cm, diámetro, longitud del fuste, º Brix, materia seca y unidades totales de nitrógeno aportadas según manejo de cultivo, para cada uno de los cvs. estudiados, manejo, densidad y campaña.

Los cvs. 'Duraton', 'Vela' y 'Megatón', obtuvieron los mayores resultados en manejo convencional vs. sostenible para los valores medios de longitud de fuste, calibre y peso, siendo los más productivos 'Duraton' y 'Megaton'. Los resultados obtenidos según densidades no presentaron diferencias entre ellos, si, en cambio, el aporte de unidades de fertilizantes de nitrógeno (UF N) para la campaña 2017, en sistema convencional 110 UF N y sostenible 97 UF N, en campaña 2018 en convencional 181 UF N y sostenible 54 UF N.

Es posible realizar un cultivo de puerro rentable, sin aportes elevados de nitrógeno, teniendo en cuenta que el efecto de manejo 'sostenible' vs 'convencional', ha determinado diferencias en parámetros específicos analizados: compuestos fenólicos, aniones y cationes, ácidos orgánicos y compuestos volátiles (sulfóxidos), siendo objeto de estudio en otros proyectos de investigación.

Este proyecto ha sido financiado por Fondos Europeos de Desarrollo Regional a través de Transforma PP.TRA.TRA201600.17

Palabras clave: Zonas vulnerables, fertilizantes orgánicos

INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas agrarias del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en 2018, la superficie nacional del cultivo de puerros ascendía aproximadamente a 3.000 ha, con una producción media de 81.285 Tm y con tendencia al alza por su evolución positiva en los mercados extranjeros. Por Comunidades Autónomas, Castilla y León (781 ha) y Andalucía (602 ha), son las que mayor superficie destinan a este cultivo, siendo Segovia (522 ha), Cádiz (373 ha), Valladolid (168 ha) y Sevilla (134 ha), las más importantes.

En Cádiz, el cultivo del puerro ocupa un papel fundamental entre las hortalizas cultivadas al aire libre. Concretamente en la 'Costa Noroeste de Cádiz', la producción intensiva de esta y otras hortalizas alcanzan altos rendimientos, pero ha dado lugar a una importante contaminación de las aguas subterráneas por nitratos procedentes de la fertilización, en ocasiones desmedida e incontrolada. Los análisis realizados en masas de aguas subterráneas han arrojado valores de concentraciones máximas de nitratos de 325,39 $mg \cdot l^{-1}$, cuando los objetivos medioambientales establecen un valor límite 50 $mg \cdot l^{-1}$ en aguas de estas características.

El Decreto 36/2008 designa las zonas en esta situación como vulnerables y establece las medidas a adoptar contra la contaminación por nitratos de origen agrario, Orden de 18 de noviembre de 2008, por el que se aprueba el programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía (BOJA n º 157, 2009). (*Figura 1*)

Para impedir el aumento de los niveles medios de nitratos en estas zonas productoras vulnerables, es necesario concienciar al agricultor de un uso sostenible de los fertilizantes nitrogenados, adaptando los aportes realizados a los requerimientos nutricionales del cultivo, y por consiguiente reducir los lixiviados y posterior contaminación de las aguas subterráneas por nitratos.

En base a esta situación, una de las iniciativas llevadas a cabo fue generar conocimiento a partir de estudios comparativos sobre insumos y vulnerabilidades en dos sistemas de producción, un sistema más sostenible y medioambientalmente seguro frente al sistema convencional, mediante la reducción del uso de

fertilizantes y fitosanitarios y del marco de plantación.

El objetivo de este ensayo fue evaluar mediante el seguimiento en campo, para dos campañas, un cultivo de puerros siguiendo dos manejos de cultivo 'convencional' vs. 'sostenible', atendiendo a un manejo eficiente de fertilizantes, con el propósito de producir rendimientos viables. Los conocimientos obtenidos permitirán ajustar las dosis de abonado para este cultivo en la citada zona vulnerable a contaminación de las aguas subterráneas por nitratos de origen agrario, reduciendo el impacto sobre las aguas subterráneas, así como ajustar el marco de plantación que permita mantener los rendimientos en la producción deseados.

MATERIAL Y METODOS

Los ensayos fueron realizados en un campo experimental localizado en el Centro IFAPA Racho de la Merced, sede de Chipiona, Cádiz, de 1000 m2 de superficie, durante las campañas 2017 y 2018. Las características de los suelos cultivados atienden a una textura franco-arenosa (arcilla 10 %: arena 75%: limo 15%); pH 7,5; conductividad eléctrica 3,6 $dS \cdot m^{-1}$ contenido en materia orgánica 1,90 % y capacidad de intercambio catiónico 12,6 meq/100 g.

Los cultivares escogidos para realizar los ensayos presentan una buena adaptación al mercado en fresco, ser aptos para siembras precoces, tener resistencia a subida a flor, hoja ancha, color verde medio y fuste de longitud media entre 18 y 25 cm.

Los abonados según el tipo de tratamiento 'convencional' vs. 'sostenible', así como dosis y composición, se presentan en la *Tabla 1*, diferenciándose estos, según campañas, atendiendo a las siguientes características:

Campaña 2017

Las plántulas procedentes de semilleros Cristalplant, fueron trasplantadas al terreno el 30 de enero y recolectadas el 1 de junio de 2017, completando un ciclo de 122 días. Los cultivares ensayados 'Duratón' y 'Megatón' (Nuhmens) y 'Gigante de Bulgaria' (Ramiro Arnedo), fueron plantados a una densidad de 26,6 plantas$\cdot m^{-2}$ con una separación de 60 cm entre líneas y 6 cm entre plántulas.

Los tratamientos ensayados, según manejo de cultivo fueron:

- Convencional- se aplicó un abonado de fondo a base de estiércol de gallinaza y posteriormente se abonó con fosfato monoamónico, nitrato potásico y urea, resultando un total de 110,6 UF de Nitrógeno.
- Sostenible- se incorporó en fondo Floranid® Permanent y mediante el riego; Nuphos®, Chamae®, Seiland®, Excalibur®, Terrasei®, Multisei® y Bacteria® N-P, total de 96,7 UF de Nitrógeno aportadas.

Campaña 2018

El trasplante se realizó el 2 de febrero y la recolección el 6 de junio con un ciclo de cultivo de 125 días en campo. Los cvs. de puerro utilizados fueron 'Duratón' y 'Gigante de Bulgaria', con dos factores de densidad variables (41,7 y 26,7 plantas·m^{-2}) con separación entre líneas de 40 ó 60 cm y 6 cm entre plántulas, distribuidos aleatoriamente, según repetición, densidad y bloque.

Las dosis de abonado aplicadas en los tratamientos ensayados fueron las siguientes:

- Convencional- incorporación en fondo de Floranid® Permanent, fosfato monoamónico, nitrato potásico y urea, total 181 UF de Nitrógeno aportadas.
- Sostenible- En fondo, incorporación de Bioagenasol®, mediante riego aportes de Fosmax® ECO, Excalibu®r, Nutrichem® ECO, Complex® Aid, sumando un total de 54,26 UF de Nitrógeno.

Tras la recolección, según campañas '2017-2018', tipo de manejo 'convencional' vs 'sostenible', 'cultivar' y 'densidad', se tomaron datos de: producción o rendimiento, como valores medios de 10 unidades de puerros limpios y cortados a longitud 50 cm, según normas de mercado local y comercialización, además de longitud de fuste (cm) que es la parte aprovechable del puerro o parte blanca y alargada y grosor o calibre (cm). Otros parámetros de calidad, también fueron evaluados: nitratos, º Brix y materia seca. Todos los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente, mediante el programa Statistix 9.0®.

RESULTADOS Y DISCUSION

Campaña 2017

Los rendimientos medios obtenidos por el manejo 'convencional' fueron mayores y significativos con respecto a los obtenidos en el manejo 'sostenible', con incremento en 0,87 kilogramos. Sin embargo, no hubo diferencias entre los cultivares ensayados en rendimientos. Los calibres y fuste mayores se obtuvieron para el manejo 'convencional', siendo el cv. 'Gigante' el de mayor calibre, no existiendo diferencias en la longitud del fuste entre los cultivares ensayados. Los valores de º Brix obtenidos, resultaron ser mayores en 'sostenible' (12,98) y cv. 'Gigante' (13,16), no existiendo grandes diferencias entre los datos analizados de materia seca y nitratos. (*Tabla 2*)

Campaña 2018

Los rendimientos obtenidos por 10 unidades de puerros, fueron significativamente mayores en la técnica 'convencional' y el cv. 'Duratón', en 0,64 y 0,84 Kilogramos respectivamente, pero no se observaron diferencias entre el factor 'densidad'. La misma tendencia fue observada para el calibre, 0,29 y 0,89 cm. Los

valores de longitud de fuste no presentaron diferencias significativas respecto a las técnicas de manejo, ni según densidades o variedades empleadas. Los parámetros analizados de º Brix, materia seca y nitratos, experimentaron la misma tendencia, no siendo significativos entre los factores analizados, manejo, densidad y cultivar. Concluyendo, solo el rendimiento y el calibre, fue significativo para el manejo convencional y el cv. 'Duraton'. (*Tabla 3*)

Aunque los mayores rendimientos, en ambas campañas, se obtuvieron para 'convencional', las producciones obtenidas con un manejo 'sostenible' son viables económicamente, y por tanto, es posible cultivar de forma sostenible con una menor aportación de fertilizantes nitrogenados, como se constata en las campañas 2017 con una reducción de 14 U.F de nitrógeno y 2018 con una importante reducción de 126,7 U.F. de nitrógeno. El cv. 'Duratón' expresó, en 2018 las mejores producciones. Y el º Brix, fue mayor en el manejo 'sostenible' para la campaña 2017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA. 2018. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MAROTO BORREGO, J.V., BAIXAULI SORIA, C. y col. 2017. *Cultivos hortícolas al aire libre*. Serie Agricultura 13. Cajamar Caja Rural. Pp 223-236.

NUEZ, F., LLÁCER, G., y col. 2001. *La Horticultura Española*. Ediciones de Horticultura, S.L. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas SECH. Pp 212 – 214.

Página WEB: Cartografía de las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos agrario: **www.juntadeandalucia.es/medioambiente/mapwms/REDIAM**

TABLAS

Tabla 1. **Fertilizantes aplicados según manejos 'convencional' vs 'sostenible'.**

	NOMBRE COMERCIAL	COMPOSICIÓN	DOSIS	UF DE NITRÓGENO
Convencional 2017	Estiércol de gallinaza	(1,3-1-0)	5000 Kg ha^{-1}	6,5
	Fosfato monoamónico	(12-60-0)	240 Kg ha^{-1}	28,8
	Nitrato potásico	(13-0-46)	190 Kg ha^{-1}	24,7
	Urea	(46-0-0)	110 Kg ha^{-1}	50,6
			Total	**110,6 UF N**
Sostenible 2017	Floranit® permanent (Compo)	17-7-15 + (MgO) + (S) + ME	500 Kg ha^{-1}	85
	Sol- Plex Nuphos® (Alltech)	(0-20-20) fósforo de alta asimilación	40 L ha^{-1}	0
	Chamae® (NPC)	(0,30-0,36-0,36)	200 L ha^{-1}	0,60
	Seiland® (Seipasa)	11,6 % N+ 6% aa	12 Kg ha^{-1}	1,4
	Multisei® (Seipasa)	(36,6 % MO + 4,5 N)	60 L ha^{-1}	2,7
	Terrasei ® (Seipasa)	Equilibrio (7-7-7)	100 L ha^{-1}	7
	Excalibur® (Fervalle)	Extracto húmico 27%	50 L ha^{-1}	0
			Total	**96,7 UF N**
Convencional 2018	Floranit® permanent (Compo)	16-7-15 + (MgO) + (S) + ME	500 Kg ha^{-1}	80
	Fosfato monoamónico	(12-60-0)	120 Kg ha^{-1}	14,4
	Nitrato potásico	(13-0-46)	100 Kg ha^{-1}	13
	Urea	(46-0-0)	160 Kg ha^{-1}	73,6
			Total	**181 UF N**
*Sostenible 2017	Bioagenasol® (Agrana)	(5,5-2,5-1,5) Enmienda orgánica	800 Kg/ha	44
	Fosmax Eco	Extracto húmico 27 %	50 L ha^{-1}	0
	Nutrichem Eco	(6,1-0,5-2,8)	156 L ha^{-1}	9,5
	Excalibur ® (Fervalle)	Bioestimulante ecológico con extracto húmico 27%	35 L ha^{-1}	0
	Complex AID ® (Alltech)	(2-0-0) Aminoácidos de fermentación enzimática	38 L ha^{-1}	0,76
			Total	**54,26 UF N**

* abonos certificados ecológicamente

Tabla 2. **Resultados obtenidos en los ensayos de puerros. Campaña 2017.**

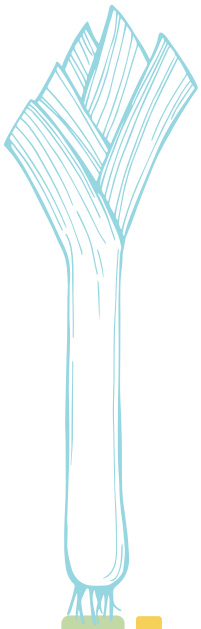
	TÉCNICA DE MANEJO		CULTIVAR		
	Convencional	Sostenible	Gigante B.	Duratón	Megatón
Rendimiento Kg de 10 unidades	3,68 [a]	2,81 [b]	3,06 [a]	3,40 [a]	3,28 [a]
Calibre (cm)	3,08 [a]	2,79 [b]	3,13 [a]	2,86 [b]	2,81 [b]
Fuste blanco (cm)	12,92 [a]	9,97 [b]	11,36 [a]	11,46 [a]	11,52 [a]
º Brix	9,75 [b]	12,98 [a]	13,16 [a]	11,2 [b]	9,73 [c]
Materia Seca (%)	16,7 [a]	15,1 [a]	16,3 [a]	17,2 [a]	13,4 [a]
Nitratos (mg Kg^{-1})	163 [a]	< 100 [a]	< 100 [a]	< 100 [a]	< 100 [a]
Ca (ppm)	95 [b]	147 [a]	145 [a]	106 [b]	110 [b]
K (ppm)	2.089 [a]	1.789 [b]	1.866 [a]	1.950 [a]	2.000 [a]

Se indican con la misma letra los tratamientos que no presentan diferencias significativas según el test de MDS al 5 %.

Tabla 3. **Resultados obtenidos en los ensayos de puerro. Campaña 2018.**

	TÉCNICA DE MANEJO		DENSIDAD		CULTIVAR	
	Convencional	Sostenible	60 cm	40 cm	Gigante B.	Duratón
Rendimiento Kg de 10 unidades	2,21 [a]	1,57 [b]	2,06 [a]	1,72 [a]	1,47 [b]	2,31 [a]
Calibre (cm)	2,33 [a]	2,04 [b]	2,26 [a]	2,10 [a]	1,74 [b]	2,63 [a]
Fuste blanco (cm)	10,16 [a]	9,93 [a]	10,52 [a]	9,57 [a]	10,95 [a]	9,15 [b]
º Brix	12 [a]	13,2 [a]				
Materia Seca (%)	27,7 [a]	27,4 [a]				
Nitratos (mg Kg^{-1})	192 [a]	163 [a]				

Se indican con la misma letra los tratamientos que no presentan diferencias significativas según el test de MDS al 5 %.



FIGURAS

Figura 1. **Zonas vulnerables de Cádiz, contaminación por nitratos de aguas subterráneas.**

Figura 2. **Fotografías. Cultivos de puerros, técnica, densidad y variedades, campañas 2017 – 2018.**

EL CULTIVO DE LA ZANAHORIA EN COSTA NOROESTE DE CÁDIZ: ENSAYOS DE TÉCNICAS DE CULTIVO CONVENCIONAL FRENTE A SOSTENIBLE

Vela-Delgado, M.D.[1], Nieto-Valenzuela, A.[2], Acosta-Rodríguez, V.[1], Macías, F.J.[3]

*[1]IFAPA Rancho de la Merced, Chipiona, Cádiz. Camino Esparragosa s/n. 11550 mdolores.vela@juntadeandalucia.es
*[2]Cultiva Experiencias Aut., Jerez de la Frontera, Cádiz.
*[3]Mercado Montilla, S.L. Sanlúcar de Barrameda, Cádiz.

RESUMEN

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia y consumo a nivel mundial, siendo en España una de las más cultivadas, con una superficie aproxima de 7.000 ha, dónde Cádiz y Sevilla representan el 41 % de esa superficie. (MAPA, 2018)

Los consumidores le otorgan un gran valor nutricional, por ser una excelente fuente de vitaminas y minerales, poseer grandes cantidades de hidratos de carbono y beta-carotenos así como vitaminas del grupo B y E.

El mercado agroalimentario europeo es cada vez más exigente, demandando productos con un mayor valor añadido desde el punto de vista medioambiental y protección de la salud. El objetivo de este ensayo, fue realizar un estudio integrado sobre la incidencia del uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, en un cultivo de zanahorias, en una explotación agrícola del municipio de Chipiona, determinando el comportamiento agronómico (rendimiento) y calidad intrínseca (º Brix, nitratos y materia seca), para dos sistemas de manejo del cultivo 'convencional' frente a 'sostenible' en la campaña 2018/19, atendiendo a las necesidades del mercado y contribuir a un mayor desarrollo económico sostenible, y control de los niveles de nitratos en los productos hortícolas exportados, minimizando su impacto sobre el medio ambiente.

Para ello, se realizaron ensayos comparativos de sistemas de manejos 'convencional' vs. 'sostenible' para un cultivo de zanahoria tipo Nantesa cv. 'Soprano' (Vilmorin), en una finca experimental del IFAPA mediante distribución de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 500 m^2.

Se evaluaron los parámetros, peso total con hojas (PT con hojas), peso total sin hojas (PT sin hojas), y se calibraron según categorías Extra y Primera además de calidad intrínseca y control de los abonos aportados, seleccionando para el manejo sostenible, los certificados ecológicamente.

Los mayores resultados se obtuvieron para el manejo sostenible, con un aumento de la producción total y comercial del 9 %, siendo las unidades fertilizantes de

nitrógeno aportadas según manejo de: 160 UF N en convencional y 55 UF N en sostenible, concluyendo que el manejo sostenible además de aportar significativamente menos UF de N al suelo, aumenta la producción comercial en un 9%.

Este proyecto ha sido financiado por Fondos Europeos de Desarrollo Regional a través de Transforma PP.TRA.TRA201600.17

Palabras clave: Nitrógeno, fertilizantes ecológicos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la superficie del cultivo de zanahorias en Andalucía, está experimentando un aumento de un 10 % con respecto a campañas anteriores, siendo la provincia de Cádiz (2.687 ha) la mayor productora a nivel andaluz y nacional por delante de otras provincias españolas como Valladolid (1.116 ha) y Segovia (1.076 ha).

Esta hortaliza, en Andalucía, se concentra principalmente en la provincia de Cádiz con un 74%, seguida de Sevilla, con el 18%. El resto de provincias andaluzas representan menos del 2,5% de la superficie. Entre los principales destinos, Francia (27%), Alemania (26%) y Países Bajos (21%), con un aumento del 33% de las exportaciones con respecto a la campaña 2016/17. Todas estas características unidas al aumento del valor unitario en los mercados internacionales, la hacen ser una de las hortalizas más cultivadas en la zona.

Pero la horticultura intensiva de 'Costa Noroeste de Cádiz' se caracteriza por ser una actividad agrícola que ha propiciado que las aguas subterráneas sean susceptibles de sufrir contaminación por nitratos procedentes de fertilizantes minerales y otros insumos. De acuerdo con las analíticas realizadas en esta masa de agua en los últimos cuatro años (2010-2015), se han alcanzado concentraciones máximas de nitratos de 325,39 $mg \cdot l^{-1}$, incumpliendo así el objetivo medioambiental de tener concentraciones inferiores a los 50 $mg \cdot l^{-1}$, en aplicación del Decreto 36/2008 por el que se designan las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario (Orden de 18 de Noviembre de 2008, por el que se aprueba el programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía, BOJA n.º 157, 13 de agosto 2009, Zonas vulnerables de Andalucía) (*Figura 1*).

En el escenario tendencial elaborado por la Dirección General del Agua (DGA) se observa como los niveles medios de nitratos pueden ir creciendo, si en las zonas vulnerables, como es la nuestra, no se establecen programas de actuación que contemplen, entre otras medidas, la limitación de aplicación de fertilizantes minerales al terreno, manteniendo un equilibrio entre los requerimientos del cultivo y el nitrógeno disponible en el suelo. Otro problema que nos afecta, aunque en menor grado, es el progresivo deterioro de la calidad de las aguas con la aparición de nitratos, consecuencia de las prácticas agrícolas (explotación

desordenada y uso abusivo de fertilizantes). Por ello, uno de los grandes retos planteados fue, generar conocimiento mediante estudios sobre los impactos y vulnerabilidades, en función de los insumos consumidos por sistemas más sostenibles y medioambientalmente más seguros y alternativos frente a los convencionales, pudiendo dirigir mejores esfuerzos e inversiones a la minimización y el uso de fertilizantes y fitosanitarios.

El objetivo de este ensayo fue evaluar mediante el seguimiento en campo y la toma de datos de producciones y parámetros de calidad, un cultivo de zanahorias siguiendo dos manejos de cultivo 'convencional' vs. 'sostenible', atendiendo a un manejo eficiente de fertilizantes, con el propósito de producir zanahorias con rendimientos económicamente aceptables. Los conocimientos obtenidos en este estudio permitirán ajustar las dosis de abonado de este cultivo en la citada zona vulnerable a contaminación de las aguas subterráneas por nitratos de origen agrario, reduciendo el impacto sobre las aguas subterráneas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un campo experimental de 1.000 m^2 de superficie y localizado en el Centro IFAPA Rancho de la Merced, sede de Chipiona, Cádiz, (36º44'56"N 6º24'06"W), (*Figura 2*). El suelo del campo experimental es franco-arenoso (criterios USDA 84% arena: 10% limo: 6% arcilla), pH 7,7, conductividad eléctrica 3,8 $dS \cdot m^{-1}$ y 0,5% de materia orgánica y dotadas de buen drenaje, características idóneas para cultivar zanahorias.

Se preparó el terreno, mediante dos pases cruzados de rotavator con posterior pase de conformador y preparación de lomos de anchura 0,80 m, pasillos de 0,20 m y distribución de semillas en cuatro líneos por lomos, mediante sembradora manual, hasta densidad 1,5 $millones \cdot ha^{-1}$. El cultivar de zanahoria seleccionado de tipo Nantesa, fue 'Soprano' de la casa comercial Vilmorin, semi precoz para siembras tempranas, de follaje sólido y color verde oscuro, con alto rendimiento comercial y alta resistencia a alternaria, oidio, picado (*cavity spot*) y buen comportamiento frente a subida de flor y aptitud comercial tanto para manojos como deshojadas. La parcela fue dividida en dos subparcelas de 500 m^2 para realizar de forma independiente el manejo 'convencional' y 'sostenible' distribuyéndose cada una en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones.

Se realizaron dos tratamientos diferenciados desde el inicio del cultivo para el aporte de fertilizantes y manejos (*Tabla 1*):

- **Convencional:** Dos aplicaciones con Floranit® Permanent, la primera mediante abonado de fondo antes de la siembra y la segunda en cobertera a los 35 días a razón cada una de 500 $Kg \cdot ha^{-1}$.
- **Sostenible:** abonado de fondo con Bioagenasol® a razón de 1000 $Kg \cdot ha^{-1}$ y mediante aplicación por riego, Excalibur®, Complex Aid®, Solplex-K® y Bulhnova®, a intervalos de 7 – 10 días según fenología y necesidades del cultivo.

El ciclo del cultivo fue de 120 días, desde la fecha de siembra, 6 de febrero hasta recolección, 4 de junio de 2019, procediéndose a la toma de muestras de un metro cuadrado por bloque, repetición y tipo de manejo, con posterior evaluación de la producción según parámetros.

La toma de datos se obtuvo midiendo por cada parcela elemental y repetición un metro cuadrado (0,80 x 1,20): peso total con hojas (PT con hojas), peso total sin hojas (PT sin hojas) y calidad comercial según medidas de longitud y diámetro de cada raíz, diferenciando entre categoría extra (diámetro > 2 – 4 cm, Longitud > 12 cm), categoría I (diámetro = 2-1,5 cm, Longitud = 12 - 10 cm) y destrío (raíces enfermas, deformes o fuera de calibre), además de º Brix, materia seca y nitratos, que son los tres parámetros más controlados para destino a uno de los mercados más restringidos como es la alimentación infantil, en dónde la zanahoria es una de las hortalizas base en los preparados alimenticios (Reglamento UE nº 1258/2011 de la Comisión de 2 de diciembre de 2011 que modifica el Reglamento (CE) nº 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de nitratos en los productos alimenticios).

Los resultados obtenidos de las parcelas distribuidas según diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, fueron analizados estadísticamente utilizando el software Statistix 9.0®, evaluando la diferencia significativa entre los datos y el nivel de significación entre diferentes manejos (análisis de las medias y test LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evaluados se encuentran en la *Tabla 2* y *Tabla 3*, teniendo en cuenta que según:

- **Producción Total:** El tratamiento 'sostenible' registró los valores mayores con respecto al tratamiento 'convencional', siendo estos significativos, con una diferencia de 3,2 $kg \cdot m^{-2}$ y aumento de la producción total del 8,4%.
- **Producción Comercial:** las raíces lavadas y peladas obtuvieron mayores pesos para el tratamiento 'sostenible' vs 'convencional' y con diferencias entre los manejos de 2,33 $kg \cdot m^{-2}$, con un incremento de 7,9 % con respecto al total producido.
- **Categorías Extra, Primera y Destrío:** se observa la misma tendencia. En Extra, 'sostenible' obtuvo los mayores resultados (11,518 $kg \cdot m^{-2}$) frente a 'convencional' (10,045 $kg \cdot m^{-2}$), no en cambio en categoría Primera, sin diferencias entre tratamientos y Destrío, donde se registraron valores mayores en 'sostenible' (1,865 $kg \cdot m^{-2}$) frente al 'convencional' (0,942 $kg \cdot m^{-2}$).
- **Precocidad:** El seguimiento en campo con respecto a la fecha de recolección favorable para las zanahorias, constataron que las raíces 'sostenibles' finalizaron su ciclo productivo 15 días antes frente a las del tratamiento 'convencional', experimentando un adelanto de dos semanas en la fecha de recolección.

- Los parámetros de calidad evaluados no fueron significativos para ninguno de los tratamientos ensayados, pero hubo evidencias de mayores valores observados por el tratamiento 'convencional' en ºBrix (7,13 %), materia seca (11,7 %) y menor en nitratos (< 100 mg/Kg).

CONCLUSIONES

Para concluir, en el manejo 'sostenible' se ha minimizado el aporte de nitratos en 105 UF de nitrógeno, se ha incrementado la producción total en 3,2 $kg \cdot m^{-2}$, con aumento de la producción comercial y se ha observado un adelanto de la recolección de raíces en dos semanas frente al tratamiento 'convencional'. Sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas con respecto a los parámetros de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

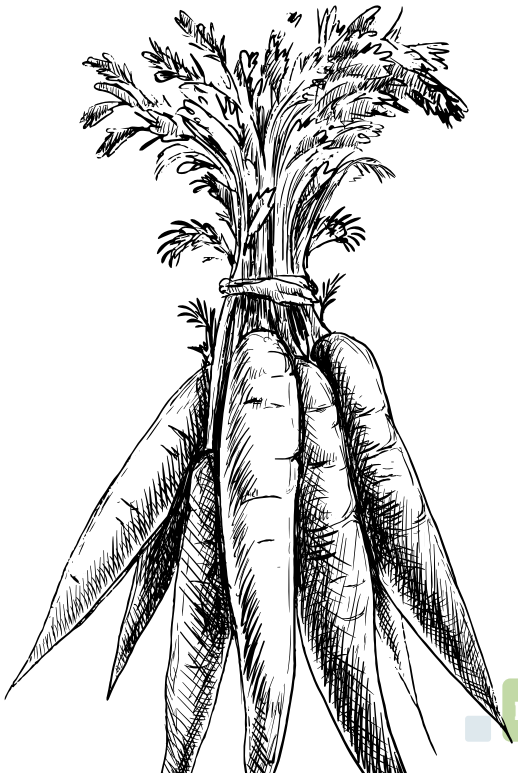
Anejo 8. Objetivos medioambientales y exenciones. Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate. Apéndice 8.3. Fichas de excepciones y prorrogas de las masas de agua subterránea. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. 2009. Junta de Andalucía.

Guía práctica. La Zanahoria. Edita Casa Comercial Vilmorin.

MAROTO BORREGO, J.V., BAIXAULI SORIA, C. Y COL. 2017. *Cultivos hortícolas al aire libre*. Serie Agricultura 13. Cajamar Caja Rural. Pp 111-129.

NUEZ, F., LLÁCER, G., Y COL. 2001. *La Horticultura Española*. Ediciones de Horticultura, S.L. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas SECH. Pp 247-250.

Página web del Observatorio de precios y mercados de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. 2019 Junta de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio



TABLAS

Tabla 1. **Fertilizantes aplicados según manejos 'convencional' vs 'sostenible'.**

Abonados	Nombre Comercial	Composición	Dosis	UF de Nitrógeno
Convencional	Floranit® permanent (Compo)	16-7-15 + (2 MgO) + (9 S) + ME	1.000 Kg/ha	160 UF N
			Total	**160 UF N**
Sostenible	Bioagenasol ® (Agrana)	5,5-2,5-1,5 Enmienda orgánica	1000 Kg/ha	55 UF N
	Excalibur ® (Fervalle)	Bioestimulante ecológico con extracto húmico 27%	10 L/ha	0 UF N
	Complex AID® (Alltech)	2-0-0 Aminoácidos de fermentación enzimática	20 L/ha	0,4 UF N
	Solplex- Nuphos ® (Alltech)	0-0-10 Potasa de alta asimilación	5 L/ha	0 UF N
	Bulhnova ®(Probelte)	*Azospirillum brasilense* cepa M3 *Pantoea dispersa* cepa C3 (Bacterias fijadoras de N y solubilizadoras del P)	15 L/ha	0 UF N
			Total	**55,40 UF N**

Tabla 2. **Cultivo de Zanahorias: Producción media en Kg·m $^{-2}$ según calidad y rendimiento, Campaña 2019.**

Tratamientos	Peso total (con hoja)	Peso total (sin hoja)	Categoría Comercial		
			Extra	Primera	Destrío
Convencional	17,358^{b}	13,560^{b}	10,045^{a}	2,572^{a}	0,942^{b}
Sostenible	20,558^{a}	15,885^{a}	11,518^{a}	2,502^{a}	1,865^{a}

Se indican con la misma letra los tratamientos que no presentan diferencias significativas según el test de MDS al 5 %.

Tabla 3. **Parámetros de calidad evaluados en zanahorias.**

Tratamientos	Grados Brix (%)	Materia Seca (%)	Nitratos (mg/Kg)
Convencional	7,13^{a}	11,7^{a}	< 100^{a}
Sostenible	6,21^{a}	10,6^{a}	113^{a}

Se indican con la misma letra los tratamientos que no presentan diferencias significativas según el test de MDS al 5 %.

FIGURAS

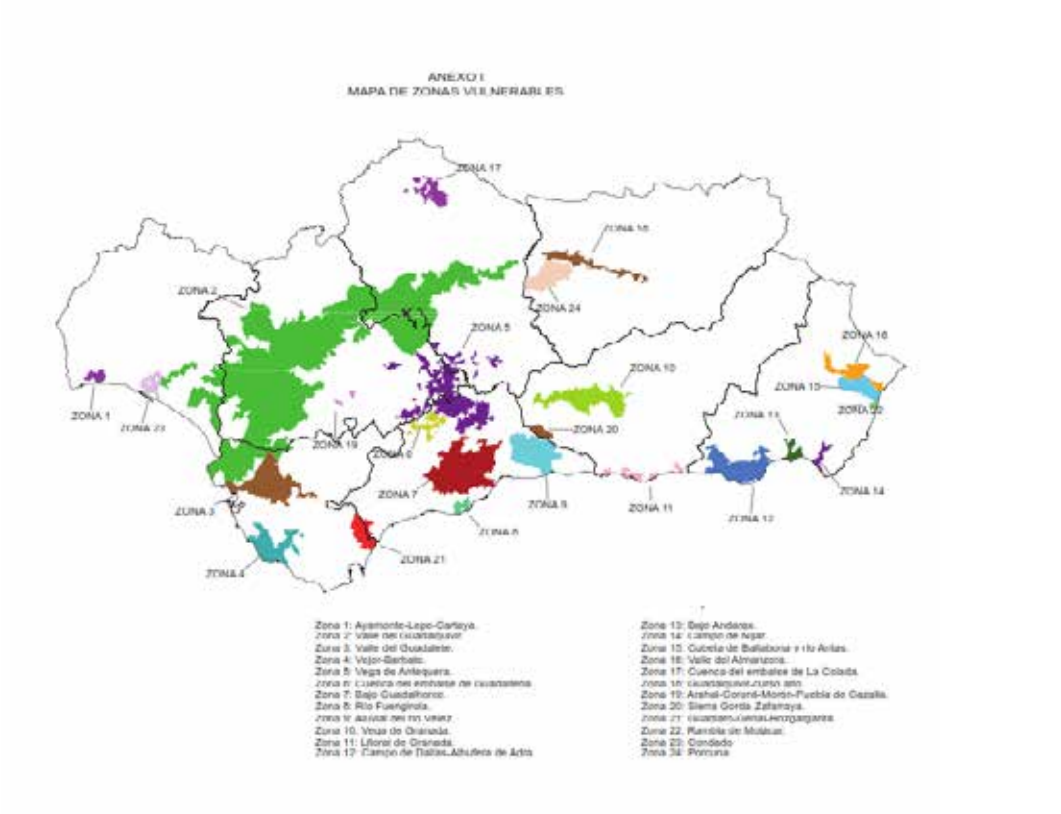
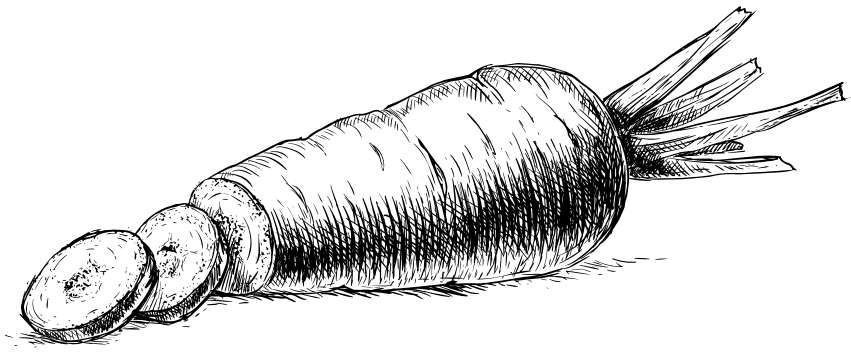


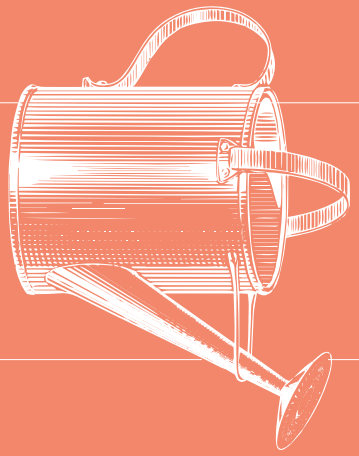
Figura 1. **Zonas vulnerables de Andalucía, contaminación por nitratos de aguas subterráneas.**

Figura 2. **Localización del campo experimental donde se realizó el ensayo en IFAPA Rancho la Merced, sede Chipiona, parcela número 76.15.**

Figura 3. **Ensayos en campo: zanahorias 'convencional' vs 'sostenible'.**



SESIÓN TÉCNICAS DE RIEGO



USO DE ELECTROTENSIÓMETROS PARA MEJORAR EL MANEJO DEL RIEGO EN SUELO EN CULTIVOS HORTÍCOLAS INTENSIVOS

Alonso López, F.; López Segura, J.G.; Contreras París, J.I.; Cánovas Fernández, G. y Baeza Cano, R.
Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), 04745 La Mojonera, Almería.
f.alonso@juntadeandalucia.es

RESUMEN

En los últimos años el sector hortícola intensivo almeriense está mostrando un creciente interés por mejorar la gestión del fertirriego. Las principales razones son: la sobreexplotación y contaminación por nitratos de los acuíferos, principal sustento hídrico del sistema productivo; la presión de los mercados por reducir el impacto ambiental de la actividad agrícola y la pérdida de rentabilidad de las explotaciones como consecuencia del incremento que han experimentado los precios del agua y los fertilizantes. Para mejorar la eficiencia del fertirriego la programación del riego juega un papel determinante porque permite ajustar el consumo del agua y los fertilizantes a las necesidades del cultivo. Desde finales de los 80, los enormes avances en la electrónica y tecnologías de la información han dado lugar a importantes progresos en el desarrollo, disponibilidad y aplicación de sensores para su uso en la programación del riego y la automatización. La automatización del riego empleando tensiómetros es una opción viable a nivel de parcela que, entre otras ventajas, ofrece la posibilidad de regar de acuerdo a las características individualizadas de invernaderos y cultivos. Sin embargo, su éxito se deberá principalmente al establecimiento de un valor umbral de potencial matricial del suelo adecuado a partir del cual se inicie el riego y este valor umbral depende de la especie de cultivo, estado de desarrollo del mismo, de las condiciones evaporativas y de la textura del suelo. El objetivo de este ensayo fue analizar el efecto de distintas estrategias de riego, basadas en el nivel de potencial matricial del suelo (Ψm) sobre la productividad del agua (PA) y la eficiencia en el uso de los nutrientes (EUN) en pimiento cultivado en invernadero con control automático de riego. Se compararon tres tratamientos con diferentes niveles de Ψm: T-10, T-20 y T-10,-20. En este último tratamiento el valor de Ψm establecido fue de -10 kPa desde el inicio del ciclo de cultivo hasta que Kc fue máxima, momento en el que se sustituyó por -20 kPa hasta el final del ciclo. Los resultados muestran que los valores más elevados de PA y EUN se lograron con los tratamientos donde el Ψm establecido para activar el riego fue más bajo: T-20 y T-10,-20. El tratamiento T-10 redujo significativamente la PA y la EUN. Cabe destacar que a efectos de rendimientos productivos los tratamientos T-20 y T-10,-20 mostraron diferencias significativas entre ambos. T-10,-20

produjo un 19,5% más de cosecha comercial que T-20, igualando la producción de T-10 por lo que, la estrategia de riego en la que se estableció un cambio de nivel de Ψm en función del estado de desarrollo del cultivo resultó ser la mejor a efectos de realizar un riego más eficiente en el uso del agua y los nutrientes, maximizando la producción.

Palabras clave: *Capsicum annuum L.*, automatización del riego, sensores humedad del suelo, cultivo protegido, productividad del agua, eficiencia en el uso de los nutrientes.

INTRODUCCIÓN

En áreas que presentan escasez de recursos hídricos, como es el caso del sureste español, resulta imprescindible maximizar la productividad del agua. La producción hortícola intensiva desarrollada en la zona litoral de la provincia de Almería, con una superficie invernada de 31.614 ha (Junta de Andalucía, 2018), resulta ser eficiente en el uso de este recurso frente a otros sistemas productivos. A pesar de lo anterior, este sector necesita mejorar el manejo del fertirriego de las explotaciones. Su principal recurso hídrico, de origen subterráneo, presenta un deterioro en términos de cantidad y de calidad cada vez mayor, debido a la sobreexplotación generalizada, a la salinización y a la contaminación por nitratos de sus acuíferos. Además, existe una presión creciente de los mercados por reducir el impacto ambiental de esta actividad agrícola y la pérdida de rentabilidad de las explotaciones es cada vez mayor como consecuencia del incremento que han experimentado los precios del agua y los fertilizantes.

Aunque se ha producido un gran ascenso en la incorporación de sistemas automáticos para la gestión de la fertirrigación, la decisión de cuánto y cuándo regar se sigue haciendo, en un porcentaje muy alto, en base a la experiencia del propio agricultor.

El empleo de sensores para la programación del riego ofrece la posibilidad de regar de acuerdo a las características individualizadas de invernaderos y cultivos. Además, puede proporcionar un ajuste de mayor precisión de la frecuencia de riego a las necesidades del cultivo en cada momento del ciclo, reduciendo al mínimo las pérdidas de agua por drenaje a capas más profundas. Numerosos trabajos de investigación realizados en condiciones de invernadero y suelo enarenado han demostrado la viabilidad del uso del tensiómetro para la programación del riego. Además de la alta precisión de la medida del estado hídrico del suelo tiene un bajo coste, simplicidad de uso y las medidas no están influenciadas ni por la temperatura ni por la salinidad, como sí ocurre con otros equipos de medida del contenido del agua en el suelo. Su rango de trabajo normalmente no es una limitación en este tipo de suelos generalmente húmedos. Sin embargo, cuando se quiere emplear para la automatización del riego es necesario determinar previamente el valor de potencial matricial del suelo adecuado para cada especie, fase de desarrollo y condiciones de cultivo.

El objetivo de este ensayo fue analizar el efecto de distintas estrategias de riego basadas en el nivel de potencial matricial del suelo (Ψ_m), sobre la productividad del agua y la eficiencia en el uso de los nutrientes en un cultivo de pimiento en invernadero con control automático de riego.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Centro IFAPA La Mojonera, Almería, en un invernadero parral multicapilla simétrico (de raspa y amagado) de 1.700 m^2 de superficie, de clima pasivo, con estructura metálica y cubierta plástica de polietileno. El sistema de cultivo era un suelo enarenado, característico de los cultivos hortícolas intensivos del sureste peninsular. En este caso estaba compuesto por una capa superior de arena de 8-10 cm de espesor, una capa de tierra de cañada aportada de textura franca de 20-30 cm de espesor y capa de suelo original de textura franco arenosa y elevada pedregosidad. El invernadero contaba con 12 lisímetros de drenaje de 1 m^2 de superficie, instalados a 50 cm de profundidad, descontando la capa de arena. El material vegetal implantado fue un cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) cv. Parejo. El trasplante se realizó el 6 de septiembre de 2017 a una densidad de 2 plantas m^{-2} y el ciclo finalizó el 9 de abril de 2018. El riego se aplicó mediante un sistema de riego localizado con emisores autocompensantes y antidrenantes de 3 L h^{-1} y un marco de riego de 2 emisores m^{-2}. La dotación de riego establecida fue de 2 L m^{-2} para todos los tratamientos. La activación automática del riego se realizó mediante electrotensiómetros (Irrometer Co, inc. Riverside, CA, USA) instalados a 15 cm de profundidad por debajo de la capa de arena (zona radicular) y a 15 cm de la planta y del gotero. Todos los tensiómetros estaban acoplados a un transductor electrónico que transfería los datos a un equipo de control (Sistema Red Himarcan®). Cada tratamiento de riego era activado con un solo electrotensiómetro, el resto se empleaban para registrar medidas del potencial matricial del suelo en las distintas repeticiones. La concentración de la solución de fertirrigación fue la misma para todos los tratamientos y se mantuvo constante durante todo el ciclo siendo en mmol L^{-1} de: 12 de NO_{3^-}, 1,5 de H_2PO_4, 6,5 de K^+, 4,5 de Ca^{2+} y 1,5 de Mg^{2+}.

Tratamientos y diseño experimental

Para el análisis estadístico de los resultados se estableció un diseño en bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos T_{-10} y T_{-20} conservaron los valores umbrales de potencial matricial del suelo (Ψ_m) establecidos en una campaña anterior: -10 kPa y -20 kPa (Alonso *et al.*, 2018). Al tercer tratamiento, $T_{-10,-20}$, se le asignó un Ψ_m de -10 kPa desde el inicio del ciclo de cultivo hasta que Kc fue máxima, momento en el que se sustituyó por -20 kPa hasta el final del ciclo.

TRATAMIENTO	POTENCIAL MATRICIAL DEL SUELO (Ψ_M)
T_{-10}	-10 kPa
T_{-20}	-10/-20 kPa
$T_{-10,-20}$	-20 kPa

Determinaciones

Se realizaron las siguientes determinaciones:

- **Producción comercial (kg m^{-2}):** Se recolectaron los frutos de un total de 50 plantas por repetición. Los frutos se clasificaron por calibres comerciales (I y II) y no comerciales (destrío). Además, se determinaron los componentes de cosecha, número y peso de los frutos.
- **Volumen de agua aplicado (L m^{-2}).** Fue medido con contadores volumétricos (M120, Elster, Iberconta S.A).
- **Volumen de drenaje (L m^{-2}).** Se midió semanalmente mediante la recogida de lixiviados procedentes de los lisímetros instalados en cada parcela elemental.
- **Productividad del agua (PA) (kg m^{-3}).** Se determinó como cociente entre la producción comercial y el volumen de agua aplicado (Gallardo *et al.*, 2007).
- **Eficiencia en el uso de nutrientes (EUN).** Se determinó la eficiencia en el uso de nitrógeno (cosecha comercial/nitrógeno aplicado), la eficiencia en el uso de fósforo (cosecha comercial/fósforo aplicado), la eficiencia en el uso de potasio (cosecha comercial/potasio aplicado), la eficiencia en el uso de calcio (cosecha comercial/calcio aplicado) y la eficiencia en el uso de magnesio (cosecha comercial/magnesio aplicado).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza (ANOVA) y se aplicó un test de comparación de medias cuando existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0{,}05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de resultados muestra un efecto significativo del potencial matricial del suelo establecido para activar el riego sobre la producción de pimiento (*Tabla 1*). Los tratamientos T_{-10} y $T_{-10,-20}$ presentaron las producciones más elevadas sin que existieran diferencias significativas entre ambos. Por el contrario, el tratamiento T_{-20}, que mantuvo un nivel de humedad del suelo menor que los otros tratamientos, dio como resultado una reducción de la cosecha (*Tabla 1*). Esta merma de producción fue de un 15% respecto al tratamiento T_{-10} y de un 19,5% respecto a $T_{-10,-20}$. A pesar de estas diferencias en cosecha, la distribución de la producción comercial por calibres comerciales no se vio alterada por ninguno de los tratamientos (*Tabla 1*). La mayoría de los frutos recolectados se clasificaron como frutos de calibre I con un peso medio superior a los 400 g. Los frutos clasificados como calibre II, con un peso medio inferior a 210 g, tan solo supusieron en torno al 2,5% de la cosecha en todos los tratamientos. En lo que respecta al destrío, éste resultó ser muy escaso, situándose por debajo del 2%.

Las mayores cosechas obtenidas con T_{-10} y $T_{-10,-20}$ se debieron a un mayor número de frutos y no a un mayor peso de los mismos (*Tabla 1*).

Los resultados obtenidos en este ensayo coinciden con los obtenidos en un ensayo previo a éste realizado en el mismo invernadero, con unas condiciones de cultivo muy similares y sobre el mismo cultivar de pimiento (Alonso *et al.*, 2018). El tratamiento con la consigna de riego de -10 kPa arrojó los mayores rendimientos productivos, mientras que el tratamiento a -20 kPa produjo una merma en la producción de un 32%. El efecto del potencial matricial sobre la producción ha sido estudiado por numerosos autores en diferentes cultivos y sistemas de producción. Algunos de estos autores han observado que con un potencial matricial del suelo bajo se reduce la producción del cultivo (Buttaro *et al.*, 2015; Létourneau *et al.*, 2015; Contreras *et al.*, 2017).

En lo que respecta al riego aplicado, el tratamiento T_{-10} presentó el mayor consumo de agua, seguido por $T_{-10,-20}$ y por último T_{-20} (*Figura 1*). La evolución del volumen de agua aplicado en cada tratamiento a lo largo del ciclo de cultivo muestra como los tratamientos T_{-10} y $T_{-10,-20}$ con idéntica consigna de Ψ_m al principio del ciclo proporcionan consumos de agua semejantes, si bien, cuando se produce el cambio de consigna de Ψ_m de -10 kPa a -20kPa en $T_{-10,-20}$ este consumo se reduce y, por tanto, al final del ciclo es menor al obtenido para T_{-10} (*Figura 1*).

Cabe destacar que en ninguno de los tratamientos establecidos se produjo un drenaje significativo, ya que el volumen lixiviado fue inferior al 1%, a pesar de trabajar con niveles de humedad del suelo elevados.

En lo que respecta a los resultados de la productividad del agua, los valores más elevados se obtuvieron con los tratamientos $T_{-10,-20}$ y T_{-20}, respectivamente (Ta*bla 2*). A pesar de que el tratamiento T_{-10} fuera significativamente más productivo que T_{-20}, el elevado consumo de agua que presentó ha provocado que sea el tratamiento menos eficiente en el uso del agua (*Tabla 2*). Los valores obtenidos con $T_{-10,-20}$ y T_{-20} superan a los publicados por Gallardo *et al.* (2007). Estos autores cifran la PA media para un cultivo de pimiento en un ciclo corto de otoño-invierno en un invernadero comercial de características iguales a las de este ensayo, enarenado y clima pasivo, en 21 Kg m^{-3}. En nuestro caso las mayores productividades del agua obtenidas con los tratamientos $T_{-10,-20}$ y T_{-20} (28 y 30 kg m^{-3}, respectivamente), no solo se deben a una mayor producción por tratarse de un ciclo de cultivo más largo sino al volumen de agua aplicado en estos tratamientos.

El análisis estadístico de los resultados sobre la eficiencia en el uso de los distintos nutrientes estudiados, N, P, K, Ca y Mg, muestra nuevamente un efecto significativo de los tratamientos (*Tabla 2*). Al igual que ha ocurrido con la productividad del agua, las eficiencias en el uso de N, P, K, Ca y Mg han sido significativamente mayores en los tratamientos $T_{-10,-20}$ y T_{-20} (*Tabla 2*). Las diferencias en EUN entre tratamientos se debieron a las diferencias en el volumen aplicado de agua. Esto es así porque la solución fertilizante fue la misma para todos los tratamientos y el aporte de fertilizantes fue proporcional a la aplicación de agua.

CONCLUSIONES

Como conclusión, la estrategia en la que se varió el nivel de Ψ_m para activar el riego en función del estado de desarrollo del cultivo resultó ser la mejor a efectos de realizar un riego más eficiente en el uso del agua y los nutrientes, maximizando la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, F.; BAEZA, R.; CÁNOVAS, G.; CONTRERAS, J.I. 2018. *Respuesta agronómica del cultivo de pimiento bajo invernadero a diferentes umbrales de potencial matricial del suelo*. XLVIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Muriedas (Cantabria), 11-14 junio.

BUTTARO, D.; SANTAMARIA, P.; SIGNORE, A.; CANTORE, V.; BOARI, F.; MONTESANO; F.F. AND PARENTE, A. 2015. *Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber using tensiometer: Effects on yield, quality and water use*. Agricultural Science Procedia 4:440-444.

CONTRERAS, J.I.; ALONSO, F.; CÁNOVAS, G. AND BAEZA, R. 2017. *Irrigation management of greenhouse zucchini with different soil matric potential level. Agronomic and environmental effects*. Agric. Water Manage. 183:26-34.

GALLARDO, M.; FERNÁNDEZ, M.D.; THOMPSON, R.B.; MAGÁN., J. 2007. *Productividad del agua en cultivos bajo invernadero en la costa mediterránea*. Vida Rural 259:48-51.

JUNTA DE ANDALUCÍA. 2018. *Cartografía de invernaderos en Almería, Granada y Málaga*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

LÉTOURNEAU, G.; CARON, J.; ANDERSON, L.; CORMIER, J. 2015. *Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency*. Agric. Water Manage. 161:102-113.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de los proyectos del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA): "Transferencia de Tecnología al Regadío. SAR" (PP.TRA.TRA201600.3) e "Investigación, ensayo, publicación y transferencia de las directrices de manejo para la gestión conjunta de recursos hídricos convencionales y agua de mar desalada para riego en la comarca de Poniente" (PP.PEI.IDF201601.12), cofinanciados con fondos del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y fondos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

TABLAS

Tabla 1. **Cosecha comercial clasificada según calibres comerciales (I y II) y componentes de cosecha (número y peso de frutos) por tratamiento.**

	CALIBRE I			CALIBRE II (PESO<250 G)			COSECHA	
Trata-miento	Cosecha (kg m^{-2})	Nº frutos (nº m^{-2})	Peso frutos (g m^{-2})	Cosecha (kg m^{-2})	Nº frutos (nº m^{-2})	Peso frutos (g m^{-2})	total (kg m^{-2})	% destrío
T_{-10}	7,7 a*	18,6 a	411,9	0,2	0,9	192,4	7,8 a	2,1
$T_{-10,-20}$	8,0 a	19,6 a	405,3	0,2	1,1	192,1	8,2 a	0,9
T_{-20}	6,4 b	15,6 b	413,0	0,2	0,7	208,4	6,6 b	0,7

*Comparación de medias en columnas mediante el test LSD.

Tabla 2. **Productividad del agua (PA) expresada en kg de fruto comercial por m^3 de agua aplicado y eficiencia en el uso de nutrientes (EUN) expresados en kg de fruto comercial por kg de nutriente aplicado.**

Tratamiento	PA	EUN				
		N	P	K	Ca	Mg
	kg m^{-3}	kg kg^{-1}				
T_{-10}	21,1 b*	125,8 b	454,5 b	90,3 b	105,7 b	434,8 b
$T_{-10,-20}$	27,7 a	164,9 a	595,9 a	118,4 a	138,5 a	570,2 a
T_{-20}	28,9 a	171,9 a	620,9 a	123,4 a	144,4 a	594,1 a

*Comparación de medias en columnas mediante el test LSD.

FIGURAS

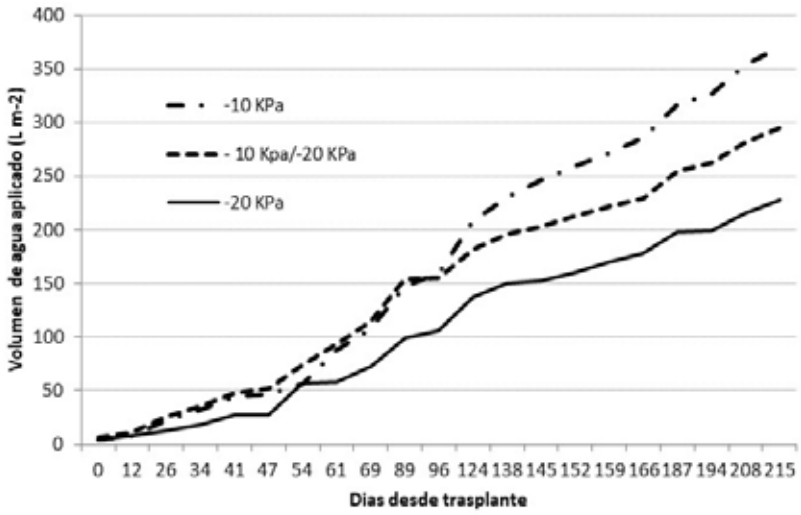


Figura 1. **Volumen de agua aplicado (L m^{-2}) a lo largo del ciclo de cultivo de pimiento en cada tratamiento de riego.**

MÉTODO DE BALANCE DE AGUA EN EL SUELO. ¿ES TODAVÍA EL MÁS EFICIENTE PARA PROGRAMAR LOS RIEGOS?

Gavilán, P.[1], Ruiz, N.[1], Baeza, R.[2], Lozano, D.[1]

[1]Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).
Centro "Alameda del Obispo". Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004. Córdoba.
[2]Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).
Centro "La Mojonera". Camino San Nicolás, nº 1. 04745. La Mojonera (Almería)

RESUMEN

La aplicación de riego resulta imprescindible para asegurar la calidad y producción de las cosechas en regiones áridas y semiáridas. La ausencia de una programación racional del riego puede provocar que sistemas de riego con una alta eficiencia potencial se gestionen de manera ineficiente. La introducción de nuevas tecnologías en el regadío tiene ventajas económicas y medioambientales, basadas en la mejora de la eficiencia del uso de los recursos hídricos y energéticos. Sin embargo, en muchos casos, las tecnologías asociadas a la gestión del riego no han tenido el nivel de aceptación que cabría esperar. La falta de formación de técnicos y agricultores, el alto coste de los sistemas de monitorización de suelo y planta y la complejidad de la interpretación de la información suministrada por los sensores impide la implantación masiva de estas nuevas tecnologías. Sin embargo, el método de balance de agua en el suelo resulta sencillo de aplicar y su uso se ha visto favorecido por la implantación de la Red SIAR, una red pública del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, compuesta por más de 450 estaciones meteorológicas automáticas, que proporcionan información para el cálculo de la evapotranspiración de referencia. Todavía, la mayoría de los técnicos que realizan una programación de su riego utilizan este método. Su uso en la programación de los riegos puede producir ahorros de agua de hasta el 40% respecto al riego tradicional del agricultor, y solo es superado si se combina con la medida del contenido de agua en el suelo. En este último caso el ahorro puede llegar hasta el 50%. Este trabajo presenta los resultados de la aplicación de este método al cultivo de la fresa en la provincia de Huelva y muestra que su aplicación produjo ahorros medios de agua superiores al 40% con un coste mínimo de instrumentación.

Palabras clave: eficiencia del riego, monitorización, estaciones meteorológicas, frutos rojos.

INTRODUCCIÓN

El riego es imprescindible para asegurar la producción y calidad de las cosechas en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, la presión social sobre el uso del agua en la agricultura de regadío no ha parado de subir en los últimos años, especialmente en las zonas dedicadas a la horticultura intensiva. El aumento de esta presión se debe, en gran medida, a la percepción general de que el uso del agua en la agricultura es poco eficiente (Hsiao *et al.*, 2007). La implantación de nuevas infraestructuras de riego en las redes de distribución y en el riego en parcela ha tenido una notable repercusión en la mejora del uso del agua de riego. Sin embargo, las tecnologías y metodologías asociadas a la gestión del riego no han tenido el nivel de aceptación que cabría esperar en función de los beneficios que aportan. La falta de una gestión racional del riego basada en el balance de agua en el suelo y/o la monitorización del sistema suelo-planta-atmósfera, da lugar a que sistemas de riego con alta capacidad potencial de ahorro del agua se gestionen de manera ineficiente (Hanson y col, 1995).

La rentabilidad económica de la horticultura intensiva en regiones mediterráneas va unida al uso de sistemas intensivos de producción. Estos sistemas tienen unos altos costes de inversión en infraestructuras (invernaderos y riego localizado), insumos (fertilizantes y energía) y mano de obra. Por tanto, son sistemas productivos donde el alto valor añadido de la producción se consigue a partir de una alta inversión. Por este motivo, los agricultores tienen tendencia a sobre-regar los cultivos hortícolas intensivos, incluso cuando usan sistemas de riego localizado potencialmente muy eficientes (Cahn y Johnson, 2017). El objetivo del agricultor suele ser maximizar el margen neto y no la productividad del agua (Levidow y col., 2014). Para ello, el agricultor, en términos generales, utiliza su experiencia, la observación de las condiciones meteorológicas e indicadores visuales de suelo y planta. La monitorización del contenido de agua en el suelo o el uso de calendarios de riego basados en un balance de agua en el suelo resultan poco frecuentes, a pesar de que la metodología FAO basada en el uso de la evapotranspiración de referencia y los coeficientes de cultivo fue propuesta hace más de 40 años (Doorenbos y Pruitt, 1977). Sin embargo, la aplicación de calendarios de riego basados en el balance de agua en el suelo puede suponer ahorros de agua del 44% respecto a un riego tradicional, y su combinación con la medida del contenido de agua en el suelo puede ahorrar hasta un 53% (De Pascale y col, 2011).

La implantación por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío –SIAR- (http://eportal.mapama.gob.es/websiar/Inicio.aspx) ha supuesto uno de los mayores avances en relación con la mejora de la gestión del riego en los últimos 20 años. La red SIAR, con más de 450 estaciones meteorológicas automáticas, proporciona diariamente de forma gratuita datos de evapotranspiración de referencia (ETo) y precipitación para la correcta programación de los riegos basados en el balance de agua en el suelo.

A pesar de los avances en las técnicas de programación de riegos basadas en el uso de instrumentación, el método de balance de agua en el suelo es probablemente el más usado en la programación (Fereres y col., 2003). Aunque este método es considerado "poco preciso", ha demostrado ser lo suficientemente robusto para un amplio rango de condiciones. Por este motivo es habitualmente necesario recalibrar periódicamente el balance usando medidas de humedad del suelo o medidas en planta (Jones, 2004). Las necesidades de agua de los cultivos pueden ser determinadas a partir de estimaciones de la evapotranspiración de los cultivos (ET_c) (Cahn y Johnson, 2017). Ecuaciones como la de Penman-Monteith o Hargreaves pueden ser usadas para determinar la evapotranspiración de referencia (ET_o) a partir de medidas de temperatura y humedad relativa del aire, radiación solar y velocidad del viento (Allen y col., 2007). La evapotranspiración máxima de un cultivo puede ser estimada multiplicando ET_o por un coeficiente de cultivo (K_c). La mayoría de los coeficientes de cultivo pueden encontrarse en Allen y col. (2007) y una revisión más reciente puede encontrarse en Guerra y col. (2015).

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de la aplicación del método de balance de agua en el suelo para la programación de los riegos del cultivo de la fresa en la provincia de Huelva y demostrar que su aplicación produjo ahorros medios de agua superiores al 40% con un coste mínimo de instrumentación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre los años 2012 y 2017, el IFAPA realizó ensayos de campo y aplicación de riegos en parcelas de demostración en 57 parcelas de fresa situadas en fincas comerciales. Entre los años 2012 y 2015 se realizaron 12 ensayos en fincas comerciales de Almonte y en la finca del IFAPA "El Cebollar" (Moguer). A partir la campaña 2015/16 se realizaron experiencias de aplicación del riego eficiente a escala comercial, en fincas de Almonte, Rociana del Condado y Lepe.

La programación de los riegos se realizó mediante el método de balance de agua en el suelo, utilizando los valores de ET_o en invernadero propuestos por Fernández y col. (2010). Durante las dos primeras campañas se usaron los coeficientes de cultivo propuestos por Hanson y Bendixen (2004). Posteriormente, fueron utilizados los propuestos por Lozano y col. (2016), basados en la cobertura del cultivo. Se realizó una predicción semanal de la ET_o basada en el pronóstico meteorológico de la Agencia Española de Meteorología (AEMET) (Cai y col., 2007; Gavilán y col., 2015). Para los ensayos se instalaron dos estaciones meteorológicas automáticas dentro de invernadero, integradas dentro de la Red SIAR, capaces de medir la temperatura y humedad relativa del aire y la radiación solar. Sus medidas permitieron estimar la ET_o a partir de los datos medidos y evaluar la bondad de la estimada a partir del pronóstico. La monitorización del estado hídrico del suelo se realizó con sondas de humedad FDR y la del desarrollo del cultivo mediante mediciones de porcentaje de cobertura utilizando

técnicas de fotografía digital (*Tabla 1*). Se midieron las producciones de cada tratamiento o parcela comercial a lo largo de la campaña. Los sistemas de riego estaban compuestos por laterales de riego por goteo con un espaciamiento entre emisores de 0,20 m, capaces de aplicar 5, 3.8 y 2.5 L/h·m a una presión de trabajo entre 0,55 y 1 bar. Para medir la evapotranspiración del cultivo (ET_c) se instalaron lisímetros de drenaje, realizados en poliéster reforzado con fibra de vidrio. Se realizaron ensayos con tres o cuatro tratamientos, con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue un túnel completo. El tratamiento testigo (T4) se regó de manera tradicional según el criterio del agricultor, basado sólo en su experiencia previa. Los datos de cosecha fueron analizados estadísticamente usando técnicas de análisis de la varianza. El test LSD fue usado para identificar tratamientos que fueran estadísticamente diferentes en producción. En todas las parcelas, tanto comerciales como de experimentación, se midió el volumen aplicado mediante caudalímetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de riegos entre 4.000 y 12.000 $m^3 \cdot ha^{-1}$ a lo largo de 5 campañas de riego, permitió obtener producciones similares y, en todos los casos, iguales a las producciones potenciales de los agricultores. En ninguna parcela de ensayo o comercial se dieron condiciones de riego deficitario. Las diferencias de producción fueron debidas a la duración de las campañas, la densidad de plantación y las características productivas de las diferentes variedades. Variedades similares tuvieron producciones similares con diferentes volúmenes de riego aplicado para una misma densidad y duración de la campaña (*Figura 1*).

La aplicación del riego programado siguiendo la metodología FAO y el aplicado por los agricultores en seis fincas comerciales que representaron unas 1.000 ha dio lugar a producciones similares. En la *Figura 2* (correspondiente a dos ensayos realizados durante la campaña 2013/2014) se observa que las diferencias entre las producciones fueron nulas, a pesar de que las fincas aplicaron prácticamente el doble de riego que los tratamientos con riego programado. El riego medio aplicado por los agricultores en el conjunto de los ensayos fue de 8.469 $m^3 \cdot ha^{-1}$ mientras el riego medio aplicado según la programación del IFAPA fue de 4.724 $m^3 \cdot ha^{-1}$, un 56% del aplicado por los agricultores (*Tabla 2*). Las producciones medias se mantuvieron en valores similares bajo el riego tradicional y el programado por IFAPA, en torno a los 1.000 $g \cdot planta^{-1}$, lo que implica que el ahorro de agua no provocó pérdidas de producción. La productividad del agua de riego pasó de 9 $kg \cdot m^{-3}$ del riego tradicional a 14.5 $kg \cdot m^{-3}$ en el riego programado, alcanzándose valores máximos cercanos a 18 $kg \cdot m^{-3}$ (Gavilán y col., 2019). Podemos concluir que el uso de los calendarios de riego programados usando un balance de agua en el suelo y en el pronóstico meteorológico de la ET_o produjo un ahorro medio de agua del 44% sin pérdidas de producción, en concordancia con lo afirmado por De Pascale y col. (2011).

La eficiencia del riego (cociente entre la ET_c y el riego aplicado) en el conjunto

de todas las parcelas (riego Programado y riego Tradicional) varió entre el 18 y el 80% (*Figura 3*). El riego programado tuvo una eficiencia media del 65%, mientras que el aplicado por los agricultores no superó el 55%. El 80% fue el límite superior de la eficiencia del riego para este tipo de cultivo y suelo sin pérdida de producción. Esto se debe principalmente a dos factores, los suelos extremadamente arenosos, en ocasiones con un porcentaje de arena superior al 90%, y la fecha de plantación, mes de octubre. Estos suelos tienen una conductividad hidráulica muy alta, por lo que el perfil de humedecimiento baja rápidamente, y una baja capacidad de almacenamiento, lo que provoca elevadas las pérdidas por percolación profunda si no se maneja bien el riego. Las necesidades de riego diarias durante los primeros meses de cultivo (octubre a enero) son inferiores al tiempo mínimo que precisa el sistema de riego para alcanzar una uniformidad de distribución razonable (superior al 80%). Al precisarse en estas condiciones una frecuencia diaria de riego, las pérdidas por filtración profunda son inevitables si se quiere mantener un nivel de humedad en la zona de raíces que no provoque pérdida de producción. El límite superior de eficiencia del riego en estos primeros meses, asumiendo que el objetivo es no perder producción, estaría por debajo del 60%, incrementándose a medida que aumentan las necesidades de agua del cultivo. Al final de la campaña de riego (mayo-junio) es posible alcanzar valores de eficiencia del riego en torno al 90%. Con estas limitaciones en el sistema riego-suelo, el límite superior de eficiencia del riego, en condiciones de máxima producción, para el conjunto de la campaña se sitúa en torno al 80%.

CONCLUSIONES

La aplicación de riegos entre 4.000 y 12.000 $m^3 \cdot ha^{-1}$ en un cultivo de fresa de la provincia de Huelva durante 5 campañas permitió obtener producciones similares a las obtenidas por los agricultores. Sin embargo, los agricultores aplicaron prácticamente el doble de riego que los tratamientos con riego programado. El riego medio aplicado por los agricultores en el conjunto de los ensayos fue de 8.469 $m^3 \cdot ha^{-1}$, mientras el riego medio aplicado según la programación del IFAPA fue de 4.724 $m^3 \cdot ha^{-1}$, en torno al 56% del aplicado por los agricultores. Las producciones medias se mantuvieron en valores similares bajo el riego tradicional y el programado por IFAPA, en torno a los 1.000 g/planta, lo que implica que el ahorro de agua no provocó pérdidas de producción. La productividad del agua de riego pasó de 9 $kg \cdot m^3$ del riego tradicional a 14.5 $kg \cdot m^3$ en el riego programado, alcanzándose valores máximos cercanos a 18 $kg \cdot m^3$. Por tanto, el uso de los calendarios de riego programados usando un balance de agua en el suelo y en el pronóstico meteorológico de la ET_o produjo un ahorro medio de agua del 44% sin pérdidas de producción. La eficiencia del riego en el conjunto de todas las parcelas (riego Programado y riego Tradicional) varió entre el 18 y el 80%. El 80% fue el límite superior de la eficiencia del riego para este tipo de cultivo y suelo sin pérdida de producción. El riego programado tuvo una eficiencia media del 65%, mientras que el aplicado por los agricultores no superó el 40%. Se pue-

de concluir, por tanto, que el método de balance de agua en el suelo es todavía un método eficaz para programar los riegos, que tiene la ventaja de requerir de una mínima instrumentación, puesto que la información meteorológica disponible permite obtener de forma gratuita los valores de evapotranspiración de referencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN R, PEREIRA L, RAES D, SMITH M. 2006. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de las necesidades de agua de los cultivos*. Estudio FAO de Riego y Drenaje Nº 56. Roma, Italia.

CAHN, M.D., JOHNSON, L.F. 2017. *New approaches to irrigation scheduling of vegetables*. Horticulturae, 3, 28. doi:10.3390/horticulturae3020058.

CAI, J., LIU, Y., LEI, T., PEREIRA, L.S. (2007). *Estimating reference evapotranspiration with the FAO Pen-man–Monteith equation using daily weather forecast messages*. Agricultural and Forest Meteorology 145, 22–35.

DE PASCALE, S., DALLA COSTA, L., VALLONE, S., BARBIERI, G., MAGGIO, A. 2011. *Increasing Water Use Efficiency in Vegetable Crop Production: From Plant to Irrigation Systems Efficiency*. HortTechnology, 21(3), 301-308.

DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. 1977. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Manual FAO de Riego y Drenaje, nº 24, Roma, Italia.

FERERES, E., GOLDHAMER, D.A., PARSONS, L.R. 2003. *Irrigation water management of horticultural crops*. HorsScience, 38(5), 1036-1042.

FERNÁNDEZ, M. D., BONACHELA, S., ORGAZ, F., THOMPSON, R. B., LÓPEZ, J. C., GRANADOS, M. R., GALLARDO, M., FERERES, E. (2010). *Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate*. Irrigation Science, 28, 497-509.

GAVILÁN, P., RUIZ, N., LOZANO, D. (2015). *Daily forecasting of reference and strawberry crop evapotranspiration in greenhouses in a Mediterranean climate based on solar radiation estimates*. Agricultural Water Management, 159:307-317.

GAVILÁN, P., RUIZ, N., LOZANO, D. (2019). *Innovación y cambio tecnológico en los sistemas agrarios intensivos mediterráneos*. En: Pérez-Pasto, A., Garrido, A. *El regadío en el Mediterráneo español. Una aproximación multidimensional*. Cajamar Caja Rural.

GUERRA, E., VENTURA, F., R. L. SNYDER, R.L. 2015. *Crop Coefficients: A Literature Review*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 142(3).

HANSON, B., BENDIXEN, W. (2004). *Drip irrigation evaluated in Santa Maria Valley strawberries*. California Agriculture, 58(1), 48-53.

HANSON, B., BOWERS, W., DAVIDOFF, B. 1995. *Field performance of microir-*

rigation systems. Microirrigation for a Changing World, Proceedings of Fifth International Microirrigation Congress, April 2–6, 1995, American Society of Agricultural Engineers, Orlando, FL (1995), pp. 769-774.

HSIAO, T.C., STEDUTO, P., FERERES, E. 2007. *A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture*. Irrigation Science, 25, 209–231.

JONES, H.G. 2004. *Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods*. Journal of Experimental Botany, 55 (407), 2427-2436.

LEVIDOW, L., ZACCARIA, D., MAIA, R., VIVAS, E., TODOROVIC, M., SCARDIGNO, A. 2014. *Improving water efficiency irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices*. Agricultural Water Management, 146, 84-94.

LOZANO, D., RUIZ, N., GAVILÁN, P. 2016. *Consumptive water use and irrigation performance of strawberries*. Agricultural Water Management, 169, 44-51.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2019. *Sistema de Información Agroclimática para el Regadío*. [Online] Disponible en: http://eportal.mapama.gob.es/websiar/Inicio.aspx [Último acceso el 31 de mayo de 2019].

TABLAS

Tabla 1. **Ensayos de fresa realizados por el IFAPA entre las campañas 2012/13 y 2014/15.**

CAMPAÑA	VARIEDAD	MUNICIPIO	DATOS METEOROLÓGICOS	MEDIDA DE LA ET_c	MEDIDA DE LA HUMEDAD DEL SUELO	TRATAMIENTOS*		
						T1	T2	T3
2012/13	*Sabrina*	Almonte	EMA de Almonte bajo plástico Red SIAR	Lisímetros de drenaje	Sondas FDR	100 ET_c	1.25 T1	1.5 T1
	Antilla	Almonte				100 ET_c	1.25 T1	1.5 T1
2013/14	*Sabrina*	Almonte	EMA de Almonte bajo plástico Red SIAR y datos AEMET	Lisímetros de drenaje	Sondas FDR	5 minutos	10 minutos	15 minutos
	Sabrina	Almonte				5 minutos	10 minutos	15 minutos
	Sabrina	Moguer	EMA de Moguer bajo plástico Red SIAR	No	Sondas FDR	10 minutos	20 minutos	30 minutos
	Antilla	Almonte	EMA de Almonte bajo plástico Red SIAR y datos AEMET	Lisímetros de drenaje	Sondas FDR	2.5 l/h/m	3.8 l/h/m	5 l/h/m
	Sabrina	Moguer	EMA de Moguer bajo plástico Red SIAR	No	Sondas FDR	2.5 l/h/m	3.8 l/h/m	5 l/h/m
2014/15	*Fortuna*	Almonte	EMA de Almonte bajo plástico Red SIAR y datos AEMET	Lisímetros de drenaje	Sondas FDR	Abonado finca	1.25 T1	1.5 T1
	Victory	Almonte				Pronostico Semanal	Pronostico Diario	Serie histórica de ET_o
	Victory	Almonte				Pronostico Semanal	Pronostico Diario	Serie histórica de ET_o
	Victory	Almonte		No	No	Medida de la UD dos veces en campaña y factores que afecta a la UD		
	Sabrina	Moguer	EMA de Moguer bajo plástico Red SIAR	No	Sondas FDR	10 minutos	20 minutos	30 minutos
	Sabrina	Moguer		No		2.5 l/h/m	3.8 l/h/m	5 l/h/m

Tabla 2. **Resultados de la aplicación del riego programado por el IFAPA y el riego tradicional entre las campañas 2012/2013 y 2015/2016.**

		Riego (m^3/ha)	ET_c (m^3/ha)	Eficiencia del riego (%)	Producción (gr/planta)	Productividad del riego (Kg/m^3)
Riego programado	Media	4.724	3.084	65	986	14.5
	Máximo	6.171	4.530	80	1.215	17.9
	Mínimo	3.702	2.226	52	558	7.9
	Sd	559	467	7	169	2.5
Riego tradicional	Media	8.469	3.150	40	998	8.9
	Máximo	12.403	4.410	55	1.231	14.0
	Mínimo	5.572	2.230	18	613	3.3
	Sd	2.261	590	13	184	6.6

ETc: evapotranspiración de cultivo; Sd: desviación estándar

FIGURAS

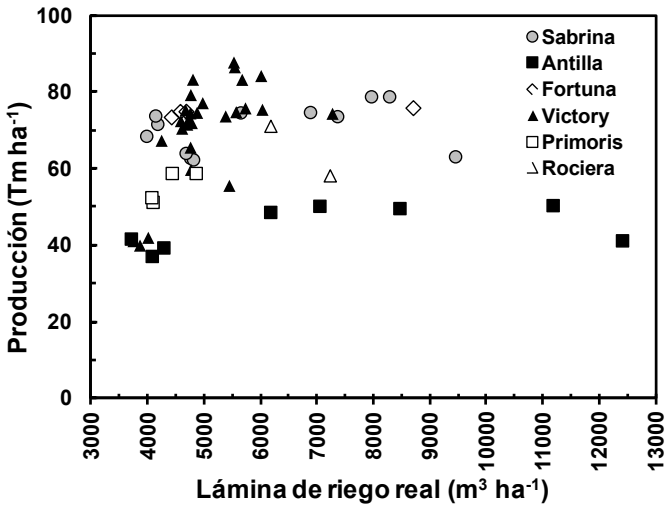
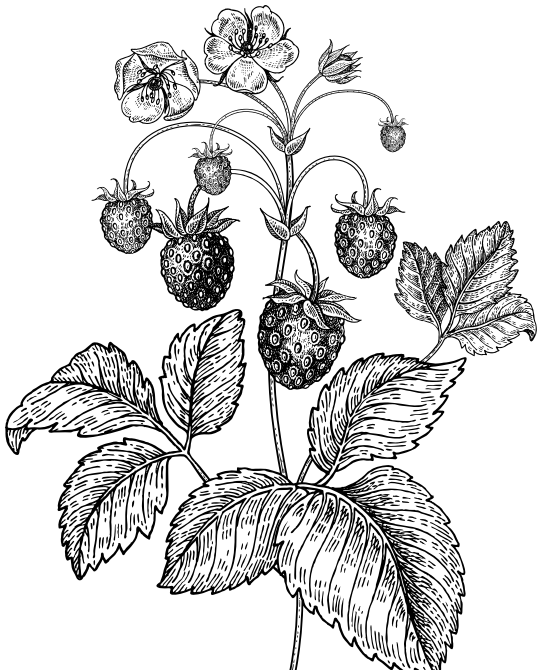


Figura 1. **Riego aplicado y producción en 57 parcelas de fresa de la provincia de Huelva entre 2012 y 2017 para 6 variedades de fresa.**



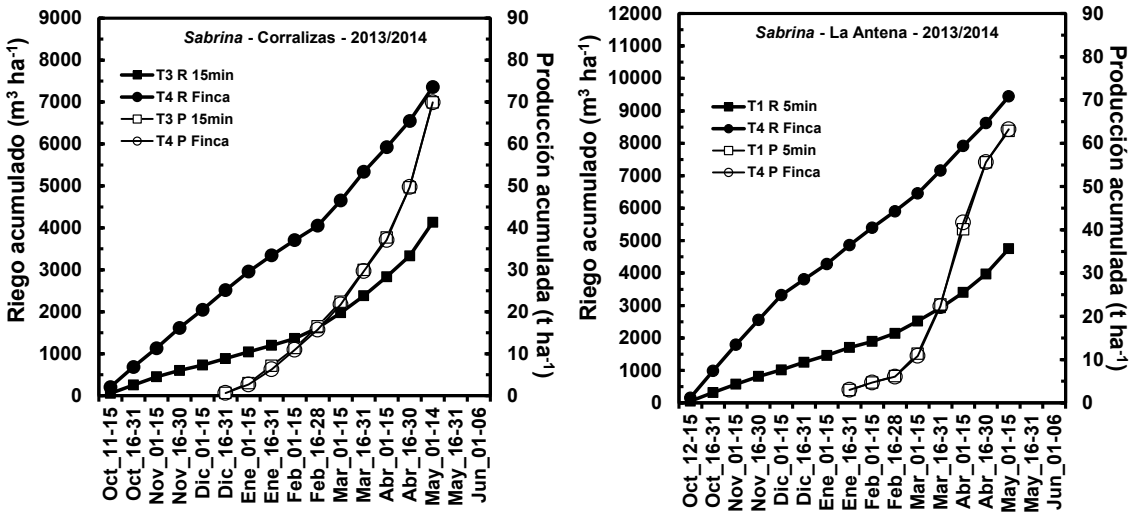


Figura 2. **Riego aplicado (R) y producción (P) en dos ensayos de fresa durante la campaña 2013/14. Los tratamientos T3 y T1 correspondieron a riego programado con pulsos de 15 y 5 minutos de duración, respectivamente, y el T4 al riego tradicional del agricultor.**

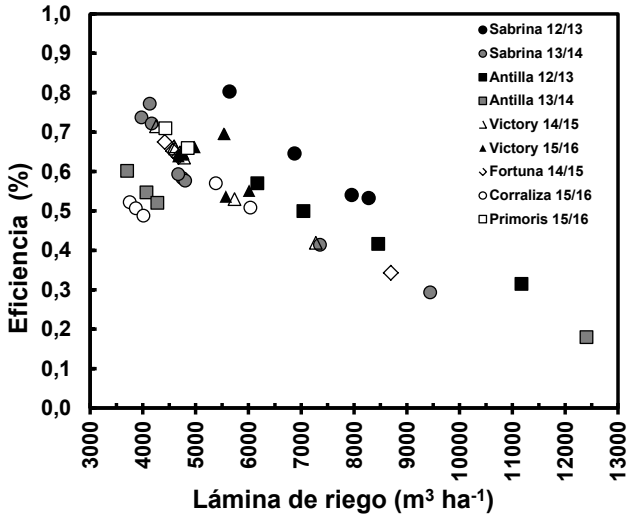


Figura 3. **Eficiencia del riego medida en 38 parcelas de fresa de la provincia de Huelva entre las campañas 2012/13 y 2015/16 en seis variedades de fresa.**

EFICIENCIA Y UNIFORMIDAD DEL RIEGO LOCALIZADO EN PARCELAS CON PENDIENTE

Lozano, D., Ruiz, N., Gavilán, P.
Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).
Centro "Alameda del Obispo". Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004. Córdoba.
pedrod.gavilan@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La uniformidad de distribución (UD) del riego localizado se considera generalmente superior al 90%. Por este motivo, estos sistemas de riego suelen diseñarse y manejarse usando altos valores de eficiencia del riego. Sin embargo, factores como la duración del pulso de riego y la pendiente de la parcela deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar y programar los riegos. El presente trabajo aborda el análisis de las fases de llenado, de presiones estables y de vaciado de un sistema de riego localizado instalado en una parcela con pendiente. Así mismo, se estudia la influencia de la duración del pulso de riego sobre estos indicadores de calidad del riego. La UD y la eficiencia de aplicación potencial aumentaron con la duración del pulso de riego hasta un límite superior que se situó cercano a los 30 minutos. La influencia de las fases de llenado y vaciado del sistema de riego es tanto mayor cuanto menor es la duración del pulso de riego. La metodología estándar de evaluación de la UD de los sistemas de riego localizado, basada en la recogida de los volúmenes de agua en condiciones de presiones estables, puede contribuir a diseñar y programar el riego de forma incorrecta. Es necesario establecer un nuevo protocolo de evaluación de la UD de riego localizado en parcelas con pendiente que incluya los efectos de las fases de llenado y de vaciado. Para ello, los volúmenes recogidos en los emisores seleccionados deberán contener la totalidad del agua arrojada por los goteros desde el inicio del riego hasta, aproximadamente, 2 horas después de cortar el riego.

Palabras clave: calidad-regadío, evaluación-regadío, inclinación terreno.

INTRODUCCIÓN

Para programar el riego de forma óptima debemos estimar con precisión las necesidades hídricas del cultivo y la eficiencia de aplicación del riego (Allen y col, 2006). La eficiencia de aplicación se asocia habitualmente al método de riego, asumiendo que los sistemas de riego localizado tienen valores de eficiencia de aplicación superiores al 90%. Sin embargo, la eficiencia de aplicación del riego no es un indicador estático, sino que depende, entre otros factores, de la uniformidad de distribución del riego (UD).

La UD se calcula habitualmente usando un procedimiento estándar propuesto por Merriam y Keller (1978). Esta metodología, aplicada a cultivos en línea, consiste en medir el volumen arrojado por 16 emisores de una unidad de riego (16 M-K en la *Figura 1*). La metodología propone medir este volumen en un intervalo entre 3 y 5 minutos durante la fase de presiones estables, lo que implica que no se contemplan las fases de llenado y de vaciado del sistema de riego.

El presente trabajo aborda la distribución real del agua aplicada en una unidad de riego, incluyendo los efectos de las fases de llenado y de vaciado del sistema de riego (Lozano y col., 2014). Para ello se ha generado un modelo empírico basado en una unidad comercial de riego de fresa. El objetivo del trabajo es cuantificar el efecto de la duración del pulso de riego sobre la calidad de un riego localizado en una parcela con pendiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la unidad de riego

La unidad de riego localizado utilizada para la generación del modelo está ubicada en la finca La Bota, cerca de La Redondela, T.M. de Isla Cristina (Huelva) y estaba compuesta por 12 invernaderos de fresa. Cada invernadero tenía 6 lomos separados 1.1 m. La dimensión de la unidad de riego fue de 3485 m2 (79,2 m de ancho y 44 m de largo). Tenía una pendiente longitudinal ascendente del 0.3% y una pendiente transversal descendente del 3% (*Figura 1*). La tubería porta-laterales era de polietileno de 63 mm de diámetro. En esta tubería se insertaron 72 cintas de riego de 16 mm de diámetro. La presión se reguló a la entrada de la unidad de riego. El volumen de riego aplicado a la unidad se midió con un contador situado en cabeza de la unidad de riego. La presión se midió en cabeza de la unidad y en los 16 puntos de la metodología estándar (16 M-K, *Figura 1*). La cinta de riego usada aplicaba un caudal de 5.25 $L \cdot h^{-1} \cdot m$ a una presión nominal de 1 bar. La separación de goteros fue de 0.2 m.

Además de los 16 emisores descritos en la metodología estándar, se seleccionaron otros 44 emisores para realizar medidas de volumen aplicado (puntos azules de la *Figura 1*). La posición de los emisores adicionales se eligió para caracterizar mejor la red de ramales.

1.- Fases del riego localizado

1.1.- Fase de llenado

La fase de llenado va desde el comienzo del riego hasta la estabilización de las presiones en todos los puntos del sistema de riego. En el caso de la unidad de riego analizada esta fase tuvo una duración de 160 segundos. La presión se midió en continuo durante la evaluación de un pulso de riego de 5 minutos en los

16 puntos M-K (*Figura 1*). Para ello, se utilizaron 16 manómetros de rango 0-2.5 bar. La evolución de las presiones en los 16 manómetros se grabó con cámaras de vídeo, registrándose el valor de la presión cada 10 segundos. A partir de los datos de presión de los 16 puntos M-K medidos se calculó el caudal a través de la ecuación de descarga del gotero suministrada por el fabricante. El volumen suministrado por cada uno de los 16 emisores durante la fase de llenado se calculó en intervalos de 10 segundos utilizando los valores de caudal mínimo y máximo en cada intervalo. A partir de estos 16 datos de volumen, se realizó una interpolación para asignar volúmenes de la fase de llenado a todos los emisores de la unidad de riego en función del tiempo desde el inicio del riego.

En el gotero más cercano (L1-G1, *Figura 1*) se produce un aumento progresivo de la presión hasta su estabilización (*Figura 2a*). El paso desde presión cero a presión estable es más brusco conforme más alejado a la entrada de la unidad de riego se encuentra el emisor. En el gotero más alejado (L4-G4, *Figura 1*) dura apenas unos pocos segundos (*Figura 2a*). Este fenómeno ocurre porque cuando el agua llega al último lateral de la unidad de riego, el resto de los laterales ya está en carga. La *Figura 2b* muestra los volúmenes estimados a partir de las medidas de presión en continuo en los 16 puntos M-K durante los 160 segundos que dura la fase de llenado. Para generar el modelo de análisis empírico se realizaron interpolaciones de estos 16 valores de volumen para asignar un volumen arrojado a cada emisor de la unidad de riego durante la fase de llenado.

1.2.- Fase de presiones estables

Durante esta fase se midieron las presiones utilizando las tomas manométricas instaladas en los 16 puntos M-K (*Figura 1*). La presión a la entrada de la unidad de riego se estableció en 1 bar. Al objeto de generar el modelo empírico, se realizó una interpolación de los 16 valores de presión medidos en campo para asignar a cada emisor de la red una presión de trabajo durante esta fase. Posteriormente, la presión se transformó en caudal a través de la ecuación de descarga del gotero suministrada por el fabricante.

1.3.- Fase de vaciado del sistema de riego

La fase de vaciado comienza una vez finalizado el riego y termina con el vaciado total de los laterales de riego. En este trabajo consideramos finalizada la fase de vaciado dos horas después de terminar el riego. La fase de vaciado de cintas individuales de riego localizado en pendiente ha sido descrita por Baeza y col. 2014 en condiciones de laboratorio. Basándonos en los resultados de este trabajo, incrementamos el número de puntos de medida en el último tercio de la cinta de riego al objeto de realizar una mejor caracterización. Finalmente, se midió el volumen arrojado durante la fase de vaciado por 60 emisores (*Figura 1*).

Las curvas de vaciado de los 6 laterales evaluados se agruparon en función de 2 zonas. La zona comprendida entre los laterales L1-L1B recibe la influencia del

vaciado de la tubería porta-laterales, al estar esta tubería en pendiente ascendente, mientras que la zona comprendida entre los laterales L1B-L4 no se ve influenciada (*Figura 3*). Este conocimiento de la relación entre la posición del gotero en el lateral y el volumen arrojado durante la fase de vaciado permitió la estimación del volumen arrojado por cada emisor de la unidad de riego utilizando un ajuste polinómico (*Figura 3*)

2.- Indicadores de calidad del riego

2.-1.- Distribución del agua aplicada en cada fase según la duración del pulso

La generación de un modelo empírico ha permitido la realización de simulaciones de distribución del agua con distintas duraciones del pulso de riego. En cada simulación se calculó el volumen arrojado por cada uno de los 15.912 emisores de la unidad de riego. La *Figura 4* muestra la influencia de las fases de llenado, de presiones estables y de vaciado en función de la duración del pulso de riego. Para un pulso de riego de 5 minutos, el volumen arrojado durante las fases transitorias del riego (llenado y vaciado) fue, aproximadamente, la mitad del volumen total aplicado. Para pulsos superiores a 20 minutos, estas fases transitorias tienen una menor influencia y representan menos de un 10% del volumen total arrojado por los goteros. Por tanto, para duraciones de pulsos de riego inferiores a 20 minutos en parcelas en pendiente, las fases de llenado y de vaciado no pueden ser ignoradas en el cálculo de los indicadores de calidad del riego.

2.2.- Influencia de la duración del pulso de riego en los indicadores de calidad del riego

Uniformidad de distribución (UD)

El indicador seleccionado para la evaluación de la UD ha sido la Uniformidad de distribución del menor cuarto (Burt y col, 1997). Este indicador es la relación entre el caudal medio del 25% de los emisores que arrojan un menor volumen de riego y el caudal medio de todos los emisores considerados.

En el presente trabajo hemos calculado la UD usando dos metodologías:

1. **Metodología estándar (valores medidos en campo).** Para el cálculo de la UD_estándar se considera el volumen arrojado por 16 emisores (16 M-K, *Figura 1*) durante un periodo de tiempo de la fase de presiones estables.
2. **Metodología IFAPA (valores obtenidos a partir del modelo).** Para el cálculo de la UD_modelo se consideran los volúmenes simulados de todos los emisores de la unidad durante todas las fases del riego.

La UD calculada según la metodología estándar (UD_estándar) sobreestima la UD real del riego simulada con el modelo (UD_modelo). Esta sobreestimación se debe a que la UD_estándar sólo contempla la fase de presiones estables, ig-

norando los efectos de las fases de llenado y de vaciado. La sobreestimación de la UD_estándar es tanto mayor cuanto menor es la duración del pulso de riego (*Figura 5*). Este efecto está relacionado con la mayor influencia de las fases de llenado y de vaciado en riegos cortos (*Figura 4*). En pulsos de riego de 5 minutos la UD_estándar sería del 93%, mientras que la UD_modelo sería del 65%. A medida que aumenta la duración del pulso de riego, la influencia de las fases de llenado y vaciado disminuye (*Figura 4*), por lo que el valor de la UD_modelo se va estabilizando y acercando a la UD_estándar, aunque sin llegar a alcanzarla.

Eficiencia de aplicación potencial (Ea_pot)

La Eficiencia de aplicación potencial del riego (Ea_pot) es un indicador de eficiencia del uso del agua para una estrategia de riego no deficitario. La estrategia de déficit nulo es la más habitual en la horticultura intensiva. El objetivo de esta estrategia es alcanzar la máxima producción garantizando que la planta que recibe menos agua recibe la suficiente para cubrir todas sus necesidades. Este indicador se define como la relación entre el volumen aprovechado por la planta y el volumen total de riego suministrado, garantizando un déficit nulo en el punto donde menos agua se aplica.

La Ea_pot aumenta con la duración del pulso de riego (*Figura 5*). En el caso analizado, riegos inferiores a 15 minutos provocan eficiencias de aplicación potencial inferiores al 80%. Incluso para riegos de 30 minutos la eficiencia de aplicación potencial se sitúa ligeramente por encima del 85% (inferior al 90-95% que se suele asumir en riego localizado). Estos valores de eficiencia de aplicación del riego son coherentes con los medidos en campo durante cinco campañas de riego de fresa en un proyecto de mejora del uso del agua en el entorno del Parque Nacional de Doñana (Gavilán y col., 2019). Por tanto, la eficiencia de aplicación del riego debe ser considerada como un indicador dinámico asociado al sistema de riego y a su gestión. Sistemas de riego localizado, con un alto potencial de eficiencia de aplicación del riego, deben ser correctamente manejados para alcanzar sus límites superiores de funcionamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La uniformidad de distribución real del riego (UD) y su eficiencia de aplicación varían en función de la duración del pulso de riego. La influencia de las fases de llenado y de vaciado del sistema de riego es tanto mayor cuanto menor es la duración del pulso de riego y es especialmente relevante en parcelas con pendiente.

CONCLUSIONES

La metodología estándar de evaluación de la UD de los sistemas de riego localizado puede contribuir a diseñar o programar el riego de forma incorrecta. El protocolo estándar de evaluación de UD de riego localizado en parcelas con

pendiente debe incluir los efectos de las fases de llenado y de vaciado. Para ello, los volúmenes recogidos en los emisores seleccionados deberán contener la totalidad del agua arrojada por los goteros desde el inicio del riego hasta, aproximadamente, 2 horas después de cortar el riego.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado parcialmente por el proyecto de "Transferencia de Tecnología al Regadío-SAR" (PP.TRA.TRA201600.3), cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), y por el proyecto "Gestión Sostenible del Regadío en la Agricultura Intensiva de Andalucía" (RTA2015-00029-C02). Los autores agradecen la colaboración de la empresa Masiá Ciscar, S.A.

El Dr. David Lozano agradece la financiación de su contrato al Subprograma de Incorporación del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 (DOC-INIA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN R, PEREIRA L, RAES D, SMITH M. 2006. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de las necesidades de agua de los cultivos.* Estudio FAO de Riego y Drenaje Nº 56. Roma, Italia.

BAEZA, R., GAVILÁN, P., VARGAS, A., CONTRERAS, J.I. (2014). *Influencia de la pendiente del terreno en la uniformidad de distribución de caudal en cintas de riego localizado*. XXXII Congreso Nacional de Riegos, Madrid, 10-12 junio de 2014.

BURT, C.M., CLEMMENS, A.J., STRELKOFF, T.S., SOLOMON, K.H., BLIESNER, R.D., HARDY, L.A., HOWELL, T.A. (1997). *Irrigation performance measures: efficiency and uniformity*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 123(6):423-442.

GAVILÁN, P., RUIZ, N., LOZANO, D. (2019). *Innovación y cambio tecnológico en los sistemas agrarios intensivos mediterráneos*. En: Pérez-Pasto, A., Garrido, A. *El regadío en el Mediterráneo español. Una aproximación multidimensional.* Cajamar Caja Rural.

LOZANO, D., RUIZ, N., GAVILÁN, P. (2014). *Evaluación en campo de cintas de riego por goteo de diferente caudal en un cultivo de fresa*. Agricultura, 978:778-781.

MERRIAM, J. L., KELLER, J. (1978). *Farm irrigation evaluation: A guide for management*. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan, Utah.

FIGURAS

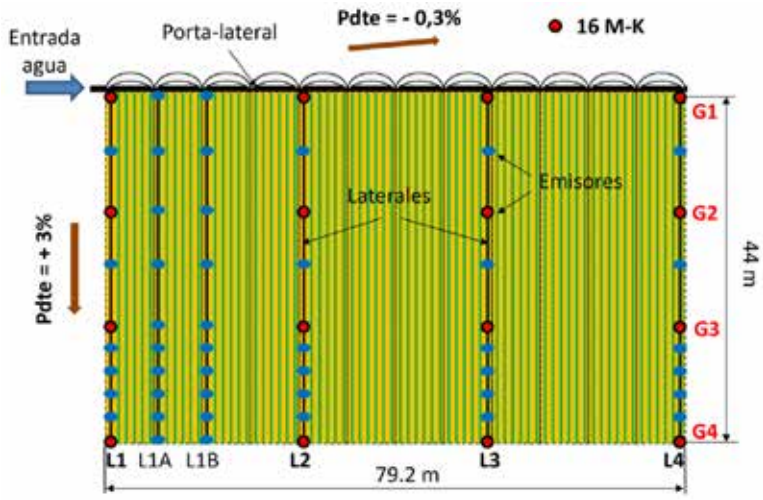


Figura. 1 **Esquema de la unidad de riego evaluada con los puntos de medida.**

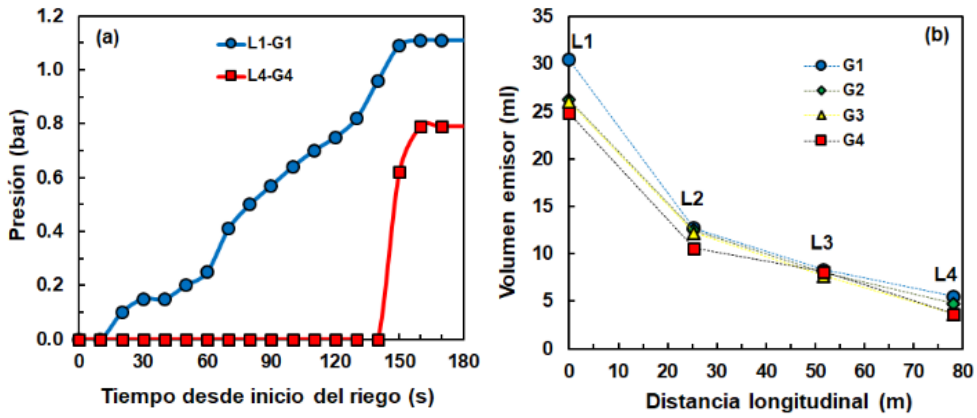


Figura 2 (a). **Evolución de la presión en la fase de llenado del sistema de riego en los puntos L1-G1 (más cercano) y L4-G4 (más alejado) y (b) Volúmenes estimados en los 16 puntos de medida de presión.**

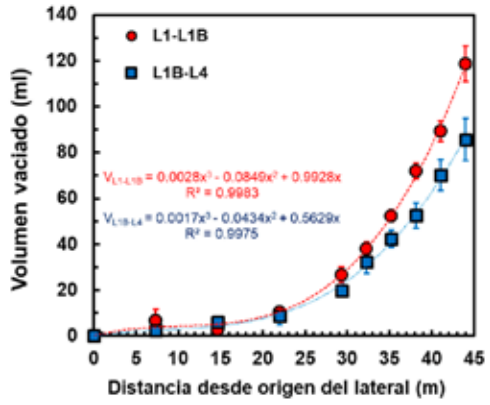


Figura 3. **Curvas de vaciado de las tuberías para las zonas comprendidas entre laterales L1 y L1B y laterales L1B y L4.**

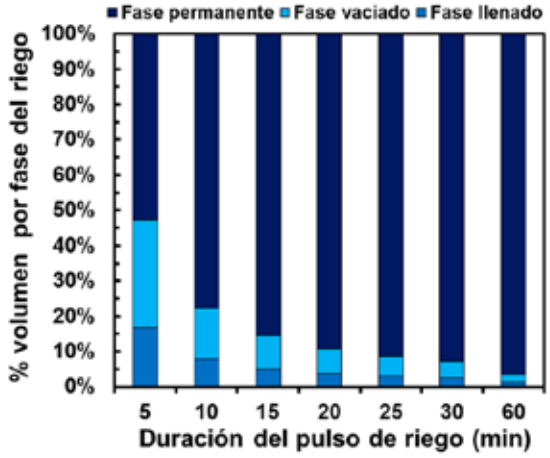


Figura 4. **Distribución del volumen aportado en cada fase del riego en función de la duración del pulso de riego.**

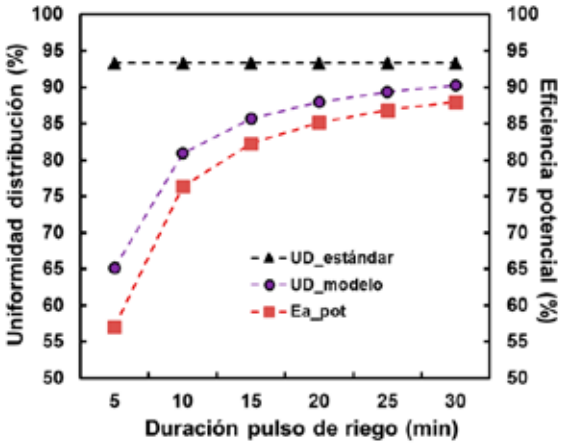


Figura 5. **Evolución de la uniformidad de distribución (UD) calculada con la metodología estándar (UD_estándar), de la UD calculada según modelo empírico con metodología IFAPA (UD_modelo) y de la eficiencia de aplicación potencial (Ea_pot) en función de la duración del pulso de riego.**

ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO DE AGUA EN CULTIVO DE APIO

Pedro Mínguez Alcaraz[1]; María López Martínez[1]; A. Pato Folgoso[2]; L. Fernando Condés Rodriguez[3]

*[1] CDTA El Mirador, San Javier (Murcia)
*[2]OCA Cartagena Mar Menor – Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medioambiente (Murcia) antonio.pato@carm.es
*[3]Servicio de Coordinación de OOCCAAs- Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medioambiente (Murcia)

RESUMEN

En la memoria del Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-2021, aprobado por Real Decreto 1/2016 de 8 de enero, se identifica un déficit global para la cuenca, cifrado en 458 hm3·año^{-1}, de los cuales 448 hm3·año^{-1} corresponden a uso agrario.

Para paliar la falta de recursos hídricos en esta zona se han venido adoptando una serie de medidas agronómicas entre las que merece un lugar destacado la tecnología del riego por goteo. Otra de las tecnologías de más reciente implantación es el uso de acolchado en los cultivos. Dada la importancia de reducir el consumo de un recurso limitado como el agua, se hace necesaria la adopción de nuevas tecnologías de riego que permitan un uso más eficiente de este recurso.

El objetivo de este ensayo es valorar el posible ahorro de agua mediante el uso de dos técnicas. Por un lado, el uso de acolchado para evitar la evapotranspiración y por otro, la utilización de sensores de humedad de suelo para el control de riego. Este ensayo se realizó en el CDTA El Mirador situado en la pedanía del mismo nombre perteneciente al Ayuntamiento de San Javier, sobre una parcela de 603 m^2 dotada de riego por goteo.

El material vegetal utilizado fue apio del cultivar Top Seller de la casa comercial Takii Seed. El cultivo se llevó a cabo al aire libre en un ciclo de noviembre a abril.

Los tratamientos efectuados fueron:

- T_0: Cultivo sin acolchado y riego según la programación del SIAM.
- T_1: Cultivo con acolchado y riego con un 30% menos de lo indicado por SIAM.
- T_2: Cultivo sin acolchado y riego indicado por sondas de humedad del suelo.
- T_3: Cultivo con acolchado y riego indicado por sondas de humedad del suelo.

Los resultados muestran un ahorro de agua del 63,28% del T_3 y del 54,73% del T_2 frente al T_0.

Los mejores resultados en las categorías más comerciales (primera y segunda) se obtienen el en T_3 siendo los peores resultados los del T_2.

Palabras clave: riego, acolchado, sondas de humedad.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día vivimos en un mundo donde los mercados son más competitivos y los consumidores más exigentes con la calidad y el precio de los productos. Al sector agrario se le exige más rentabilidad de los cultivos manteniendo la calidad de sus productos, por lo que pequeñas variaciones de los costes puede suponer pérdidas o ganancias en las explotaciones agrarias.

La Región de Murcia muestra históricamente una escasez de recursos hídricos que está cifrada en 458 hm3·año^{-1} según el Plan Hidrológico de la demarcación del Segura 2015-2021, aprobado por Real Decreto 1/2016 de 8 de enero,

En la Región de Murcia en el año 2017, el regadío ocupaba un 42,58 % (187.834 ha) del total de las tierras de cultivo (441.103 ha). La superficie de riego por goteo fue de 129.284 ha lo que supone un 68,91 % del total de tierras en regadío *(Estadísticas Agrarias de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca).*

El problema del agua puede llegar a ser un factor limitante para el desarrollo de la actividad agrícola. El uso eficiente en el agua de riego disponible, es esencial para lograr mayor rentabilidad en las explotaciones agrarias y debe ser un elemento fundamental de la gestión de los recursos hídricos. La aplicación eficiente del riego requiere que se use la cantidad óptima de agua y que se halle a disposición de la planta cuando ésta la necesite. Mejorando las técnicas de programación de riego podemos reducir el consumo de agua a la vez que supone una reducción en el riesgo de lavado de nutrientes, principalmente de nitrógeno, y minimiza el impacto de la agricultura en los acuíferos subterráneos, además de asegurar el correcto desarrollo de los cultivos.

El nivel del agua en el suelo se puede medir mediante el uso de sensores de humedad que permiten conocer en tiempo real el contenido de humedad del suelo suponiendo una herramienta muy importante, que facilita la toma de decisiones para determinar la cantidad de agua y el momento de aplicarla.

El uso de tensiómetros nos permite medir la tensión a la que está retenida el agua en el suelo. El tensiómetro mide directamente energía (centíbares), es decir, el esfuerzo que las raíces deben realizar para extraer el agua del suelo. Entre sus ventajas destaca que es un método rápido de medida de potenciales mátricos del suelo *in situ*, tienen bajo coste y son relativamente fáciles de instalar y mantener.

Entre las prácticas culturales para el ahorro de agua, los acolchados plásticos del suelo, han adquirido una importancia creciente en zonas semiáridas como la Región de Murcia. En el año 2017 se acolcharon en esta región un 27,28% (14.920

ha) de las hortalizas cultivadas (54.689 ha) *(Estadísticas Agrarias de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca).*

El acolchado plástico proporciona una mayor eficiencia en el uso del agua al retener la humedad y evitar su evaporación. También tiene un efecto positivo sobre el control de las malas hierbas y el aumento de la precocidad del cultivo, a la vez que mejora la estructura del suelo reduciendo su compactación.

Son bien conocidas las ventajas de cada una de estas dos técnicas por separado, el empleo de tensiómetros y el acolchado plástico. Faltaría conocer los resultados de la combinación de ambas técnicas.

El objetivo del ensayo es comprobar si se produce un ahorro de agua en el desarrollo del cultivo, realizando el control de riego con los tensiómetros y poder cuantificar la incidencia del acolchado plástico en la cantidad de agua aportada, sin que se vea afectada la producción y calidad de la cosecha.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó al aire libre sobre una superficie de 603 m^2 en las instalaciones del Centro de Demostración y Transferencia Agraria "El Mirador" donde se integran como cooperativa de 2º grado, tres de las principales cooperativas del Campo de Cartagena (Gregal S. Coop, Hortamira S. Coop y SAT San Cayetano ALPI). Sus instalaciones están geográficamente situadas a 37º50' de longitud norte y 0º53' de latitud oeste, en el paraje El Hondón de la pedanía de El Mirador. En la parcela 24 del polígono 2 del término municipal de San Javier, en la comarca del Campo de Cartagena, distante a unos 9 km del litoral del Mar Menor.

En el acolchado se utilizó plástico oxo-biodegradable (Actiblack) de 40 galgas de espesor (10μ). Para el control de los riegos se utilizaron tensiómetros digitales de la marca Modelgreen, que nos permite estar informados sobre valores fiables de la humedad del suelo a diferentes profundidades (15, 30 y 45 cm), lo que nos ayuda a ajustar la cantidad de agua y la frecuencia de los riegos. Los tensiómetros se colocan a 10 cm de distancia a las plantas y a la misma distancia con respecto al gotero. Tanto las unidades de sensorización como las unidades de comunicaciones, utilizan sistemas de alimentación solar. Los datos son enviados, sin cables hasta la unidad central que, a su vez, los remite a Internet para que podamos visualizarlos a través del teléfono móvil, tablet u ordenador.

Poder conocer, en cada riego, en que perfil de profundidad del suelo se encuentra el agua que aportamos, es importante para saber que parte de esta es aprovechada por la planta. En la *Figura 1* la línea azul representa la profundidad de 15 cm y la verde a 30 cm (objetivo sobre 10 cb). En la *Figura 2* podemos observar el perfil del agua en el suelo a tres profundidades. Los riegos más cortos y más frecuentes mantienen la tensión en un nivel óptimo en el perfil 15 y 30 cm. La tensión a 45 cm (línea morada) es alta para evitar pérdidas innecesarias de agua

y la contaminación que esto puede causar. En la *Figura 3* puede apreciarse que sucede con riegos largos a tres profundidades (15, 30 y 45 cm). En este caso se pueden producir pérdidas de agua por lixiviación dado que tenemos la tensión baja a 45 cm.

Esta información en continuo puede ayudarnos a valorar qué cantidad de agua es la adecuada y en qué momentos del día la planta puede mejorar su aprovechamiento (teniendo en cuenta siempre las condiciones climáticas y de suelo).

Preparación del terreno: Antes de realizar el trasplante se realizarán dos labores de subsolador, dos pases de rotovator, la aplicación de estiércol, el corte de tierra con tilde para dejar definidos los caballones y, por último, la disposición del acolchado.

El material vegetal utilizado fue apio del cultivar Top Seller de la casa comercial Takii Seed, acorde a la fecha de trasplante. El trasplante se llevó a cabo el 17 de noviembre de 2017, realizándose la recolección el 14 de marzo de 2018, lo que constituye un ciclo de cultivo de 117 días. Siendo este uno de los ciclos más largos y desfavorables para el cultivo del apio con bajada de las temperaturas lo que favorece el ahuecado.

El ensayo se realizó sobre 8 subparcelas, con una superficie de 67 m^2 cada una, con dos repeticiones por tratamiento. Esto supuso una superficie para cada tratamiento de 134 m^2. El marco de plantación fue de 1 m entre caballones con dos filas pareadas por caballón y una distancia de 0,20 m entre plantas, dispuestas a tresbolillo, lo que equivale a una densidad de plantación de 100.000 plantas por hectárea.

Los tratamientos efectuados fueron:

- T_0: Cultivo sin acolchado y riego según la programación del SIAM.
- T_1: Cultivo con acolchado y riego con un 30% menos de lo indicado por SIAM.
- T_2: Cultivo sin acolchado y riego indicado por sondas de humedad del suelo.
- T_3: Cultivo con acolchado y riego indicado por sondas de humedad del suelo.

El suelo, según la clasificación del USDA, es de textura arcillosa con 44,95% de arcilla, 38.45% de arena y 16,60% de limo. Las características del mismo se muestran en la *Tabla 1*.

Riego y abonados: El CDTA "El Mirador" dispone de un sistema de riego localizado automatizado mediante electroválvulas que permite el riego por sectores. La parcela del ensayo se riega mediante líneas portaemisores de 16 mm de diámetro colocadas a una distancia de 1,0 m y goteros interlinea separados 0,33 m con un caudal de 2,2 $L \cdot h^{-1}$. Transcurrida una semana tras la plantación, se realiza un primer riego de hora y media de duración, seguido de un riego de enjuague a las tres semanas de la plantación. Estos primeros riegos se realizan sin la aportación de abono, llevándose a cabo los siguientes con fertirrigación. La primera mitad del cultivo se realizó el riego con la misma duración para todos los tra-

tamientos, marcando la diferencia entre sectores en la segunda parte del ciclo.

El plan de abonado seguido para este ensayo es el siguiente:

En el período de cultivo desde los 15 días del trasplante hasta los 60 se lleva a cabo un incremento de la conductividad eléctrica de 0.5 $mS \cdot cm^{-1}$ sobre el agua del pantano (1.8 $mS \cdot cm^{-1}$) con Nitrato de calcio al 60% y Nitrato potásico al 40%, manteniendo un pH de 6 (pH del agua del pantano de 8.5) con aportaciones de Ácido nítrico. En el periodo comprendido entre los 60 días del trasplante y la recolección del cultivo se mantendrá el incremento de la conductividad eléctrica, pero invirtiendo los porcentajes de los abonos (40% Nitrato de calcio y 60% Nitrato potásico).

La recolección se realizó de una sola vez y a primera hora de la mañana para evitar deshidrataciones. Se llevó a cabo cuando el cultivo en su totalidad alcanza el tamaño adecuado y antes de que desarrolle esponjosidades. Se realizó de forma manual con una espátula con los bordes afilados, de tal forma que con el borde frontal se cortan las raíces y con los laterales se cortan los tallos a una altura de 32 cm. desde la base de la penca y se limpian las hojas exteriores. En el momento de la recolección se eligen al azar 10 plantas de cada repetición en las cuales se determinan los parámetros de calidad correspondientes a: peso total, peso comercial, longitud del espigado, número de peciolos por penca y diámetro de la penca limpia, medido en la base de la misma, en su zona intermedia y en la parte superior de ésta. Así mismo se toma nota de la incidencia del ahuecado, rajado, espigado y corazón negro. El resto de pencas, hasta su totalidad, fueron llevadas a una de las cooperativas que forman parte del CDTA El Mirador para proceder a su comercialización, previa a su clasificación en función de los parámetros comerciales que se aplican en las tres cooperativas integradas en el CDTA El Mirador y que son los siguientes:

- **Categoría PRIMERA:** Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario con un peso superior a 500 g.
- **Categoría SEGUNDA:** Producto de buena calidad, correcto estado de madurez y buen estado sanitario con un peso comprendido entre 400 y 500 g.
- **Categoría CUARTA:** Producto que presenta zonas podridas, virosis, hueco, etc... O cualquier otro defecto que lo haga inservible. Pencas con peso inferior a 250 g.
- **Categoría QUINTA:** Producto con peso de 250 a 400 g.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 2* se muestran los consumos de agua por quincena. Solo recordar aquí que, en la primera parte del ciclo de cultivo, hasta el 15 de enero, la fertirrigación se realizó de forma similar para los cuatro tratamientos. Al final de cultivo se consiguieron unos ahorros de agua frente al tratamiento T_0 del 63,28%, 54,73% y 32,02% en los tratamientos T_3, T_2 y T_1 respectivamente (*Tabla 3* y *Figura 4*).

El efecto del acolchado en riego con sondas fue del 18,80% (T_2 v$_s$ T_3). Con el uso de sondas, que nos dan datos de la humedad del suelo, se consiguió un ahorro de agua del 45,97% (T_1 v$_s$ T_3).

Los parámetros de calidad obtenidos se muestran en la *Tabla 4*, donde podemos apreciar que el peso de las pencas, sin limpiar los peciolos exteriores y sin cortar las hojas, así como una vez limpias y con las hojas cortadas, es mayor en el tratamiento T_1, mientras que las pencas de menor peso total, menor peso comercial y menor grosor se obtuvieron en el tratamiento $T_{2.}$ Se obtuvo mayor rendimiento comercial frente al peso total en el tratamiento T_3, con un 59,19% de aprovechamiento.

El número de peciolos por penca varía muy poco entre los cuatro tratamientos, siendo el menor en T_2 con 7,3 peciolos por penca y mayor en el tratamiento T_0 con 8,25. De las mismas tablas podemos apreciar que el apio menos espigado lo teníamos en el tratamiento T_3 (37,00 mm), mientras que el más espigado lo mostraba el tratamiento T_0 (48,10 mm). Las pencas de mayor diámetro fueron las del T_1 tanto en su zona basal, intermedia como superior.

De los controles de calidad realizados por la cooperativa a las pencas entregadas para su comercialización (*Tabla 5*), se observa que el tratamiento T_3 es el que muestra mejores rendimientos en las categorías más comerciales con un 61%, (Primera; 40% y Segunda; 21%). En el tratamiento T_2 es donde se obtuvo un menor porcentaje de pencas de las categorías más comerciales con solo el 42%. A su vez este último tratamiento es el que arroja un porcentaje mayor (25%) de producción no comercial (Cuarta). El mayor número de pencas comerciales de menor tamaño (de 250 a 400 gr) se obtuvieron en el tratamiento T_1 con 36% de las mismas, mientras que en el T_3 solo el 22 % se encontraban en esta categoría.

En la *Tabla 6* vemos que el mayor número de piezas cosechadas corresponde a los tratamientos con acolchado (T_3; 1260 y T_1; 1215) mientras que en los tratamientos sin acolchar se cortaron menos piezas (T_2; 1157 y T_0; 1155). El tratamiento en el que se comercializaron un mayor número de piezas fue el T_3 con 7,8 piezas · m^{-2} (*Figura 6*).

CONCLUSIONES

A la vista de los datos obtenidos se puede concluir que se puede realizar un cultivo de apio ahorrando una importante cantidad de agua, poniendo esta a disposición de las plantas en el momento en que ésta sea requerida.

Se consigue un mayor ahorro de agua con el uso de sondas que con la utilización del acolchado.

La subida a flor prematura del apio es menor con la combinación de ambas estrategias, dado que el acolchado incrementa la temperatura del suelo y con la utilización de las sondas de humedad se pone el agua a disposición de las plantas cuando es requerida, evitando el estrés hídrico.

Acolchando el suelo con plásticos conseguimos recolectar un número superior de piezas, porque se reduce el número de fallos en la plantación, al conseguir una mayor homogeneidad en el riego.

Se obtiene un mayor aprovechamiento comercial y con pencas de mayor calidad en el tratamiento que combina ambas estrategias (T_3), siendo más determinante el manejo del agua que la utilización del acolchado (T_3 Vs T_2).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia a través del Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica de la Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura. Dentro de la Medida destinada a Actividades de Demostración y Transferencia de Conocimientos, del actual Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de la Región de Murcia,

Los autores quieren agradecer la colaboración de los socios y técnicos de las tres cooperativas anteriormente mencionadas, por su aportación de ideas a la hora de realizar el ensayo. También queremos agradecer a todo el personal del CDTA El Mirador ya que sin su aportación no habría sido posible realizar el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. 2006. *Evaporación del cultivo*. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Publicaciones número 56: 322pp. Roma. FAO.

CAPRARO, F.; D. PATIÑO; S. TOSETTI; C. SCHUGURENSKY, 2008. *Neural Network-Based Irrigation Control for Precision Agriculture*. IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, pp. 357-362 . China.

CAPRARO, F.; C. SCHUGURENSKY; F. VITA; S. TOSETTI; A. LAGE; D. PATIÑO 2008. *Intelligent irrigation in grapevines: a way to obtain different wine characteristics*. 17th IFAC World Congress. Seoul. Korea.

CAMPBELL, C.S. *Response of the ECH 2 O Soil Moisture Probe to Variation in Water Content, Soil Type, and Solution Electrical Conductivity*. Decagon Devices, Inc.

COLIN, A.; D. WHITFORD 1996. *Intelligent Irrigation*. (Booklet) Cohort International Pty Ltd, Australia.

DOOREMBOS J.; W.O. PRUITT, 1976. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Estudio FAO Riego y Drenaje, Manual nº 24. Roma, Italia.

DRY, P.R.; B.R. LOVEYS; M.G. MCCARTHY; M. STOLL. 2001. *Strategic irriga-*

tion management in Australian vineyards. Jour. Int. des Sciences de la Vingen et du Vin 35: 129-139.

LAHOZ, I.; GARNICA, J.; MACUA, J.I.; OCHOA, V., 2007. *Efecto del acolchado plástico y de la dosis de riego en un cultivo de tomate de industria*. XXV Congreso Nacional de Riegos, pp. 59-60. Pamplona, 15-17 Mayo. Dpto. Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; CATALINA, C.; ABRUSCI, C., 2011. *Posibilidades de reducción de los caudales de riego con el uso de acolchados biodegradables*. Revista de Plásticos Modernos 660: 91-97.

LÓPEZ-MARÍN, J.; GONZÁLEZ, A.; GÁLVEZ, A.; RODRÍGUEZ, C. M.; FERNÁNDEZ, J. A., 2009. *Valoración de acolchados biodegradables en un cultivo de bróculi*. Actas de Horticultura 54: 593-597.

MACUA, J.I.; LAHOZ, I.; CALVILLO, S.; GARNICA, J.; SANTOS, A.; DÍAZ, E. 2005. *Utilización de acolchados plásticos biodegradables*. Navarra Agraria 150: 5–13.

MACUA, J.I.; LAHOZ, I.; GARNICA, J.; ZABALETA, J., 2009. *Efecto del acolchado plástico y de la dosis de riego en cultivo*. Navarra Agraria 175: 12-16.

MAROTO, J.V.; BAXAULI, C. 2017. *Cultivos hortícolas al aire libre*. Ed. Cajamar Caja Rural, 315-337.

MENDOZA, F.; INZUNZA, M.A.; CATALÁN, E.A.; VILLA, M.M.; ROMÁN, A. 2006. *Rendimiento de brócoli con acolchado plástico y criterios de riego por cintilla*. Agrofaz Vol. 6, Nº. 2: 205-210.

MIRANDA, F.R.; R.E. YODER; J.B. WILKERSON; L.O. ODHIAMBO 2005. *An autonomous controller for site-specific management of fixed irrigation systems*. Computers and Electronics in Agriculture 48, 183-197.

MUÑOZ-CARPENA, R.; M..D. DUKES 2008. *Automatic Irrigation Based on Soil Moisture for Vegetable Crops*. Document 356. Department of Agricultural and Biological Engineering, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

NAVARRO MARQUEZ J.A. 2002. *Sistemas de medida y regulación*. Ed Ceysa. 235 pp.

RINCÓN, L.; SÁENZ, J., 1996. *Determinación de la evapotranspiración y de los coeficientes de cultivo en lechuga iceberg con riego por goteo*. Actas del Congreso Ibérico. Murcia, España. pp. 193-202.

RODRÍGUEZ, F.; BERENGUER, M. 2004. *Control y robótica en agricultura*. Ed Universidad de Almeria. 433pp.

ROTH, C.H.; M.A. MALICKI; R. PLAGGE, 1992. *Empirical evaluation of the relationship between soil dielectric constant and volumetric water content as the basis for calibrating soil moisture measurements by TDR*. Journal of Soil Science 43: 1-13.

STARR, J.L.; PALTINEANU, I.C. 1998. *Soil Water dynamics using multisensor capacitance probes in nontraffic interrows of corn*, Soil Science Society of American Journal, 62: 115-122.

VITA, F.; C. SCHUGURENSKY; R. CARRIÓN; S. RODRÍGUEZ, 2005. *Evaluación del Comportamiento de Sensores de Humedad del Suelo del Tipo FDR de Desarrollo Local, en Relación al Contenido de Agua y a la Textura del Suelo*. XX Congreso Nacional del Agua 2005, Mendoza, Argentina.

WEB VISITADAS

www.academia.edu
http://academica-e.unavarra.es
www.agroes.es
www.aulavirtual.agro.unlp.edu.ar
www.carm.es
www.cajamar.es
www.crea.uclm.es/siar
www.fepex.es
www.infoagro.com
www.inia.cl
www.mapama.gob.es
www.siam.imida.es
www.tecnicoagricola.es
www.umh.es

TABLAS

Tabla 1. **Características del suelo.**

PH (EXTRACTO ACUOSO 1:2, A 25,83°C)	7,93	POTASIO ASIMILABLE	529,59 PPM
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	1,73 Ms/CM	Calcio asimilable	2045,41 ppm
Cloruros	5,52 mEq/l	Magnesio asimilable	385,69 ppm
Sulfatos	7,68 mEq/l	Materia Orgánica	2,89%
Sodio	4,00 mEq/l	Carbono orgánico	1,64%
Sodio asimilable	197,93 ppm	Hierro asimilable	0,24 ppm
Bicarbonatos	0,60 mEq/l	Boro asimilable	0,66 ppm
Nitratos	786,16 ppm	Manganeso asimilable	0,24 ppm
Fosforo asimilable	410,90 ppm	Cobre asimilable	0,15 ppm
Potasio	2,39 mEq/l	Zinc asimilable	4,07 ppm
Calcio	7,9 mEq/l	Caliza total	62,21%
Magnesio	4,33 mEq/l	Caliza activa	18,81%

Tabla 2. **Consumo de agua por quincenas.**

QUINCENA	T_0	T_1	T_2	T_3
1ª	81	81	81	81
2ª	355	355	355	355
3ª	109,5	109,5	109,5	109,5
4ª	112,25	112,25	112,25	112,25
5ª	593,5	396,9	153	111,8
6ª	668,4	414,96	187	100,8
7ª	1012,6	518,05	353,75	182
8ª	739	507,5	310,5	295,6
TOTAL	3671,25	2495,16	1662	1347,95

Tabla 3. **Consumo de agua acumulado.**

QUINCENA	T0	T1	T2	T3
1ª	81	81	81	81
2ª	436	436	436	436
3ª	545,5	545,5	545,5	545,5
4ª	657,75	657,75	657,75	657,75
5ª	1251,25	1054,65	810,75	769,55
6ª	1919,65	1469,61	997,75	870,35
7ª	2932,25	1987,66	1351,5	1052,35
8ª	3671,25	2495,16	1662	1347,95

Tabla 4. **Parámetros de calidad.**

TRATAMIENTO	PESO TOTAL (GR)	PESO COMERCIAL (GR)	ESPIGADO (MM)	Nº PECIOLOS POR PENCA	DIÁMETRO (MM)			INCIDENCIAS (*)
					BASE	MEDIO	SUPERIOR	
T_0R_1	1136,80	611,30	51,40	7,90	68,23	78,03	63,96	es1
T_0R_2	1260,70	610,50	44,87	8,60	65,49	75,63	66,42	cn2, va2
T_0	**1198,75**	**610,90**	**48,13**	**8,25**	**66,86**	**76,83**	**65,19**	
T_1R_1	1364,80	720,20	46,67	7,90	71,72	91,85	95,36	by1, cn2, es1
T_1R_2	1213,70	640,90	30,38	7,70	67,80	87,23	84,92	
T_1	**1289,25**	**680,55**	**38,53**	**7,80**	**69,76**	**89,54**	**90,14**	
T_2R_1	1063,00	560,80	46,23	7,60	62,54	77,97	77,13	cn2, ra1
T_2R_2	1083,60	546,00	38,91	7,10	64,07	80,62	80,14	ra1
T_2	**1073,30**	**553,40**	**42,57**	**7,35**	**63,31**	**79,29**	**78,64**	
T_3R_1	1027,70	613,50	35,11	8,00	66,16	78,56	68,56	
T_3R_2	1144,80	672,20	38,91	8,00	69,24	81,66	71,19	cn3
T_3	**1086,25**	**642,85**	**37,01**	**8,00**	**67,70**	**80,11**	**69,87**	

(*) by: botrytis, cn: corazón negro, es: espigado, ra: rajado, va: varios

Tabla 5. **Clasificaciones.**

	PRIMERA	SEGUNDA	CUARTA	QUINTA
T_0	32,00%	23,00%	14,00%	31,00%
T_1	21,00%	29,00%	15,00%	36,00%
T_2	23,00%	19,00%	25,00%	33,00%
T_3	40,00%	21,00%	17,00%	22,00%

Tabla 6. **Producción.**

PRODUCCIÓN	TOTAL		COMERCIAL		NO COMERCIAL	
	Nº piezas	Nº piezas · m^{-2}	Nº piezas	Nº piezas · m^{-2}	Nº piezas	Nº piezas · m^{-2}
T_0	1155	8,62	993	7,41	162	1,21
T_1	1215	9,07	1033	7,71	182	1,36
T_2	1157	8,63	868	6,48	289	2,16
T_3	1260	9,40	1046	7,80	214	1,60

FIGURAS

Figura 1. **Evolución de la humedad del suelo en cada riego.**

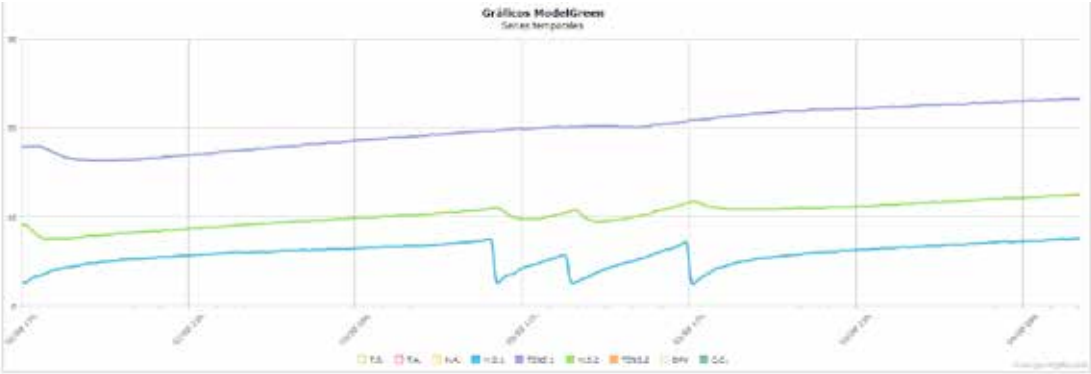


Figura 2. **Evolución de la humedad con riegos cortos y mayor frecuencia.**

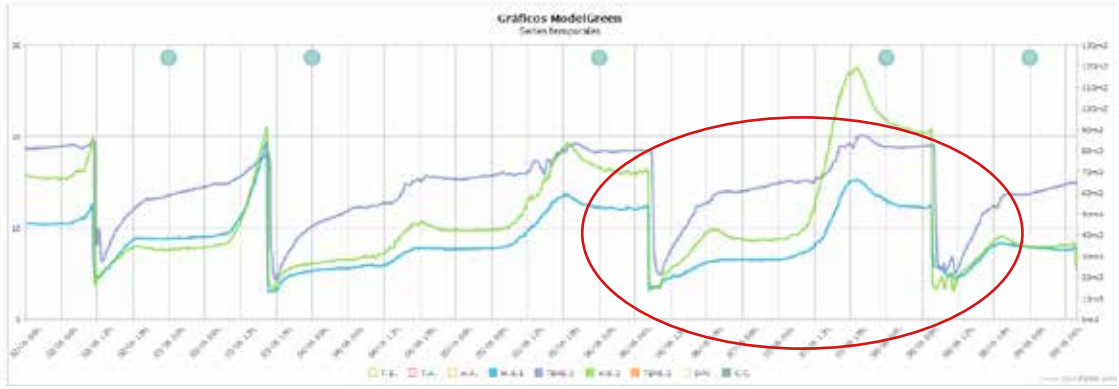


Figura 3. **Evolución de la humedad con riegos largos.**

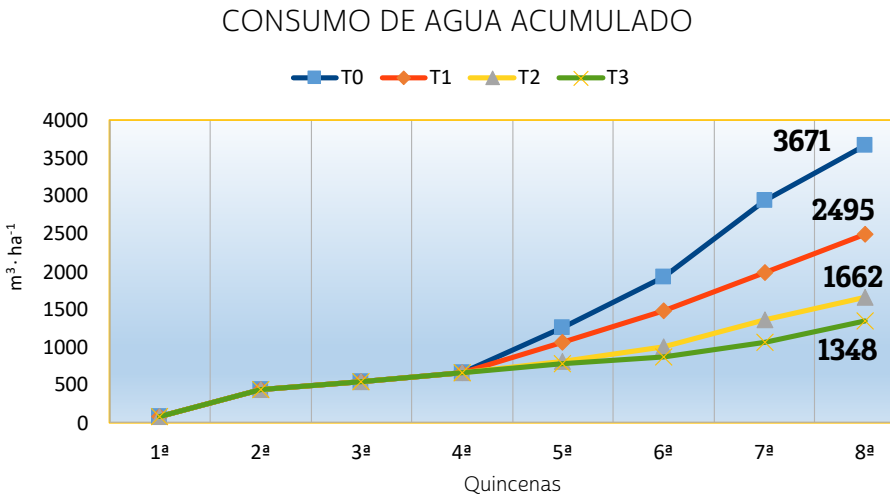


Figura 4. **Consumo de agua.**

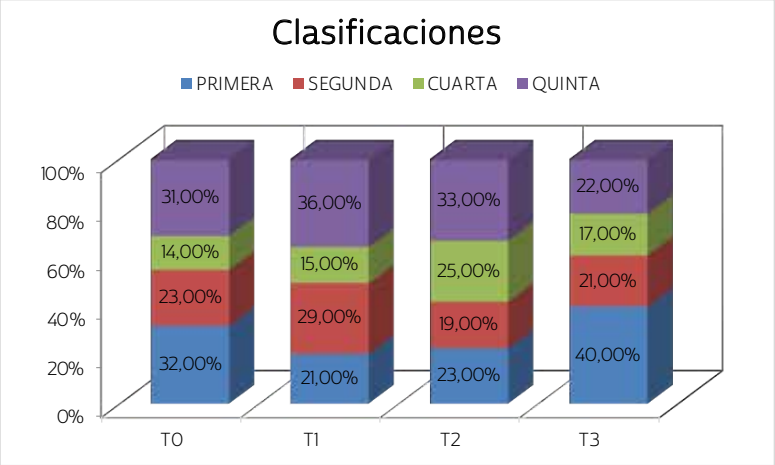


Figura 5. **Clasificaciones.**

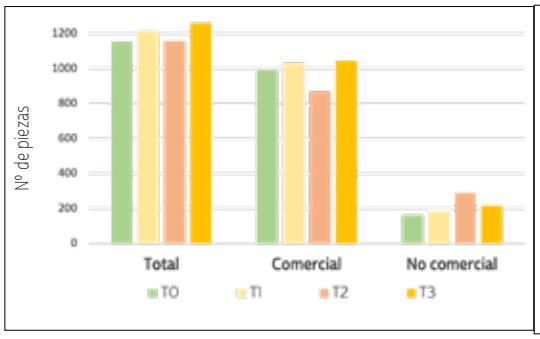


Figura 6. **Producción.**

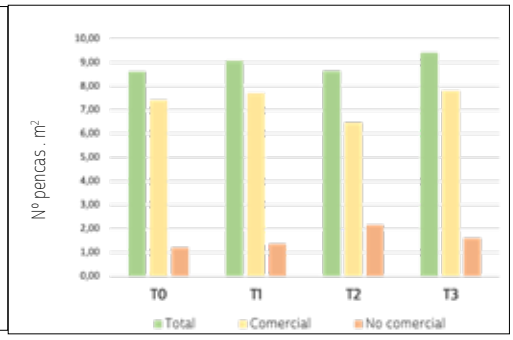
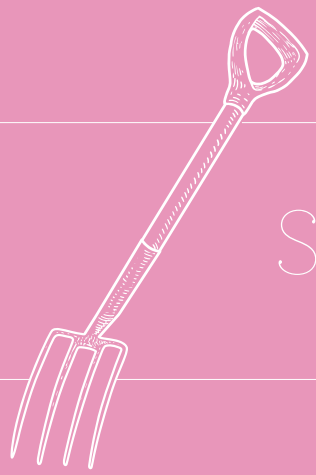
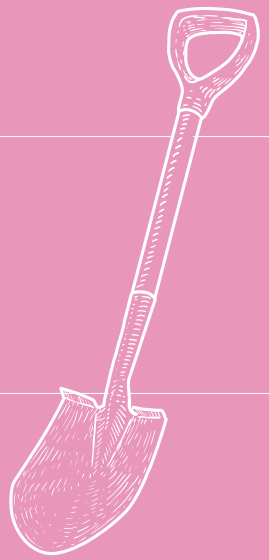


Figura 7. **Producción·m².**



SESIÓN TÉCNICAS DE CULTIVO



EVALUACIÓN DE LA UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE LA QUIMIGACIÓN EN UN CULTIVO DE LECHUGA

Baeza Cano, R, Cánovas Fernández, G., Alonso López, F., Paéz Cano, F.C., Contreras París, J.I.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Centro La Mojonera (Almería)
rafaelj.baeza@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La quimigación es una técnica de aplicación de fitosanitarios que consiste en incorporar estos productos disueltos en el agua de riego. Se utiliza principalmente con sistemas de riego localizado. Presenta una serie de ventajas frente a las aplicaciones convencionales por pulverización foliar como reducir los posibles daños sobre las hojas y rebajar los costes del tratamiento fitosanitario. Para conseguir aplicaciones eficientes, es necesario que el sistema de riego en su conjunto esté en buen estado, permitiendo así un reparto uniforme del producto fitosanitario por toda la superficie objeto del tratamiento, evitando puntos sobredosificados o infradosificados, y sin pérdidas por fugas, reduciendo al máximo posibles riesgos. Existe la incertidumbre de pérdida de eficacia del tratamiento por la posible influencia de factores no controlados del suelo (textura, estructura, materia orgánica, nivel de humedad previa del suelo, capacidad de infiltración del suelo) y de la aplicación del riego (uniformidad de distribución, periodos de llenado y vaciado de las conducciones). Esto último se puede acentuar en parcelas con largas distancias respecto al punto de inyección de la aplicación y/o con elevados desniveles. Hoy en día es muy frecuente encontrar explotaciones hortícolas que ocupan superficies relativamente grandes con sectores de riego superiores a una hectárea. En estas explotaciones suelen existir pendientes y elevadas distancias respecto al cabezal de riego. El objetivo de este trabajo ha sido determinar la uniformidad de distribución de productos fitosanitarios aplicados mediante quimigación en parcelas comerciales de lechuga en pendiente y sectores de riego superiores a 1 ha. El ensayo se llevó a cabo en una finca comercial de lechuga Iceberg (*Lactuca sativa L.*) situada en Huéneja, Granada. El sector experimental tenía una superficie de 4,44 ha y presentaba ligeras pendientes descendentes (< 2%) transversal y longitudinal. El sector de riego estaba dividido en 8 subsectores. Al objeto de conocer la distribución de productos fitosanitarios se seleccionó un subsector representativo donde se midieron los volúmenes emitidos por 36 emisores siguiendo la metodología propuesta por Lozano y col. (2017) para la evaluación de la uniformidad en parcelas con pendiente. Además, se controló el primer y último emisor, del primer y último ramal de los subsectores restantes. En total se midió el volumen de 68 emisores

de la parcela de ensayo. Las materias activas aplicadas fueron imidacloprid y tiametoxam. La uniformidad de distribución de caudales fue del 89% en el subsector evaluado. Sin embargo, la distribución de los plaguicidas fue muy irregular como consecuencia de las diferencias de concentración encontradas en los volúmenes recogidos en los emisores. Las menores concentraciones de producto se registraron en las cotas más bajas, y aunque el volumen de agua fue mayor en estas cotas no compensó la cantidad total de materia activa aplicada. La gran diferencia entre las concentraciones encontradas se puede deber al tiempo que tarda el producto en llegar al subsector debido a la distancia existente entre el cabezal de aplicación y parcela evaluada (950 m).

Palabras clave: Plaguicidas, riego, hortícolas, concentración, eficiencia.

INTRODUCCIÓN

La quimigación es una técnica de aplicación de fitosanitarios que consiste en incorporar estos productos disueltos en el agua de riego. Puede emplearse con cualquier sistema de riego; goteo, aspersión e incluso por superficie o a pie, pero por lo general se utilizan en sistemas de riego localizado.

La quimigación presenta una serie de ventajas frente a las aplicaciones convencionales por pulverización foliar como: evitar los posibles daños producidos sobre las hojas consecuencia de un mal uso o exceso del fitosanitario pulverizado; reducir la peligrosidad del manejo del producto al limitar el contacto del operario con el fitosanitario; reducir las posibles pérdidas por evaporación y, en caso de viento, por deriva; evitar la posible compactación del terreno como consecuencia de la utilización de equipos móviles y reducir los costes de operación (mano de obra), equipo y energía. Entre los inconvenientes podemos destacar que puede haber contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por un mal manejo y/o estado del sistema de riego. Un exceso de la cantidad de agua a aplicar podría producir pérdida del producto por percolación profunda o producir escorrentía y erosión, transportando el producto a otras zonas en donde se puede acumular y generar problemas tanto en cultivos como en flora y fauna espontánea.

El empleo de la técnica de la quimigación se ha extendido ampliamente en las explotaciones hortícolas intensivas. Para ayudar a los productores del sector a realizar aplicaciones con mayor garantía agronómica y medioambiental el IFAPA ha elaborado un documento técnico que incluye recomendaciones para la evaluación previa de la instalación de riego, el momento de aplicación y la regulación de la aplicación, entre otros. En este documento se indica, que para conseguir aplicaciones eficientes, es necesario que el sistema de riego en su conjunto esté en buen estado, permitiendo así un reparto uniforme del producto fitosanitario por toda la superficie objeto del tratamiento, evitando puntos sobredosificados o infradosificados, y sin pérdidas por fugas, reduciendo al máximo posibles riesgos. Por otro lado, existe la incertidumbre de pérdida de

eficacia del tratamiento por la posible influencia de factores no controlados del suelo (textura, estructura, materia orgánica, nivel de humedad previa del suelo, capacidad de infiltración del suelo) y de la aplicación del riego (uniformidad de distribución, periodos de llenado y vaciado de las conducciones) (Páez *et al.* 2016). Esto último se puede acentuar en parcelas con largas distancias respecto al punto de inyección de la aplicación y/o con elevados desniveles. Hoy en día es muy frecuente encontrar explotaciones hortícolas que ocupan superficies relativamente grandes con sectores de riego superiores a una hectárea. En estas explotaciones suelen existir pendientes y elevadas distancias respecto al cabezal de riego (Cánovas *et al.* 2015).

El cultivo de la lechuga, ampliamente extendido en el sureste peninsular, es paradigmático en este sentido: se suele desarrollar en grandes extensiones y se realizan frecuentes aplicaciones de fitosanitarios vía quimigación. En este contexto se encuadra el presente trabajo con el objetivo de determinar la uniformidad de distribución de productos fitosanitarios aplicados mediante quimigación en parcelas comerciales de lechuga en pendiente y sectores de riego superiores a una hectárea.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en una finca comercial de lechuga Iceberg (*Lactuca sativa* L.) situada en Húeneja, Granada. La parcela experimental (sector de riego) tenía una superficie de 4,44 ha. La red de riego la formaban cintas de riego Streamline-16080 (16 mm y 0.72 l/h/emisor a presión) (Netafim ®). La separación de los emisores era de 0.2 m, y la distancia entre cintas de 0.6 m. La parcela presentaba ligeras pendientes descendentes (< 2%) transversal y longitudinal.

La parcela evaluada tenía 8 subsectores. Al objeto de conocer la distribución de productos fitosanitarios se seleccionó un subsector representativo donde se midieron los volúmenes emitidos por 36 emisores siguiendo la metodología propuesta por Lozano y col. (2018) para la evaluación de la uniformidad en parcelas con pendiente. El subsector evaluado tenía 5192 m^2 de superficie. El agua era conducida desde el cabezal al sector de riego a través de una tubería de PVC de 250 mm de diámetro y 1 MPa de presión nominal y distribuida a los subsectores por una conducción de 160 mm y 1 MPa. La distancia desde el cabezal al subsector evaluado era de 950 m (F*otografía 1*). Además, se controló el primer y último emisor, del primer y último ramal de los subsectores restantes. En total se midió el volumen de 64 emisores de la parcela de ensayo (*Figuras 1 y 2*).

Las materias activas aplicadas fueron imidacloprid y tiametoxam, usualmente utilizadas en el cultivo de lechuga. Los productos comerciales elegidos tienen un comportamiento diferente en la preparación del caldo fitosanitario. El producto con imidacloprid es un concentrado soluble, mientras que el producto con tiametoxam es un granulado dispersable en agua, que no forma una verdadera solución, sino una suspensión. Los productos se diluyeron previamente en

un tanque para preparación de caldos fitosanitarios de 750 l de volumen y se incorporaron empleando un inyector venturi intercalado entre las tuberías de aspiración e impulsión del grupo de bombeo. La aplicación se ejecutó siguiendo la metodología habitual del productor en ese sector de riego. En un riego de 30 minutos se concentró la aplicación en los primeros 18 minutos, dejando los últimos 12 minutos de post-riego para el lavado de las conducciones principales. La concentración media aplicada en el pulso de riego (incluyendo el post-riego), fue de 5,58 mg L^{-1} imidacloprid y 3,77 mg L^{-1} tiametoxam.

Se midió el volumen emitido por cada uno de los emisores evaluados durante el pulso completo de riego, incluyendo los periodos de transición (carga y descarga de las tuberías), dejando drenar completamente los ramales de riego al finalizar el pulso.

Se determinó el coeficiente de uniformidad de distribución de caudal del subsector evaluado siguiendo la metodología clásica del cuarto inferior propuesta por Merriam y Keller (1978), y cuya fórmula se recoge en la *Ecuación 1*.

$$CUC = \frac{q_{25\%}}{q_m} \cdot 100 \qquad \textit{(Ecuación 1)}$$

Siendo:

CUC el Coeficiente de Uniformidad de Caudal, en tanto por 100.

$\mathbf{q_{25\%}}$ el promedio de los caudales del 25% de los emisores, cuyo caudal sea de menor valor.

$\mathbf{q_m}$ el promedio del caudal del total de los emisores.

Se determinó por el método de cromatografía de líquidos (lc-ms/ms) la concentración de las materias activas (imidacloprid y tiametoxam) presentes en las muestras.

Se simuló la distribución de agua y de las materias activas sobre el terreno utilizando el software Statgraphics Centurion (versión XVII.2).

Se cálculo el tiempo de llegada de las materias activas a la cabeza del subsector teniendo en cuenta la sección y longitud de las conducciones y el caudal medio medido en los emisores durante el pulso de riego. Para ello se estimó que las conducciones principales y secundarias se encontraban completamente llenas de agua (las tuberías se encontraban enterradas a menor cota que los ramales de riego y había electroválvulas en cabeza de los subsectores).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La uniformidad de distribución de caudales fue del 89% en la subunidad evaluada. Los volúmenes recogidos en cada emisor correspondientes a los 30 min de riego variaron entre 235 y 395 mL, con un volumen medio de 280 mL. Considerando las diferencias de cota entre cabeza y cola del subsector de riego (inferiores a 2 m) y la fórmula de gasto del emisor empleado, la afección de la altura

manométrica en el caudal de los emisores sería mínima (inferior al 10%). Sin embargo, se han registrado diferencias de volumen muy superiores, que se pueden asociar fundamentalmente a la fase de vaciado de la tubería una vez terminado el periodo de riego. Los emisores situados a menor cota emiten mayor volumen de agua (*Figuras 3 y 4*) coincidiendo con lo obtenido en trabajos anteriores (Lozano *et al* 2018, Cánovas *et al*. 2015).

La concentración de imidacloprid en la subunidad de riego presentó grandes variaciones, registrando valores que oscilan entre 0,00 y 6,45 mg L^{-1}. El mismo comportamiento presentó la concentración de tiametoxam, con valores entre 0,00 y 5,73 mg L^{-1}. En lo que respecta a la cantidad total de producto emitida por cada emisor, varió entre 0,00-1,71 mg, y 0,00-1,52 mg para imidacloprid y tiametoxam, respectivamente.

Las menores concentraciones de producto se registraron en las cotas más bajas, y aunque el volumen de agua fue mayor en estas cotas no compensó la cantidad total de materia activa aplicada (*Figuras 5, 6, 7 y 8*). Tal y como muestran los diagramas, la distribución del producto sobre el terreno es aceptable en 2/3 del subsector, disminuyendo claramente en el tercio de cola.

La gran diferencia entre las concentraciones encontradas en el último tercio se puede deber al tiempo que tarda el producto en llegar al subsector de riego debido a la distancia existente entre el cabezal de aplicación y la parcela evaluada (950 m) y al tiempo que tarda en llegar a cola de los ramales de riego, una vez alcanzado el subsector de riego, 10 y 24 minutos respectivamente. El sumatorio de estos tiempos impediría la llegada a los emisores de cola. Esto queda ratificado por los valores nulos detectados en la mayoría de los emisores de cola. No obstante, se ha detectado presencia en algunos de ellos, lo cual indicaría que las tuberías principales no se encontraban completamente llenas de agua. En el resto de subsectores se repite el patrón, los valores de concentración son similares en los emisores de cabeza y nulos o muy bajos en los de cola (*Tablas 1 y 2*).

El tiempo de post-riego (12 min), superior al tiempo de desplazamiento desde el cabezal al sector de riego, garantizaría la limpieza de las conducciones.

No se han observado diferencias entre la distribución de las dos materias activas por lo que se puede afirmar que, en este caso, el comportamiento en la dilución no ha influido en los resultados.

Si las conducciones se encontrasen vacías al inicio del riego la quimigación habría alcanzado la totalidad de los emisores. Sin embargo, una instalación que vacíe las conducciones al finalizar el riego es compleja y costosa. Una alternativa que si resultaría viable técnica y económicamente sería aplicar los productos al final de las tuberías principales, justo en la entrada al sector de riego. De esta manera el agua contenida de inicio en las tuberías se mezclaría con el producto garantizando el alcance a todo el sector. No obstante, en este caso habría que prestar especial atención a la dosificación del producto en el agua para evitar que el régimen hidráulico potenciara el desplazamiento hacia unos subsectores

en detrimento de otros. Este fenómeno no sucede en el cabezal puesto que la bomba de riego homogeneíza la dilución del producto en el agua.

CONCLUSIONES

La pendiente del terreno ha afectado a la uniformidad de distribución del riego, aportando los emisores de menor cota mayor volumen de agua.

La distribución de los productos químicos sobre el terreno no ha sido uniforme, observándose un descenso brusco en el tercio de cola del sector de riego.

La falta de uniformidad en la distribución de los productos químicos no está asociada a la uniformidad de distribución del riego, sino a los tiempos de transito del agua por las conducciones.

Una aplicación desde cabeza del sector de riego que garantizase la correcta dilución del producto permitiría que la quimigación alcanzase la totalidad de los emisores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÁNOVAS FERNÁNDEZ, G.; BAEZA CANO, R.; GAVILÁN ZAFRA, P.; CONTRERAS PARÍS, J.I. 2015. *Influencia de la Pendiente del Terreno en la Uniformidad de Distribución de Caudal en Cintas de Riego Localizado*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. 1-12 p. Formato digital (e-book).

LOZANO, D., GAVILÁN, P., BAEZA, R., CONTRERAS, J.I., RUIZ, N. 2018. *Efecto de la duración del pulso de riego sobre la producción y calidad de lechuga iceberg*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. 1-22 p. Formato digital (e-book).

MERRIAN, J.L & KELLER, J. (1978). *Farm irrigation system evaluation: a guide for management*. Utah State University.

PÁEZ CANO, F.C., BAEZA CANO, R., FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.M. 2016. *Técnicas de quimigación. Aplicación de productos fitosanitarios mediante riego por goteo en hortícolas bajo invernadero*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. 1-31 p. Formato digital (e-book).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de los trabajos de los proyectos del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA): Transferencia de Tecnología al Regadío. SAR (PP.TRA.TRA201600.3) y Transferencia de tecnología para un regadío sostenible. SAR (PP.TRA.TRA2019.006), ambos cofinanciados con fondos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de

Andalucía y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de la empresa PRIMAFLOR SAT con la cesión de las instalaciones y el apoyo del personal técnico.

TABLAS

Tabla 1. **Distribución de Imidacloprid en los subsectores de riego (mg L_{-1})**

SUBSECTOR	1		2		3		4	
	RAMAL PORTAEMISORES							
EMISOR	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA
CABEZA	4,44	4,72	6,01	3,41	3,73	3,10	3,49	0,92
COLA	0,09	0,00	0,00	0,91	0,79	-	1,81	0,10

SUBSECTOR	5		6		7		8	
	RAMAL PORTAEMISORES							
EMISOR	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA
CABEZA	3,11	2,64	2,80	3,02	2,01	2,17	2,66	0,00
COLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 2. **Distribución de Tiametoxan en los subsectores de riego (mg L_{-1})**

SUBSECTOR	1		2		3		4	
	RAMAL PORTAEMISORES							
EMISOR	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA
CABEZA	4,04	4,31	5,48	3,03	3,29	2,63	3,02	0,37
COLA	0,00	0,00	0,00	0,24	0,10	-	1,09	0,00

SUBSECTOR	5		6		7		8	
	RAMAL PORTAEMISORES							
EMISOR	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA	CABEZA	COLA
CABEZA	2,78	2,29	2,51	2,57	2,02	1,74	2,20	0,00
COLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

FIGURAS

Figura 1. **Imagen de la parcela de actuación. La línea amarilla representa la conducción principal (950 m).**

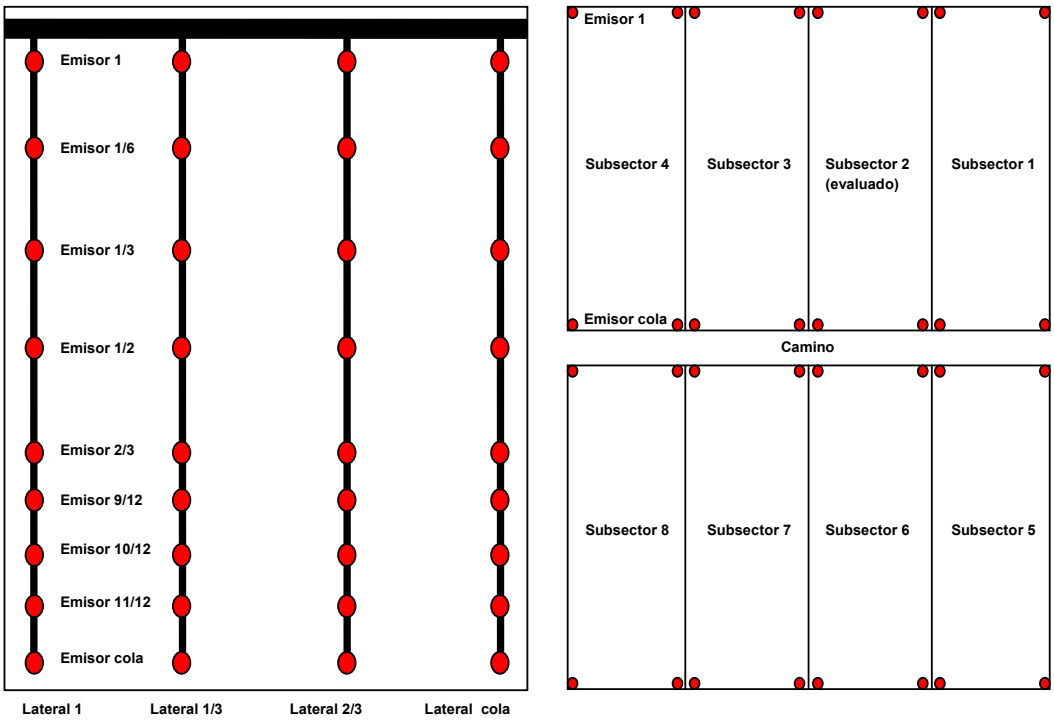


Figura 2. **Distribución de los puntos de medida en el subsector evaluado (izqda.) y en el sector completo (dcha.).**

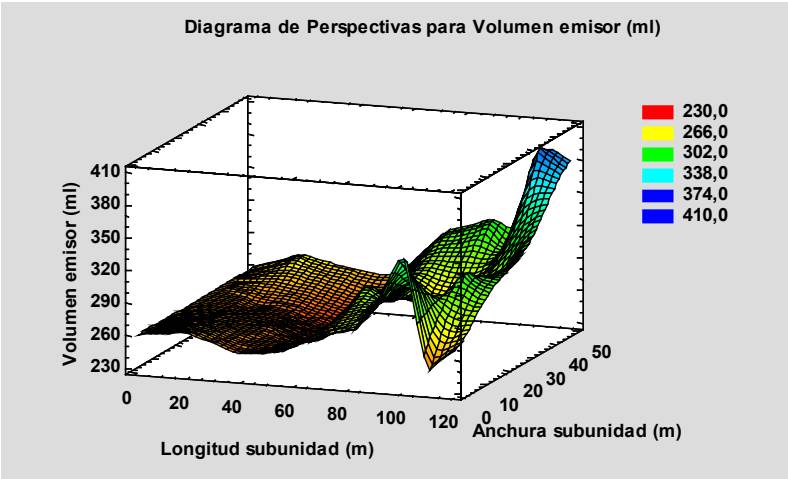


Figura 3. **Distribución del volumen aplicado por los emisores en el subsector de riego (0 representa la entrada al subsector).**

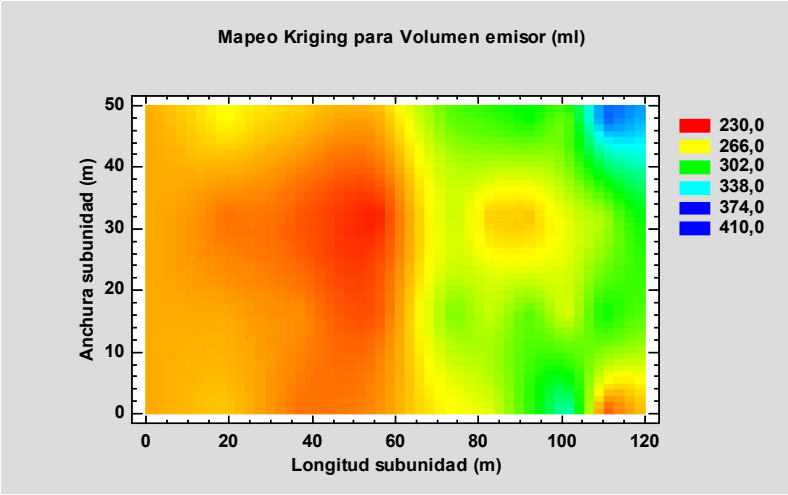


Figura 4. **Distribución del volumen aplicado por los emisores en el subsector de riego (0 representa la entrada al subsector).**

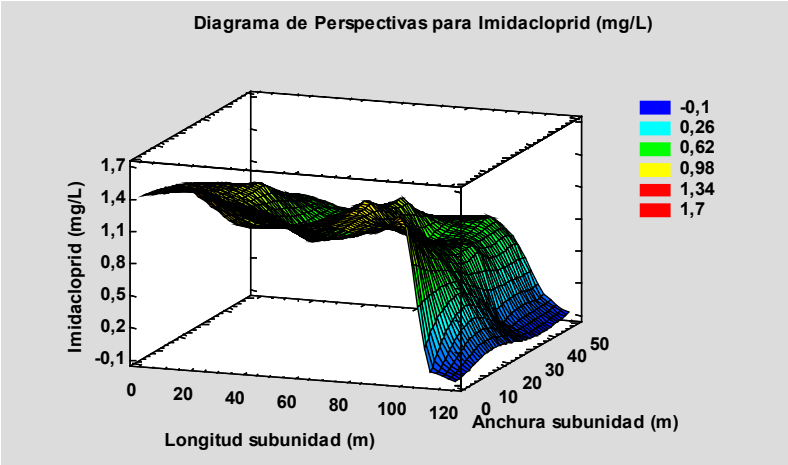


Figura 5. **Distribución de imidacloprid en el subsector de riego (0 representa la entrada al subsector).**

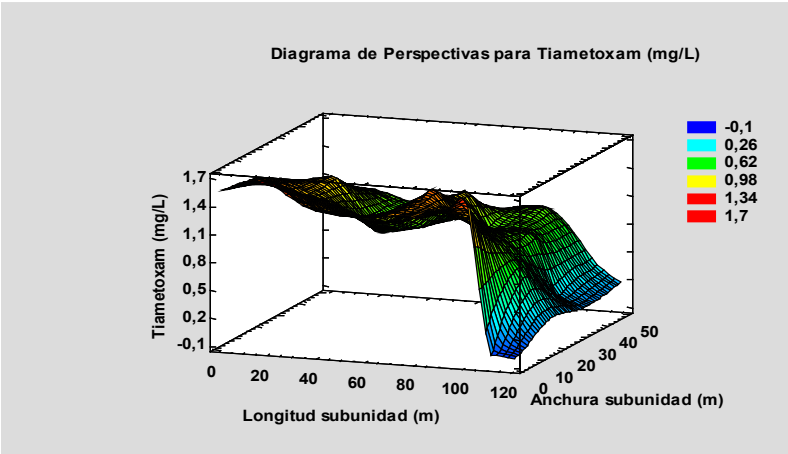


Figura 6. **Distribución de tiametoxam en el subsector de riego (0 representa la entrada al subsector).**

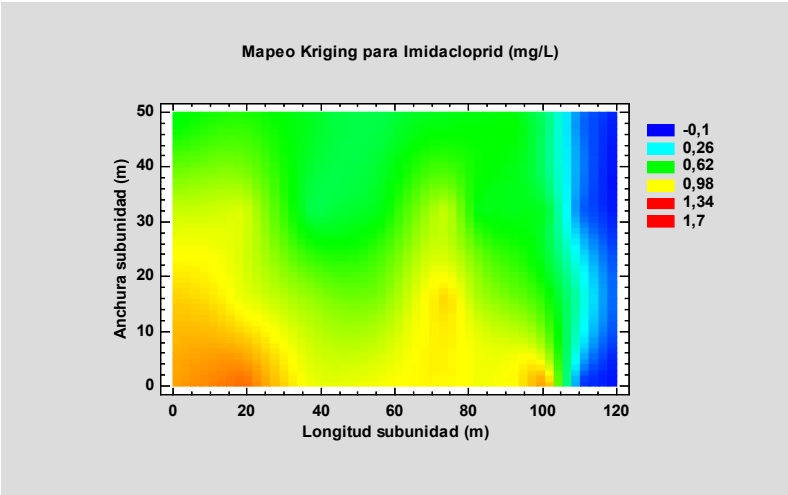


Figura 7. **Distribución de imidacloprid en el subsector de riego (0 representa la entrada al subsector)**

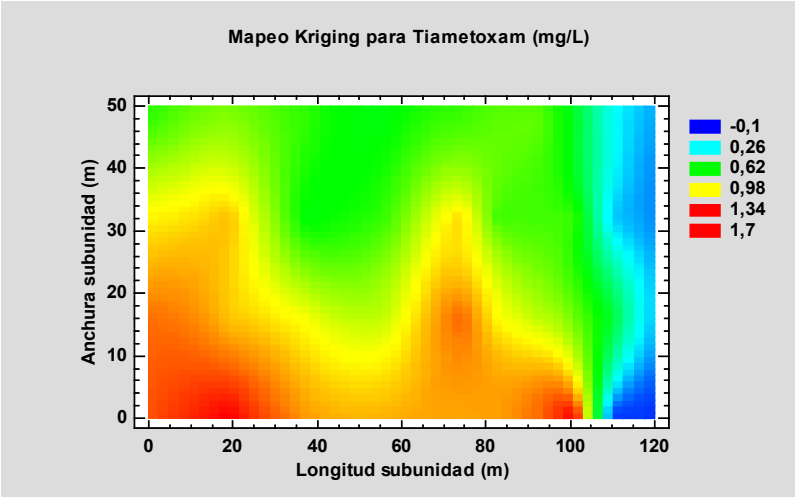


Figura 8. **Distribución de tiametoxam en el subsector de riego (0 representa la entrada al subsector)**

EFECTOS DEL USO DE HIDROACOLCHADOS EN UN CULTIVO DE ALCACHOFA

M. Romero-Muñoz, F. M. del Amor, J. López-Marín

Equipo de Horticultura. Departamento de producción Vegetal y Agrotecnología. IMIDA.
C/.Mayor s/n. 30150 Murcia. Josefa.lopez@carm.es

RESUMEN

El cambio climático está provocando un incremento en las temperaturas y una disminución en el agua disponible para consumo. Ello unido al uso cada vez más restrictivo del uso de herbicidas, provocan la necesidad de buscar medidas alternativas que sean amables con el medio ambiente, y favorezcan la reducción en el uso del agua.

Una de estas alternativas es el hidromulch, que consiste en una mezcla líquida de pasta de papel reciclado en combinación con diferentes tipos de residuos agrícolas. En el presente trabajo se muestran los resultados preliminares de la evaluación agronómica en un cultivo de alcachofa de cuatro acolchados diferentes. Se han evaluado tres hidromulch (AY, PY y CHY), un acolchado de film plástico bicolor (Pe), y un control en suelo desnudo (C). Se ha medido la tasa fotosintética, transpiración en hoja, flujo de CO_2 en suelo y evaporación de suelo, temperatura y humedad de suelo y la producción para cada tratamiento. Los resultados muestran un comportamiento similar de las variables en los tratamientos de acolchado y un mayor rendimiento de los acolchados frente a suelo desnudo.

Palabras clave: Biodegradación, *Cynara scolymus L*, respiración de suelo, acolchados, Agricultura sostenible.

INTRODUCCION

Los acolchados plásticos proporcionan un mayor rendimiento y calidad de los productos y, en consecuencia, un mayor valor económico para los agricultores, siendo en el sureste de España el polietileno lineal de baja densidad el material más ampliamente usado para cultivo de hortalizas (López-Marín *et al.*, 2012). Sin embargo, el uso de estos materiales conlleva efectos perjudiciales a largo plazo en la calidad del suelo y la contaminación ambiental a causa de la retirada del cultivo (Steinmetz *et al.*, 2016). Siendo una de sus principales desventajas, el tener que retirar estos acolchados de polietileno tras su uso. El material que no se recicla o se desecha adecuadamente puede fragmentarse y causar una degradación edáfica en el agroecosistema, con la consecuente pérdida de rendimiento de los cultivos (Scalenhge, 2018).

Una alternativa al uso de los polietilenos, podrían ser los acolchados líquidos o "hidromulch", estos consisten en una mezcla líquida de pasta de papel reciclado en combinación con diferentes tipos de residuos agrícolas, que solidifica posteriormente en el suelo, simulando el efecto de los acolchados en el cultivo. Al secarse el hidromulch se endurece y ejerce su acción de acolchado, siendo un material completamente biodegradable y económico (Romero *et al.*, 2019).

El objetivo de este trabajo es valorar la aptitud agronómica de estos nuevos materiales a través del análisis de la tasa fotosintética y transpiración en hojas desarrolladas, del flujo del CO_2 o respiración de suelo y evaporación de suelo, variaciones de temperatura y humedad del suelo, y evaluar el efecto en la producción de alcachofa (*Cynara scolymus L*) en comparación con el efecto del polietileno blanco y el suelo desnudo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ha llevado a cabo en la finca experimental agrícola de IMIDA (Murcia, sureste de España), entre agosto de 2018 y abril de 2019. Los acolchados se colocaron el día 6 de agosto, y el trasplante se realizó el día 8 de agosto. El material vegetal empleado fue alcachofa cv. Symphony (Nunhems, BASF). La densidad del cultivo fue de 2 plantas m^2. Las plantas fueron regadas por goteo por emisores interlínea con una separación de 1 m, con un caudal de 4 l por hora, siendo enterrados a 5 cm. Se establecieron tres bloques de cultivo al azar con 5 tratamientos: tres mezclas diferentes de hidromulch (AY, CHY, PY), un polietileno blanco de baja densidad (FAB) y un control en suelo desnudo (H).

La temperatura y humedad del suelo se han medido a una profundidad de 10 cm con registradores de datos marca Hobo®, modelo TMC6-HD para la temperatura y ECH2O (Decagon Devices), para la humedad.

Las medidas fisiológicas se han realizado en 4 plantas de cada uno de los bloques. Se analizó el intercambio de gases en hojas totalmente desarrolladas, así como la respiración de suelo a los 240 días después del trasplante (DDT), de 9:00-11:00 am (GMT). La tasa fotosintética (Amax) y transpiración (E) se midieron en condiciones constantes de saturación de luz (1000 mmol $m^{-2}s^{-1}$) y 400 ppm de CO_2 con un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Los capítulos de alcachofa fueron recolectados semanalmente, desde enero hasta abril de 2019, cuantificándose peso y número de capítulos por tratamiento.

El tratamiento estadístico se ha realizado con el programa RStudio versión 3.5.0 a través de modelos de análisis de varianza (ANOVA). Se realizó la prueba post-hoc Tukey para separar los valores medios ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la *Figura 1* podemos observar las temperaturas registradas en el suelo bajo los diferentes acolchados a 10 cm, no apreciándose diferencias entre los distintos tipos de acolchados. En cuanto a los parámetros vegetativos (altura de planta, numero de hojas, peso freso y seco de hojas y planta), se obtienen valores superiores al control (H), en todos los acolchados (*Figura 3*). Con respecto a los parámetros fotosintéticos, en la fotosíntesis registrada a los 240 días después del trasplante, no se observan diferencias significativas entre tratamientos, la conductancia estomática es mayor en el control, así como la transpiración (*Figura 4*). Las plantas cultivadas con los diferentes hidoacolchados tienen un mejor uso eficiente del agua (*Figura 4d*), siendo incluso superiores al tratamiento con film de acolchado plástico (FAB), siendo el tratamiento más efectivo en el AY, seguido de CHY y PY.

Las producciones más precoces fueron obtenidas con el acolchado FAB y AY (*Figura 5a*) sin embargo, el mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos CHY y PY, las plantas cultivadas con estos hidroacolchados han conseguido unas producciones que doblan al control. La menor cantidad de alcachofa se encontró en el tratamiento de suelo desnudo (C). En cuanto al número de capítulos por tratamiento (*Figura 5b*), los resultados han sido similares en todos los tratamientos de acolchado y significativamente menores en el suelo desnudo (C). Es de destacar que existe una clara diferencia en la producción de alcachofa en los tratamientos de acolchado frente al suelo desnudo. Este aspecto pone en evidencia la correlación entre aumento del rendimiento del cultivo, la eficiencia de agua de riego y el uso de acolchados (López-Marín *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

El uso eficiente del agua es superior en aquellas plantas que tenían hidromulch, siendo superiores al control e incluso superiores al film de acolchado plástico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

HENRÍQUEZ-HENRÍQUEZ, S.A. 2014. *Effect of mulch on physical properties of a savannah soil in Bogotá and its relationship with the yield of lettuce (Lactuca sativa L)*. National University of Colombia (Master's thesis).

LÓPEZ-MARÍN, J., ABRUSCI, C., GONZÁLEZ, A. AND FERNÁNDEZ, J.A. 2011. *Study of degradable materials for soil mulching in greenhouse-grown lettuce*. Acta Hort. 952:393-398.

LÓPEZ-MARÍN, J., GONZÁLEZ, A. FERNÁNDEZ, J.A., PABLOS, J.L. AND ABRUSCI, C. 2012. *Biodegradable mulch film in a broccoli production system*. Acta Hort (ISHS). 933:439-444.

ROMERO, M., GÁLVEZ, A., DEL AMOR, F. M., LÓPEZ, J. 2019. *Evaluación preliminar del comportamiento agronómico de un cultivo de alcachofa con hidromulch*. Actas Hort. 83:152-156.

SCALENGHE, R. 2018. *Resource or waste? A perspective of plastics degradation in soil with a focus on end-of-life options*. Heliyon. 4(12).DOI: 10.1016/j.heliyon.2018.e00941.

STEINMETZ, Z., WOLLMANN, C., SCHAEFER, M., BUCHMANN, C., DAVID, J., TRÖGER, J., MUÑOZ, K., FRÖR, O. AND SCHAUMANN, G.E. 2016. *Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation?* Sci. Total Environ. 550: 690–705.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto RTA2015-00047-C05-02. M. Romero agradece su contrato predoctoral al sistema INIA-CCAA (FPI-BES-2017-082758), bajo cofinanciación del Fondo Social Europeo. Se agradece a M. Pelayo y S. González de la empresa SAICA, por su colaboración con los materiales.

FIGURAS

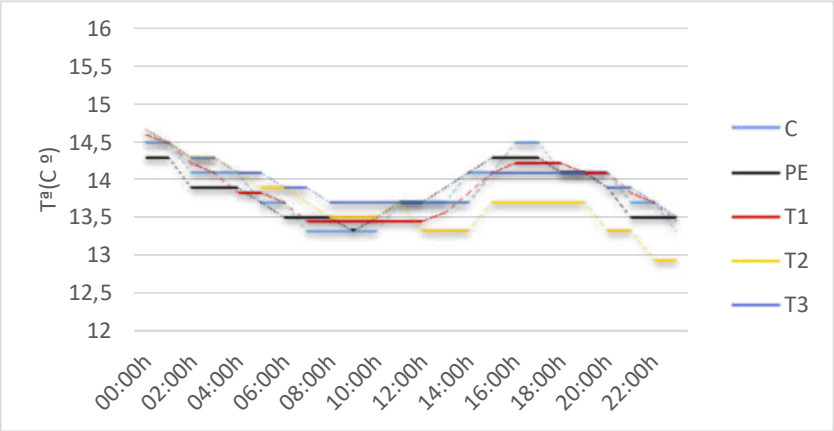


Figura 1. **Evolución de la temperatura media diaria en el suelo bajo los diferentes tratamientos a una profundidad de 10 cm.**

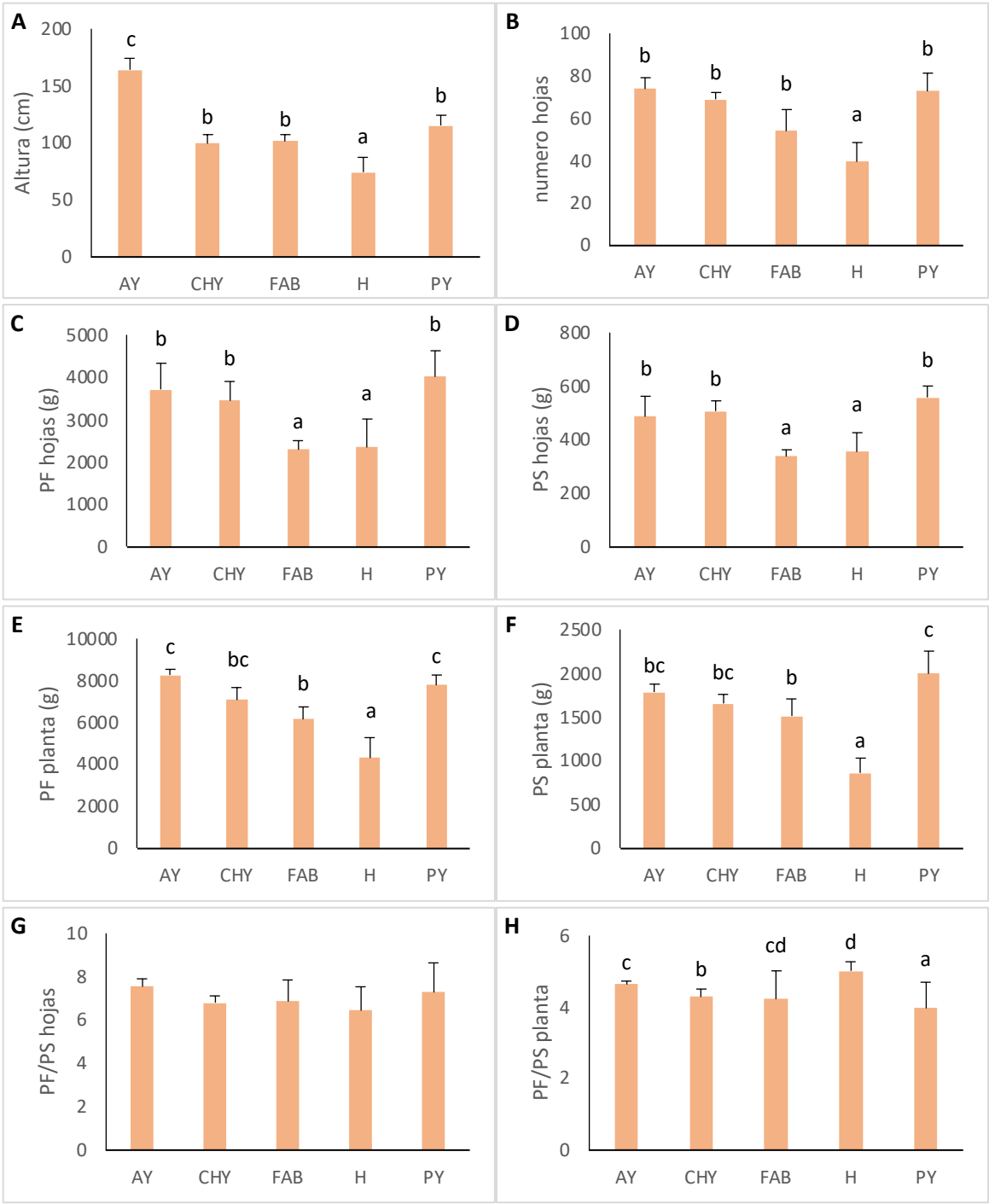


Figura 2. **Parámetros vegetativos al final del cultivo, a los 240 días después del trasplante.**

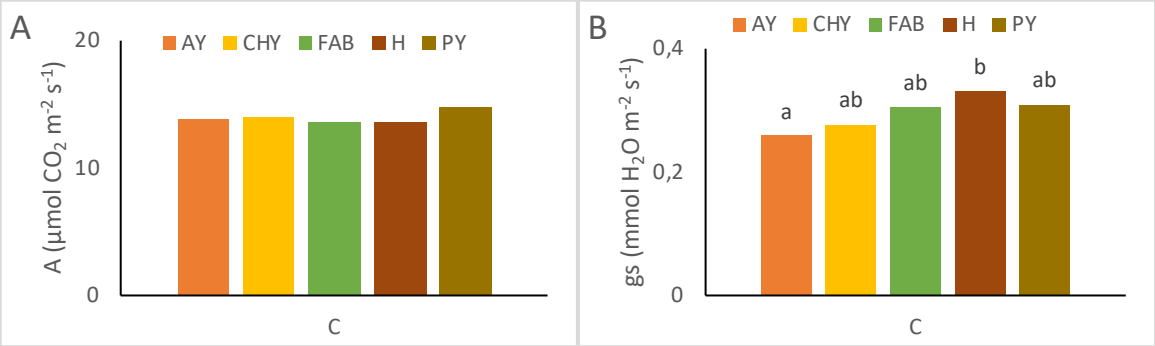


Figura 3. **Parámetros fotosintéticos: (A) tasa fotosintética, (B) conductividad estomática, (C) Transpiración estomática y (D) uso eficiente del agua.**

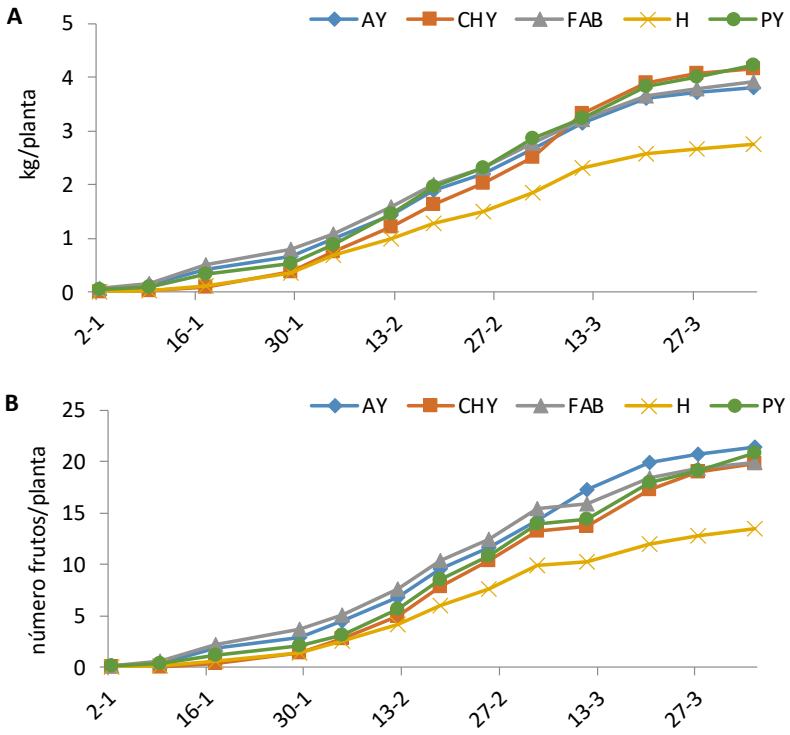


Figura 4. **Rendimientos acumulado de las plantas de alcachofa con los distintos tratamientos de acolchado, (A) peso y (B) número de capítulos.**

INFLUENCIA EN ESCAROLA (*CICHORIUM ENDIVIA*) DEL USO DE HIDROMULCH

M. Romero-Muñoz, F. M. del Amor, J. López-Marín.
Equipo de Horticultura. Departamento de producción Vegetal y Agrotecnología. IMIDA.
C. Mayor s/n. 30150 Murcia. josefa.lopez@carm.es

RESUMEN

El uso tan continuado del polietileno lineal de baja densidad como acolchado agrícola ligado a un manejo inadecuado provoca que actualmente los campos de cultivo se encuentren en una continua degradación edáfica y ambiental. Esta situación conlleva a la búsqueda de alternativas más sostenibles con el agroecosistema que simulen los efectos de los films plásticos en el cultivo.

En este ensayo se ha estudiado en plantas de escarola situadas en contenedores troncopiramidales el efecto que tiene el uso del hidromulch. El ensayo ha constado de 3 tratamientos de hidromulch (AY, PY y CHY), un tratamiento con film de acolchado tradicional de polietileno (Petr) y un control sin cubrir (C). Se midieron variables fisiológicas (tasa fotosintética, transpiración en hoja, clorofila y fluorometría), variables físicas (área foliar, diámetro y peso) así como la evapotranspiración de cada material. Los resultados preliminares no muestran diferencias significativas en las variables fisiológicas estudiadas. El tratamiento CHY incide en el mayor crecimiento de la planta, tal como se muestra en todas las variables físicas evaluadas. En relación a la evaporación de cada uno de los acolchados evaluados, ha sido menor en el film plástico, siendo mayor en los hidromulch y en el sustrato sin cubrir, al tratarse el primero de un material menos permeable.

Palabras clave: biodegradación, economía circular, acolchados, agricultura sostenible, *Cichorium endivia 'latifolium'*.

INTRODUCCIÓN

Los acolchados se han utilizado durante décadas como una estrategia eficiente para mejorar las propiedades del suelo y mejorar el rendimiento de los cultivos (López-Marín, 2011; Kader *et al.*, 2017), siendo el polietileno lineal de baja densidad el material tradicionalmente utilizado para el acolchado del suelo (Steinmetz *et al.*, 2016). Se estima que a nivel mundial se utilizan acolchados plásticos en más de 128.652 km^2 de campos de cultivo (Briassoulis y Giannoulis, 2018), siendo en Europa aproximadamente 40.000 km^2 el área cubierta con acolchados plásticos (Zhang *et al.*, 2019). Este uso tan elevado se debe a los múltiples beneficios que ejerce el film plástico en el cultivo, ya que conserva la humedad del

suelo, ayuda a limitar el crecimiento de las malas hierbas, influye en el control de plagas, regula la temperatura del suelo y proporciona un mayor rendimiento y calidad de los productos y, en consecuencia, un mayor valor económico para los agricultores (Zhang *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2018).

Sin embargo, a pesar de los múltiples efectos beneficiosos, el uso elevado y continuado de plásticos en la agricultura provoca la producción de enormes cantidades de residuos, cuyo manejo inadecuado provoca efectos negativos en todo el agroecosistema (López-Marín *et al.*, 2012). Uno de los enfoques más interesantes desde un punto de vista ambiental para reducir el uso de films plásticos es la utilización de materiales innovadores y sostenibles como el hidromulch. Al secarse el hidromulch se endurece y ejerce su acción de acolchado, siendo un material completamente biodegradable y económico (Romero-Muñoz *et al.*, 2019). Se trata de un material respetuoso con el medio ambiente en el que se fomenta la economía circular. Además, es adecuado para el laboreo del suelo, ya que su degradación es completa descomponiéndose en agua, dióxido de carbono y humus, tras la acción de la microbiota del suelo.

El objetivo de este estudio ha sido valorar el efecto que estos hidroacolchados ejercen sobre la reducción en el consumo de agua y el desarrollo de la planta de escarola. Para ello se han medido tanto parámetros físicos (peso, diámetro y área foliar), como parámetros fisiológicos (tasa fotosintética, transpiración en hoja, fluorometría, clorofila-SPAD) así como la evapotranspiración de cada material.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas de escarola fueron trasplantadas en contenedores troncopiramidales de 10 l, rellenados de sustrato de fibra de coco. Antes de realizar el trasplante, el sustrato fue cubierto por los diferentes tratamientos de acolchado, que consistieron en tres mezclas diferentes de hidromulch (AY, PY y CHY), un polietileno transparente de baja densidad (Pe) y un control sin cubrir (C).

El ensayo se llevó a cabo en un invernadero de 240m2 con polietileno termoaislante monocapa transparente de 200µ de espesor. Los diferentes tratamientos de hidromulch se colocaron el día 29 de marzo y el trasplante se realizó el día 1 de abril. El material vegetal empleado fue escarola lisa cv. Brillantes (Syngenta). Las plantas fueron regadas por goteo por emisores interlínea con un caudal de 2,2 l por hora.

Los parámetros vegetativos y fisiológicos han sido analizados en 4 plantas de cada uno de los 3 bloques. Se analizó el intercambio de gases en hojas totalmente desarrolladas, así como la evaporación de suelo a los 65 días después del trasplante (DDT), de 9:00-11:00 am (GMT). La tasa fotosintética (Amax) y transpiración (E) se midieron en condiciones constantes de saturación de luz (1000 mmol $m^{-2}s^{-1}$) y 400 ppm de CO_2 con un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). La evaporación de suelo se mi-

dió mediante un sistema de cámara dinámica cerrado portátil en un analizador CIRAS-2 con cámara SRC-1 (PP System, Amesbury MA, USA). El contenido en clorofila se midió con un medidor Konica Minolta SPAD-502Plus (Tokio, Japón); y la fluorescencia de estas con el fluorímetro OS30P+ (Opti-Science, Hudson, USA). Las hojas se seccionaron para determinar el área foliar (cm^2 $planta^{-1}$) con el medidor de área foliar LI3100 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA); se midió diámetro de la planta (cm) y peso (g).

El tratamiento estadístico se ha realizado con el programa RStudio versión 3.5.0 a través de modelos de análisis de varianza (ANOVA). Se realizó la prueba post-hoc Tukey para separar los valores medios ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Figura 1*, se pueden observar los parámetros vegetativos analizados, siendo el crecimiento de las plantas mayor, con el tratamiento CHY. En cuanto al peso de la parte aérea y de la raíz (*Figura 1A y B*), existen diferencias significativas, así como en el área foliar y el diámetro de la planta (*Figura 1C y D*), siendo el tratamiento CHY en el que se han registrado valores mayores de los parámetros analizados. El Petr ha resultado ser el tratamiento con unos valores de tamaño más bajos. Este tratamiento ha podido verse afectado por la temperatura que provoca el plástico sobre el sustrato, ya que se ha comprobado que los plásticos incrementan dichas temperaturas en suelo y sustratos, y que este incremento es mayor o menor dependiendo de la coloración del plástico, así como del espesor del mismo (López-Marín, 2014, 2016). Estos films plásticos suponen un ahorro de agua, siempre y cuando la temperatura que aportan al sustrato no sea muy alta, y provocar deshidratación del sustrato, y favorecer el estrés hídrico en las plantas.

CONCLUSIONES

En cuanto a los parámetros fisiológicos, no se han observado diferencias significativas en la tasa fotosintética y la transpiración en hoja entre tratamientos (*Figura 2A y B*). Estos resultados son similares a los obtenidos por otros autores (Leskovar *et al.*, 2012; Romero-Muñoz *et al.*, 2019). Es de resaltar que aunque no se aprecien diferencias significativas en la capacidad fotosintética del cultivo en estos primeros resultados preliminares, el tratamiento CHY influye en el tamaño y el área foliar total por planta (*Figura 1C y D*), lo que resulta en una mayor capacidad fotosintética del cultivo. La fluorescencia de las clorofilas y su contenido tanto en haz como en el envés de la hoja (*Figura 1D, E y F*) tampoco se han visto afectadas por los tratamientos de acolchado.

La evapotranspiración también se ve afectada por los tratamientos de acolchado, existiendo diferencias significativas entre ellos. Los hidromulch presentan unos valores similares al control (sustrato sin cubrir), siendo el Petr el que pre-

senta una evapotranspiración más baja. Esto se debe a la impermeabilidad de este material, en contraposición con los hidromulch y la fibra de coco.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto RTA2015-00047-C05-02. M. Romero agradece su contrato predoctoral al sistema INIA-CCAA (FPI-BES-2017-082758), bajo cofinanciación del Fondo Social Europeo. Se agradece a M. Pelayo y S. González de la empresa SAICA, por su colaboración con los materiales.

REFERENCIAS

CHAKRABORTY, D., NAGARAJAN, S., AGGARWAL, P., GUPTA, V.K., TOMAR, R.K., GARG, R.N., SAHOO, R.N., SARKAR, A., CHOPRA, U.K., SARMA, K.S.S., KALRA, N. 2008. *Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.) in a semi-arid environment*. Agric. Water Manag. 95:1323–1334.

CHEN, B., LIU, E., MEI, X., YAN, C., GARRÉ, S., 2018. *Modelling soil water dynamic in rainfed spring maize field with plastic mulching*. Agr. Water Manage. 198, 19–27.

KADER, M.A., SENGE, M., MOJID, M.A., ITO, K., 2017. *Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment*. Soil Till. Res. 168, 155–166.

LOBEL, B.D., HAMMER, G.L., CHENU, K., ZHENG, B., MCLEAN, G. AND CHAPMAN, S.C. 2015. *The shifting influence of drought and heat stress for crops in northeast Australia*. Blob. Change Biol. 21: 4115 – 4127.

LÓPEZ-MARIN, J. 2014. *Utilización de materiales degradables en horticultura extensiva*. Tierras. 212:52-57

LÓPEZ-MARIN, J. 2016. *Estado Actual de los acolchados en horticultura Intensiva*. 999. 730-733.

LÓPEZ-MARÍN, J., ABRUSCI, C., GONZÁLEZ, A. FERNÁNDEZ, J.A. 2011. *Study of degradable materials for soil mulching in greenhouse-grown lettuce*. Acta Hort. 952: 393-398.

LÓPEZ-MARÍN, J., GONZÁLEZ, A. FERNÁNDEZ, J.A., PABLOS, J.L. AND ABRUSCI, C. 2012. *Biodegradable mulch film in a broccoli production system*. Acta Hort (ISHS). 933:439-444.

ROMERO-MUÑOZ, M., GÁLVEZ, A., DEL AMOR, F.M. AND LÓPEZ-MARÍN, J. 2019. *Evaluación preliminar del comportamiento agronómico de un cultivo de alcachofa con hidromulch*. Acta Hort (SECH). 83:152-156.

STEINMETZ, Z., WOLLMANN, C., SCHAEFER, M., BUCHMANN, C., DAVID, J., TRÖGER, J., MUÑOZ, K., FRÖR, O. AND SCHAUMANN, G.E. 2016. *Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation?* Sci. Total Environ. 550: 690–705.

ZHANG, X., YOU, S., TIAN, Y. AND LI, J. 2019. *Comparison of plastic film, biodegradable paper and bio-based film mulching for summer tomato production: Soil properties, plant growth, fruit yield and fruit quality*. Sci. Horticulturae. 249: 38-48.

ZHANG,Y.L., WANG, F.X., SHOCK, C.C., YANG, S.Z., QIN, J.T. AND LI, S.E. 2017. *Influence of different plastic film mulches and wetter soil percentages on potato grown under drip irrigation*. Agric. Water Manage. 180: 160-171.

FIGURAS

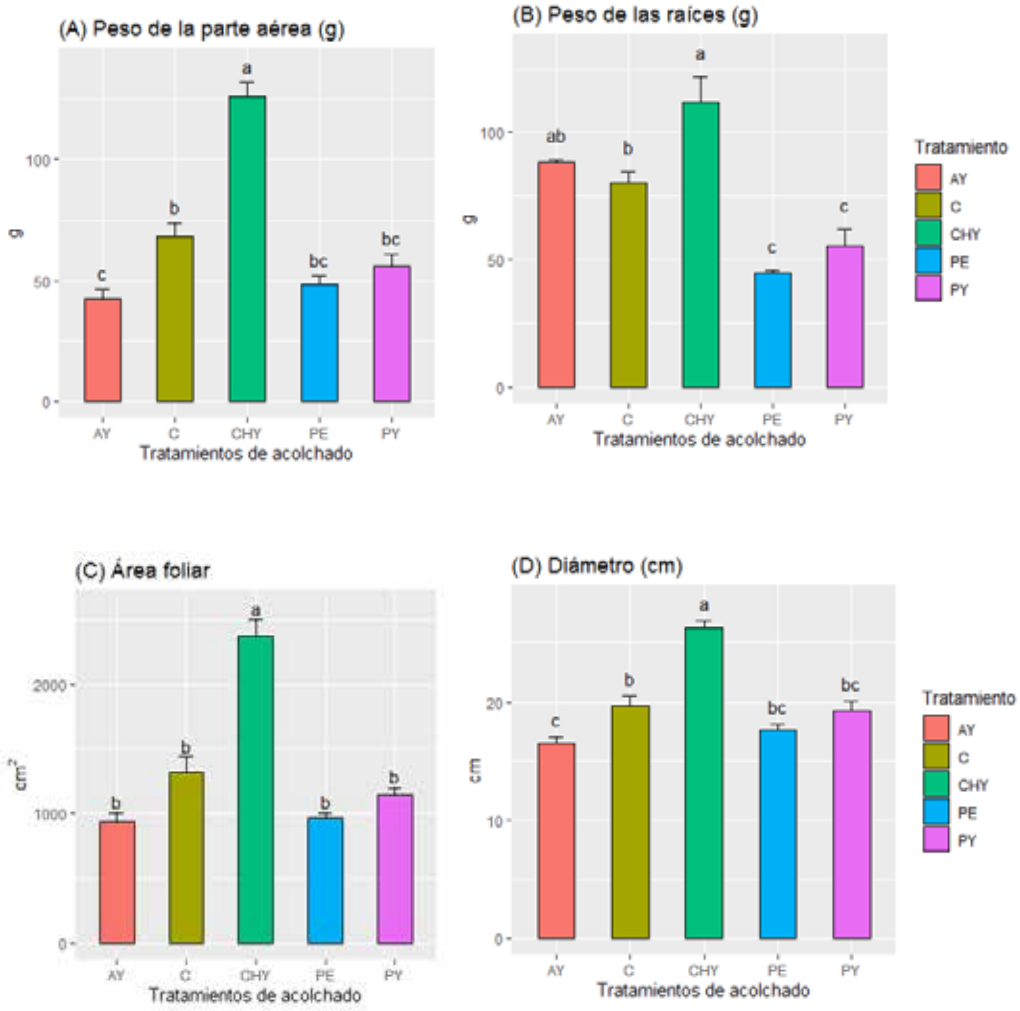


Figura 1. **Parámetros físicos analizados: Pesos de la parte aérea (A); Peso de las raíces (B); Área foliar (C); y Diámetro (D) en los diferentes tratamientos a los 65 DDT.**

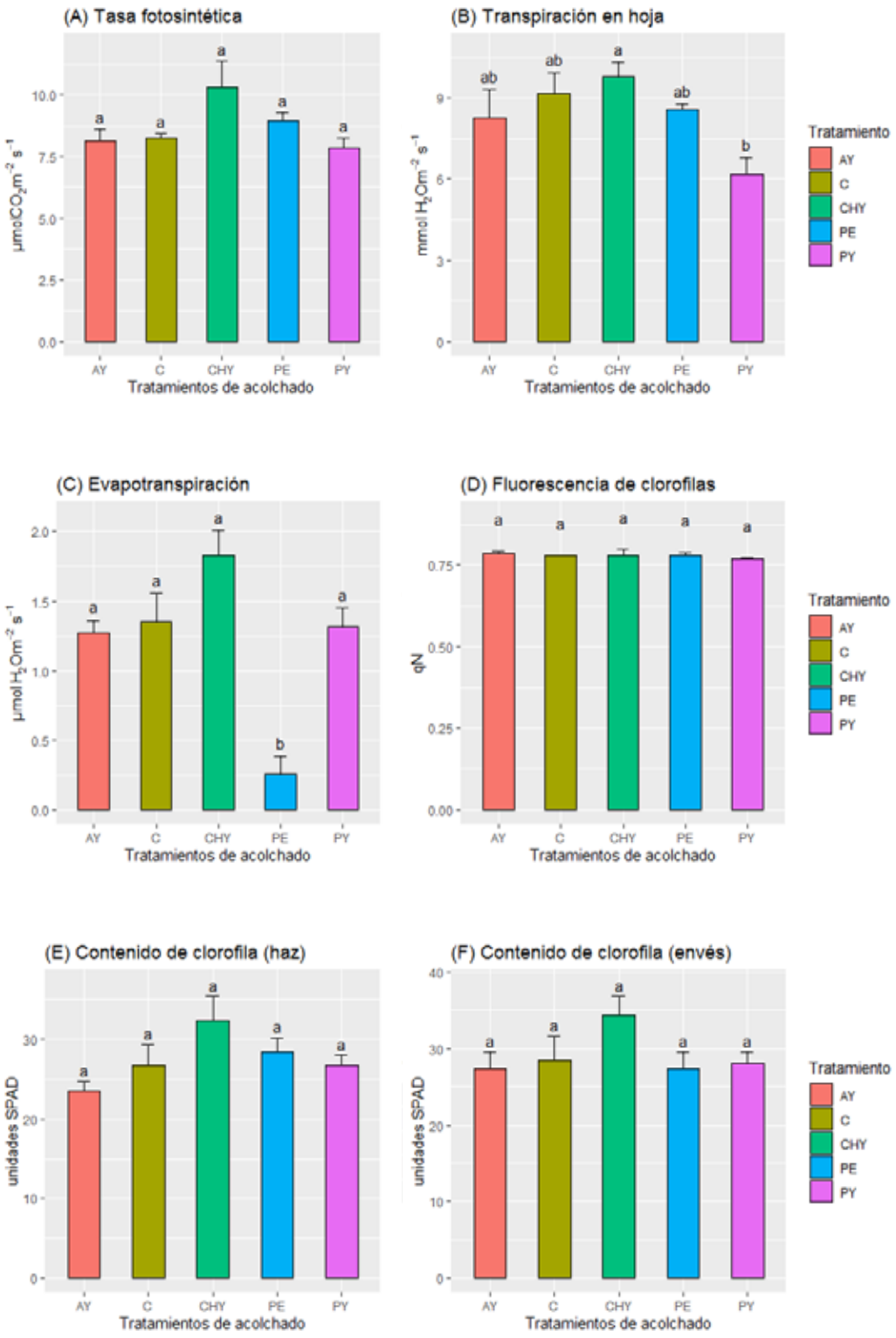


Figura 2. **Parámetros fisiológicos analizados: Tasa fotosintética (A); Transpiración en hoja (B); Evapotranspiración del material (C); Fluorescencia de clorofilas (D); Contenido de clorofilas en el haz de la hoja (E); Contenido de clorofilas en el envés de la hoja (F) en los diferentes tratamientos a los 65 DDT.**

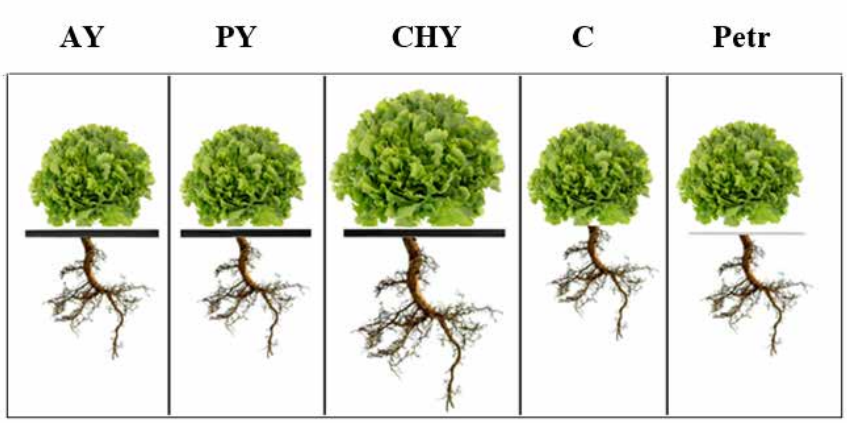


Figura 3. **Ilustración de los fenotipos de la escarola al crecer en los diferentes tratamientos en invernadero.**

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE EXTRACTOS LÍQUIDOS DE MACROALGAS EN LECHUGA

V. Raya y J. Haroun
Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA).
Finca La Estación, Lugar Finca San Antonio, 3 – 35001
Santa Lucía de Tirajana-Gran Canaria (Islas Canarias).
vraya@icia.es

RESUMEN

En la playa de Las Canteras, situada en el noreste de la isla de Gran Canaria, se producen grandes acumulaciones de algas llamadas arribazones y se estima que anualmente llegan a la playa unas 1100 t al año. Con la idea de valorizar estos arribazones, que actualmente se retiran a vertedero, se han desarrollado una serie de ensayos para conocer el potencial bioestimulante de los productos derivados de las algas. En base a la composición taxonómica de los arribazones se seleccionaron dos tipos de material de partida, uno que se consideró como monoespecífico (al que llamamos L), referido a aquellos arribazones en los que más del 80% de su composición correspondía a la especie *Lobophora variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley ex E. C. Oliveira, y otro con el resto de los arribazones compuestos por una mezcla de diversas especies de algas en diferentes proporciones (M). Tras definir la tecnología de preparación, extracción y aplicación de los mismos en cultivo, se prepararon extractos acuosos al 10% p/v en medio ácido y básico de cada uno de los dos grupos de algas. Para determinar el efecto en cultivo de la aplicación de los extractos de algas y establecer formas de aplicación y dosis adecuadas, se realizaron ensayos haciendo aplicaciones vía riego o en pulverización foliar semanalmente en plantas de lechuga en semillero y en maceta, calculando las dosis del extracto en porcentaje de dilución respecto al volumen aplicado, y se evaluaron los resultados según el peso de planta obtenido. En semillero vía riego, se trabajó con dosis de 0,5%, 1%, 3%, 5% y un control sin algas, alcanzando con el alga M mejores resultados con dosis del 1%, mientras que el alga L obtuvo los pesos más altos con aplicaciones del 1%, 3% y 5%. El extracto básico tuvo mejores resultados en relación al ácido y al uso de la mezcla a partes iguales de los dos tipos de extracto (ácido+básico). A la vista de estos datos, en plantas en maceta se trabajó sólo con extractos básicos y se aumentaron las concentraciones aplicadas (control, 0,5%, 1%, 5% y 10%), alcanzando los tratamientos diferencias significativas con respecto al control, con los mejores resultados en peso fresco aplicando el alga M al 0,5% y el alga L al 1%. En los ensayos desarrollados con aplicación foliar de los extractos de algas, el extracto ácido del alga L al 1% mostró diferencias con el control al igual que la mezcla de extractos ácido+básico del alga M al 0.5%. Estos resultados preli-

minares muestran la necesidad de continuar con los ensayos para ajustar dosis y momento de aplicación de los bioestimulantes a base de macroalgas en los cultivos, teniendo en cuenta la variabilidad del material de partida.

Palabras clave: arribazón, algas, bioestimulante.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las algas y fanerógamas marinas han sido utilizados durante siglos en la actividad agrícola como abono verde (o semicompostado) en casi todas las zonas agrícolas costeras y, sobre todo, isleñas. Este uso agronómico de las algas se debe a sus efectos como estimulante del crecimiento y productividad de los cultivos, mejorador del suelo y activador de las defensas de las plantas, asociados a su composición en polisacáridos, macro y micronutrientes, bioantioxidantes, fitohormonas y compuestos biocidas de plagas y enfermedades de las plantas (Metting *et al.*, 1990; Crouch y van Staden, 1993; García-Reina y Martell-Quintana, 2005).

Las grandes acumulaciones de algas en las orillas de algunas playas, llamadas arribazones, que ocurren de manera puntual debido a temporales en la franja costera, son retirados principalmente en zonas turísticas o recreativas y, cuando son aprovechados, suelen tener usos industriales y agropecuarios. En la playa de Las Canteras, situada en el noreste de la isla de Gran Canaria, se ha estimado que llegan unas 1100 t anuales de peso fresco de algas con una composición taxonómica muy diversa y variada a lo largo del año (Portillo, 2008). Actualmente, estos arribazones son retirados por los servicios municipales y no se realiza ningún aprovechamiento de esta biomasa algal, que puede tener un elevado potencial agrícola por sus propiedades fertilizantes y bioestimulantes para los cultivos.

Los extractos de algas se usan como bioestimulantes de plantas, al inducir, incluso a bajas concentraciones, una serie de respuestas fisiológicas en las plantas, favoreciendo el crecimiento de las plantas, tasa de germinación, síntesis de clorofila, calidad de fruta y vida postcosecha (Hong *et al.*, 2007; Khan *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2009; Calvo *et al.*, 2014; Goñi *et al.*, 2016). Además, se ha descrito que la aplicación de extractos ha mejorado la respuesta de las plantas a un amplio rango de estreses abióticos. Los extractos comerciales de algas marrones, además de componentes inorgánicos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, magnesio, zinc, sodio y azufre) y orgánicos, como las betainas, contienen aminoácidos, metabolitos secundarios bioactivos, como vitaminas y precursores de las mismas y polisacáridos (Battacharyya *et al.*, 2015). Dichos extractos de algas se han usado tanto en aplicación radicular como foliar en una amplia variedad de flores, cultivos hortícolas y leñosos, como papa, tomate, ciruelo, cerezo, almendro y mango (Haider *et al.*, 2012; Fornes *et al.*, 2002; Rao, 1991; Selvaraj *et al.*, 2004).

Los procesos de extracción empleados son diversos con el fin de provocar la disrupción de las células para liberar el componente beneficioso en el extracto.

Algunos procesos incluyen la extracción ácida, básica y tecnologías de rotura celular. Por tanto, la composición química del extracto va a depender, además del material de origen, del método de extracción y de los productos químicos utilizados durante el proceso (Battacharyya *et al.*, 2015).

En el presente trabajo, enmarcado dentro del proyecto denominado "Proyecto demostrativo y de transferencia tecnológica para ayudar a las empresas a desarrollar nuevos productos y procesos en el ámbito de la biotecnología tecnología azul de la Macaronesia (MACBIOBLUE)", del programa de cooperación INTERREG V-A MAC 2014-2020, se plantea la valorización de esta biomasa, elaborando extractos acuosos y comprobando su efecto en cultivo a través de su uso y aplicación foliar o vía radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación del material de partida

El material de partida para realizar los ensayos fueron los arribazones de algas de la playa de Las Canteras de los años 2016 y 2017. Después de la retirada de las algas de la playa, éstas fueron sometidas en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) a un desarenado y retirada de impropios, principalmente plásticos y colillas, lavado superficial con agua dulce y secado al aire libre. Una vez recibido el material en el ICIA, se sometió a una limpieza del resto de impropios no retirados inicialmente que alcanzaron porcentajes inferiores al 1%. Posteriormente, se introdujo en una biotrituradora para reducir su tamaño en trozos de 1 a 3 cm y finalmente se pulverizó mediante un molino de rotor a partículas de diámetro inferior a 0.5 mm. El material recibido de los diferentes arribazones se clasificó, según sus características taxonómicas, en dos grupos: a) monoespecífico, con una composición superior al 80% del alga parda Lobophora variegata (J.V. Lamouroux) Womersley ex E. C. Oliveira, correspondientes a los arribazones ocurridos entre noviembre y febrero y, b) compuesto por una mezcla de diversas especies de algas en diferentes proporciones (*M*), entre las que se encuentran *Dyctiota sp. Asparagopsis taxiformis, Lobophora variegata, Cymopoli barbata, Sargassum desfontainessi y Jania sp.*, entre otras.

Con cada uno de los dos grupos de algas (L y M) se prepararon, en el Banco Español de Algas, extractos acuosos al 10% p/v en medio ácido con ácido clorhídrico y básico con hidróxido potásico. En todos los casos, se realizaron los extractos a 48 horas: primera extracción manteniendo la mezcla en un baño termostático en agitación continua (450 rpm) al pH correspondiente durante 24 horas a 37ºC, posterior neutralización, centrifugado (7000 rpm) y filtrado del sobrenadante (malla de 50 µm y 100 µm), y segunda extracción del pellet resultante de la primera extracción, siguiendo el mismo procedimiento anteriormente descrito. Los sobrenadantes obtenidos en la primera y segunda extracción se mezclaban, obteniendo los extractos utilizados en los ensayos.

Preparación de los ensayos

Para determinar el efecto en cultivo de la aplicación de extractos de algas, se realizaron dos ensayos de aplicación de extractos **vía riego** en plantas de lechugas tipo romana var. Cervantes: 1) en semillero, trabajando con los dos tipos de algas (Ly M) y los dos tipos de extractos (ácido y básico) por separado y mezclados a partes iguales (ácido+básico), a dosis de 0,5%, 1%, 3%, 5% y un control sin algas; 2) en plantas en maceta, trabajando sólo con extractos básicos obtenidos de los dos tipos de algas (L y M) y utilizando la mezcla de los extractos de los dos tipos de algas (L+M). Las concentraciones aplicadas en dicho ensayo fueron mayores en relación al ensayo en semillero (control, 0,5%, 1%, 5% y 10%). Por otro lado, se desarrolló un ensayo con **aplicación foliar** de los extractos de algas, utilizando también los dos tipos de algas (L y M) y los dos tipos de extractos (ácido y básico) por separado y mezclados (ácido+básico), a dosis de 0,1%, 0,3%, 0,5%, 1% y 3%. Las aplicaciones tanto vía riego como foliares se realizaban semanalmente.

Se analizó la composición mineral de los dos grupos de algas, L y M (*Tabla 1*) y se controló el peso fresco y seco (secado en estufa durante 48 horas a 60°C) obtenido de las plantas al final de cada ciclo de cultivo.

Se utilizó un diseño factorial con 3 niveles (tipo de alga, tipo de extracto y dosis) analizando 10 plántulas por tratamiento en los ensayos en semillero y 5 plantas por tratamiento en los ensayos en maceta. Se realizó el análisis estadístico de los datos con el software Statistix v10, aplicando el análisis de varianza y el test LSD de Fisher para la comparación de medias, al 5% de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación vía riego

En semillero, la aplicación del extracto aumentó el peso fresco y seco obtenido con respecto al control (*Figura 1*). Hernández Herrera *et al.* (2013), también alcanzaron mayor crecimiento en plántulas de tomate en semillero al aplicar extractos de algas pardas y verdes preparados al 10% en medio ácido, tanto en el sustrato como vía foliar. El extracto básico mejoró los resultados en relación a la extracción ácida (sólo en el peso fresco) y a la mezcla a partes iguales de los dos tipos de extracto (ácido+básico). No se observaron diferencias según el tipo de alga empleada en el peso fresco, aunque el peso seco fue mayor al aplicar el extracto M (*Tabla 2*). Con el alga M se alcanzaron los mejores resultados a dosis del 1%, mientras que el alga L obtuvo los pesos más altos con aplicaciones del 1%, 3% y 5%.

En los ensayos en maceta, donde se trabajó sólo con extractos básicos y a concentraciones mayores, se observó que con la aplicación de extractos mejoró significativamente el peso fresco y seco obtenido con respecto al control, aunque

sin diferencias entre las distintas dosis empleadas (*Tabla 3*). Los mayores pesos se alcanzaron con el alga M y la mezcla L+M al 0,5% y el alga L al 1% (*Figura 2*).

Aplicación foliar

La aplicación foliar de la mezcla de extractos ácidos y básicos a partes iguales (ácido+básico) incrementó el peso fresco obtenido en relación al básico sólo (lo contrario a lo ocurrido al usarlo vía riego) y no mostró diferencias significativas con respecto al ácido sólo (*Tabla 4*). Los resultados obtenidos no presentaron mejoras claras del peso de la planta con el uso de extractos foliares (*Figura 3*). Solamente, la aplicación del extracto ácido del alga L al 1% alcanzó diferencias significativas en el peso fresco con el control, al igual que la mezcla de extractos ácido+básico del alga M al 0.5% (datos no mostrados).

En algunos estudios se ha observado que la pulverización foliar no tuvo efectos significativos en el crecimiento vegetativo y sólo estimuló el desarrollo de los frutos (Crouch y Van-Staden, 1992). Sin embargo, otros autores han alcanzado resultados positivos con aumentos en el área foliar, peso fresco de planta y plántulas de tomate con aplicaciones tanto foliares como en riego de extractos de *Ecklonia maxima* a concentraciones de 0.4 y 1 % (Crouch y Van Staden, 1992). También pulverizaciones semanales de extractos de *Macrocystis pyrifera* aumentaron el peso fresco obtenido en rábano (Hernández, I., 2014).

CONCLUSIONES

Hay que tener en cuenta que estamos trabajando con un material de partida muy variable. En cada arribazón, según la época y el tipo de marea, varía la diversidad de especies de algas, su contenido y el estado de degradación de las mismas (según el tiempo que haya tardado en llegar a la costa). Esto hace que la composición de las algas pueda ser diferente y, por tanto, también de los extractos elaborados. Para reducir esta variabilidad, en futuros ensayos se trabajará con muestras de toda la biomasa algal que arriba en más de un año a la playa.

Además, es necesario continuar con ensayos para ajustar las dosis y momentos de aplicación y hacer pruebas en otras especies hortícolas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación del Proyecto MACBIOBLUE (Convocatoria Interreg V-A MAC/1.1b/086) para la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATTACHARYYA, D., BABGOHARI, M. Z., RATHOR, P., AND PRITHIVIRAJ, B. 2015. *Seaweed extracts as biostimulants in horticulture*. Sci. Hortic. 196, 39–48. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.012.

CROUCH I. Y J.VAN-STADEN. 1992. *Effect of seaweed concentrate on the stablishment and yield of greenhouse tomato plants*. J. Appl Phycol. 4: 291-296.

CROUCH, I.J. Y VAN STADEN, J. 1993. *Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products* .PlantGrowthRegulation 13: 21-29.

GARCÍA-REINA, G., MARTEL QUINTANA, A. 2005. Usos y aplicaciones de macroalgas, microalgas y cianobacterias en agricultura ecológica. Fundación Cátedra Iberoamericana. Colección Cursos y Conferencias (4). 21 pp

GOÑI, O., FORT, A., QUILLE, P., MCKEOWN, P. C., SPILLANE, C., AND O'CONNELL, S. 2016. *Comparative transcriptome analysis of two Ascophyllum nodosum extract biostimulants: same seaweed but different*. J. Agric. Food Chem. 64, 2980–2989. doi: 10.1021/acs.jafc.6b00621

HERNÁNDEZ ALARCÓN, I. 2014. *Evaluación de un extracto alcalino del alga Macrocystis pyrifera (L.) C. Agardh, sobre el crecimiento de vegetales terrestres*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

HERNÁNDEZ-HERRERA M., F. SANTACRUZ-RUVALCABA, M. RUIZ-LÓPEZ, J. NORRIE Y G. HERNÁNDEZ-CARMONA. 2013. *Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (Solanum lycopersicum L.)*. J. of Appl. Phycol. 25:4.

HONG, D. D., HIEN, H. M., AND SON, P. N. 2007. *Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and fertilizer*. J. Appl. Phycol. 19, 817–826 doi: 10.1007/s10811-007-9228-x

KHAN, W., RAYIRATH, U. P., SUBRAMANIAN, S., JITHESH, M. N., HODGES, D. M., CRITCHLEY, A. T., *ET AL*. 2009. *Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development*. Plant Growth Regul. 28, 386–399. doi: 10.1007/s00344-009-9103-x

METTING B., CROUCH, I.J. AND VAN STADEN, J. 1990. *Agronomic uses of seaweeds and microalgae*. En: *Introduction to applied phycology*. Akatsuka, I. (ed.) SPB Academic Publishing, The Netherlands. pp. 589-627

PEREIRA, L., AMADO, A. M., CRITCHLEY, A. T., VAN DE VELDE, F., AND RIBEIRO-CLARO, P. J. A. 2009. *Identification of selected seaweed polysaccharides (phycocolloids) by vibrational spectroscopy (FTIR-ATR and FT-Raman)*. Food Hydrocoll. 23, 1903–1909. doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.11.014

PORTILLO, E. 2008. *Algae and seagrass beach cast in Gran Canaria. Characteristics, management and possible uses*. [Arribazones de algas y plantas marinas en Gran Canaria. Características, gestión y posibles usos]. Instituto Tecnológico de Canarias. ISBN 978-84-691-5105-1., D.L.: GC 1183-2008, 88 pp.

TEMPLE, W. D. AND BOMKE A.A. 1988. *Effects of Kelp (Macrocystisintegrifolia) on soil chemical properties and crop responses*. Plant and Soil 105: 213-222.

TABLAS

Tabla 1. **Composición mineral de las algas utilizadas en los ensayos, agrupadas en arribazones de algas de mezcla de diferentes especies (*M*) y arribazones monoespecíficos con más de un 80% de Lobophora variegata (J.V. Lamouroux) Womersley ex E. C. Oliveira.**

	%						ppm				
ALGA	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	B
M	1,48	0,11	3,26	10,92	1,78	3,15	7400	197	4	34	147
L	1,14	0,11	2,21	6,41	1,19	3,23	3900	100	5	18	179

Tabla 2. **Promedio del peso fresco (PF) y seco (PS) de plántulas de lechuga en semillero, obtenido al aplicar vía riego los extractos del alga Lobophora (L) y de la mezcla de algas (M) (izda), y según el tipo de extracto aplicado, básico, ácido o mezcla al 50% de extractos ácido y básico (ácido+básico) (dcha). Datos en el mismo gráfico seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0,05), según el test LSD.**

ALGA	PF	PS	Tipo de Extracto	PF	PS
L	4,8546 a	0,4269 a	Básico	5,3832 a	0,4862 a
M	4,8995 a	0,4742 b	Ácido	5,0342 b	0,4850 a
p	0,7230	0,0009	Ácido+Básico	4,2137 c	0,3805 b
			p	0,0000	0,0000

Tabla 3. **Promedio del peso fresco y seco de lechugas en maceta, obtenido al aplicar vía riego los extractos básicos del alga Lobophora (L), de la mezcla de algas (M) y de la mezcla de ambos tipos de algas (L+M) (izda); y promedio del peso fresco de lechugas en maceta en función de las concentraciones aplicadas (0%, 0,5%, 1%, 5% y 10%) (dcha). Datos en la misma tabla seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0,05), según el test LSD.**

ALGA	PF	PS	DOSIS	PF	PS
L	61,259 a	6,5344 a	0%	55,809 b	6,0203 b
M	60,446 a	6,5128 a	0,50%	62,458 a	6,6393 a
L+M	64,038 a	6,8962 a	1%	66,243 a	7,0490 a
p	0,1882	0,0927	5%	62,957 a	6,8377 a
			10%	62,103 a	6,6927 a
			p	0,0036	0,0015

Tabla 4. **Promedio del peso fresco y seco de lechugas, obtenido al aplicar vía foliar los extractos del alga Lobophora L y de la mezcla de algas M (izda) y promedio del peso fresco de lechugas en función del tipo de extracto: ácido, básico y mezcla de ácido y básico a partes iguales (Ácido+Básico) (dcha). Datos en el mismo gráfico seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0,05), según el test LSD.**

ALGA	PF	PS
L	79,114 a	7,6804 a
M	75,874 b	7,8650 a
p	0,03332	0,1623

Tipo de Extracto	PF	PS
Básico	75,777 b	7,6747 a
Ácido	76,924 ab	7,6997 a
Ácido+Básico	79,780 a	7,9438 a
p	0,0861	0,1849

FIGURAS

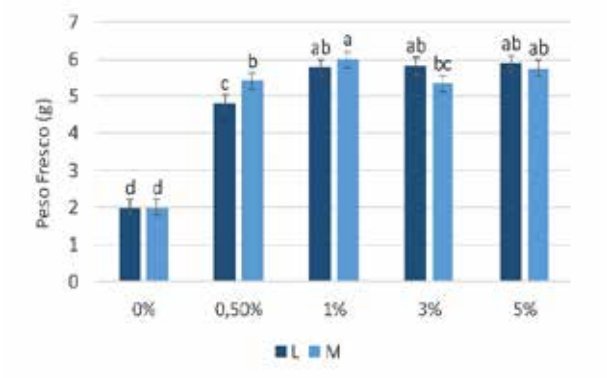
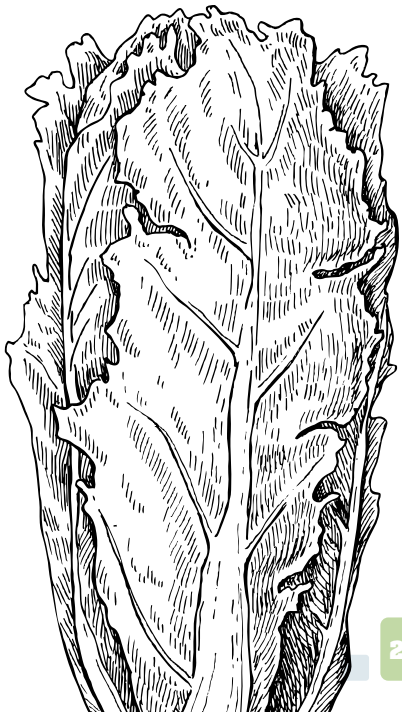


Figura 1. **Promedio del peso fresco de plántulas de lechuga en semillero, aplicando vía riego los extractos de Lobophora (L) y de la mezcla de algas (M), según las concentraciones aplicadas (0%, 0,5%, 1%, 3% y 5%). Datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0,05), según el test LSD.**



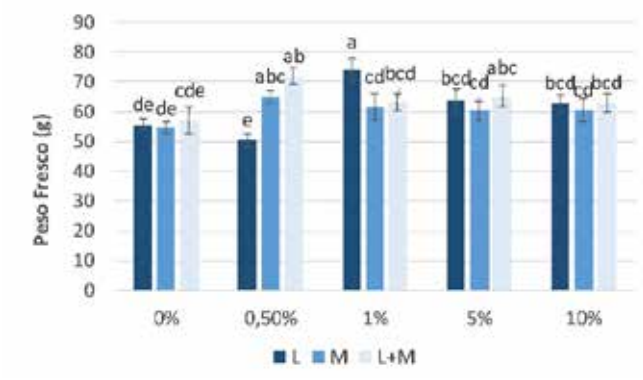


Figura 2. **Promedio del peso fresco de lechugas en maceta, aplicando vía riego extractos básicos de Lobophora (L), de la mezcla de algas (M) y de ambos tipos de algas (L+M), en función de las concentraciones aplicadas (0%, 0,5%, 1%, 5% y 10%). Datos en el mismo gráfico seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0,05), según el test LSD.**

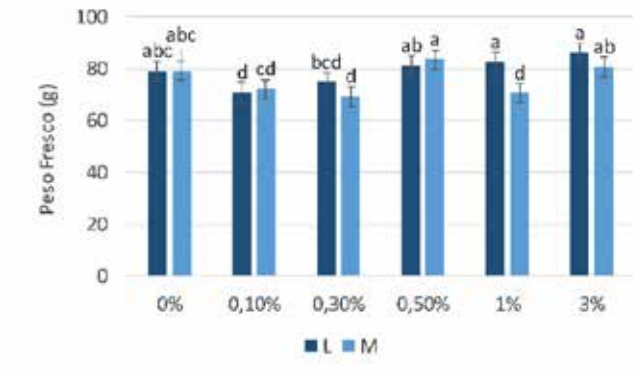
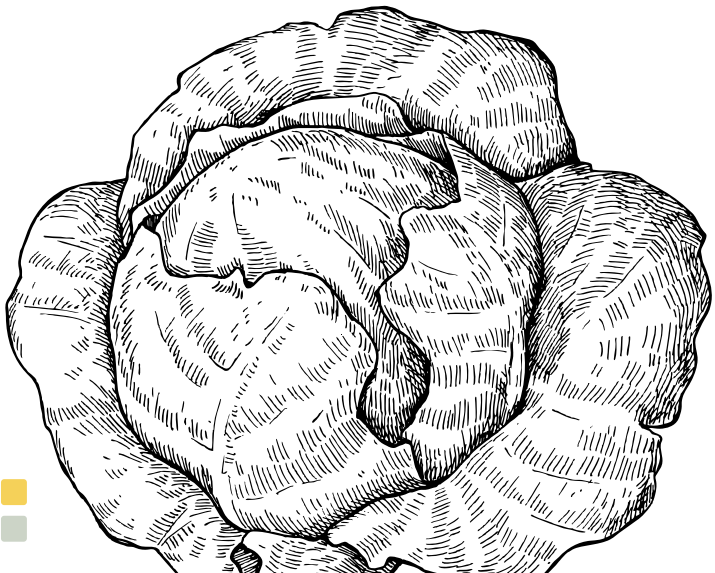


Figura 3. **Promedio del peso fresco de lechuga, obtenido al aplicar foliarmente los extractos del alga L y de la mezcla de algas M, en función de las concentraciones aplicadas (0%, 0,1%, 0,3%, 0,5%, 1% y 3%). Datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p<0,05), según el test LSD.**



DEMOSTRACIÓN DE LA TÉCNICA DE ACUAPONÍA CON PLANTAS PRODUCIDAS EN TRES SISTEMAS DE HIDROPONÍA

Varó, P., Gálvez, R., Navarro, J.
Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre Pacheco.
Av. Gerardo Molina, 30700. Torre Pacheco (Murcia)
placido.varo@carm.es

RESUMEN

En este ensayo se pretende poner de manifiesto cómo la producción de cultivos en Acuaponía puede reducir la lixiviación de los cultivos hidropónicos, a través de la reutilización de los efluentes cargados de minerales, aspecto este de gran importancia en el entorno del Mar Menor. Se pretende dar a conocer este sistema, de nueva implantación en la Región de Murcia, para su posible empleo en explotaciones agrícolas. Demostrando que se puede conseguir un mejor aprovechamiento del agua y reducir el empleo de fertilizantes, logrando minimizar la lixiviación de nitratos y obtener dos productos disponibles para su comercialización: peces y vegetales.

Tres organismos están involucrados en el rendimiento óptimo de los sistemas acuapónicos: plantas, peces y bacterias nitrificadoras. Las especies vegetales que se han elegido en el proyecto han sido aromáticas: (cantueso, salvia azul, orégano vulgar, orégano cubano, perejil, cilantro, hierbabuena, eneldo, romero y cúrcuma) y hortícolas: lechuga de diversos tipos y cultivares (Little Gem verde y roja, Iceberg, Lollo rojo y verde, Batavia y Mini Romana). Para la especie piscícola se ha utilizado la Tilapia *(Oreochromis spp)*, ya que es la elección más popular en Acuaponía, por el precio que éstos obtienen en el mercado, sus pocos requisitos de manutención, su facilidad de cría y la rapidez de crecimiento en altas densidades.

Los sistemas de cultivo empleados para la producción hidropónica fueron: el NFT (Nutrient Film Technique) y el sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture) y riego por goteo (Drip system). Las aromáticas tuvieron un buen comportamiento en general y de las hortícolas destacó la baby. Más calidad en la primera plantación, el exceso de calor en el invernadero dificulta la calidad de determinadas especies y cultivares. Las tilapias se desarrollaron satisfactoriamente, 13 peces, de los 15 iniciales. El peso medio por pez pasó de 169 gramos a 273 en tres meses.

Se considera que la Acuaponía resulta adecuada para pequeños productores agrícolas con miras a aprovechar los mercados locales y el agroturismo, además de tener un importante efecto medioambiental.

Palabras clave: hidropónicos, lixiviación, fertilizantes, nitrógeno.

INTRODUCCIÓN

En el CIFEA de Torre Pacheco se imparte el ciclo formativo de grado medio de Técnico en Agropecuaria y Grado superior de Paisajismo y Medio Rural, así como, varios cursos de formación para el empleo, para técnicos de empresa, autónomos, agricultores y personas interesadas del sector agrario, por lo que consideramos conveniente realizar este ensayo demostrativo de las técnicas de Acuaponía.

La Acuaponía consiste en combinar el cultivo de peces con el cultivo de plantas en hidropónico aprovechando las sinergias de ambos sistemas para lograr una optimización de los recursos de ambas producciones, limitando los desechos. En acuicultura, las secreciones de los animales cultivados pueden acumularse en el agua, aumentando su toxicidad; por el contrario, en un sistema de Acuaponía, el agua de la acuicultura, que aquí funciona como un subsistema, alimenta al sistema hidropónico, en el que los desechos son descompuestos en nitritos y posteriormente en nitratos por las bacterias de nitrificación. Estos nitratos son utilizados luego por las plantas como nutrientes, por lo que es posible que el agua retorne al subsistema de acuicultura.

La función más importante en el proceso de Acuaponía es la nitrificación, que consiste en la conversión aeróbica de amoníaco a nitratos, ya que reduce la toxicidad del agua para los peces, y permite que los compuestos de nitrato resultantes sean eliminados por las plantas para su nutrición. El amoníaco es desprendido constantemente en el agua por excreción y branquias del pez como un producto de su metabolismo, pero la mayoría debe ser filtrado del agua puesto que grandes concentraciones de amoníaco (comúnmente entre 0.5 y 1 ppm) pueden matar al pez. Aunque las plantas, hasta cierto grado, pueden absorber amoníaco del agua los nitratos son más fácilmente asimilados, reduciendo la toxicidad del agua para los peces. Las encargadas de convertir el amoníaco en otros componentes nitrógenos más fácilmente asimilados por las plantas son las bacterias, principalmente de los géneros *Nitrosomonas* (bacteria que convierte amoníaco en nitritos) o *Nitrobacter* (bacteria que convierte nitritos en nitratos).

Se han ensayado los sistemas de cultivo NFT (Nutrient Film Technique) y el sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture) para el cultivo de lechugas y el sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system) para las aromáticas. Como especie piscícola la tilapia, que son peces de aguas cálidas cuyo consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente.

La variedad de sistemas de cultivo hidropónicos de los que consta la instalación nos permitirán averiguar, qué sistema es el que mejor se adapta a cada tipo de cultivo, pudiendo determinar sus ventajas e inconvenientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cultivos elegidos

Las especies vegetales que se han elegido son:

- **Aromáticas:** cantueso, salvia azul, orégano vulgar, orégano cubano, perejil, cilantro, hierbabuena, eneldo, romero y cúrcuma.
- **Hortícolas:** lechuga (diferentes tipos y cultivares).

Especies de peces (*Fotos 1 y 2*)

Para la especie piscícola se ha utilizado la Tilapia *(Oreochromis spp)*, por su facilidad de cría y la rapidez de crecimiento en altas densidades.

La Tilapia es el nombre genérico con el que se denomina a un grupo de peces de origen africano, que consta de varias especies, pertenecientes al género *Oreochromis*.

El tanque de peces tiene una capacidad de 200 litros de agua y sus paredes están fabricadas con metacrilato para proporcionar una mejor visualización de su contenido.

Sistemas de cultivo hidropónico (*Fotos 3 a 7*)

Se han empleado los siguientes:

- **Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).** Se trata de la circulación continua o intermitente de una fina lámina de solución nutritiva por un canal de cultivo, (sin sustrato alguno) sostenido sobre una estructura y que desemboca en un conducto de drenaje (sistema cerrado).
- **Sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture).** Consiste en un cajón impermeable (PVC, PE, EPDM) al que se coloca una lámina de espuma de poliestireno que flota en la solución nutritiva y que debe ser perforada en diversos puntos con un marco de plantación definido. Las plantas van en estos orificios sujetas en unos vasos fisurados por donde van a emerger las raíces.
- **Sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip system).** Está compuesto por un conjunto de contenedores con algún tipo de sustrato en el cual se introduce un gotero y que drenan dentro de un cajón e irán a parar al conducto de desagüe. Se optó por la fibra de coco como sustrato.

Puesta en marcha

De noviembre a diciembre de 2017 se realizó la instalación completa de los componentes del sistema. El 15 de enero de 2018 se comenzó a madurar el agua, procedente del Trasvase, con la adición de bacterias nitrificantes y un pellet de

pienso al día en el tanque. En enero 2018, se colocaron las plantas con cepellón en los tres sistemas previstos. Las plantas utilizadas, son de crecimiento rápido, para que se adapten a las condiciones climáticas y necesidades nutritivas compatibles con la cría de la tilapia. Por ello se ha probado con diferentes tipos de lechuga: Little Gem verde y roja, Iceberg, Lollo rojo y verde, Batavia y Mini Romana. En los recipientes con fibra de coco se han plantado especies aromáticas que se utilizan para condimentos, perejil, cilantro, salvia, hierba buena, romero rastrero, orégano y eneldo.

En días alternos, se realizaron mediciones de parámetros del agua, especialmente amonio, amoniaco, nitratos, nitritos, pH, etc., fue necesario realizar unas siembras de bacterias nitrificantes.

El día 22 de enero se introdujeron las tilapias. La dosis de pienso suministrada fue de 30 g/día en dos tomas. Ese mismo día se realizó la plantación plantas condimentarías en sustrato de fibra de coco. Dos días más tarde el 24 de enero se trasplantaron las lechugas de las variedades Baby e Iceberg.

Tareas de mantenimiento

Diariamente se realizaron controles de la instalación observando el estado de los peces, de las plantas, los niveles de agua, cantidad de pienso y en general el buen funcionamiento de la instalación.

A lo largo de todo el ensayo se realizó una limpieza a la semana para eliminar los restos de algas que se generaban en las paredes de los tanques, como consecuencia de las altas temperaturas y la intensa luminosidad y los restos de heces y comida del tanque de decantación mediante sifonado. Los parámetros del agua antes eran analizados antes de realizar la limpieza.

RESULTADOS

Se controlaron los siguientes parámetros:

- Parámetros del agua de los peces.
- Parámetros de crecimiento de las tilapias.
- Parámetros de producción de plantas.
- Parámetros de calidad comercial de las plantas.

Parámetros del agua de los peces (*Tabla 1* y *Figura 1*)

Los parámetros de la calidad del agua analizados son la temperatura, pH, ión amonio, amoniaco, dióxido de nitrógeno, nitratos y cloruros. Los parámetros relacionados con el nitrógeno y el cloro se han mantenido dentro de unos niveles adecuados para el adecuado crecimiento de los peces, salvo el caso de los nitratos, que se elevaron mucho al principio (hasta 50 ppm), posiblemente por

la poca absorción por parte de las plantas en una etapa tan temprana. Los cloruros estuvieron en niveles normales, la temperatura fue aceptable para el normal desarrollo de los peces gracias a la acción del invernadero y el pH se mantuvo bastante estable, entre 6,6 y 7,6. Respecto al amoniaco, puntualmente se alcanzaron niveles de 5 ppm.

Parámetros de crecimiento de las tilapias (*Tablas 2* y *3*)

Se realizaron pesadas mensuales coincidiendo con las fechas 21 de marzo, 21 de abril, 22 de mayo y 21 de junio. Una vez realizado el primer muestreo, conocida la biomasa, se determinó que los animales debían ingerir el 2,3 % de su peso vivo, lo que puso de manifiesto que la cantidad de pienso ofertada a los animales no era suficiente, por lo que a partir del 25 de marzo se duplico la cantidad de pienso, suministrándoles 4 tomas diarias de 15 g. Se controló periódicamente el peso en conjunto de las tilapias,

Como se observa en la *Tabla 2*, el peso medio por pez pasa de 169 gramos a 273 en tres meses, con un crecimiento medio de unos 35 g al mes, si bien el desarrollo es mucho más rápido en las primeras etapas. Siguiendo esta evolución podían haber alcanzado en seis meses los 400 g, peso que se considera el más adecuado comercialmente, si bien fueron sacrificadas antes, a finales de junio de 2018.

Según se observa en la *Tabla 3*, donde se refleja la biomasa, ganancia de peso y pienso aportado; la cantidad de pienso aportado en los últimos meses casi duplica a la ración diaria recomendada (RD) y sin embargo la ganancia de biomasa se mantiene muy constante e incluso desciende ligeramente en el último mes. Esto puede ser debido, entre otras causas, a condiciones ambientales adversas para los peces (estrés, iluminación intensa, temperatura del agua alta y concentración de O_2 en el agua, etc.).

Parámetros de producción de plantas (*Foto 10*)

En lo que respecta a la producción de plantas en hidroponía, en las lechugas, se realizaban controles de crecimiento semanales mediante pruebas no destructivas, pesaje de la lechuga completa incluyendo el sistema radicular. Las mediciones se realizaban a una muestra representativa de la población.

Las lechugas a las que se realizó el muestreo fueron: Baby, Iceberg, Lollo Rosso, Lollo Biondo y Batavia.

La implantación de lechugas se realizó el 22 de enero, con planta procedente de semillero provista de cepellón. Durante el proceso de cultivo no se emplearon tratamientos fitosanitarios.

Se tomó una muestra de entre una y cuatro lechugas en cada medición para ver la evolución de los pesos. Tal y como se puede observar en la *Tabla 4*, los pesos van incrementando hasta el 16 de marzo, en que disminuyen. Aunque la mayor

ganancia de peso se produjo en la lechuga Iceberg, esta no acogolló bien por las características climáticas en el interior del invernadero. Las elevadas temperaturas alcanzadas en el invernadero, hicieron que las lechugas subieran a flor por lo que el ensayo se dio por finalizado.

En la *Figura 2* se refleja la evolución del crecimiento de las variedades de lechuga, pudiendo apreciarse como salvo Baby todas comienzan a reducir peso a partir de mediados de marzo (*Tabla 4*).

En lo que respecta a las plantas ornamentales, todas manifestaron un buen crecimiento, por lo que el sistema de alimentación hidropónica con sustrato de fibra de coco se considera viable en este tipo de plantaciones.

Parámetros de calidad comercial de las plantas (*Tablas 5* y *6*)

Se realizó el análisis de hojas de lechuga, determinando en laboratorio los siguientes componentes B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Zn, cloruros, Nitratos, Fosfatos y Sulfatos. En cuanto a la determinación de los componentes de las hojas de lechuga, se tomaron muestras de hoja interior y de hoja exterior, siendo las composiciones normales. El contenido de la hoja exterior de lechuga en calcio era mucho más elevado, como consecuencia de tratarse de una hoja envejecida, el triple que una hoja interior. El contenido de potasio también se doblaba en la hoja interior y en cambio el contenido en fósforo era algo menor en la hoja exterior. Es de destacar que no se detectó contenido de nitratos en ninguna de las muestras, lo que es positivo para la calidad de la lechuga. Los resultados se reflejan en las *Tablas 5* y *6*.

CONCLUSIONES

De todas estas variedades implantadas las que mejor resultado dieron por su desarrollo vegetativo fueron el orégano cubano, la hierbabuena, el eneldo, la salvia azul y la cúrcuma, obteniendo producciones comercializables y sin emplear ningún tipo de fertilizante.

Las lechugas alcanzaron bajos pesos finales como consecuencia de un ataque de oídio y araña roja y de las elevadas temperaturas en el invernadero, que hicieron que subieran a flor en junio, Baby fue la única que alcanza calidad comercial.

El contenido, tanto en hojas exteriores como en hojas interiores de B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Zn, cloruros, nitratos, fosfatos y sulfatos es normal, lo que indica una adecuada nutrición de las plantas, pese a no haberles aplicado fertilización, salvo la procedente de los desechos de los peces. Es de destacar que el contenido en nitratos de la hoja fue cero, lo que es positivo para su comercialización.

En lo que respecta a las tilapias, se desarrollaron satisfactoriamente 13 peces de los 15 iniciales. El peso medio por pez pasó de 169 gramos a 273 en tres meses, con un crecimiento medio de unos 35 g al mes, siendo el desarrollo es mucho

más rápido en las primeras etapas, si bien las dosis de pienso empleadas en determinadas fases, han sido elevadas para el crecimiento alcanzado

Se considera que la Acuaponía resulta adecuada para pequeños productores agrícolas con miras a aprovechar los mercados locales y el agroturismo, además de tener un importante efecto medioambiental. No obstante, hay que ensayar con otros cultivos más adaptados al invernadero y afinar los cálculos sobre la alimentación de los peces y el contenido de amoníaco.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto 18TP09, cofinanciado por la región de Murcia y el FEADER a través de la Medida 111 del PDR.

TABLAS

Tabla 1. **Parámetros obtenidos en el agua del tanque de peces.**

PARÁ-METRO	RANGO	24/01	30/01	05/02	14/02	16/02	01/03	09/03	16/03	21/03	23/03	06/04	22/04	10/05	22/05
TEMP.	23-32ºC		20	21	26										
PH	6,5-9	7,6	7,6	6,6	6,8		6,8	6,6	6,8	6,9		6,8	6,9	6,8	7,2
NH_4	2 ppm	5	2,5		0		0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
NH_3	2 ppm	5	2,5		0		5	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_2	0,1 ppm	0,5	5	4	0,1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO_3	0,1 ppm	10	50	50	0,1	10			5	3	5	2	0	0	0
Cloruros	20 ppm		0,8	0,8	0		0,5	0,3	0			0			

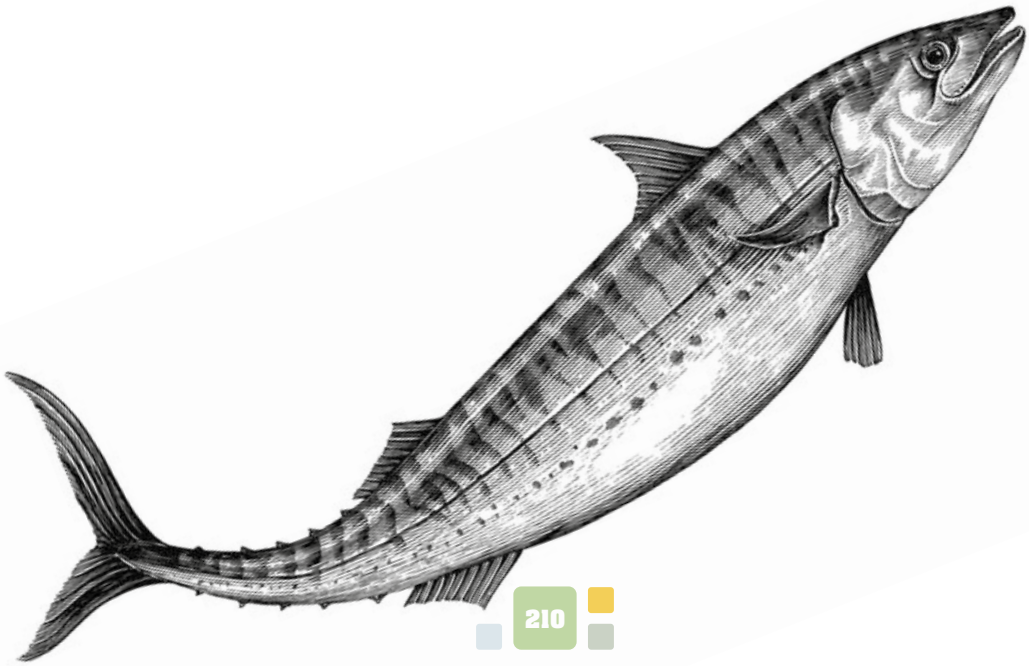


Tabla 2. **Evolución en el peso medio de las tilapias.**

	PESO NETO (G)				
PEZ	**21/02/2018**	**21/03/2018**	**21/04/2018**	**22/05/2018**	**21/05/2018**
1	347	309	174	332	158
2	135	273	345	152	268
3	179	245	202	385	265
4	206	248	337	402	232
5	173	125	184	328	414
6	105	165	335	155	451
7	135	178	180	229	237
8	116	154	188	245	344
9	205	120	303	216	211
10	99	193	166	198	359
11	160	154	128	217	231
12	169	197	177	190	233
13	169	197	180	189	157
Peso biomasa (g)	2198,18	2557,45	2899,00	3238,00	3560,00
Peso medio del pez (g)	169,09	196,73	223,00	249,08	273,85
Ganancia mensual (g)	1ª pesada	27,65	26,27	26,08	24,77

Tabla 3. **Resultados obtenidos del cálculo de la alimentación de los peces.**

			MARZO A ABRIL	**ABRIL A MAYO**	**MAYO A JUNIO**
INTERVALO DE DÍAS	**AÑO 2018**	**28**	**31**	**31**	**30**
PARÁMETROS	**21/02**	**21/03**	**21/04**	**22/05**	**21/06**
Biomasa (g)	2198,2	2557,5	2899,0	3238,0	3560,0
Peso medio del pez (g)	169,1	196,7	223,0	249,1	273,8
Ganancia de biomasa (g)		359,3	341,5	339,0	322,0
Ganancia de peso cada pez (g)		27,6	26,3	26,1	24,8
Pienso aportado (g)		840,0	1860,0	1860,0	1800,0
Pienso por pez (g)		64,6	143,1	143,1	138,5
RD (Ración diaria optima) g pienso	57,2	61,4	68,1	74,5	78,3
FCA		2,3	5,4	5,5	5,6

Tabla 4. **Evolución media de la ganancia de peso de las lechugas.**

FECHA 2018	**14/02**	**21/02**	**01/03**	**09/03**	**16/03**	**23/03**	**GANANCIA DE PESO (g)**
BABY	61,25	87,00	111,00	134,00	158,75	176,25	115
ICEBERG	75,00	124,00	161,00	185,00	274,00	239,00	164
LOLLO ROSSO	90,00	146,00	160,00	167,00	196,00	185,00	95
BATAVÍA	83,50	118,50	140,00	147,50	204,00	169,50	86

Tabla 5. **Determinación de los componentes de hoja exterior envejecida de lechuga en mg kg^{-1} de peso seco.**

LECHUGA	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn	Cloruros	Nitratos	Fosfatos	Sulfatos
Iceberg	60,7	15657,9	3,2	73,2	60988,1	6006,7	22,1	12220,2	2066,16	92,8	29297,3	0,0	2071,3	5299,9
Lollo Rosso	60,2	17833,2	4,3	51,0	62931,7	6914,9	28,8	12576,3	1894,78	113,6	32058,3	0,0	2085,7	8050,9
Baby	50,9	14281,4	3,8	60,1	43126,9	3692,6	12,9	8742,3	2123,00	43,1	14062,4	0,0	2599,9	6501,7
Batavia	50,7	15279,4	3,2	66,2	54583,3	3769,4	9,8	9490,7	2287,96	51,00	19692,0	0,0	3586,3	9450,6

Tabla 6. **Determinación de los componentes de hoja interior sana de lechuga en mg kg^{-1} de peso seco.**

LECHUGA	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn	Cloruros	Nitratos	Fosfatos	Sulfatos
Iceberg	18,818	5317,0	4,691	31,6	34772,5	2693,0	10,9	5747,8	3633,8	47,9	14987,2	0,0	5507,3	1352,3
Lollo Rosso	21,820	5944,4	3,351	31,7	34338,1	2877,71	13,4	5518,9	3151,6	46,0	14980,4	0,0	4707,4	1665,8
Baby	19,935	5845,8	3,824	45,4	31044,3	1901,1	6,2	3676,1	4064,5	24,7	10173,6	0,0	7187,5	1847,1
Batavia	20,476	6579,6	3,999	51,1	36584,5	2160,7	6,5	3551,8	4569,3	31,16	13229,1	0,0	8827,6	2739,7

FIGURAS

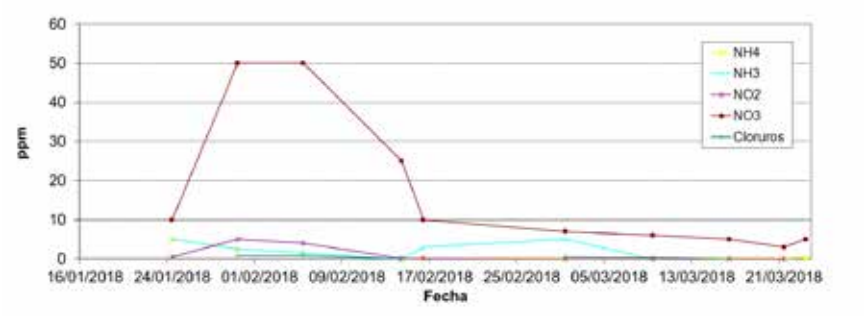


Figura 1. **Evolución de los principales parámetros controlados en el agua de los peces.**

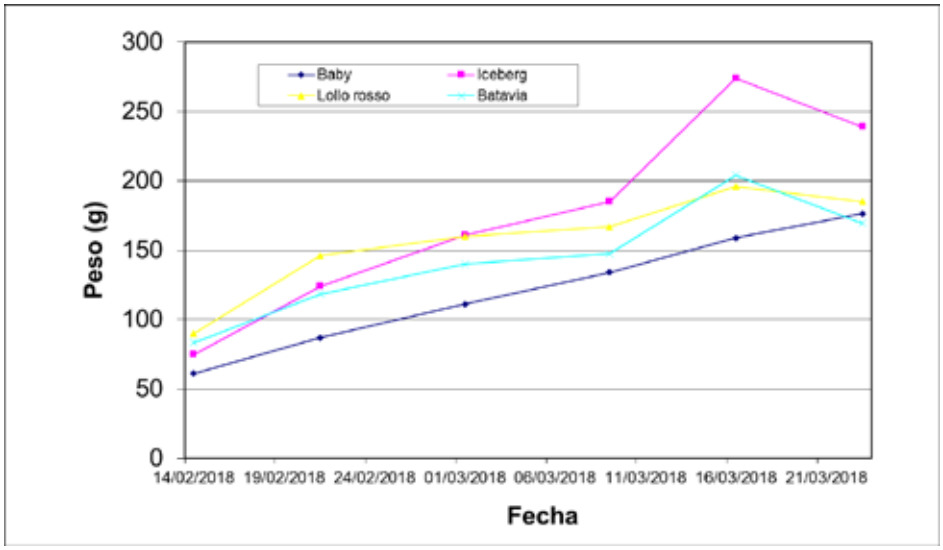


Figura 2. **Evolución de la ganancia de peso de los tipos de lechuga ensayadas en hidroponía.**

FOTOGRAFÍAS

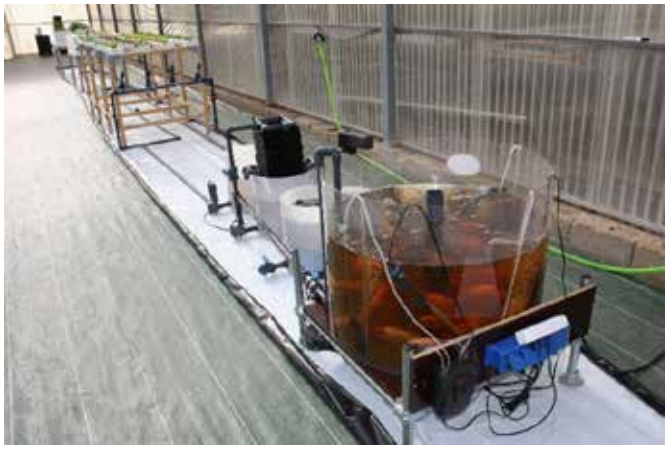


Foto 1. Aspecto de la zona de cría de peces con los dispositivos instalados, al fondo bancadas para los cultivos hidropónicos.

Foto 2. Elementos del sistema de cría de peces y nitrificación de los desechos.

Fotos 3 y 4. Sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique).

Fotos 5 y 6. Sistema hidropónico con agua profunda (Deep Water Culture).

Foto 7. Sistema hidropónico con sustrato y riego por goteo (Drip System). Foto 10. Desarrollo de Iceberg, Lollo Rosso y Lollo Biondo.

COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES AUTÓCTONOS DE TOMATE EN FIBRA DE COCO CULTIVADO EN INVERNADERO

Varó, P. Gálvez, R.
Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre Pacheco.
Av. Gerardo Molina, 30700. Torre Pacheco (Murcia).
placido.varo@carm.es

RESUMEN

En este ensayo se pretende conocer el comportamiento de diferentes tipos de tomate autóctono, procedente del banco de germoplasma del IMIDA (BAGERIM) y del CIFEA, para consumo en fresco, cultivados sobre fibra de coco en invernadero sin calefacción, entre los meses de enero y julio.

Para la realización del ensayo se utiliza un invernadero de 23 x 16 m, multitunel de 4 m de altura a la canal. Con cubierta de polietileno térmico de 800 galgas y ventilación cenital y lateral.

La siembra el 15 de noviembre de 2017, plantación el 19 de enero de 2018, sobre tablas de fibras de coco reutilizadas, provenientes de un cultivo anterior de pimiento. El suelo, está cubierto por malla anti hierbas de color verde.

Para el aporte de la fertirrigación, se utilizan goteros de botón autocompensantes netafin de 4 lt/h^{-1}, con micro tubo y piqueta a cada planta.

Se evalúa el comportamiento de 18 cultivares de tomate de diferentes tipos cherry, pera, redondos y acostillados.

Todos los cultivares son de porte indeterminado y se podan a una guía, entutorándolas con carretes de hilo de rafia a un emparrillado de alambre dispuesto a 3,5 m de altura.

Para la toma de datos se muestrean 10 frutos de 5 plantas de cada variedad, de los que se determina: peso, forma, color, grados brix, número de frutos por racimo, número de carpelos, textura de la pulpa y sabor. Así como las características vegetativas de los cultivares: vigor, foliolos, racimos, fisiopatías y aspecto general de la planta.

La recolección comienza a finales de abril, de forma escalonada, dada la diversidad de cultivares, siendo los tipos cherry los más precoces. Se da por finalizada la recolección a finales de junio.

Podemos destacar entre los cultivares tipo cherry, el tomate Amarillo (Lyco 220) por su dulzor 10 º brix, pero es poco firme. El resto de variedades sobrepasan los 8 º brix.

Del tipo aperado destaca por su tamaño corazón de Buey (CIFEA) y el tomate de la Vega (Lyco 213) por su sabor.

En cuanto a los cultivares gruesos asurcados, destaca el Muchamiel, tanto el del CIFEA como el del BAGERIM (Lyco 194).

Entre los cultivares gruesos lisos, destaca el Flor de Baladre de Espinardo (Lyco 168), por su tamaño, peso y sabor.

De los cultivares redondos negros, destaca el redondo negro (Lyco 138) por su sabor y dureza, aunque con muchos problemas de Blossom.

Palabras clave: banco germoplasma, semihidropónico.

INTRODUCCIÓN

El tomate es un cultivo de gran importancia para la Región de Murcia, siendo la zona de Mazarrón y Águilas las principales productoras de esta hortaliza. En el resto de la Región es poco cultivado, tanto al aire libre como bajo invernadero.

En el CIFEA de Torre Pacheco se imparte el ciclo formativo de grado medio de Técnico en Agropecuaria y Grado superior de Paisajismo y Medio Rural, así como, varios cursos de formación para el empleo, para técnicos de empresa, autónomos, agricultores y personas interesadas del sector agrario, por lo que consideramos conveniente realizar este ensayo demostrativo, del comportamiento de 18 cultivares de tomate de variedades autóctonas de diferentes tipos, en cultivo semihidropónico de fibra de coco, en las condiciones climáticas del Campo de Cartagena, con el fin de que los alumnos, técnicos y agricultores puedan comprobar el comportamiento y calidad de diferentes cultivares de tomate autóctono, a la vez, que pueden realizar prácticas de las labores de cultivo.

Para la toma de datos se muestrean cinco plantas por cultivar, de las cuales se recolectan 10 frutos para determinar: peso, forma, color, grados brix, número de frutos por racimo, número de carpelos, textura de la pulpa y sabor. Así como las características vegetativas: vigor, foliolos, racimos, fisiopatías y aspecto general de la planta.

Se trata de dar información sobre el comportamiento agronómico, productivo y calidad del fruto de los diferentes cultivares de tomate, procedente de semilla autóctona, procedente del banco de germoplasma del IMIDA, para evitar su desaparición y comprobar sus cualidades y calidad. Al ser una zona con bajos índices de superficie cultivada de tomate, la producción podría tener cabida en los mercados locales.

Puede ser alternativa de alguna explotación al cultivo al pimiento, por su cercanía al mercado local y la baja cantidad de tomate de estas características puesto a la venta.

MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo se ha realizado en un invernadero frío, tipo multitúnel de 23 x 16 m, con altura lateral bajo canal de 4 metros y máxima cenital de 4,5 metros. Ventilación cenital y lateral. Paramentos laterales de policarbonato y cubierta de polietileno de 800 galgas. Superficie total del suelo cubierta de malla anti hierbas de color verde opaca a la luz y permeable al agua.

El substrato empleado en semihidroponia son tablas de fibra de coco reutilizada, utilizadas el año anterior para un cultivo de pimiento. Las tablas se colocan sobre canales de poliespan, recubiertos de una lámina de polietileno que conduce el agua del drenaje sobrante que no aprovechan las plantas a un canal de desagüe que desemboca en un depósito acumulador.

El semillero se realizó en Semilleros El Jimenzado 15 de noviembre de 2017. La heterogeneidad de las variedades, provocó mermas en algunos cultivares, aunque hubo representación de todas, y diferencias en el tamaño y sistema radicular. Una vez trasplantadas, el enraizamiento fue bien y el crecimiento, normal.

La disposición de las tablas de fibra de coco, de 1 metro de longitud, en la superficie del invernadero es la siguiente: filas pareadas con separación de 0,5 m entre ellas, y pasillos de 1, 25 m., entre filas, completándose un total de 10 filas.

Se disponen 3 plantas por tabla de fibra de coco.

Cultivares utilizados en el ensayo:

Cultivar	Código BAGERIM	Tipo
Huevo Paloma Pequeño	Lyco 58	Cherry rojo
Tomate Amarillo	Lyco 220	Cherry amarillo
Tomate Naranja	Lyco 85	Cherry amarillo/naranja
Cebralin	Semilla CIFEA	Cherry listado
Muchamiel Pera	Lyco 194	Grueso acostillado aperado
Corazón de Buey	Semilla CIFEA	Grueso acostillado aperado
Tomate de Pera	Lyco 80	Liso, mediano aperado
Tomate de la Vega	Lyco 213	Liso, mediano aperado
Negro de Socovos	Lyco 163	Grueso, acostillado
Muchamiel	Semilla CIFEA	Grueso, acostillado
Muchamiel	Lyco 173	Grueso, acostillado
Negro de Agramón	Lyco 75	Grueso, acostillado
Rosa de la Arboleja	Lyco 190	Grueso con hombros
Flor de Baladre	Semilla CIFEA	Grueso con hombros
Flor de Baladre de Espinardo	Lyco 168	Grueso con hombros
Tomate de Mesa	Lyco 204	Grueso liso
Tomate Bola Negra	Lyco 125	Mediano, liso y oscuro
Tomate Redondo	Lyco 138	Mediano, liso y oscuro

El trasplante se realiza el 19 de enero de 2018, quedando los cultivares de tomate dispuestos según croquis, *Tabla nº 1*.

Para el aporte de la fertirrigación, se utilizan goteros de botón autocompensantes de 4 lt/h^{-1}, con micro tubo y piqueta a cada planta.

Se hidratan las tablas antes de la plantación y comienzan los riegos con el trasplante, al principio 2 riegos diarios de 3 minutos, que se van incrementando hasta llegar a 24 riegos de 5 minutos. El aporte de agua diario depende del drenaje (agua de riego no utilizada por la planta y que es drenada), manteniendo este porcentaje entre el 15 y 20.

La CE de salida se ha mantenido entre 2,05 $mmhos/cm^{-2}$ al principio a 2,99 durante la recolección y el pH entre 5,53 y 6,12.

Se utiliza un cabezal de riego con programador y control de pH y CE, utilizando cuatro tanques para soluciones nutritivas y micro elementos. Los fertilizantes empleados han sido: Fosfato mono potásico, Nitrato de calcio, Nitrato potásico, Ácido nítrico y micro elementos y quelato de Ca soluble. Las soluciones se concentran un 5 %.

Las plantas se conducen a una guía, entutorándolas mediante carrete de hilo de rafia a un emparrillado de alambre dispuesto a 3,5 metros de altura.

Para la polinización se utilizan abejorros solitarios, utilizando una colmena, a mediados de febrero.

Se colocan de 3 trampas de agua para el control de la tuta.

Se han utilizado dos sublimadores de azufre durante 4 horas al día, entre la 1 y las 5 horas, durante los meses de abril a mayo.

Los tratamientos fitosanitarios realizados han sido:

- Oxamilo vía riego (29 enero)
- Bacillus thurigiensis y Emamectina (20 de abril).
- Bacillus thurigiensis y Clorantranilipol (20 de mayo).

Los insectos útiles utilizados, han sido:

- Colocación de trampas de agua para tuta, desde el 26 de marzo
- Suelta de Nesidiocoris, el 26 de abril

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evalúa el comportamiento de 18 cultivares de tomate, tomando muestras de 5 plantas.

Para realizar la descripción de los cultivares, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

PLANTA	HOJA	RACIMO	FRUTO ASPECTO	FRUTO CARACTERISTICAS
Vigor **Aspecto**	Tacto Color Foliolos Fisiopatías	Forma Bifurcaciones Frutos Nº al despunte	Color Hombros Forma Peso D-Ecuatorial D-Cenital Relación DE/DC	Grados Brix Textura pulpa Semillas Carpelos Grosor carpelar Fisiopatías Sabor

Se recolectaron muestras de frutos entre 3 y 4 racimo, para determinar las características de los frutos. El tamaño de la muestra para sacar los diámetros y el peso, ha sido de 10 frutos por cultivar.

La descripción de las variedades se ha realizado de forma visual.

En la *Foto nº1*, se muestran los frutos de los diferentes cultivares

Las plantas se despuntan al llegar al emparrillado de alambre que sujeta el hilo de entutorar, sobre los 3,5 metros de altura y entre 7 y 11 racimos por planta, según cultivar.

En la *Tabla nº 2*, se describe la planta de cada cultivar, teniendo en cuenta el vigor de la misma y su aspecto, en cuanto a la disposición de las hojas y volumen de las mismas. Esto nos indica el grado de aireación por la proximidad y cantidad de las hojas, parámetro de importancia para la aireación y entrada de luz a la planta.

En la *Tabla nº 3*, se describe la hoja, teniendo en cuenta el número de foliolos, color, tacto y posibles incidencias fisiológicas o de otro tipo.

En la *Tabla nº 4*, se describen los racimos, en cuanto a su forma, número de frutos, bifurcaciones, que aparecen principalmente en los cultivares cherry y números de racimos por planta al despunte.

En la *Tabla nº 5*, se describe el aspecto del fruto, color, forma, peso, presencia de hombros, diámetro ecuatorial y cenital,

En la *Tabla nº 6*, se describen las características de los frutos, grados brix, textura, semillas, número de carpelos, fisiopatías y sabor.

Para la toma de datos se muestrean los frutos de 5 plantas de cada variedad, de los que se mide, el peso, forma, color, grados brix, número de frutos por racimo, número de carpelos, textura de la pulpa y sabor. Así como las características vegetativas de los cultivares: vigor, foliolos, racimos, fisiopatías y aspecto general de la planta.

La recolección comienza a mediados de abril, de forma escalonada, por los diversos tipos y cultivares, siendo los tipos cherry los más precoces, dando por finalizada la recolección a finales de junio.

En la *Tabla nº 7*, se describen cada uno de los cultivares, vegetación y frutos con su foto.

La calidad de los frutos en cuanto a su sabor, forma y producción, ha sido en general buena. La adaptación al sistema de cultivo hidropónico sobre fibra de coco, ha sido desigual, las necesidades de fertirrigación son diferentes entre los cultivares, pudiendo obtener mejor calidad y producción con los aportes específicos para cada cultivar.

En los tipos cherry, el cultivar **Amarillo**, destaca por su sabor y dulzor, con más de 10º Brix, aunque poco firme de piel, lo que adelanta la madurez en posrecoleeción.

El resto de cultivares han tenido buen sabor, todos por encima de 8º Brix.

En los tipos aperados, ha destacado el **Corazón de Buey** por tamaño y el tomate de la Vega por su sabor.

El cultivar **Muchamiel Pera**, manifiesta sensibilidad al blossom, en las condiciones de cultivo. Los cultivares de tomate de **Pera** y de la **Vega**, tienen las cualidades para utilizar en conserva por su firmeza, pulpa compacta y forma.

Entre los tipos gruesos/acostillados, destaca por su tamaño el **Negro de Socovos**, con alto porcentaje de frutos por encima de 500 gr.

Los cultivares **Negro de Socovos** y de **Agramón**, son de color rojo vinosos y junto a **Rosa de la Arboleja**, manifiestan grandes cicatrices pistilares, cualidad que reduce su calidad comercial. De piel fina y pulpa abundante.

Destaca por su firmeza, color rojo intenso y sabor equilibrado el cultivar **Muchamiel**, tanto de BAGERIM como del CIFEA.

Los de tipo grueso/lisos, como el **Flor de Baladre**, tienen un color rosado intenso, gran sabor y tamaño.

El tomate de **Mesa**, es muy liso, gran firmeza y pulpa compacta.

Del tipo mediano negro liso, destaca el tomate **Redondo**, por encima de 8º Brix.

De forma esférica y color verde oscuro con fondos rojizos en su madurez. La piel es dura y de pulpa compacta. Son muy sensibles al blossom.

CONCLUSIONES

El objetivo del ensayo es conocer el comportamiento de diferentes tipos de tomate autóctono, procedente del banco de germoplasma del IMIDA (BAGERIM) y del CIFEA, para consumo en fresco, cultivados en hidroponía sobre fibra de coco en invernadero sin calefacción, entre los meses de enero y julio.

Los resultados de producción y calidad, han sido buenos en recolecciones hasta mitad de mayo, a partir de aquí, se produce un colapso de algunos cultivares con problemas en la vegetación y la aparición de blossom, posiblemente por el

aumento de temperatura en el interior del invernadero y diferentes necesidades de fertirrigación.

Los datos obtenidos en la calidad de los frutos, han sido por apreciación visual del grupo de trabajo.

La descripción de cada cultivar con su fotografía, permite conocer su comportamiento e información de cada uno de ellos.

Nos ha sorprendido la buena adaptación de la mayoría de cultivares a los condiciones de cultivo, por lo que nos anima a seguir con futuros ensayos, repitiendo los cultivares con mejores resultados e incorporando nuevos cultivares, procedentes del banco de germoplasma BAGERIM.

Cabe destacar los cultivares, Amarillo en cherry, Corazón de Buey y tomate de la Vega en los de tipo aperado, en el tipo grueso acostillado el cultivar Muchamiel tanto el procedente del BAGERIM como del CIFEA, en el tipo grueso liso destaca Flor de Baladre CIFEA y Flor de Baladre Espinardo por su tamaño y tomate de mesa por su firmeza y pulpa compacta.

En los medianos negros lisos, destaca el Redondo, aunque con problemas de blossom.

AGRADECIMIENTOS

PROYECTO 18 TP-11, cofinanciado por la Región de Murcia y el Feader a través de la Medida 111 del PDR.

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Foto de los frutos.

TABLAS

Tabla nº 1. **Croquis de plantación.**

HUEVO PALOMA PEQUEÑO	TOMATE AMARILLO	PERA MUCHAMIEL	DE LA PERA	NEGRO DE SOCOVOS	TOMATE AGRAMON NEGRO	TOMATE DE LA VEGA	MUCHAMIEL	ROSA DE LA ARBOLEJA	CORAZON DE BUEY
				CORAZON DE BUEY					
FLOR DE BALADRE	MUCHAMIEL	BOLA NEGRA	CEBRALIN	TOMATE NARANJA	TOMATE REDONDO	TOMATE DE MESA	FLOR DE BALADRE ESPINARDO	MUCHAMIEL	FLOR DE BALADRE

Puerta

Tabla 2. **Descripción de la planta por cultivares. En el aspecto, se hace referencia a la disposición y cantidad de foliolos.**

VARIEDADES CHERRY	VIGOR	ASPECTO
HUEVO PALOMA PEQUEÑO	Alto	Denso
AMARILLO	Muy alto	Menos denso
NARANJA	Alto	Aireado
CEBRALIN	Medio-alto	Aireado

VARIEDADES APERADAS	VIGOR	ASPECTO
MUCHAMIEL PERA	Medio	1º Tercio denso
CORAZÓN DE BUEY	Alto	Menos denso-compacto
DE PERA	Medio	Aireado
DE MESA	Alto	Denso, muy compacto

VARIEDADES GRUESAS ACOSTILLADAS	VIGOR	ASPECTO
NEGRO DE SOCOVOS	Muy alto	Muy denso y compacto
MUCHAMIEL	Alto	Menos denso
MUCHAMIEL LYCO	Alto	Denso
NEGRO DE AGRAMÓN	Medio-alto	1º Tercio muy denso
ROSA DE LA ARBOLEJA	Alto	Denso

VARIEDADES GRUESAS LISAS	VIGOR	ASPECTO
FLOR DE BALADRE	Alto	Denso
FLOR DE BALADRE DE ESPINARDO	Medio-alto	1º Tercio denso
DE LA VEGA	Alto	Muy denso y compacto

VARIEDADES MEDIANAS NEGRAS	VIGOR	ASPECTO
BOLA NEGRA	Alto	Aireado
REDONDO	Alto	Aireado

Tabla 3. **Descripción de las hojas.**

VARIEDADES CHERRY	TAMAÑO	TACTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
HUEVO DE PALOMA PEQUEÑO	Grande	Coriaceo	Verde oscuro	Peciolados	Ligera
AMARILLO	Grande	Suaves	Verde claro	Subdivididos	Moteado
NARANJA	Mediana	Menos suave	Verde	Muy peciolado	No
CEBRALIN	Pequeña	Coriaceo	Verde oscuro	Peciolado y subdivididos	Epinastia

VARIEDADES APERADAS	TAMAÑO	TACTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
MUCHAMIEL PERA	Grande	Suaves	Verde claro	Muy pecilados y subdivididos	No
CORAZÓN DE BUEY	Grandes	Suaves	Verde claro	Muy peciolados	No
DE PERA	Grandes	Suaves	Verde muy claro	Peciolados	No
DE MESA	Mediana	Suaves	Verde	Poco pecilados	No

VARIEDADES GRUESAS ACOSTILLADAS	TAMAÑO	TACTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
NEGRO DE SOCOVOS	Grande y densa	Suave	Verde intenso	Peciolados y grandes	No
MUCHAMIEL	Grande	Algo coriacea	Verde claro	Abundantes y subdivididos	Epinastia
MUCHAMIEL LYCO	Grande	Suaves	Verde	Abundantes y subdividido	No
NEGRO DE AGRAMÓN	Mediana	Suaves	Verde intenso	Compactos	No
ROSA DE LA ARBOLEJA	Mediana	Suaves	Verde	Peciolados y subdivididos	No

VARIEDADES GRUESAS LISAS	TAMAÑO	TACTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
FLOR DE BALADRE	Grande	Suaves	Verde claro	Muy peciolados	Ligera
FLOR DE BALADRE DE ESPINARDO	Grande	Suaves	Verde claro	Muy peciolados, subdivididos y abundantes	No
DE LA VEGA	Mediana	Suaves	Verde	Peciolados	No

VARIEDADES MEDIANAS NEGRAS	TAMAÑO	TACTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
BOLA NEGRA	Mediana	Suaves	Verde oscuro	Muy peciolados y subdivididos	No
REDONDO	Mediana	Coriacea	Verde oscuro	Muy peciolados y subdividido	No

Tabla 4. **Descripción del racimo.**

VARIEDADES CHERRY	FORMA	BIFURCA-CIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
HUEVO PALOMA PEQUEÑO	Espiga ramificada	2-3	35-40	
AMARILLO	Espiga ramificada	3-4	40-50	
NARANJA	Espiga ramificada	2-3	30-40	
CEBRALIN	Espiga	No	10-15	

VARIEDADES APERADAS	FORMA	BIFURCA-CIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
MUCHAMIEL PERA	Racimo	2-3	5-7	
CORAZÓN DE BUEY	Racimo	3-4	7-9	
DE PERA	Espiga	No	4-6	
DE MESA	Espiga	No	4-6	

VARIEDADES GRUESAS ACOSTILLADAS	FORMA	BIFURCA-CIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
NEGRO DE SOCOVOS	Racimo	2-3	3-5	
MUCHAMIEL	Racimo	2-3	5-7	
MUCHAMIEL LYCO	Racimo	2-3	4-6	
NEGRO DE AGRAMÓN	Racimo	3-4	3-5	
ROSA DE LA ARBOLEJA	Racimo	1-2	3-4	

VARIEDADES GRUESAS LISAS	FORMA	BIFURCA-CIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
FLOR DE BALADRE	Racimo	2-3	6-8	
FLOR DE BALADRE DE ESPINARDO	Racimo	2-3	5-7	
DE LA VEGA	Racimo	No	4-5	

VARIEDADES MEDIANAS NEGRAS	FORMA	BIFURCA-CIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
BOLA NEGRA	Espiga	No	8-10	
REDONDO	Espiga	No	6-8	

Tabla 5. **Descripción del aspecto del fruto.**

VARIEDADES CHERRI	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g	D-ECUAT. mm	D-CENITAL mm	RELACIÓN DE/DC
HUEVO DE PALOMA PEQUEÑO	Rojo intenso	No	Cilíndrico alargado	13	24,7	33,7	1,36
AMARILLO	Amarillo pálido	No	Esférica	18	30	31,5	1,05
NARANJA	Amarillo	No	Alargado-aperado	15	24,9	37,8	1,52
CEBRALIN	Verde muy oscuro con estrias doradas	No	Esférico	34	38,7	38,8	1,00

VARIEDADES APERADAS	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g	D-ECUAT. mm	D-CENITAL mm	RELACION DE/DC
MUCHAMIEL PERA	Rojo	Amarillentos	Aperado acostillado	207	75,3	65,5	0,87
CORAZÓN DE BUEY	Rojo	No	Aperado acostillado	235	74,2	83,9	1,13
DE PERA	Rojo	Verdes	Aovado alargado mucronado	151	58,6	82,9	1,41
DE MESA	Rojo	Verdes	Aperado	128	57,4	67,8	1,18

VARIEDADES GRUESAS ACOSTILLADAS	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g	D-ECUAT. mm	D-CENITAL mm	RELACION DE/DC
NEGRO DE SOCOVOS	Rojo vino tinto	Ligeros verdoso	Aplastada	508	114	66,8	0,59
MUCHAMIEL	Rojo	No	Aplastada	242	85,3	65	0,76
MUCHAMIEL LYCO	Rojo	No	Aplastada	275	89,9	63,2	0,70
AGRAMÓN NEGRO	Rojo vino clarete	Ligeros blanquecinos	Aplastada	372	101,9	61,2	0,60
ROSA DE LA ARBOLEJA	Rosado claro	Patentes	Aplastada	389	100,9	68,1	0,68

VARIEDADES GRUESAS LISAS	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g	D-ECUAT. mm	D-CENITAL mm	RELACION DE/DC
FLOR DE BALADRE	Rosado intenso	No	Aplastada	224	79,3	61,3	0,77
FLOR DE BALADRE DE ESPINARDO	Rosado intenso	No	Aplastada	376	105,1	60,3	0,57
DE LA VEGA	Rojo intenso	No	Aplastada	201	78,1	55,4	0,71

VARIEDAD MEDIANO NEGRO LISO	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g	D-ECUAT. mm	D-CENITAL mm	RELACION DE/DC
BOLA NEGRA	Verde oscuro con fondo algo dorado	No	Esférica	74	51,6	47,5	0,92
REDONDO	Verde oscuro con fondo rojo vinoso	No	Esférica	107	57,3	57,1	1,00

Tabla 6. **Descripción de las características del fruto.**

VARIEDADES CHERRI	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm	FISIO-PATIAS	FIRMEZA kg	SABOR
HUEVO DE PALOMA PEQUEÑO	8,8	Crujiente, densidad media	Patentes	Bicarpelar	2-4	No	3	Agridulce equilibrado
AMARILLO	10,5	Menos crujiente, densidad baja	Patentes	Bicarpelar	3-4	No	2,5	Muy dulce
NARANJA	8,3	Poco crujiente, poco densa	Patentes	Bicarpelar	3-4	No	2,5	Dulce, algo insulso
CEBRALIN	8	Muy crujiente, densidad media	Patentes	Bicarpelar	5-6	No	3,3	Agridulce muy equilibrado

VARIEDADES APERADAS	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm	FISIO-PATIAS	FIRMEZA kg	SABOR
MUCHAMIEL PERA	4,8	Poco densa, algún hueco	Poco patentes	Multicarpelar	8-9	Algo de Blossom	3	Equilibrado
CORAZÓN DE BUEY	5,9	Firme, densidad media	Poco patentes	Tetracarpelar	8-9	No	4,2	Muy agradable
DE PERA	5,3	Crujiente, muy densa	Poco patentes	Bicarpelar	7-8	No	3,6	Algo insípido
DE MESA	6,3	Crujiente, densa	Poco patentes	Tricarpelar	9-10	No	2,9	Equilibrado

VARIEDADES GRUESAS ACOSTILLADAS	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm	FISIO-PATIAS	FIRMEZA kg	SABOR
NEGRO DE SOCOVOS	5,5	Poco firme, muy abundante	Patentes	Multicarpelar	10-11	No	2,7	Equilibrado, agridulce
MUCHAMIEL	6,0	Densidad media	Poco patentes	Multicarpelar	8-9	No	3,7	Equilibrado, dulce
MUCHAMIEL LYCO	4,5	Densidad media	Poco patentes	Multicarpelar	7-8	No	3,1	Equilibrado, agridulce
AGRAMÓN NEGRO	5,5	Poco firme, muy abundante	Patentes	Multicarpelar	6-7	No	2,9	Equilibrado, agridulce
ROSA DE LA ARBOLEJA	4,5	Poco firme, muy abundante	Patentes	Multicarpelar	6-7	No	2,2	Equilibrado, agridulce

VARIEDADES GRUESAS LISAS	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm	FISIO-PATIAS	FIRMEZA kg	SABOR
FLOR DE BALADRE	5,5	Poco firme, muy densa	Poco patentes	Multicarpelar	8-9	No	2,9	Dulce y equilibrado
FLOR DE BALADRE DE ESPINARDO	4,2	Poco firme, muy densa	Poco patentes	Multicarpelar	6-7	No	3	Algo insípido
DE LA VEGA	5,3	Firme, muy densa	Poco patentes	Multicarpelar	7-8	No	4,5	Dulce y equilibrado

VARIEDADES PERA	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm	FISIO-PATIAS	FIRMEZA kg	SABOR
BOLA NEGRA	7,1	Crujiente, muy densa	Patentes	Bicarpelar	7-8	Algo de blossom	3,8	Muy dulce
REDONDO	8,1	Crujiente, muy densa	Patentes	Bicarpelar	9-10	No	3,5	Muy dulce

EVALUACIÓN DEL CULTIVAR DE FRESA 'PORTOLAS' EN DIFERENTES TAMAÑOS DE SACO DE CULTIVO

García-Méndez, E.[1], V. Miguel-Pérez[2], D. Bermúdez[2], R. Alzugaray[2] A. Carriedo[2], E. Hermosa[1] y J. L. Gónzález[1]

*[1]Área Hortofruticultura, Centro de Investigación y Formación Agrarias de Cantabria
*[2]Laboratorio Agrícola-CIFA (Gobierno Cantabria). garcia_emar@cantabria.es

RESUMEN

Con objeto de conocer la posible influencia en la utilización de diferentes volúmenes de saco de cultivo (20 L y 30 L) en la producción y calidad del cultivo de la fresa, se llevó a cabo un ensayo de cultivo sin suelo, donde se evaluó el comportamiento morfológico, agronómico, físico-químico, de calidad sensorial y de postcosecha del cultivar de día neutro 'Portolas'. Los resultados de este trabajo mostraron que, aunque los valores medios de producción fueron ligeramente más altos en el saco de 30 L (948,25 $g.m^{-2}$) que en el de 20 L (911,17 $g.m^{-2}$), no existieron diferencias estadísticamente significativas en la producción total comercial, ni en cada una de las categorías (Extra + 1ª y 2ª categoría), al igual que en el porcentaje de destrío y en el peso medio de los frutos. En el análisis físico-químico, sensorial, frescura de cáliz y porcentaje de frutos podridos, tampoco se observaron diferencias entre ambos tratamientos. Por el contrario, considerando todo el ciclo de cultivo, los frutos de las plantas cultivadas en el saco de 30 L mostraron mayor porcentaje de resistencia al magullado que los recolectados en las plantas cultivadas en el saco de 20 L.

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, cultivo sin suelo, producción, calidad, postcosecha, características organolépticas.

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) es un fruto ampliamente consumido a nivel mundial y muy apreciado por su sabor y valor nutricional. Esta especie tiene una gran capacidad de adaptación a muy distintos agro-ambientes, desde climas tropicales hasta nórdicos, sin embargo, sus cultivares son de adaptación microclimática, es decir, se adaptan sólo a agro-ambientes similares a los que sirvieron para su selección y obtención (López-Aranda, 2008). En Cantabria, el cultivo de la fresa es hoy en día minoritario y existe una falta de conocimientos en muchos aspectos, desde varietales, hasta técnicas de manejo del cultivo, sin embargo, puede llegar a ser una alternativa viable y complementaria al cultivo de otros pequeños frutos como el arándano. Por este motivo, desde el año 2015 se viene desarrollando un proyecto regional cuyo objetivo es estudiar el comportamiento agronómico, de calidad y de postcosecha de cultivares de fresa de

día neutro, así como evaluar las principales plagas y enfermedades que pudiesen afectar al cultivo bajo nuestras condiciones agroclimáticas.

Uno de los factores que pueden influir en el desarrollo del cultivo sin suelo es el tamaño del saco de cultivo, sus dimensiones y en particular la altura, pueden influir en la retención de agua del sustrato y modificar el comportamiento agronómico y/o de calidad. Por ello, el objetivo específico de este trabajo, fue conocer en qué medida el empleo de diferentes volúmenes de saco de cultivo pueden influir en el comportamiento de uno de los cultivares de día neutro (remontante) más utilizados en Cantabria. Los objetivos específicos planteados han sido los siguientes:

1. Evaluar variables de carácter cuantitativo relacionadas con la producción.
2. Estudiar la calidad aparente de los frutos, mediante la estimación de parámetros cualitativos.
3. Valorar sus características organolépticas mediante el empleo de pruebas sensoriales.
4. Estimar la calidad de los frutos postcosecha.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal y tratamientos

Para la realización de los ensayos, el material vegetal de categoría A (tamaño medio de la corona 8-10 mm), fue suministrado por Viveros Campiñas S. C. A. Los sacos de cultivo utilizados (Pindstrup), están formados por una mezcla de turba rubia de estructura media, Forest Gold (fibra de madera optimizada para horticultura) y corteza de pino compostada. Poseen un pH aproximado de 6.0 y contienen 0,5 $Kg.m^{-3}$ de abono NPK y 50 $g.m^{-3}$ de microelementos. Las características generales tanto del cultivar como de los tratamientos fueron los siguientes:

CULTIVAR	TRT 1 (saco ancho)	TRT 2 (saco estrecho)
'Portolas': día-neutro fuerte; adaptada para producción verano-otoño en zonas frías con veranos suaves Producción muy precoz y alta	Saco Pindstrup 30 L 1000 mm x 260 mm x 120 mm	Saco Pindstrup 20 L 1000 mm x 220 x 100 mm

Características de los ensayos

El ensayo se llevó a cabo en el año 2018 en las instalaciones del CIFA, en un invernadero tipo capilla en cultivo sin suelo, con cubierta de polietileno, paredes de policarbonato, dotado de ventilación cenital y fertirrigación. Previo a la

plantación, el material vegetal fue tratado con peróxido de hidrógeno al 1% (*Fotografía 1*). La plantación fue primaveral, 18 de abril, con planta frigo procedente de viveros de altura de Castilla y León y la finalización del ensayo tuvo lugar el 22 de diciembre de 2018.

En el ensayo (*Fotografía 2*), se utilizaron soportes metálicos con sistemas abiertos y las plantas fueron dispuestas a 0,20 m con 5 plantas por saco de cultivo. El diseño estadístico adoptado fue de bloques al azar con tres repeticiones y cada parcela elemental, dentro de cada tratamiento, estuvo compuesta por 45 plantas (9 sacos de cultivo).

Para el control fitosanitario, se aplicaron tratamientos fundamentalmente contra botrytis y orugas de lepidópteros. En el control biológico, se utilizó *Orius laevigatus* y *Phytoseiulus persimilis*. El monitoreo de *Drosophila suzukii* se realizó mediante la instalación de trampas de fabricación propia y trampas Droso-Trap (Biobest) rellenas con un atrayente (vinagre de vino rebajado con agua). Para evitar los daños por pájaros el ensayo se cubrió con malla de polietileno verde.

Determinaciones

a) Caracteres relacionados con la producción

- Época de inicio de floración (cuando al menos el 50% de las plantas tienen alguna flor).
- Época de inicio de maduración del fruto (cuando al menos el 50% de las plantas tienen algún fruto maduro).
- Producción acumulada (g/planta) separada por categorías comerciales (Extra + 1ª), 2ª categoría y destrío (fruto no comercial), de la totalidad de las plantas instaladas en cada parcela elemental. Se ha considerado las categorías comerciales mencionadas como:
  - Categoría Extra+1ª: Frutos sanos, bien formados y con peso superior a 14-15 g.
  - Categoría 2ª: Frutos sanos, bien formados y con un peso inferior a 14-15 g y superior a 10 g.
  - Porcentaje de destrío: Fruto no comercial.
- Peso medio de los frutos (g), mediante el pesado de los frutos de Extra + 1ª categoría.

b) Caracteres relacionados con la calidad aparente de los frutos

Para estimar los caracteres relacionados con la calidad aparente de los frutos se utilizaron entre cuatro y seis frutos característicos de cada parcela elemental y en seis momentos a lo largo del ciclo de cultivo, estos caracteres fueron los siguientes:

- Color exterior predominante del fruto mediante la utilización de la escala de colores para fresa del CTIFL.
- Color interior predominante del fruto (excluyendo el corazón), siendo 1. Blanquecino; 3. Rojo claro; 5. Rojo medio y 7. Rojo oscuro (RAEA, 2004).
- Cavidad interna del fruto, siendo 3. Ausente o muy poca; 5. Media y 7. Grande. (RAEA, 2004)
- Forma predominante del fruto (código CIREF); siendo 1. Reniforme; 2. Globosa; 3. Acorazonada; 4. Cónica; 5. Cónica alarga; 6. Bicónica; 7. Cuneiforme larga y 8. Cuneiforme corta.
- Firmeza de frutos mediante la utilización de un penetrómetro FT02 de 1 kg de potencia usando un percutor de 3 mm de diámetro tomando dos medidas en puntos opuestos a la altura de la mitad del fruto. El valor para cada una de las muestras se obtuvo promediando los resultados obtenidos.
- Contenido en sólidos solubles o ºBrix. Este parámetro se estimó mediante dos formas: a) sobre los frutos directamente, presionando en las paredes de los mismos hasta que sale el jugo que se deposita directamente sobre el refractómetro; y b) sobre puré, tomando para ello una muestra de aproximadamente 250 g de fruto.
- Acidez titulable, se calculó por valoración con NaOH al 0,01 N. Este parámetro fue expresado como g de ácido cítrico en 100 g de muestra.
- Relación azúcares/ácidos.
- Contenido en Vitamina C (mg L^{-1}) mediante la utilización de un reflectómetro de tiras reactivas, RQflex 10 Plus (Ariza *et al.*, 2015).

c) Análisis sensorial

Para conocer la preferencia del consumidor y observar si existían diferencias entre los cultivares analizados, se realizaron dos tipos de pruebas sensoriales: ordenación (*Fotografía 3*) y triangulares (*Fotografía 4*). El grupo de cata se formó con un total de 29 catadores no entrenados, con un mínimo de 10 catadores por sesión.

Las pruebas de ordenación se realizaron 3 veces a lo largo del ciclo de cultivo y en cada sesión, se evaluaron los dos tratamientos por duplicado, ordenándose según la preferencia (desde 1 punto el mejor valorado hasta 4 puntos el peor valorado).

Para la prueba triangular, se realizaron tres sesiones en el mes de agosto (mes de máxima producción) siguiendo la norma UNE 87-006-092, realizándose en cada sesión un total de 2 pruebas.

d) Calidad de los frutos postcosecha

Para estimar la calidad de los frutos postcosecha, en 9 muestreos a lo largo del ciclo de cultivo, cestillas de fruto de cada cultivar recién recolectado y de buena calidad se conservaron en cámara a 4 ºC durante 3 días, a continuación, dichas cestillas fueron almacenadas durante 2 días a temperatura ambiente y se estimaron los siguientes parámetros:

- -Resistencia al magullado (bruising) o marcado de los dedos, en una escala subjetiva de 3-5-7. Siendo 3. Baja Resistencia; 5. Resistencia Media y 7. Alta Resistencia. Los resultados se muestran como porcentaje de frutos de cada categoría.
- Frescura de los cálices, también en escala subjetiva de 3-5-7. Siendo 3. Cáliz con Frescura Débil; 5. Cáliz con Frescura Media y 7 Cáliz fresco y Turgente. Los resultados se muestran también como porcentaje de frutos de cada categoría.
- Porcentaje de frutos podridos tras el almacenamiento frigorífico.

Análisis estadístico

Cos datos obtenidos del rendimiento y algunos de los parámetros físico-químicos indicadores de la calidad (firmeza, ºBrix, acidez titulable, relación azúcares/ácidos y vitamina C) se realizó un análisis de varianza mediante el programa estadístico SPSS.

En las pruebas de ordenación, la evaluación estadística se realizó en base a la suma de puntuaciones asignada a cada cultivar. Los resultados se analizaron utilizando el Test de Friedman como prueba estadística no paramétrica. Por otro lado, para conocer el grado de significación de los resultados en las pruebas triangulares se consultaron las tablas de distribución binomial ($p = 1/3$) citadas en la norma UNE 87-006-092.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la morfología y producción de los cultivares

En relación a las épocas de inicio de floración y maduración del fruto se observaron al menos cinco ciclos de producción. El primero de ellos tuvo lugar el 15 de mayo, aproximadamente al mes de la plantación y con producciones a los 49 o 50 días de la misma. No se observó ninguna diferencia, en todo el ciclo de cultivo, entre los dos tratamientos. En cuanto a la aparición de plagas y enfermedades no se apreciaron problemas fitosanitarios relevantes salvo la aparición de *Tetranychus urticae* que ralentizó la producción en el segundo ciclo de producción. En el monitoreo de *Drosophila suzuki*, no se detectaron apenas individuos y por consiguiente no se apreciaron daños importantes en el ensayo.

En la *Figura 1* se muestra la producción comercial total (g/planta) y la producción comercial del cultivar 'Portolas' separada en categorías: categoría extra + 1ª (Cat. I) y categoría 2ª (Cat. II). El análisis estadístico realizado mostró que no existían diferencias significativas ni en la producción total comercial, ni en cada una de las categorías (Extra + 1ª y 2ª categoría), estando la producción comercial entre 911 (g/planta) en el tratamiento de saco de cultivo de 20 L y 948 (g/planta) en el saco de cultivo de 30 L. En el porcentaje de destrío (*Figura 2*) y en el peso medio de los frutos (*Figura 3*) tampoco se apreciaron diferencias entre los dos tratamientos, estando el porcentaje de destrío entre 28 % y 28,5 % en el saco de 20 L y 30 L respectivamente y el peso medio de los frutos alrededor de 20 g en ambos tratamientos.

Análisis de la calidad aparente de los frutos

Si se observa el color exterior predominante del fruto obtenido en cada uno de los tratamientos (*Tabla 1*), el color predominante fue el Rojo vivo, aunque los porcentajes de los colores Rojo sangre y Rojo ladrillo también fueron destacables.

La forma del fruto (*Tabla 2*), fue predominantemente cónica (38,89 % en ambos tratamientos), seguido por las formas acorazonadas (33,95 % para el tratamiento de 20 L y 25,93 para el tratamiento de 30 L). Por otro lado, en el color (*Tabla 3*) y cavidad interna del fruto (*Tabla 4*), el cultivar 'Portolas' en ambos tratamientos, presentó mayor porcentaje de frutos con color Rojo claro y con escasa cavidad interna.

En relación con los características físico-químicas medidas instrumentalmente (*Figuras 4, 5 y 6*) no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ningún parámetro estimado. Los ºBrix obtenidos en fruto oscilaron entre 6,8 en el saco de 30 L y 6,9 en el de 20 L, mientras que el valor medio obtenido en el pure fue de 6,2 en ambos tratamientos. Los valores medios obtenidos para la acidez titulable fueron de 1,05 (g ácido cítrico/100 g muestra). para el tratamiento de 30 L y1,04 (g ácido cítrico/100 g muestra) para el tratamiento de 20 L y la relación azúcares/ácidos fue de 6,5 y 6,7 respectivamente. El contenido en vitamina C fue ligeramente superior en el saco de 30 L (468,9 mg L^{-1}) que en el de 20 L (381,2 mg L^{-1}), al contrario que los valores medios obtenidos en la firmeza, 133,6 g en el saco de 30 L frente a 135,7 g en el saco de 20 L.

Análisis sensorial

Los resultados obtenidos en el conjunto de las 3 pruebas de ordenación mostraron que no existieron diferencias significativas entre los dos tratamientos. Los valores medios obtenidos para 'Portolas' cultivado en saco 30 L fue de 2,3 mientras que cultivado en saco de 20 L fue de 2,8. Igualmente, considerando cada prueba de manera individual tampoco se apreció ninguna diferencia entre los dos tratamientos (datos no mostrados). Por otro lado, según los resultados obtenidos para la prueba triangular al nivel de significación del 5 %, el panel de consumidores no fue capaz de distinguir entre sí ambos tratamientos.

Calidad de los frutos postcosecha

En las *Tablas 5, 6* y *7* se muestran los resultados obtenidos en los caracteres asociados a la calidad de los frutos postcosecha en el conjunto de los 9 muestreos realizados.

La resistencia al magullado (*Tabla 5*) está asociado a la calidad final de los frutos, es un fenómeno negativo que se produce en la piel (depresiones y oscurecimientos) tras el proceso de recolección, conservación frigorífica y transporte a destino. Se produce por los daños mecánicos en el fruto en el momento de la recolección y suele pasar desapercibido hasta unos días después de la cosecha. En los tratamientos analizados en este ensayo, el tratamiento de 30 L presentó mayor resistencia al magullado (48,8 %), mientras que el tratamiento de 20 L se observaron prácticamente los mismos porcentajes tanto con alta resistencia (40,59 %) como con media (39,41 %).

La frescura y calidad de los cálices (*Tabla 6*) es importante en los mercados de destino porque, aunque no afecta a la calidad organoléptica, si afecta a la presentación y credibilidad del estado sanitario de los frutos en el momento de la venta en fresco. El porcentaje obtenido para el cultivar 'Portolas' en ambos tratamientos fue mayoritariamente alta y media.

En relación con el porcentaje de frutos podridos (*Tabla 7*) a pesar de ser un parámetro relacionado con la diferente aptitud varietal y de las condiciones climatológicas, es un carácter que proporciona un valor orientativo de la capacidad de conservación de los frutos. En los tratamientos analizados y considerando el conjunto de muestreos, no existieron diferencias significativas (34,4 % en 20 L y 32,2 % en 30 L), además en nuestro ensayo y observando los resultados en cada fecha de muestreo, se pudo observar la influencia claramente ambiental en los valores obtenidos en este parámetro.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo mostraron que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes volúmenes de saco de cultivo, ni en la producción comercial y de destrío, como en el peso medio del fruto.

El análisis de los caracteres relacionados con la calidad aparente de los frutos, parámetros físico-químicos y análisis sensorial, tampoco se observaron diferencias entre los dos tratamientos. En la calidad de los frutos postcosecha, el cultivar 'Portolas' presentó igual porcentaje de frutos podridos y frescura de cálices en el saco de 20 L como en el de 30 L, sin embargo, en la resistencia al magullado, los frutos cosechados en el saco de 20 L fueron más susceptibles.

A la vista de los resultados obtenidos se deduce que el empleo de ambos volúmenes de saco de cultivo fue similar en cuanto al rendimiento y calidad de los frutos obtenidos, aunque la utilización del saco de 20 L puede ayudar a reducir costes de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIZA, M. T.; MARTÍNEZ-FERRI, E.; DOMÍINGUEZ, P.; MEDINA, J. J.; MIRANDA, L.; SORIA, C. 2015. *Effects of harvest time on functional compounds and fruit antioxidant capacity in ten strawberry cultivars*. Journal of Berry Research 5:71–80.

LÓPEZ-ARANDA, J. M. 2008. *El cultivo de la fresa en Huelva*. En: *La fresa de Huelva*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Pag 105-172.

RED ANDALUZA DE EXPERIEMNTACIÓN AGRARIA. R. A. E. A. FRESAS 2004. *Ensayos de variedades de fresa*. Campaña 2004. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 42pp.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Medio Rural, Pesca y Alimentación del Gobierno de Cantabria.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tratamiento previo de las plantas de fresa.

Fotografía 2. Detalle general del ensayo (3-5-2018).

Fotografía 3. Prueba sensorial de ordenación.

Fotografía 4. Prueba sensorial triangular

TABLAS

Tabla 1. **Color exterior predominante del fruto (porcentaje de frutos de cada carácter).**

TRT	ROJO LADRILLO	ROJO VIVO	ROJO SANGRE	ROJO CARDENAL	ROJO VINO TINTO	ROJO VINO TINTO OSCURO
20 L	16,05	37,65	22,84	11,11	0,00	0,00
30 L	23,46	45,68	19,75	0,62	0,00	0,00

Tabla 2. **Forma predominante del fruto (porcentaje de frutos de cada carácter).**

TRT	RENIF.	GLOB.	ACORAZON.	CÓNICA	CÓNICA LARGA	BICÓNICA	CUNE. LARGA	CUNE. CORTA
20 L	0,00	2,47	33,95	38,89	1,23	0,00	3,09	9,88
30 L	0,62	1,85	25,93	38,89	1,85	1,23	1,23	17,90

Tabla 3. **Color interno del fruto (porcentaje de frutos de cada carácter).**

TRT	BLANQUECINO	ROJO CLARO	ROJO MEDIO	ROJO OSCURO
20 L	3,09	51,23	35,19	0,00
30 L	2,47	59,88	27,16	0,00

Tabla 4. **Cavidad interna del fruto (porcentaje de frutos de cada carácter).**

TRT	AUSENTE O POCA	MEDIA	GRANDE
20 L	67,90	17,28	4,32
30 L	61,11	27,78	0,62

Tabla 5. **Resistencia al magullado en postcosecha (bruising).**

TRT	BAJA	MEDIA	ALTA
20 L	20,00	39,41	40,59
30 L	12,94	38,24	48,82

Para cada cultivar se muestra el % de muestras en cada carácter

Tabla 6. **Frescura de cálices del cultivar 'Portolas' en ambos tratamientos.**

CULTIVAR	DÉBIL	MEDIA	ALTA
20 L	17,65	37,06	44,71
30 L	17,65	40,00	41,18

Tabla 7. **Porcentaje de frutos podridos.**

	TRATAMIENTOS	
Muestreos	20 L	30 L
1º (26/06/2018)	10 %	15 %
2º (10/08/2018)	95 %	90 %
3º (17/08/2018)	95 %	85 %
4º (31/08/2018)	5 %	0 %
5º (07/09/2018)	95 %	95 %
6º (14/09/2018)	0 %	0 %
7º (21/09/2018)	5 %	0 %
8º (28/09/2018)	0 %	0 %
9º (05/10/2018)	5 %	5 %
Media muestreos	34,4%	32,2 %

FIGURAS

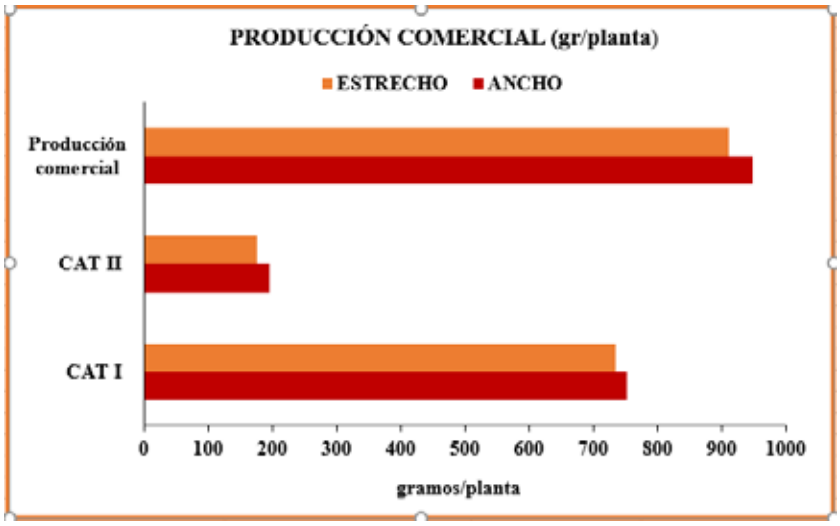


Figura 1. **Producción comercial total y producción comercial (g/planta) separada en categorías para cada uno de los tratamientos de estudio.**

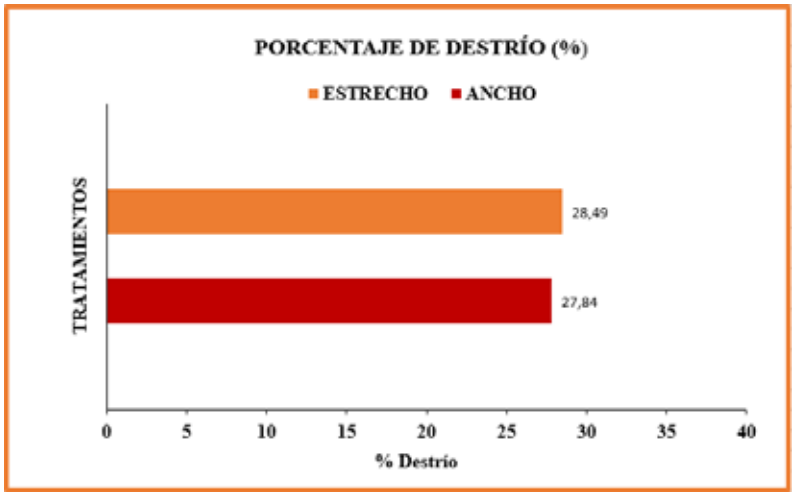


Figura 2. **Porcentaje de destrío obtenido en cada uno de los tratamientos.**

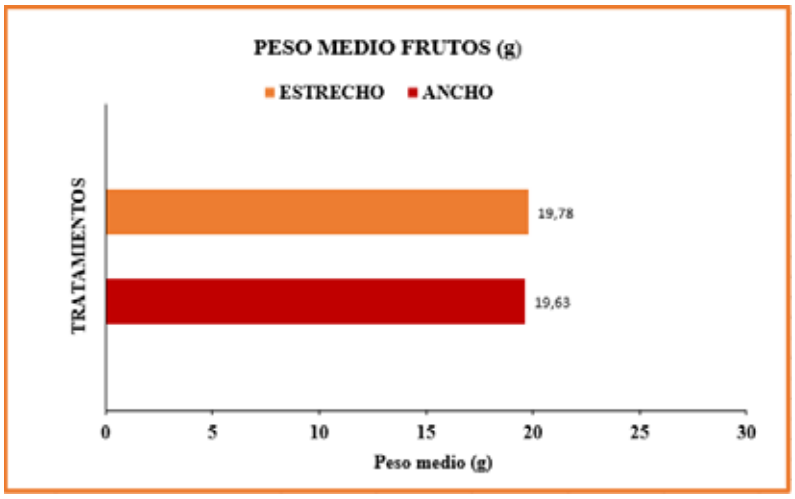


Figura 3. Peso medio (g) del cultivar 'Portolas' en cada uno de los tratamientos.

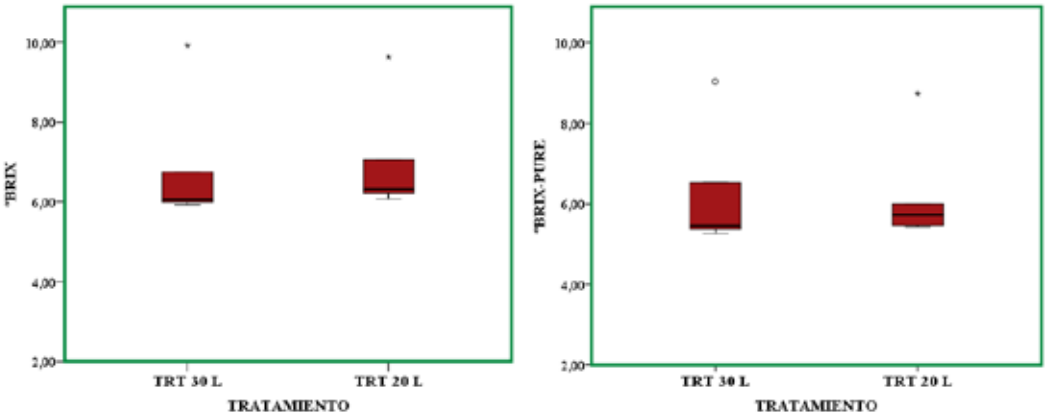


Figura 4. **Diagrama de cajas del contenido en ºBrix (fruto y puré) en cada uno de los tratamientos ensayados. Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos.**

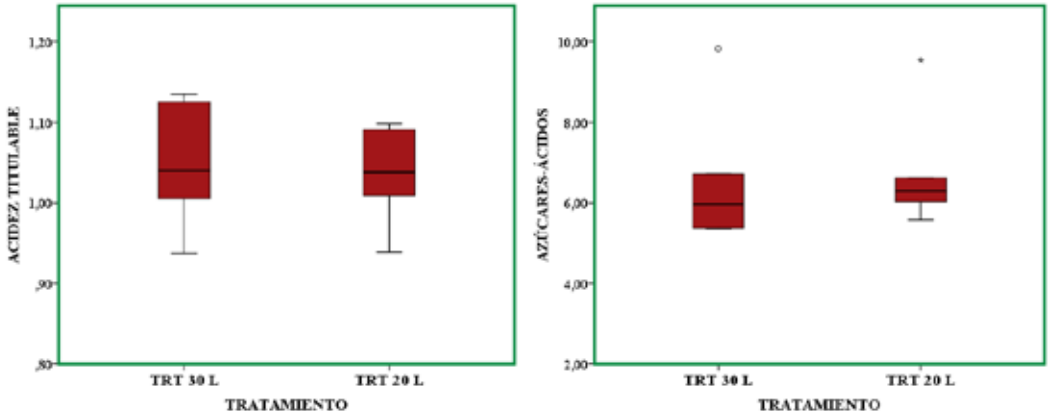


Figura 5. **Diagrama de cajas del contenido en acidez titulable (g de ácido cítrico en 100 g de muestra) y relación azúcares (fruto)-ácidos de los tratamientos ensayados.** Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos.

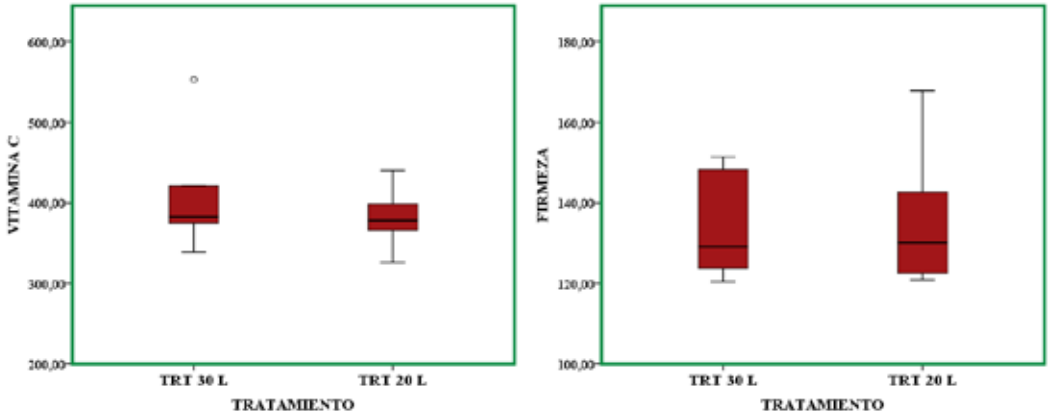


Figura 6. **Diagrama de cajas del contenido en vitamina C (mg L^{-1}) y firmeza (g de presión para la rotura de la piel) de los tratamientos ensayados.** Datos representados en cajas donde se muestra la mediana, cuartiles y los valores extremos y atípicos.

SISTEMAS PASIVOS DE REFRIGERACIÓN EN INVERNADEROS MEDITERRÁNEOS: EVAPORACIÓN DE AGUA Y USO DE CUBIERTAS AGROTEXTILES

Hernández, J.[1]; Granados, M.R.[1,3]; López, J.C.[1,2]; Magán, J.J.[2]; Sánchez-Guerrero, M.C.[3]; Lorenzo, P.[3]; Medrano, E.[3]; Bonachela, S.[1]
*[1] Departamento de Agronomía. Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria. Universidad de Almería. Almería
*[2] Finca Experimental Las Palmerillas. Fundación CAJAMAR. Almería.
*[3] IFAPA Centro La Mojonera. Almería. mariac.sanchezguerrero@juntadeandfalucia.es

RESUMEN

En los periodos cálidos los invernaderos del área mediterránea alcanzan con frecuencia temperaturas del aire superiores a 35ºC y déficits de presión de vapor superiores a 3 kPa, lo que puede provocar pérdidas de rendimiento y de calidad de la producción. En estas condiciones el uso de técnicas de enfriamiento evaporativo es una de las soluciones más efectivas. En el verano de 2018 se evaluó el uso combinado de distintos sistemas de cubiertas agrotextiles con aportes y evaporación de agua (canaletas con agua y distintas variantes de nebulización de las cubiertas). Los túneles de agrotextiles con canaletas de agua redujeron la radiación y aumentaron ligeramente la humedad absoluta, pero también incrementaron la temperatura del aire, lo que resultó en déficits de presión de vapor más altos que los del aire del invernadero. El uso de la nebulización sobre los túneles si se mostró eficiente como técnica de refrigeración consiguiendo aumentar los valores ambientales de humedad y bajando la temperatura del aire hasta casi 8ºC con respecto al aire del invernadero. Con la elección de un material con buena capacidad de retención de agua y optimizando los ciclos de humectación, para evitar indeseables goteos sobre las plantas, podría ser una técnica prometedora fundamentalmente en los inicios de los cultivos donde el material, además, ofrece una protección frente a los insectos.

Palabras clave: temperatura, humedad, energía, verano, túnel.

INTRODUCCIÓN

La gestión del clima mediante la ventilación que es, junto al blanqueo, la técnica de gestión mayoritaria durante la época cálida en los invernaderos mediterráneos es insuficiente (Baeza *et al*, 2010) y se hace necesario el uso de sistemas activos de refrigeración. Una de las soluciones más efectivas es el uso de técnicas

de enfriamiento evaporativo basadas en la conversión de calor sensible en calor latente mediante la evaporación de agua (Kittas *et al.*, 2000). Para los invernaderos de la costa mediterránea los sistemas basados en la microaspersión o nebulización de agua (mist o fog systems) son preferidos a los sistemas basados en pantallas evaporativas (pad systems) ya que suministran unas condiciones de mayor uniformidad a lo largo del invernadero y evitan las necesidades de la ventilación forzada (Katsoulas *et al.*, 2006). Con sistemas de nebulización de alta presión se puede conseguir que la temperatura interior del invernadero sea inferior a la exterior sin necesidad de reducir la entrada de radiación que llega al cultivo (Yasuba *et al.*, 2011). Sin embargo, este sistema tiene altos costes de instalación y requiere un uso adicional de agua de buena calidad lo que es inconveniente en áreas de escasos recursos hídricos (García *et al.*, 2011). Una alternativa económica para los invernaderos mediterráneos de bajo coste es la microaspersión a baja presión siempre que se pueda evitar el goteo de agua sobre el cultivo ya que cuando la planta está mojada se reduce la tasa de transpiración, se incrementa la resistencia a la transferencia del vapor de agua (Kittas *et al.* 2000) y aumenta la incidencia de enfermedades criptogámicas. Para evitar este indeseable goteo, la microaspersión puede realizarse por encima de una pantalla que detenga la caída de agua al cultivo y que permita la evaporación para refrigerar el invernadero (Perdigones al., 2008). En los invernaderos mediterráneos las altas temperaturas del aire están asociadas a bajos valores de humedad relativa y altos déficits de presión de vapor. Para evitar estas limitaciones climáticas en ocasiones los agricultores mojan el suelo para aumentar así el vapor de agua del aire. La utilización de canaletas que contengan esta agua podría ser de interés si se consigue maximizar la evaporación y se minimizan las pérdidas.

El uso de agrotextiles en forma de túneles o directamente colocados a modo de manta sobre el cultivo es frecuentemente utilizado en periodos fríos con el doble objetivo de mejorar las condiciones térmicas y proteger a las plantas del ataque de insectos. Dada la presión fitosanitaria algunos agricultores utilizan estos túneles en las plantaciones iniciadas a finales de verano, cuando las temperaturas altas siguen siendo limitantes. En este estudio unimos ambos manejos (túnel+canaleta de agua) para estudiar su viabilidad en el periodo cálido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en los meses de mayo a julio de 2018 en la Estación Experimental "Las Palmerillas" de CAJAMAR (La Mojonera, Almería) en un invernadero, sin cultivo, tipo parral de "raspa y amagado" (4,2 m de altura en cumbrera y 3 m de altura de banda) de 800 m^2 de superficie cubierto con un plástico tricapa difusor de 200 μ. La orientación de las cumbreras era norte-sur y cada capilla (de 7,6 m. de ancho) tenía una ventana cenital continua en la cara oeste. Las bandas norte y sur estaban dotadas de ventanas laterales enrollables. Todas las ventanas contaban con malla antiplagas de 20×10 hilos.cm^{-2}. El invernadero estaba dividido en dos secciones idénticas. Una se utilizó como testigo

y en la otra sección, se instalaron 4 canaletas en disposición norte-sur de 0,2 m. de ancho, 0,05 m. de alto y 18 m. de longitud. Las canaletas estaban cubiertas con plástico blanco, tres de ellas llenas con una lámina libre de agua y una vacía. Sobre ellas se realizaron túneles de agrotextil (polipropileno termosoldado). El material se sustentó en dos líneas de alambre separadas por 0.25 m. Dichas líneas estuvieron a 0,8 m. de altura para los túneles bajos y a 1,90 m. en el túnel alto. Se compararon dos densidades de agrotextil (17 y 30 g m^{-2}).

En un primer experimento se estudiaron las condiciones termohigrométricas dentro de los túneles para evaluar el efecto de la densidad del material, de la altura del túnel y de la presencia o ausencia de una capa libre de agua. Se presentan los datos promedios obtenidos entre el 22 de mayo y el 4 de julio de 2018.

En un segundo experimento se realizaron ciclos de humectación del material de cerramiento de los túneles (agrotextil) mediante la aplicación de agua pulverizada hasta mojar completamente el material. El ciclo de humectación se iniciaba cuando la humedad relativa del túnel estaba aproximadamente por debajo del 50%. Se midieron las condiciones termohigrométricas de los túneles y del invernadero sin ellos. Se presentan los datos del día 19 de junio de 2018 cuando entre las 7,30 y las 13 horas se realizaron 7 ciclos de humectación.

Dentro de cada túnel se instaló un sensor de radiación neta (CNR1 de Kipp&Zonen, Delft, Holanda) y un sicrómetro ventilado (HC2A-S3 de Rotronic, Bassersdorf, Suiza). En el invernadero sin túneles (T_0) se instaló el mismo modelo de sicrómetro y un sensor de radiación global (CMP6 de Kipp&Zonen, Delft, Holanda).

Los tratamientos fueron:

EXPERIMENTO 1
T_0: Testigo sin túnel
T_1: Túnel bajo. Material 17 g.m^{-2} +canaleta sin agua
T_2: Túnel bajo. Material 17 g.m^{-2} +canaleta con agua
T_3: Túnel bajo. Material 30 g.m^{-2} +canaleta con agua
T_4: Túnel alto. Material 17 g.m^{-2} +canaleta con agua

EXPERIMENTO 2
T_0: Testigo sin túnel
T_1: Túnel bajo. Material 17 g.m^{-2} sin humectación exterior
T_2: Túnel bajo. Material 17 g.m^{-2} +humectación exterior
T_3: Túnel bajo. Material 30 g.m^{-2} +humectación exterior
T_4: Túnel alto. Material 17 g.m^{-2} +humectación exterior

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del túnel y la lámina de agua sobre el microclima (Exp. 1: T_0, T_1, T_2; *Figura 1*)

Con respecto a la temperatura del aire del invernadero (T_0), el túnel de agrotextil sin agua (T_1) aumentó la temperatura hasta en 7ºC (3ºC de incremento en la temperatura media). Cuando había una lámina de agua en la canaleta los incrementos de temperatura debido al túnel agrotextil (T_2) fueron menores: 5ºC en las máximas y 2,5ºC en las temperaturas medias. La cubierta de agrotextil del túnel potencia el efecto invernadero elevando las temperaturas del aire dentro del mismo (Pulgar y col., 2001; Giménez *et al.*, 2002) ya que este material presenta bajos valores de conductividad y difusividad térmica (Kucukali *et al.*, 2018).

Con respecto a la humedad del aire del invernadero (T_0) la humedad relativa del aire en el túnel con canaleta sin agua (T_1) fue menor en las horas centrales del día, mientras que en el túnel con canaleta con agua (T_2) fue similar. Sin embargo, los contenidos absolutos de vapor de agua presentaron diferencias apreciables en los tres tratamientos como indica la evolución de la razón de humedad. En T_2 llegó a medirse hasta 2 gramos más de agua por kg de aire que fuera del túnel procedente de la evaporación desde la canaleta. Aunque el material es poroso limita la permeabilidad al vapor de agua (Kucukali *et al.*, 2018). A pesar de este incremento en la higrometría del aire, el aumento de las temperaturas producidas por los túneles condujo a una elevación importante de los déficits de presión de vapor (DPV) bajo los túneles con respecto al aire del invernadero (T_0): hasta 2,3 y 1,3 kPa dentro túnel con canaleta sin agua (T_1) y con agua (T_2) respectivamente.

La cubierta de agrotextil disminuyó la radiación solar global en torno al 20%, reducción similar a la citada por Hernández *et al* (2004). La radiación solar incidente fue prácticamente la misma dentro de los dos túneles, pero la radiación neta fue un 48% mayor en el túnel con lámina de agua. Esto es debido fundamentalmente a la mayor reflexión de radiación solar en el túnel con canaleta. El albedo del plástico blanco que cubre la canaleta que puede llegar hasta el 60 % de la radiación incidente (Hernández *et al.* 2001) es mayor que la del agua que absorbe parte de la energía para evaporarse con lo que aumenta el calor latente en detrimento al calor sensible y por tanto baja la temperatura del aire con respecto al túnel sin agua. Es probable que una mayor superficie de agua consiguiera mayor evaporación y por tanto mayor decremento térmico.

Efecto del espesor del material y la altura del túnel (Exp. 1: T_2, T_3, T_4; *Figura 2)*

El espesor del material determina su porosidad y su resistencia al intercambio de aire y vapor de agua con el invernadero y el balance de energía. El agrotextil de 30 $g.m^{-2}$ presentó un 17% menos de transmisividad a la radiación global y un

19% menos a la radiación neta que el material de 17 g.m^{-2} lo que supone menor cantidad de energía disponible para evaporar agua. Sin embargo, al ser menos poroso genera una menor tasa de renovación de aire, es decir impone más resistencia al intercambio de aire sobre todo dentro del ambiente confinado de un invernadero donde existe muy poca turbulencia. Esto condujo a que, a pesar de tener un menor potencial evaporatorio al recibir menos energía, los contenidos de vapor de agua del aire sean mayores (hasta 1,5 g.kg^{-1}) bajo el material de 30 que bajo el de 17g.m^{-2}. La menor tasa de renovación y los valores más altos de conductividad y difusividad térmica, que aumentan con el espesor (Kucukali *et al.*, 2008) hacen que las temperaturas diurnas sean mayores bajo el material más denso llegando a diferencias de hasta 2,7ºC en las máximas (en el promedio de temperaturas medias diarias el material de 30 g.m^{-2} eleva las temperaturas en 0,9ºC con respecto al material de 17 g.m^{-2}) (*Figura 2A*).

La altura del túnel va a definir el volumen del recinto protegido. La cantidad de radiación recibida en ambos tratamientos es similar por lo que el potencial evaporatorio debe ser también similar. Sin embargo, el contenido de vapor de agua del aire fue menor (hasta 1,5 g.kg^{-1}) en el túnel alto debido a un efecto de dilución al contar con mayor volumen y a tener una mayor superficie desarrollada lo que permitió una mayor zona de intercambio de vapor de agua con el ambiente que se tradujo en un efecto refrigerante que alcanzó hasta los 2,4ºC (aunque en el promedio de medias del periodo fue de tan solo 0,5 ºC) con respecto al túnel bajo (*Figura 2B*).

Efecto de la humectación exterior de los túneles (Experimento 2). *Figura 3*

La humectación exterior de las cubiertas agrotextiles de los túneles consiguió, en todos los casos estudiados, bajar la temperatura del aire dentro del túnel con respecto al aire del invernadero con decrementos térmicos de hasta 7,8ºC en el túnel bajo de 17 g.m^{-2}, 7,1ºC en el túnel alto de 17 g.m^{-2} y 6,4ºC en túnel con material de 30 g.m^{-2}. Además, la humectación exterior de las cubiertas agrotextiles consiguió aumentar notablemente la humedad del aire dentro de los túneles. Tras la aplicación del agua sobre la cubierta agrotextil la humedad relativa del aire dentro de los túneles alcanzó valores cercanos al 90% en todos los túneles humectados, valores que fueron bajando progresivamente conforme la tasa de evaporación de agua en la cubierta agrotextil iba reduciéndose (el tejido iba secándose). La tasa de evaporación fue más alta en el túnel bajo de 17 g.m^{-2} y su humedad relativa media fue 4 puntos porcentuales menor que en el túnel alto del mismo material y 7 menos que en el material de 30 g.m^{-2} lo que explica los mayores decrementos térmicos.

En condiciones climáticas similares y con invernaderos vacíos López *et al* (2012) consiguieron decrementos térmicos de hasta 11,6ºC utilizando paneles evaporativos (cooling system) y de hasta 10,4ºC con un sistema de nebulización (fog system) pero con un importante consumo energético y gasto de agua. Aunque, en general, los decrementos térmicos conseguidos en este experimento fueron

inferiores a los obtenidos por estos autores, la técnica de humectación estudiada puede considerarse interesante dado su capacidad refrigerante y bajo coste. Sin embargo, habría que profundizar en el estudio de materiales fácilmente humectables y de sistemas de humectación simples que permitan optimizar los tiempos de aplicación, maximicen la capacidad refrigerante, eviten el goteo y que reduzcan los gastos superfluos de agua.

CONCLUSIONES

El uso de túneles de agrotextil en el periodo cálido eleva la temperatura del aire incluso cuando contienen una canaleta libre de agua por lo que su uso durante dicho periodo es cuestionable. Sin embargo, cuando el material es humectado exteriormente y se produce la evaporación de agua, las temperaturas del aire bajo la cubierta son significativamente más bajas que la del aire del invernadero con lo que esta técnica puede ser utilizada, con una buena elección de material y un adecuado manejo, como un sistema de refrigeración de bajo coste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAEZA, E.; PÉREZ-PARRA, J; LÓPEZ, J.C.; GÁZQUEZ, J.C. 2010. *Ventilación natural. En: Manejo del Clima en el Invernadero Mediterráneo*. Editores: M.C. Sánchez-Guerrero; F. Alonso; P. Lorenzo; E. Medrano. Edita: IFAPA. Pp: 13-35.

GARCÍA, M.L.; MEDRANO, E.; SÁNCHEZ-GUERRERO M.C.; LORENZO, P. 2011. *Climatic effects of two cooling systems in greenhouses in the Mediterranean area: External mobile shading and fog system*. Biosystems engineering, 108: 133-143.

GIMENEZ, C.; OTTO, R.F.; CASTILLA, N. 2002. *Productivity of leaf and root vegetable crops under direct cover*. Scientia Horticulturae, 94 (1–2): 1-11.

HERNANDEZ, J.; SORIANO, T.; MORALES, M.I.; CASTILLA, N. 2004. *Row covers for quality improvement of Chinese cabbage (Brassica rapa subsp. Pekinensis)*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32(4): 379-388.

KATSOULAS, N.; KITTA, E.; KITTAS, C.; TSIROGIANNIS, I.L.; STAMATI, E.; SAVVAS, D. 2006. *Greenhouse cooling by a fog system: Effects on microclimate and on production and quality of a soilless pepper crop*. Acta Horticulturae, 719: 455-461.

KITTAS, C.; KATSOULAS, N.; BAILLE, E. 2000. *Influence of misting on the diurnal hysteresis of canopy transpiration rate and conductance in a rose greenhouse*. Acta Horticulturae, 534: 155-161.

KUCUKALI OZTURK, M.; VENKATARAMAN, M.; MISHRA, R. 2018. *Influence of structural parameters on thermal performance of polypropylene nonwovens*. Polymers for Advanced Technologies, 29 (12): 3027-3034.

LOPEZ, A.; VALERA, D.L.; MOLINA-AIZ, F.D.; PEÑA, A. 2012. *Sonic anemometry to evaluate airflow characteristics and temperature distribution in empty Mediterranean greenhouses equipped with pad–fan and fog systems*. Biosystems Engineering, 113 (4): 334-350.

PERDIGONES, A.; GARCIA, J.L.; ROMERO, A.; RODRIGUEZ, A.; LUNA, L.; RAPOSO, C.; DE LA PLAZA, S. 2008. *Cooling strategies for greenhouses in summer: Control of fogging by pulse width modulation*. Biosystems Engineering 99(4): 573-586.

PULGAR, G.; MORENO, D.A.; VÍLLORA, G.; HERNÁNDEZ, J.; CASTILLA, N.; ROMERO, L. 2001. *Production and composition of Chinese cabbage under plastic rowcovers in southern Spain*. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76 (5): 608-611.

YASUBA, K.; SUZUKI, K.; TAKICHI, M. 2011. *Influence of humidity control for decreasing air temperature without shading on light environment and leaf temperature in a greenhouse*. Acta Horticulturae, 907: 151-156.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido cofinanciado por el INIA a través del proyecto RTA2017-00028-C02-02 “Integración de tecnologías sostenibles para reducir el estrés climático en la producción hortícola bajo invernadero en el área mediterránea. Desarrollos tecnológicos y productividad” y recursos procedentes del FEDER.

FIGURAS

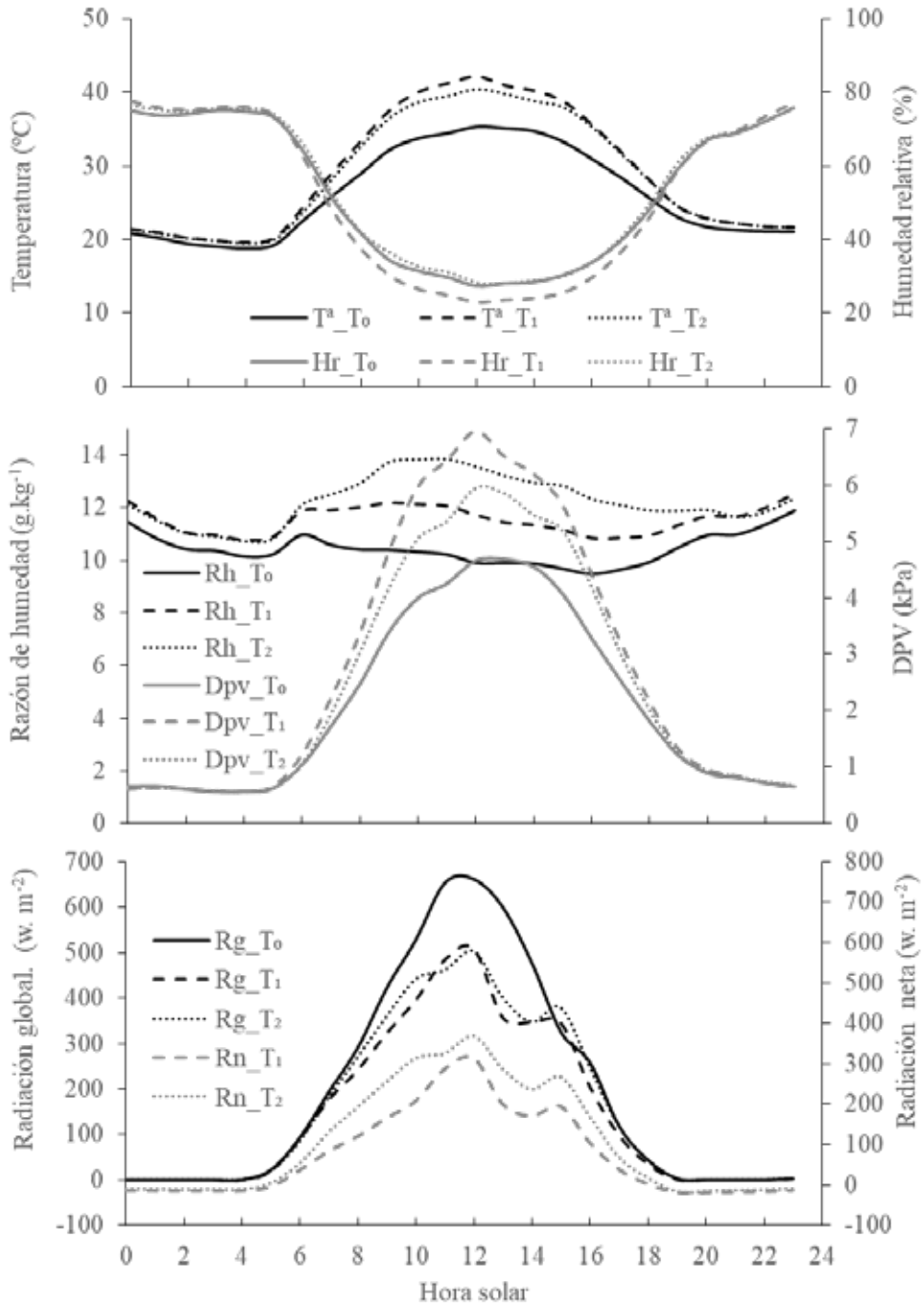


Figura 1. **Variables climáticas en el invernadero control (T0) y bajo túneles de agrotextil de 17 g.m-2 sin agua (T1) y con agua (T2).**

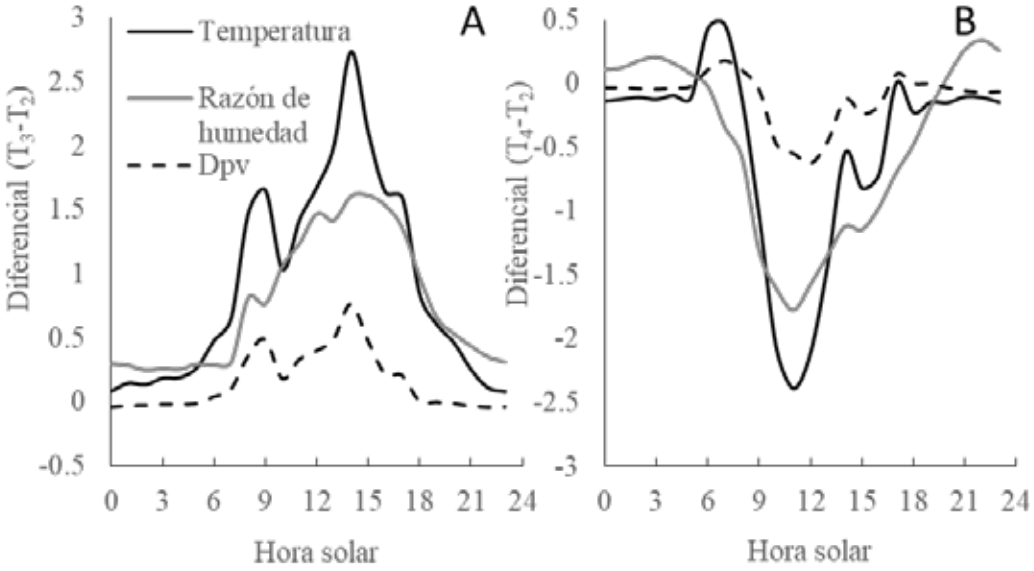


Figura 2. **Diferencial de valores climáticos con respecto al tratamiento T_2 (túnel de 17 g.m^{-2}). A) efecto de la densidad del material. B) Efecto de la altura del túnel.**

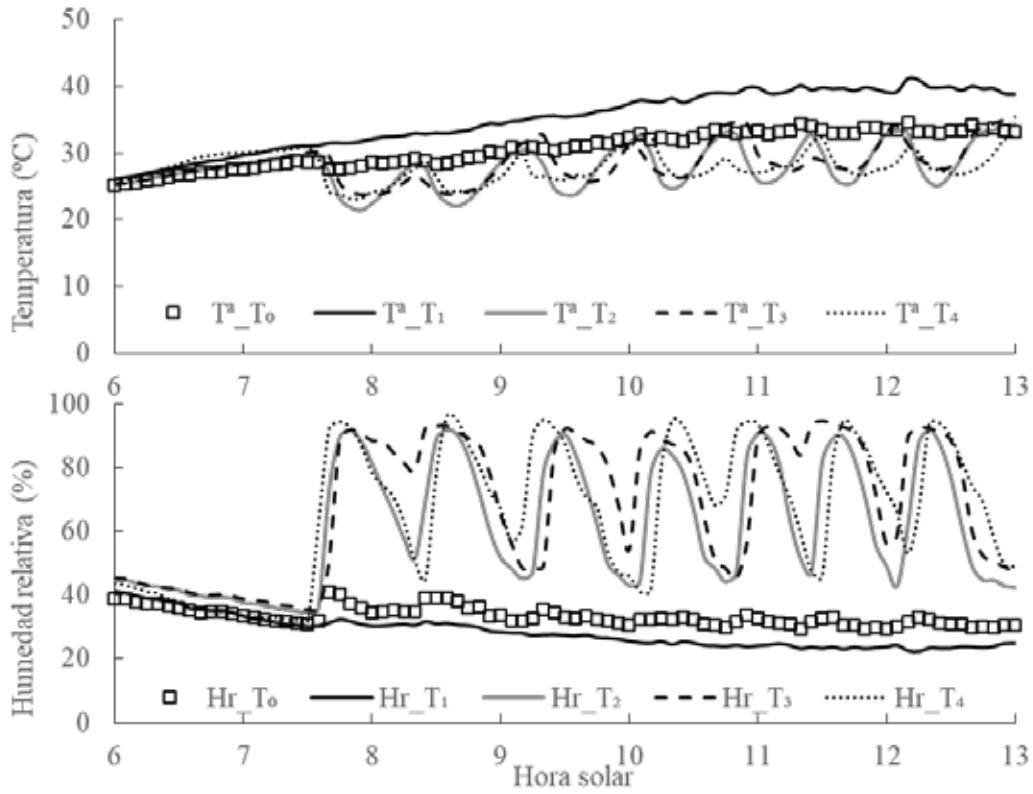


Figura 3. **Evolución de la temperatura y la humedad relativa en ciclos de humectación de las cubiertas de los túneles.**

SESIÓN SOLANÁCEAS

EVALUACION AGRONÓMICA Y DE CALIDAD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE PATATA ENSAYADOS EN ARAGON. CAMPAÑA 2018

Bruna Lavilla, P.
Centro de Transferencia Agroalimentaria (CTA). Gobierno de Aragón (Zaragoza)
pbruna@aragon.es

RESUMEN

En la campaña 2018 se realizaron tres microensayos de cultivares de patata en Aragón diferenciados según el destino, consumo o frito. En estos ensayos se ha evaluado el comportamiento agronómico, la productividad y la adaptación de los cultivares en las distintas zonas, así como la aptitud y calidad de los cultivares para los distintos usos y utilizaciones industriales a los que se podrían destinar (patata lavada para comercializar en fresco, cocción y frito en chips). Los ensayos se realizaron en el municipio de Epila, Comarca de Valdejalón, y en el municipio de Bello, Comarca del Jiloca.

La realización de estos ensayos es fruto de la colaboración existente entre el Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón) y los diferentes actores de la cadena agroalimentaria del sector, desde casas de semillas, cooperativas, agricultores, almacenistas e industrias del sector.

En el ensayo de cultivares para frito de Epila, media estación, con 46.435 k ha^{-1} de media del testigo (Agria), destacaron dos cultivares por sobrepasarlo, aunque su calidad para frito no fue del todo buena.

En el ensayo de cultivares de patata para consumo, con una media del ensayo de 43.325 k ha^{-1}, destacó el cultivar Rudolph (128%), como viene siendo habitual en los últimos años.

En el ensayo de cultivares para frito de Bello, tardío, con 79.141 k ha^{-1} de media del testigo (Agria), fue el cultivar mas productivo, aunque su calidad para frito no fue del todo buena.

Tras la recolección se estudió la aptitud y calidad de los cultivares para los distintos usos y utilizaciones industriales a los que se podían destinar (patata lavada para comercializar en fresco, cocción y frito en chips). La calidad y aptitud viene determinada en primer lugar por el cultivar, pero las condiciones climáticas y de cultivo son factores muy importantes, por lo que un mismo cultivar puede ser apto un año o en un ensayo determinado y en otros no.

Palabras clave: chips, frito, solanáceas.

INTRODUCCIÓN

En la campaña 2017 se realizaron dos microensayos de cultivares de patata en Aragón diferenciados según el destino, consumo o frito. En estos ensayos se ha evaluado el comportamiento agronómico, la productividad y la adaptación de los cultivares en las distintas zonas, así como la aptitud y calidad de los cultivares para los distintos usos y utilizaciones industriales a los que se podrían destinar (patata lavada para comercializar en fresco, cocción y frito en chips). Los ensayos se realizaron en el municipio de La Almunia de doña Godina, Comarca de Valdejalón.

Tras la recolección de los ensayos, se llevaron a cabo diferentes estudios valorando la aptitud y calidad de los cultivares para los distintos usos y utilizaciones industriales a los que se pueden destinar (fresco, cocción y frito en chips).

La realización de estos ensayos es fruto de la colaboración existente entre el Centro de Transferencia Agroalimentaria (Gobierno de Aragón) y los diferentes actores de la cadena agroalimentaria del sector, desde casas de semillas, cooperativas, agricultores, almacenistas e industrias del sector.

La intención de los ensayos es evaluar los nuevas cultivares que van apareciendo en el mercado, comparándolas con los cultivares tradicionalmente usados en la zona, testigos, usando las técnicas de cultivo empleadas por los agricultores. Para ello, los ensayos siempre se realizan en fincas de producción comercial de patata, lo mas homogéneas posibles, con la intención de que los resultados sean lo mas equiparables a un cultivo real de un agricultor.

Cada cultivar necesita unas condiciones concretas de prebrotación, densidad, fertilización, riego y tratamientos fitosanitarios, sin olvidar que cada cultivar puede tener un ciclo distinto de cultivo, más temprano o más tardío, que el testigo de referencia, para desarrollar todo su potencial. Pero, sino se realiza en unas condiciones homogéneas e iguales para todas, sería imposible poder compararlas y valorarlas con una referencia existente y conocida. Además, las referencias de los ensayos siempre hay que restringirlas a su zona agroclimática y a las condiciones ambientales de ese año en concreto, no siendo directamente extrapolables a otras zonas ni a otros años

La elección de los cultivares a ensayar se acuerda conjuntamente con las casas comerciales de semillas en función de los años de estudio, resultados de años anteriores y número de cultivares por casa comercial, teniendo siempre en cuenta la limitación en número por ensayo para que sea manejable. La participación en los ensayos esta abierta a todas las casas comerciales presentes en España.

Cuando un cultivar en concreto da buenos resultados, tanto productivos como de calidad, durante dos años consecutivos en un microensayo, se pasa a realizar un ensayo demostrativo a escala comercial, el cual confirmará o no los resultados, pasando a ser cultivar recomendado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cultivares ensayados

CULTIVAR	SUMINISTRADOR	
KINGSMAN	PEP	CONSUMO
07/16/3	S.R. Comité Nord	
ACTRICE	VANRIJN	
ADATO	AGRICO	
ALIBABA	PEP	
JAERLA	ALAVESA	
LAUDINE	AGRICO	
LIBERTA	VANRIJN	
LOANE	GERMICOPA	
MALICE	S.R. Comité Nord	
MONALISA	ALAVESA	
MONDEO	PLANTERA	
PICOBELLO	VANRIJN	
RANOMI	AGRICO	
RED PONTIAC	**ALAVESA**	
REDIVA	GERMICOPA	
RIVIERA	AGRICO	
RUDOLPH	AGRICO	
SENSACION	PEP	
SPECTRA	AGRICO	
T5661/38	PEP	
AGRIA IMP.	**AGRICO**	FRITO TEMPRANO
AGRIA NAL.	ALAVESA	
AGRIA 2 CASCOS	ALAVESA	
ALICANTE	AGRICO	
BABYLON	AGRICO	
CRESCENDO	VANRIJN	
G08TT18006	GERMICOPA	
GRAVITY	PEP	
HERMES	PEP	
LADY AMARILLA	MEIJER	
NK00-193	NEIKER	
NK11-001	NEIKER	
RAZANE	S.R. Comité Nord	
554.08.2	S.R. Comité Nord	
AGRIA IMP.	**AGRICO**	FRITO TARDIO
AGRIA NAL.	ALAVESA	
AGRIA 2 CASCOS	ALAVESA	
ALICANTE	AGRICO	
BABYLON	AGRICO	
DAISY	GERMICOPA	
GRAVITY	PEP	
HERMES	PEP	
LADY AMARILLA	MEIJER	
LEVINATA	STET	
MADISON	EUROPLANT	
OCLAIRE	S.R. Comité Nord	
PICOBELLO	VANRIJN	
T5661/38	PEP	
TILBURY	GERMICOPA	
TITANIUM	PLANTERA	
VENTANA	EUROPLANT	

*En negrita, cultivares testigo

Las principales fechas de cultivo de los ensayos fueron las siguientes:

ENSAYO	CONSUMO	FRITO TEMPRANO	FRITO TARDIO
Localidad de siembra	Epila (ZG)	Epila (ZG)	Bello (TE)
Fecha de siembra	14/03/2018	14/03/2018	26/04/2018
Fecha de recolección	22/08/2018	23/08/2018	17/10/2018
Densidad de siembra	49.383 plantas/ha	49.383 plantas/ha	49.383 plantas/ha
Marco de plantación	0.75 m x 0,27 m	0.75 m x 0,27 m	0.75 m x 0,27 m

Los microensayos se llevaron a cabo siguiendo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de dos surcos con 50 plantas. En estos ensayos se estudia el comportamiento agronómico (nascencia, floración, madurez, sensibilidad a enfermedades y agentes climáticos), se valora y cuantifica la producción (rendimiento, características y aspecto de los tubérculos) y el destrío, comparándolo con el cultivar testigo que es el utilizado normalmente en la zona.

Se utiliza semilla certificada, a ser posible de calibre 35/50, que se planta entera y prebrotada. La posibilidad de disponer de calibres uniformes de los clones o cultivares nuevos que aparecen en el mercado, a veces, es bastante complicado, por lo que reflejamos la cantidad de simiente utilizada por hectárea (*Tablas 3, 9 y 13*). Se aplican las técnicas de cultivo usuales en la zona siempre que sean las adecuadas.

Controles de aptitud para la cocción

Estos análisis son realizados por los técnicos de NEIKER (Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario) en sus instalaciones de Arkaute (Álava).

BAREMOS DE VALORACIÓN DE LA COCCIÓN	
Desintegración	A nula; B ligera; C moderada; D completa.
Consistencia	A firme; B bastante firme; C bastante blanda; D blanda.
Harinosidad	A no harinosa; B ligeramente harinosa; C harinosa; D muy harinosa.
Humedad	1 húmedo; 2 ligeramente húmedo; 3 ligeramente seco; 4 seco.
Estructura	A fina; B bastante fina; C bastante basta; D basta.
Oscurecimiento	1,2,3 sin oscurecer; 4,5 ligeramente oscurecida; 6,7 moderadamente oscurecida; 8.9 muy oscura.
Sabor	A neutro; B algo pronunciado; C pronunciado; D fuerte.

Se consideran cultivares aptos para el hervido aquellos que presentan desintegración nula o ligera, consistencia firme o bastante firme, no harinosas o ligeramente harinosas, de estructura fina o bastante fina, sabor neutro o ligeramente pronunciado y sin oscurecimiento. Si se van a utilizar para ensalada los tubérculos deben tener desintegración nula, consistencia firme y no ser harinosos.

Calidad de patata de consumo

Los análisis son realizados por los técnicos de Patatas Gómez en sus instalaciones de Mercazaragoza (Zaragoza).

Se evalúan los siguientes parámetros de calidad comercial: forma y tamaño (malformaciones, tamaño, uniformidad); calibre (granalla, grande, óptimo); calidad de lavado (CNIPT y enfermedades); defectos internos (bruising, manchas de hierro, corazón hueco); defectos culturales (golpes, verdes, podridas, plagas, deformidades, pelonas, virus y otras mermas). La granalla (calibre menor de 45 mm) mas los defectos culturales representarían el total de mermas. La calidad de lavado representa el índice de calidad del CNIPT (Organización Interprofesional de Patata para Fresco de Francia).

Calidad de patata para frito

La calidad del frito se valora aplicando una escala de 1 a 9, en la que los valores 7, 8 y 9 son los óptimos por el color y la limpieza de los chips, mientras que los valores entre 1 y 4 corresponden a chips quemados, no aptos para el consumo.

La patata de producción tardía es transformada habitualmente por la industria tras haber estado almacenada durante periodos de tiempo que pueden llegar hasta los ocho meses. La calidad del producto transformado va a estar determinada por la duración del almacenamiento y por las condiciones en que permanecen conservados los tubérculos, especialmente la humedad y la temperatura.

Para poder conocer la resistencia de los cultivares a las condiciones tan largas de almacenamiento, se conservan muestras de cada uno de los cultivares ensayados en el campo de Bello (Teruel) durante ocho meses en cámaras en las instalaciones de Neiker en Arkaute (Vitoria) con una humedad y temperatura constantes del 95% y 10ºC respectivamente y, por otro lado, se conservan también en cámaras de una industria de almacenamiento para frito y agricultor de la zona (Almacenes Bonel).

Estas muestras se dividen en tres submuestras que se van transformando comenzando en el mes de noviembre, con intervalos de tres meses, hasta finales del mes de mayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el ensayo de consumo (*Tablas 1-8*), la media en producción comercial, fue de 43.325 kg/ha. Tomando como índice de referencia 100 del testigo de la zona, Red Pontiac, obtuvieron mas producción varios cultivares, destacando el cultivar Rudolph, 63.323 kg/ha (128%), y Laudine, 59.901 kg/ha (121%). En cuanto a la aptitud para la cocción, tal como se ve en la *Tabla 4*, el cultivar Spectra obtuvo la mejor calificación. La desintegración, consistencia y harinosidad de los tubérculos está en función del contenido en materia seca y almidón. Un bajo contenido en los mismos, proporciona una nula desintegración, alta consistencia y baja

harinosidad. El mayor o menor contenido de almidón y de materia seca de los tubérculos en principio es una característica intrínseca de cada cultivar, pero que puede verse modificado por un lado por su estado de madurez en el momento de la recolección y por otro por factores externos como la fertilización y el aporte de agua. En cuanto a su calidad de comercialización para consumo, los cultivares Liberta y Malice obtuvieran la mejor calificación por su buena calidad de lavado, tamaño óptimo y menor presencia de defectos (*Tablas 5-8*).

En cuanto al ensayo de frito temprano, *Tablas 9-12* los cultivares que estuvieron por encima del testigo Agria, fueron NK00-193 (109%) y NK11-001 (105%), con una producción comercial media del ensayo de 38.331 kg/ha. En la evaluación de la calidad para frito, los cultivares que mejor puntuación obtuvieron en ambas pruebas fueron Hermes y Lady Amarilla, ambos con un 8 (*Tabla 12*).

En el ensayo de frito tardío (*Tablas 13-16*), la media del ensayo en producción comercial, fue de de 59.832 kg/ha. El cultivar que mas producción obtuvo fue el testigo de la zona Agria con 79.141 kg/ha, con prácticamente la misma producción comercial que Babylon (98%). En cuanto a la calidad de frito los cultivares que mejor se ha comportado han sido Ventana, sobre todo al principio del almacenamiento, y 554.08.2 al final del almacenamiento (*Tabla 16*).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, este y los años anteriores, confirman en general, los cultivares testigo de las zonas de los diferentes ensayos son los recomendados para su cultivo, sin descartar otros cultivares para usos y mercados concretos, debiendo cambiar para consumo el cultivar testigo actual por Rudolph, estudiado y confirmado durante ya varios años. Algunas de los nuevos cultivares que van apareciendo deben de seguir ensayándose por sus resultados prometedores.

Para la industria de frito seguimos recomendando Agria, aunque algunos cultivares como Lady Amarilla o Babylon presentan muy buenas características.

Para patata de consumo, cultivares como Spectra o Loane han obtenido muy buenos resultados los dos últimos años, representando una opción a los cultivares mas consolidados.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a todas las casas comerciales, que participan y siguen queriendo participar, por el interés demostrado en estos trabajos suministrando la semilla para los ensayos y proporcionando información sobre los nuevos cultivares.

Igualmente expresamos nuestro agradecimiento a NEIKER, Almacenes Bonel y Patatas Gómez por su aportación a estos ensayos con los controles, pruebas y análisis de calidad de los cultivares ensayados.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. **Cultivares ensayo de consumo.**

KINGSMAN 07/16/3

ACTRICE ADATO

ALIBABA JAERLA

LAUDINE LIBERTA

LOANE MALICE

MONALISA

MONDEO

PICOBELLO

RANOMI

RED PONTIAC

REDIVA

RIVIERA

RUDOLPH

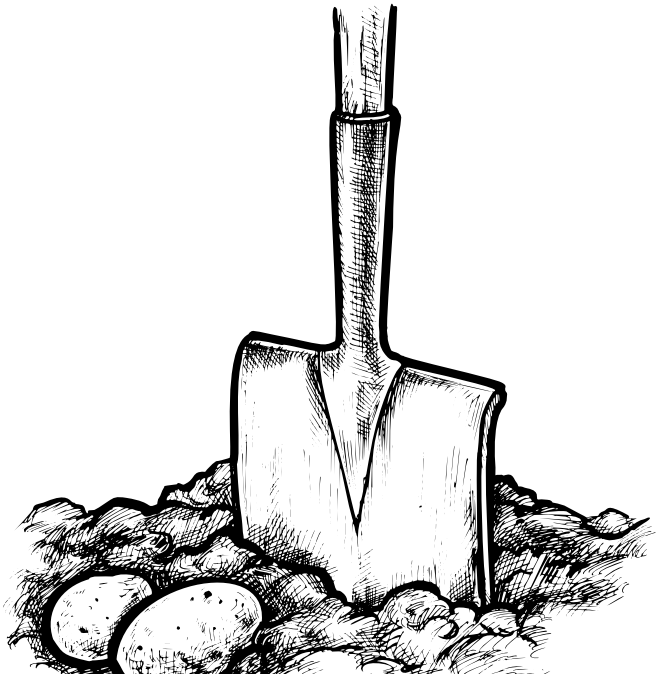
SENSACION

SPECTRA

Fotografía 2. **Cultivares ensayo de frito temprano.**

Fotografía 3. **Diferencias de frito en los cultivares de frito temprano.**

Fotografía 4. **Vista general del ensayo de frito tardío. Bello (Teruel).**



TABLAS

Tabla 1. **Datos de siembra. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	PESO MEDIO (G)	KG/HA
KINGSMAN	82	3.853
07/16/3	24	1.131
ACTRICE	23	1.084
ADATO	78	3.694
ALIBABA	73	3.454
JAERLA	85	3.992
LAUDINE	83	3.912
LIBERTA	57	2.703
LOANE	58	2.717
MALICE	25	1.166

CULTIVAR	PESO MEDIO (G)	KG/HA
MONALISA	69	3.255
MONDEO	27	1.282
PICOBELLO	22	1.051
RANOMI	85	3.992
RED PONTIAC	65	3.074
REDIVA	21	975
RIVIERA	63	2.979
RUDOLPH	67	3.185
SENSACION	73	3.430
SPECTRA	56	2.625

Tabla 2. **Datos de producción. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	PROD. COMERCIAL (KG/HA)	% SOBRE TESTIGO	TUB./ PLANTA	PROD. / PLANTA	PESO MEDIO TUB.[1]
RUDOLPH	63.323	128	5	1,341	251
LAUDINE	59.901	121	8	1,269	163
LOANE	56.518	114	5	1,197	263
SENSACION	54.891	111	7	1,163	178
SPECTRA	54.759	111	8	1,160	142
KINGSMAN	53.274	108	9	1,128	125
ADATO	50.913	103	8	1,078	134
RED PONTIAC	49.506	100	5	1,049	218
ALIBABA	45.774	92	6	0,970	155
RANOMI	42.703	86	5	0,904	196
MONALISA	42.103	85	6	0,892	152
LIBERTA	39.808	80	6	0,843	149
REDIVA	37.986	77	7	0,805	119
JAERLA	37.958	77	5	0,804	152
MALICE	35.750	72	4	0,757	189
07/16/3	34.803	70	5	0,737	158
MONDEO	33.305	67	3	0,705	206
RIVIERA	28.642	58	4	0,607	157
PICOBELLO	22.524	45	-	0,477	-
ACTRICE	22.056	45	3	0,467	140
PROMEDIO	**43.325**	**88**	**5**	**0,885**	**172**

[1] Según muestra

Tabla 3. **Datos de producción por calibres en porcentajes de peso. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	<6 cm	6 cm<>8 cm	>8 cm
KINGSMAN	45	55	0
07/16/3	38	59	3
ACTRICE	32	64	4
ADATO	51	49	0
ALIBABA	41	57	2
JAERLA	37	55	7
LAUDINE	29	71	0
LIBERTA	36	64	0
LOANE	13	68	19
MALICE	17	74	9
MONALISA	37	63	0
MONDEO	23	68	9
PICOBELLO	0	0	0
RANOMI	35	62	3
RED PONTIAC	13	53	33
REDIVA	66	34	0
RIVIERA	27	73	0
RUDOLPH	9	62	29
SENSACION	24	65	11
SPECTRA	37	57	7

Tabla 4. **Valoración de la aptitud para cocción. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	VALORACION	APTITUD
KINGSMAN	ABC4B2A	No apto
07/16/3	ACB2B1B	Hervido
ACTRICE	CCC3A1B	No apto
ADATO	BAA1A1A	Hervido
ALIBABA	BAB2A3A	Hervido
JAERLA	ACB2B1B	No apto
LAUDINE	CCD3C1B	No apto
LIBERTA	BBB2A1A	Hervido
LOANE	AAB1A1A	Hervido
MALICE	ABB2A1A	Hervido
MONALISA	AAB1A1B	Hervido
MONDEO	CCB4D1A	No apto
PICOBELLO	CBC3B2B	No apto
RANOMI	CCA6A1A	No apto
RED PONTIAC	CCA7A1B	No apto
REDIVA	BCA2C2A	No apto
RIVIERA	-	-
RUDOLPH	-	-
SENSACION	BCB3D4C	No apto
SPECTRA	AAA1A1A	Ensaladilla

Tabla 5. **Evaluación de la calidad comercial. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	FORMA Y TAMAÑO			CALIBRES (%)			TOTAL MERMAS (%)
	Malformaciones[1]	Tamaño	Uniformidad[1]	Granalla	Grande	Óptimo	
KINGSMAN	1	3	2	5	2	93	17
07/16/3	1	2	2	15	2	83	29
ACTRICE	0	3	2	5	10	85	47
ADATO	1	3	2	10	2	88	20
ALIBABA	1	2	3	8	0	92	19
JAERLA	1	2	3	8	2	90	17
LAUDINE	1	3	2	5	2	93	22
LIBERTA	1	3	3	2	10	88	11
LOANE	1	4	2	1	16	83	10
MALICE	1	3	2	3	8	89	16
MONALISA	1	3	1	7	10	83	27
MONDEO	1	4	2	3	17	80	19
PICOBELLO	1	2	3	7	0	93	24
RANOMI	1	3	3	4	2	94	13
RED PONTIAC	2	4	1	5	15	80	21
REDIVA	2	1	2	20	0	80	32
RIVIERA	1	3	2	7	10	83	26
RUDOLPH	1	4	2	4	20	76	24
SENSACION	2	3	2	3	10	87	24
SPECTRA	3	3	2	5	2	93	23

[1]1-Poco; 2-Normal; 3-Mucho. [2]1-Demasiado pequeño; 2-Pequeño; 3-Mediano; 4-Grande

Tabla 6. **Evaluación de la calidad comercial. Calidad de lavado. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	CNIPT	SARNA COMÚN	SARNA PLATEADA	RHIZOCTONIA	DARTROSIS	SARNA VERRUGOSA	LENTICELA
KINGSMAN	7	0	2	0	1	0	1
07/16/3	7	2	1	0	0	0	1
ACTRICE	7	0	1	0	1	0	1
ADATO	7	1	2	1	1	0	0
ALIBABA	7	0	1	0	0	0	1
JAERLA	5	0	3	1	2	0	0
LAUDINE	7	0	2	0	0	0	1
LIBERTA	8	0	1	1	0	0	1
LOANE	6	1	1	1	0	0	2
MALICE	8	1	1	0	0	0	0
MONALISA	7	0	1	0	1	0	1
MONDEO	6	0	1	1	0	0	2
PICOBELLO	7	1	1	2	1	0	0
RANOMI	7	1	1	0	0	0	1
RED PONTIAC	6	2	2	1	0	0	1
REDIVA	7	0	1	0	0	0	1
RIVIERA	6	0	3	0	1	0	0
RUDOLPH	7	1	1	0	0	1	1
SENSACION	6	1	1	2	0	0	1
SPECTRA	6	1	1	2	1	0	1

0-Nada apreciable; 1-Poco apreciable; 2-Apreciable; 3-Muy apreciable

Tabla 7. **Evaluación de la calidad comercial. Defectos internos. Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	BRUISING	MANCHA DE HIERRO	CORAZÓN HUECO
KINGSMAN	0	0	0
07/16/3	0	0	0
ACTRICE	0	1	0
ADATO	0	0	0
ALIBABA	0	0	0
JAERLA	0	0	0
LAUDINE	0	0	0
LIBERTA	0	0	0
LOANE	0	0	0
MALICE	0	0	0
MONALISA	0	0	0
MONDEO	0	1	0
PICOBELLO	0	1	0
RANOMI	0	0	0
RED PONTIAC	0	0	0
REDIVA	0	1	0
RIVIERA	0	2	0
RUDOLPH	0	0	0
SENSACION	1	0	0
SPECTRA	0	0	0

0-Nada apreciable; 1-Poco apreciable; 2-Apreciable; 3-Muy apreciable

Tabla 8. **Evaluación de la calidad comercial. Defectos culturales (%).Ensayo de consumo. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	DAÑOS MECÁNICOS	VERDES	PODRE-DUMBRE	PLAGAS	DEFORMES	VIROSIS	PELONAS	OTROS	TOTAL
KINGSMAN	2	1	2	5	0	0	2		12
07/16/3	2	2	0	10	0	0	0		14
ACTRICE	2	2	0	38	0	0	0		42
ADATO	2	1	0	5	2	0	0		10
ALIBABA	1	0	0	10	0	0	0		11
JAERLA	1	3	0	5	0	0	0		9
LAUDINE	10	2	1	4	0	0	0		17
LIBERTA	2	3	0	4	0	0	0		9
LOANE	1	2	0	6	0	0	0		9
MALICE	2	4	0	7	0	0	0		13
MONALISA	2	4	2	4	0	8	0		20
MONDEO	7	2	2	3	0	0	2		16
PICOBELLO	2	2	3	2	0	0	0	8	17
RANOMI	2	1	0	1	0	0	5		9
RED PONTIAC	2	1	5	3	5	0	0		16
REDIVA	2	2	0	1	7	0	0		12
RIVIERA	2	1	6	6	0	0	4		19
RUDOLPH	2	2	0	4	0	0	12		20
SENSACION	9	4	2	4	2	0	0		21
SPECTRA	2	3	1	5	7	0	0		18

Tabla 9. **Datos de siembra. Ensayo de frito temprano. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	PESO MEDIO (G)	KG/ HA
T5661/38	62	2.918
AGRIA IMP.	64	3.010
AGRIA NAL.	97	4.580
AGRIA 2 CASCOS	27	1.287
ALICANTE	60	2.854
BABYLON	78	3.659
CRESCENDO	28	1.331
G08TT18006	47	2.224
GRAVITY	77	3.654
HERMES	25	1.180
LADY AMARILLA	34	1.584
NK00-193	99	4.688
NK11-001	91	4.289
RAZANE	23	1.072

Tabla 10. **Datos de producción. Ensayo de frito temprano. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	PROD. COMERCIAL (KG/HA)	% SOBRE TESTIGO	TUB./ PLANTA	PROD / PLANTA	PESO MEDIO TUB.(1)
NK00-193	50.694	109	6	1,074	178
NK11-001	48.753	105	5	1,033	191
AGRIA IMP.	46.435	100	5	0,984	210
AGRIA NAL.	45.328	98	6	0,960	169
BABYLON	42.729	92	6	0,905	145
GRAVITY	40.840	88	7	0,865	127
AGRIA 2 CASCOS	39.086	84	5	0,828	157
G08TT18006	36.682	79	5	0,777	158
HERMES	35.689	77	5	0,756	157
T5661/38	33.478	72	-	0,709	-
RAZANE	32.936	71	5	0,698	149
ALICANTE	32.028	69	7	0,678	100
CRESCENDO	27.403	59	3	0,580	180
LADY AMARILLA	24.558	53	4	0,520	147
PROMEDIO	**38.331**	**83**	**5**	**0,812**	**159**

(1) Según muestra

Tabla 11. **Datos de producción por calibres en porcentajes de peso. Ensayo de frito temprano. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	<6 cm	6 cm<>8 cm	>8 cm
T5661/38	-	-	-
AGRIA IMP.	25	60	15
AGRIA NAL	32	60	8
AGRIA 2 CASCOS	40	55	4
ALICANTE	75	25	0
BABYLON	43	57	0
CRESCENDO	37	63	0
G08TT18006	51	49	0
GRAVITY	51	49	0
HERMES	33	62	6
LADY AMARILLA	54	46	0
NK00-193	22	65	13
NK11-001	28	51	21
RAZANE	66	34	0
PROMEDIO	**40**	**48**	**5**

Tabla 12. **Análisis de frito. Ensayo de frito temprano. Epila (Zaragoza).**

CULTIVAR	NEIKER	VERA
	19/11	09/11
T5661/38	7	6
AGRIA IMP.	6	6
AGRIA NAL	5	6
AGRIA 2 CASCOS	5	7
ALICANTE	8	6
BABYLON	7	7
CRESCENDO	5	6
G08TT18006	7	7
GRAVITY	7	7
HERMES	8	8
LADY AMARILLA	8	8
NK00-193	4	5
NK11-001	5	4
RAZANE-658.06.2	6	6

Tabla 13. **Datos de siembra. Ensayo de frito tardío. Bello (Teruel).**

Nº	CULTIVAR	PESO MEDIO (G)	KG/ HA
1	554.08.2	30	1.424
2	AGRIA imp.	59	2.771
3	AGRIA nal.	95	4.488
4	AGRIA 2 cascos	55	2.618
5	ALICANTE	57	2.684
6	BABYLON	60	2.847
7	DAISY	48	2.243
8	GRAVITY	39	1.848
9	HERMES	32	1.523
10	LADY AMARILLA	40	1.891
11	LEVINATA	69	3.239
12	MADISON	69	3.248
13	OCLAIRE	40	1.879
14	PICOBELLO	19	885
15	T5661/38	48	2.252
16	TILBURY	53	2.519
17	TITANIUM	24	1.133
18	VENTANA	47	2.236

Tabla 14. **Datos de producción. Ensayo de frito tardío. Bello (Teruel).**

CULTIVAR	PROD. COMERCIAL (KG/HA)	% SOBRE TESTIGO	TUB. / PLANTA	PROD / PLANTA	PESO MEDIO TUB.[1]
AGRIA imp.	79.141	100	9	1,676	189
BABYLON	77.835	98	9	1,649	175
AGRIA nal.	73.593	93	9	1,559	180
GRAVITY	68.012	86	11	1,441	129
DAISY	67.051	85	8	1,420	182
AGRIA 2 cascos	66.476	84	7	1,408	203
LEVINATA	64.164	81	12	1,359	115
T5661/38	63.281	80	14	1,340	99
HERMES	62.950	80	11	1,333	121
VENTANA	61.983	78	14	1,313	92
ALICANTE	60.158	76	13	1,274	95
TITANIUM	54.246	69	8	1,149	147
TILBURY	54.077	68	9	1,145	129
OCLAIRE	51.066	65	9	1,082	119
554.08.2	48.703	62	7	1,032	142
MADISON	44.088	56	9	0,934	101
LADY AMARILLA	43.655	55	8	0,925	117
PICOBELLO	36.496	46	6	0,773	125
PROMEDIO	**59.832**	**76**	**10**	**1,267**	**137**

[1] Según muestra

Tabla 15. **Datos de producción por calibres en porcentajes de peso. Ensayo de frito tardío. Bello (Teruel).**

CULTIVAR	<6 cm	6 cm<>8 cm	>8 cm
554.08.2	59	41	0
AGRIA IMP.	31	62	7
AGRIA NAL.	37	57	7
AGRIA 2 CASCOS	32	57	12
ALICANTE	82	18	0
BABYLON	31	51	18
DAISY	42	55	2
GRAVITY	59	41	0
HERMES	58	40	2
LADY AMARILLA	81	19	0
LEVINATA	79	21	0
MADISON	74	26	0
OCLAIRE	66	32	2
PICOBELLO	67	33	0
T5661/38	81	19	0
TILBURY	47	48	5
TITANIUM	52	43	5
VENTANA	77	23	0
PROMEDIO	**59**	**38**	**3**

Tabla 16. **Análisis de muestras almacenadas. Ensayo de frito tardío. Bello (Teruel).**

CULTIVAR	NEIKER			VERA		
	19/11	26/02	13/05	09/11	13/03	31/05
554.08.2	7	7	6	6	9	9
AGRIA IMP.	7	7	5	6	7	9
AGRIA NAL.	7	6	5	6	6	8
AGRIA 2 CASCOS	7	6	5	6	9	8
ALICANTE	6	7	6	6	9	6
BABYLON	6	7	6	7	7	7
DAISY	7	7	6	4	6	6
GRAVITY	5	6	5	5	7	4
HERMES	6	7	6	5	7	6
LADY AMARILLA	5	8	6	6	8	6
LEVINATA	4	8	6	4	5	6
MADISON	7	7	6	7	8	6
OCLAIRE	5	6	6	5	7	5
PICOBELLO	7	5	5	2	4	5
T5661/38	4	1	1	3	4	3
TILBURY	6	7	6	5	6	6
TITANIUM	5	7	6	4	7	6
VENTANA	9	8	6	8	8	7

EFECTO DEL USO REITERADO DE PORTAINJERTOS CON RESISTENCIA A NEMATODOS FORMADORES DE NÓDULOS

López-Pérez, J.A.*, García-Villarrubia Bernabé, C.
Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA). IRIAF.
*jalopezp@jccm.es

RESUMEN

La utilización de plantas dotadas de resistencia a plagas y enfermedades del suelo ha permitido que puedan ser útiles para reducir el uso de agroquímicos para diversos cultivos hortícolas. Este es el caso de los patrones portadores del gen de resistencia *Mi* que confiere resistencia y tolerancia a la presencia de nematodos formadores de nódulos en el suelo. Se diseña un experimento continuación del ensayado el año anterior donde se incorporan tres nuevos portainjertos, Briomino, Dohkko y Emperador. Se evaluó la incidencia del nematodo *Meloidogyne incognita* en doce patrones sobre los que se injertó tomate Rebelión. Como en la campaña anterior, se pretende evaluar la respuesta de estos patrones, capacidad de multiplicar las poblaciones del fitoparásito y el efecto acumulado tras dos campañas consecutivas. En un invernadero se establecieron tres bloques con doce filas de tomates dispuestas aleatoriamente, con 18 plantas del mismo patrón en cada fila. Tras cinco meses de cultivo, se examinó la nodulación de todas las raíces. Se evaluó la capacidad hospedadora y multiplicadora de cada portainjerto para lo que se analizaron cinco raíces de cada fila y bloque, evaluándose el volumen de raíz y el número de huevos presentes adheridos a los nódulos formados por las hembras en las raíces. Todos los sistemas radiculares presentaron mayor volumen y peso que el tomate Rebelión sin injertar, tal y como sucedió en la campaña previa. Los índices de nodulación fueron muy elevados en todos los casos, y los valores más bajos se encontraron en raíces de los portainjertos Arnold, Dohkko, Emperador, Fortamino, Kaiser, Kardia y Maxifort. Los patrones que más contribuyeron a multiplicar las poblaciones de nematodo fueron Armstrong y Kardia, mostrando mayor número de huevos asociados a su sistema radicular. Se confirma que los patrones resistentes acaban siendo parasitados y la multiplicación del parásito se incrementa cuando se reitera el uso a lo largo de los años.

Palabras clave: Tomate, *Meloidogyne*, resistencia vegetal, poblaciones virulentas, multiplicación, patógeno.

INTRODUCCIÓN

La utilización de plantas dotadas de resistencia a plagas y enfermedades del suelo ha permitido que puedan ser útiles para reducir el uso de agroquímicos para diversos cultivos hortícolas. Este es el caso de los patrones portadores del gen *Mi* que confiere resistencia y tolerancia a la presencia de nematodos formadores de nódulos en el suelo. Su utilización se ha convertido en una práctica habitual ya que, además de permitir el cultivo de tomate en suelos con presencia de *Meloidogyne* spp., confiere en muchos casos un mayor vigor a la planta. Sin embargo, su uso reiterado genera la aparición de formas virulentas capaces de parasitar estas plantas resistentes (López-Pérez *et al.* 2006, Talavera *et al.* 2009, Verdejo-Lucas *et al.* 2012), de tal manera que las poblaciones se multiplican, el inóculo en suelo aumenta de tal manera que se hace difícil la supervivencia de la planta hasta el final del cultivo.

Por todo ello es de sumo interés conocer cómo se comportan los patrones ensayados ante la presencia del patógeno edáfico y conocer qué inóculo queda en el suelo tras la presencia de cada portainjerto teniendo en cuenta que el cultivo del tomate ciertas zonas funciona como monocultivo, ya que se repite año tras año.

En este trabajo se estudiará la respuesta de tomates utilizados como portainjertos por su resistencia a varios patógenos en un suelo donde el principal problema es la presencia del nematodo formador de nódulos *M. incognita*. Se estudiará tolerancia y capacidad multiplicativa del patógeno, así como la fenología de las raíces.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluó la incidencia del nematodo *M. incognita* en doce patrones sobre los que se injertó tomate Rebelión. Nueve de ellos también se cultivaron en la campaña anterior, incorporándose tres nuevos en la presente campaña: Briomino, Dohkko y Emperador. Se estableció un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con un marco de plantación de 1 metro entre líneas y de 0,33 metros entre plantas. En los seis metros de cada línea se disponen 18 plantas de tomate con riego mediante goteo.

- **Determinación del índice de nodulación (IN) de las raíces:** Tras la finalización del cultivo (tras 5 meses), se levantaron todas las raíces y se cuantificaron sus índices de nodulación (Bridge y Page, 1980). De cada fila, se seleccionaron 5 raíces representativas y se reservaron para la extracción de las masas de huevos asociadas a los nódulos producidos por las hembras de *Meloidogyne*.
- **Estimación del volumen de la raíz de los patrones de tomate:** con el fin de evaluar la deformación e hipertrofia que sufren las raíces tras la reiterada parasitación por parte de los juveniles de *Meloidogyne*, se midió el peso de las cinco raíces anteriormente seleccionadas.

- **Extracción de huevos producidos por las hembras de Meloidogyne en la raíz:** Se tomaron 10 g de cada raíz, se maceraron y trituraron en una batidora de vaso con una solución de 0,5% de NaOCl durante 5 min (Hussey and Barker, 1973).

Tabla 1. **Patrones utilizados y sus resistencias a enfermedades y patógenos.**

TOMATE	CASA COMERCIAL	RESISTENCIA*
INJERTO		
REBELIÓN	Vilmorin	HR: ToMV, Verticillium/Fol:0
PORTAINJERTOS		
ARMSTRONG	Syngenta	HR: Ff:1-5/Fol:1,2/For/Verticillium/ToMV:0-2. IR: Nematodos/PI
ARNOLD	Syngenta	HR: Ff:1-5/Fol:1,2/For/Verticillium/ ToMV:0-2. IR: Nematodos/PI
DOHKKO	Syngenta	HR: Ff:1-5/Fol:1,2/For/Verticillium/ToMV:0-2. IR: Nematodos/PI
KARDIA	Syngenta	HR: ToMV/Verticillium/Fol:1-2/ForIR: PI/Nematodos
DR-0141-TX	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(0,1)/For/V,Vd/PI/Ma,Mi,Mj
MAXIFORT	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(0,1)/For/Va, Vd/PI/Ma, Mi, Mj
MULTIFORT	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(0,1)/For/Va, Vd/PI/Ma, Mi, Mj
ACTIMINO	Enza Zaden	HR: ToMV/Va/Vd/Fol:0,1/ForIR: PI/Ma,Mi,Mj/TSWV
BRIOMINO	Enza Zaden	HR: ToMV:0-2/ToANV/Ff:A-E/PI/Va:0/Vd:0/Fol:0-1/For. IR: TSWV/PI/Ma,Mi,Mj
FORTAMINO	Enza Zaden	HR: ToMV/Ff:1-5/Va/Vd/Fol:0-2/ForIR: TSWV/PI/Ma,Mi,Mj
EMPERADOR	Rijk Zwaan	HR: ToMV:0-2/Fol:0,1/For/PI/Va:0/Vd:0. IR: Ma,Mi,Mj
KAISER	Rijk Zwaan	HR: ToMV:0-2/Fol:0,1/For/PI/Va:0/Vd:0. IR: Ma,Mi,Mj

*HR: resistencia alta; IR: resistencia intermedia; ToANV: Tomato Apex Necrotic virus; ToMV: virus del mosaico del tomate; TSWV: Virus del bronceado del tomate; Ff: *Fulvia fulvium* nombre actual *Passalora fulvium*; Fol: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, For: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis*; Va, Vd: *Verticillium albo-atrum/Verticillium dahlia*; PI: *Pyrenochaeta lycopersici* Corky root rot; Ma, Mi, Mj: *Meloidogyne arenaria, M. incognita* y *M. javanica*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del estudio de las raíces de los distintos patrones se recogen en la *Tabla 2*. Todas las plantas estudiadas estaban infestadas por el nematodo formador de nódulos.

Los índices de nodulación (*Figura 1*) fueron muy elevados debido al larga duración del cultivo, a la presencia de poblaciones elevadas del nematodo en el suelo del invernadero y a la repetición del uso de patrones, que seleccionaron las poblaciones virulentas capaces de parasitar los patrones resistentes utilizados (Verdejo *et al.* 2009). Los valores medios más bajos los presentó Dohkko, y en algunos casos valores menores a 5 pero en general, la nodulación fue elevada con valores medios superiores a 8 en todos los patrones ensayados.

Mediante el peso de las raíces (*Figura 2*), podemos valorar la respuesta del patrón cuando el nematodo penetra en la raíz en relación a su vigor, que repercutirá en el desarrollo de la planta injertada. La incidencia afectará al desarrollo y crecimiento del sistema radicular y a su capacidad de absorción de nutrientes por lo que, en algunos casos, estos patrones responden con un crecimiento mayor para poder compensar el ataque del fitoparásito. En nuestro ensayo, las raíces de Rebelión presentaron el menor peso y Emperador y Dohkko son los que tuvieron un mayor desarrollo. El resto de los patrones pesaron al menos un 50% más que Rebelión, salvo los casos de Kardia, Maxifort, Actimino y Fortamino que se quedaron por debajo de este porcentaje.

Todas las raíces estudiadas presentaron masas de huevos (*Figura 3*), lo que indica que las poblaciones de nematodos se encuentran homogéneamente distribuidos por todo el suelo del ensayo. Los juveniles penetran en la raíz y pasan a formar hembras maduras capaces de producir nuevos huevos, que se muestran hacia el exterior agrupados en forma de masa de huevos. Tras el recuento de estos huevos en fracciones de 10 g de raíz, se observó que Kardia y Armstrong presentaron una mayor densidad por gramo de raíz, mientras que la variedad sin injertar mostró los valores más bajos. Nuestros resultados confirman que los patrones contribuyen a aumentar las poblaciones del nematodo formador de nódulos (Lopez-Pérez *et al.*, 2006, Cortada *et al.*, 2008) y va seleccionando poblaciones virulentas donde los patrones resistentes acaban siendo parasitados igual que las variedades susceptibles, si bien es cierto que permiten la supervivencia de la planta durante la campaña.

En cuanto al número de plantas muertas, Rebelión y Dohkko fueron los patrones más afectados, más del 20% de sus plantas murieron, aunque no se pueda asociar directamente al daño producido por el nematodo.

Los resultados obtenidos en este ensayo confirman que el uso reiterado de patrones resistentes incrementa la presencia del nematodo, así como el daño producido en las raíces, por lo que se recomienda alternancia con otro cultivo o reducir, antes de la implantación del cultivo, las poblaciones del patógeno mediante el uso de materia orgánica o abonado en verde y así incorporar una biofumigación del suelo.

CONCLUSIONES

En general, los resultados indican que Actimino y Briomino mostraron un comportamiento similar al tomate sin injertar, sobre todo en cuanto a los índices de nodulación. Armstrong y Kardia fueron los patrones que más contribuyeron a multiplicar las poblaciones (nº huevos. g raíz^{-1}). Dohkko y Emperador presentaron mayores sistemas radiculares, si bien la densidad de huevos no fue de las más altas.

A la vista de los resultados obtenidos, ante el mismo inóculo inicial presente en el invernadero, las raíces de los portainjertos Dohkko y Emperador mostra-

ron un mejor comportamiento, sistema radicular desarrollado, valores bajos de densidad de huevos e índices de nodulación menores a los presentados por la variedad no injertada.

La utilización de patrones resistentes es recomendable ya que asegura la tolerancia de la planta ante el nematodo formador de nódulos, pero su uso reiterado puede llegar a hacer inviable el cultivo debido al incremento del número de individuos en suelo, que aumenta el daño en la raíz, nodulación más intensa que deforma la raíz y destruye las raicillas secundarias y reduce su capacidad de absorción de nutrientes. Siempre es recomendable incluir un tratamiento que reduzca las poblaciones como una biofumigación mediante la incorporación de materia orgánica al suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIDGE, J., PAGE S. L. J., 1980. *Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart*. Trop. Pest Manage. 26, 296–298.

CORTADA, L., SORRIBAS, F.J., ORNAT, C., KALOSHIAN, I., VERDEJO-LUCAS, S. 2008. *Variability in infection and reproduction of Meloidogyne javanica on tomato rootstocks with the Mi resistance gene*. Plant Pathology 57, 1125-1135.

HUSSEY, R.S., BARKER, K.R., 1973. *A comparison of methods of collecting inocula of Meloidogyne spp., including a new technique*. Plant Dis. 57, 1025-1028.

LÓPEZ-PÉREZ, J., Le STRANGE, M., KALOSHIAN, I., PLOEG, A. 2006. *Differential response of Mi gene-resistant tomato rootstocks to root-knot nematodes (Meloidogyne incognita)*. Crop Prot. 25, 382-388.

TALAVERA, M., VERDEJO-LUCAS, S., ORNAT, C., TORRES, J., VELA, M.O., MACÍAS, F.J., CORTADA, L., ARIAS, O.J., VALERO, J., SORRIBAS, F.J. 2009. *Crop rotations with Mi gene resistant and susceptible tomato cultivars for management of root-knot nematodes in plastic houses*. Crop Prot. 28, 662-667.

VERDEJO-LUCAS, S., CORTADA, L., SORRIBAS, F.J., ORNAT, C. 2009. *Selection of virulent populations of Meloidogyne javanica by repeated cultivation of Mi resistance gene tomato root-stocks under field conditions*. Plant Pathol. 58, 990-998.

VERDEJO-LUCAS, S., TALAVERA, M., ANDRÉS, M.F. 2012. *Virulence response to the Mi.1 gene of Meloidogyne populations from tomato in greenhouses*. Crop Prot. 39, 97-105.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer el trabajo desarrollado por A. Morena Ibáñez y E. Herranz Cortijo en las tareas de seguimiento, recolección de la producción y arranque de raíces, y por otro lado el trabajo en laboratorio desarrollado por S. Pérez Sánchez.

TABLAS

Tabla 2. **Incidencia de *M. incognita* en los patrones ensayados.***

TOMATE	INDICE NODULACIÓN (N = 51)		Nº HUEVOS . G RAÍZ^{-1} (N = 15)		PESO RAÍZ (G) (N = 15)		PLANTAS MUERTAS (N = 51)
INJERTO							
REBELIÓN	9,1 ± 0,2	c	94.447,7 ± 14.562,2	a	106,1 ± 10,0	a	17
PORTAINJERTOS							
EMPERADOR	8,6 ± 0,1	ab	202.948,5 ± 23.988,6	ab	224,8 ± 22,8	b	2
KARDIA	8,8 ± 0,2	abc	212.480,0 ± 29.898,1	b	150,5 ± 18,7	ab	3
ARMSTRONG	9,1 ± 0,2	bc	232.426,7 ± 24.503,1	b	192,4± 22,2	ab	1
ARNOLD	9,0 ± 0,1	abc	198.880,0 ± 33.779,7	ab	187,0 ± 26,1	ab	5
DR-0141-TX	9,0 ± 0,1	bc	208.586,6 ± 19.984,0	ab	195,4 ± 27,6	ab	2
MAXIFORT	8,6 ± 0,2	ab	160.586,6 ± 32.345,8	ab	149,0 ± 21,0	ab	8
MULTIFORT	9,0 ± 0,1	bc	174.579,5 ± 22.310,2	ab	163,5 ± 21,3	ab	3
DOHKKO	8,5 ± 0,4	a	142.346,6 ± 28.406,6	ab	217,7 ± 18,1	b	11
ACTIMINO	9,2 ± 0,1	c	150.433,9 ± 19.800,8	ab	145,3 ± 17,0	ab	3
FORTAMINO	9,0 ± 0,2	abc	169.120,0 ± 15.988,5	ab	139,8 ± 13,6	ab	6
BRIOMINO	9,2 ± 0,2	c	143.276,6 ± 13.999,5	ab	179,4 ± 16,1	ab	7
KAISER	9,0 ± 0,1	abc	187.342,2 ± 23.492,8	ab	174,4 ± 19,4	ab	2

*Valor medio ± Error Estándar. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas de acuerdo al Test HSD de Tukey ($p < 0,05$).

FIGURAS

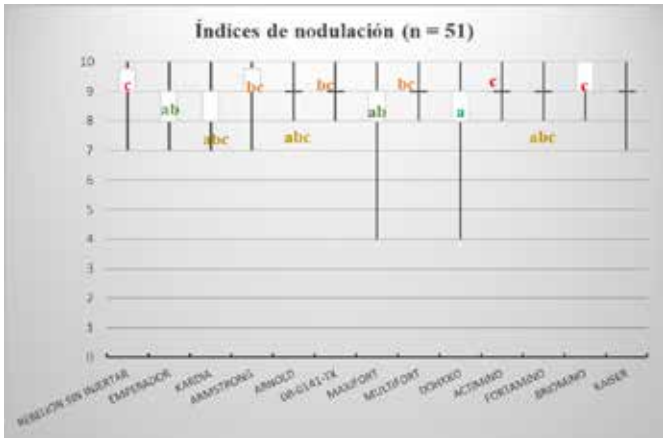


Figura 1. **Índices de nodulación en una escala de 0 a 10 (Bridge y Page 1980).**

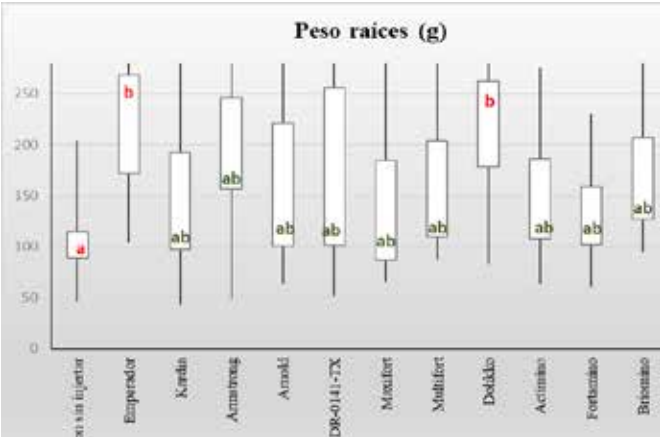


Figura 2. **Promedio del peso de raíces de los portainjertos estudiados (n =15).**

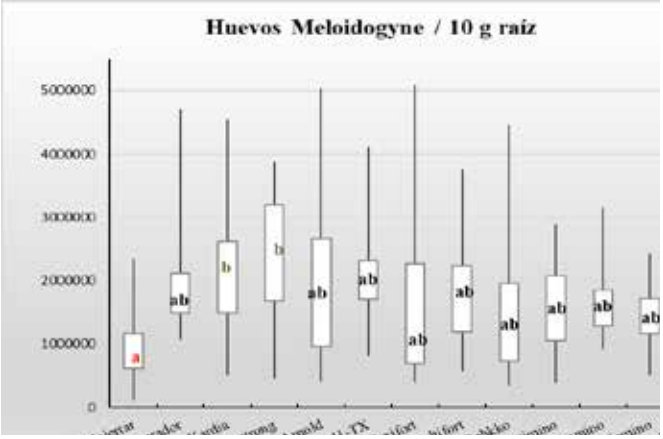


Figura 3. **Promedio del número de huevos por 10 gramos de raíz (n=15).**

OFERTA DE CULTIVARES DE PIMIENTO, TOMATE Y CALABACÍN RESISTENTES A VIRUS

Ruiz García, L., García-García, M.C., de Cara, M., Janssen, D.
IFAPA La Mojonera, Camino San Nicolás 1. 04745 La Mojonera, Almería. CAGPDS
e-mail: mleticia.ruiz@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La producción agraria andaluza aporta el 34% a la producción agraria nacional y el 6,2% a la de la UE. Dentro de Andalucía, los mayores porcentajes de producción se reparten entre las frutas y hortalizas que acaparan casi el 40%, generando un valor de 4 millones de euros anuales y de la cual la provincia de Almería es líder tanto en valor como en producción.

Dentro de los cultivos hortícolas, el mayor porcentaje en valor de producción lo obtiene el cultivo del tomate, seguido por el pimiento, principalmente producidos bajo abrigo. Gran parte de esta producción se dedica a la exportación, fundamentalmente al resto de Europa, generando un valor de 1.4 millones de euros, lo que contribuye significativamente a equilibrar la balanza económica.

Almería, con 31.000 hectáreas, posee el 87% de la superficie invernada andaluza. En este modelo de producción, basado en una agricultura de alto rendimiento, las enfermedades transmitidas por virus son factores limitantes en el cultivo de hortalizas y la presencia de resistencias es fundamental en el manejo y gestión de estas enfermedades.

El objetivo del presente trabajo es analizar los cultivares comerciales ofrecidos en el mercado de tres hortalizas importantes para el sector agrario como son el tomate, el pimiento y el calabacín, cuantificando las diferentes resistencias a virus que poseen y relacionándolo con la presencia de enfermedades que limitan su producción.

Palabras clave: resistencia genética, enfermedades, virosis, calidad, producción.

INTRODUCCIÓN

En España, durante el año 2018, se dedicaron 56.123 hectáreas al cultivo del tomate, 20.388 hectáreas al cultivo del pimiento, y 11.037 has al del calabacín que alcanzaron unas producciones de 4.708.822, 1.270.86, 591.341 toneladas (MAPA, 2018, https://www.mapa.gob.es). Estas cifras sitúan a España en la octava, quinta y décima posición mundial en producción de tomate, pimiento y calabacín, respectivamente. Andalucía, concentra el 35 % del total de la superficie nacional

dedicada al cultivo de hortalizas, lo que supone el 5 % de la superficie comunitaria ocupada por estos cultivos. En el año 2017, la producción hortofrutícola andaluza alcanzó los 5,94 millones de toneladas, con un valor de 2.878 millones de €, representativo del 40 % del valor de la producción nacional. Además, Andalucía es la principal zona de suministro de la UE, exportando en 2017, 4.128 toneladas de hortalizas con un valor de 4.937 millones €, ocupando el tomate y el pimiento el primer y segundo lugar, y generando un valor entre los dos productos de casi 1.400 millones de € (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2017 https://juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible.html). En el caso del calabacín, su beneficio y producción han sufrido fluctuaciones anuales relacionadas con las prácticas de manejo del cultivo, que a su vez están estrechamente relacionadas con la incidencia de plagas y enfermedades (García-García y col., 2016). Dentro de la región de Andalucía, Almería, con sus 31.000 hectáreas de cultivos de protegidos, es responsable del 44% de la superficie destinada al cultivo y del 60% del aporte económico de la producción hortofrutícola.

Las compañías de semillas ofertan al agricultor semillas de tomate, pimiento y calabacín de distintos tipos que han seleccionado en base a su producción, vida media, sabor, sistema de cultivo productivo, época de siembra y resistencia a enfermedades transmitidas por virus, hongos, nematodos y bacterias entre otros.

Entre los principales factores limitantes de la producción hortofrutícola se encuentran las enfermedades ocasionadas por hongos, virus, nematodos y plagas. Los virus son el segundo grupo de patógenos de plantas por su número e importancia económica, que en general, aumenta proporcionalmente con la intensificación de la agricultura (Oerke, 2006). Por esto, el desarrollo de nuevas herramientas como las resistencias genéticas es fundamental en el manejo y la gestión de las enfermedades transmitidas por virus. Para realizar el estudio, las variedades de semillas de tomate, pimiento y calabacín disponibles en el mercado español se recopilaron de Portagrano (Marín, 2019).

Actualmente se ofertan 868 cultivares de tomate, 532 de pimiento y 144 de calabacín de los que el 91, 79 y 63% portan resistencias a alguna enfermedad, fundamentalmente a las transmitidas por virus. Estas variedades están desarrolladas por 57 compañías de semillas distintas y la mayoría de ellas tienen presencia en la provincia de Almería mediante sus centrales, delegaciones y/o centros de investigación.

Los 868 cultivares de tomate ofertados, se han dividido en nueve tipologías de fruto: beef, corazón buey, larga vida, pera, cherry, cóctel, rama, portainjertos, colgar, industria, y un grupo remanente considerado como indeterminado y calificado como otros. En el caso del pimiento, los cultivares se han clasificado en ocho tipos: rectangular, cónico, industria, picante, cuadrado, portainjertos, mini y el grupo calificado como otros. En el caso del calabacín, son menos las tipologías desarrolladas y se reducen a cuatro: verde, blanco, amarillo y marrow (*Figura 1 a, b y c*).

Principales virus que afectan a tomate, pimiento y calabacín.

Aunque no existen datos sobre la importancia relativa de las diferentes plagas y enfermedades que afectan a las hortalizas cultivadas en la cuenca mediterránea, dependiendo de las especies vegetales y las técnicas de cultivo, los virus pueden llegar a ser factores limitantes para el cultivo. En este sentido, al menos 30 especies de virus han sido identificadas como agentes causales de enfermedades que merman la producción de tomate, pimiento y calabacín, reduciendo el rendimiento del cultivo y/o la calidad del fruto cosechado (Lecoq y Desbiez, 2012; Navas-Castillo y col., 2011).

Dentro de los virus que afectan a tomate y pimiento en el sudeste español, destaca el grupo de los tobamovirus; que se transmiten por contacto con gran eficiencia y persisten en la semilla y suelo infectado durante largo tiempo. Dentro de este grupo en el cultivo de tomate destaca por su importancia tomato mosaic virus (ToMV). Los genes que confieren resistencia contra este virus, Tm-2 y Tm-2^2, se han introgresado a partir de *Solanum peruvianum* (Lanfermeijer *et al.*, 2003). Debido a la capacidad infectiva de este virus, su control es de gran importancia, y así lo percibe el agricultor ya que el 95% de los cultivares de tomate sembrados en Andalucía son resistentes a ToMV (Janssen *et al.*, 2018). Desde hace unos años se está alertando de la presencia de un nuevo tobamovirus que sobrepasa la resistencia Tm-2 llamado tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV). El virus fue detectado en Israel y recientemente se ha descrito en, México, Estados Unidos, Alemania, Italia, Turquía e Inglaterra (Fidan *et al.*, 2019). Los virus transmitidos por mosca blanca son también una importante amenaza. De gran importancia es considerado, tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) siendo un begomovirus transmitido por *B.tabaci*. El gen Ty-1, introgresado desde *Solanum chinense*, confiere resistencia intermedia a este virus. Tomato spotted wilt virus (TSWV), es un tospovirus transmitido por trips y la resistencia en tomate se confiere por un único gen dominante Sw-5) a partir de *S. peruvianum*.

En pimiento, la resistencia a los tobamovirus está dirigida por cuatro alelos diferentes conocidos como L1, L2, L3 y L4. Según los genes de resistencia que son capaces de superar en la planta, las distintas cepas o especies de tobamovirus se han clasificado en cuatro grupos o patotipos: P0, P1, P12, P123. Virus con el patotipo P123 infectan sistémicamente plantas L1, L2 y L3 y origina reacción de hipersensibilidad en plantas L4. Los más frecuentes son TMV (tobacco mosaic virus), ToMV, y PMMoV (pepper mild mottle virus), también conocido como virus del moteado suave de pimiento.

Otro importante virus en pimiento es TSWV, virus del bronceado del pimiento, coloquialmente conocido como spotted y transmitido por trips. También los áfidos o pulgones pueden transmitir virus, destacando potato virus Y (PVY) y cucumber mosaic virus (CMV).

Los virus transmitidos por áfidos han supuesto la mayor amenaza en el cultivo de calabacín en el sudeste de España, estos virus son: cucumber mosaic virus (CMV), squash mosaic virus (SqMV), potato virus Y (PVY), watermelon mosaic

virus 2 (WMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) y cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV). CMV, WMV2 y ZYMV a principios de los años 80 causaron tanto daño que obligaron al agricultor a instalar mallas mosquiteras en las ventanas de los invernaderos para evitar la entrada del vector. A diferencia de estos, los virus transmitidos por mosca blanca han tenido una relevancia menor en este cultivo, lo que conllevó a subestimar la importancia de proteger el cultivo frente a este vector. Esto probablemente contribuyó a que la entrada de tomato leaf curl New Delhi virus (ToLCNDV), en el cultivo del calabacín causara grandes pérdidas y modificara las estrategias de cultivo de esta hortícola para evitar la entrada del vector (Ruiz y col., 2018).

Variedades ofertadas resistentes a virus

La mayoría de los cultivares de tomate que actualmente se ofertan (91%) son resistentes a alguna enfermedad transmitida por hongos, virus, bacterias o nematodos. Dentro de las 11 tipologías de tomate que hemos considerado, 7 de ellas (industria, portainjertos, rama, cóctel, pera, larga vida y beef) presentan el 90% o más de sus cultivares resistentes a alguna enfermedad, mientras que en otras tipologías ofertadas desde hace poco tiempo y que provienen de variedades tradicionales como son los tomates de colgar, el 60% de sus cultivares no presentan ningún tipo de resistencia (*Figura 2*). Los que son resistentes a virus, lo son sobre todo a ToMV. Más del 85% de los cultivares que se ofertan como tipo corazón de buey, cóctel, portainjertos y de colgar son resistentes a ToMV, mientras que en el resto de tipologías, las cifras no bajan del 70%. Sólo en el caso del tomate de industria, los cultivares que se ofertan no presentan resistencias a virus en su mayoría (sólo un 31%), por lo que no debe ser una necesidad para el productor de este tipo de tomate. Después de la resistencia a tobamovirus, la más ofertada pertenece al virus de la cuchara (TYLCV, en torno al 51%) y el virus del spotted (TSWV, 28%).

El 79% de los cultivares de pimiento ofertados por las compañías de semillas portan algún tipo de resistencia. La tipología más numerosa (cuadrado; 43%) presenta el 95% de sus cultivares resistentes a alguna enfermedad, seguido por los tipos rectangular y cónico que presentan, en ese orden, un 88 y 80% de sus cultivares resistentes a alguna enfermedad (*Figura 3*). Entre los que son resistentes a alguna enfermedad, lo son a virus y entre ellos un 92% a algún tipo de tobamovirus. Entre la tipología cuadrada, la más numerosa, un 99% es resistente a tobamovirus y, de ellos, un 94% portan los genes L3 o L4. Entre los siguientes tipos más comunes (rectangular y cónico), un 89 y 78% son resistentes a tobamovirus. Le sigue en importancia el virus del spotted cuya resistencia adquiere altos porcentajes de representatividad en la tipología cuadrada (83%) pero está menos representada en los tipos cónico y rectangular (50 y 48% respectivamente) e inapreciable o nada representada en el resto de tipos. Porcentajes mucho más bajos de los pimientos ofertados son resistentes a virus transmitidos por pulgones como PVY (10%) y menos del 5% a CMV.

Todos los cultivares de calabacín resistentes a virus, lo son a aquellos transmitidos por pulgones (*Figura 4*). Además, la resistencia genética no está tan desarrollada como en el caso del tomate o el pimiento ya que sólo un 67% de las semillas de calabacín ofertadas son resistentes a alguna enfermedad. Dentro de los virus, la resistencia a ZYMV es la más numerosa (81%), seguida por WMV (64%), CMV (34%) y en menor medida PRSV (9%). La resistencia a virus transmitidos por mosca blanca como ToLCNDV, tan importante para un adecuado manejo del cultivo y gestión de la enfermedad no ha sido todavía desarrollada por la industria de las casas de semillas.

CONCLUSIONES

La presencia en el mercado de cultivares con resistencia a virus es una herramienta fundamental para la horticultura del sudeste de España. Dicha necesidad es aún más clara en el caso de tobamovirus donde casi la totalidad de los cultivares ofertados de pimiento que portan resistencias (92%) lo son a tobamovirus, y un porcentaje muy alto también en el caso del tomate (70%) lo son a ToMV. En el caso de calabacín las resistencias más desarrolladas son a virus transmitidos por pulgón, no existiendo todavía ningún cultivar con resistencia a virus transmitido por mosca blanca.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto de investigación de IFAPA. AVA2019.015 Control sostenible de plagas y enfermedades en hortícolas protegidas con financiación FEDER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

FIDAN, H., SARIKAYA, P., CALIS, O. 2019) *First report of Tomato brown rugose fruit virus on tomato in Turkey*. New Disease Reports 39, 18. http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.018

GARCÍA-GARCÍA, M. C., CÉSPEDES, A. J., LORENZO, P., PÉREZ-PARRA, J. J., ESCUDERO, M. C. y col. 2016. *El sistema de producción hortícola de la provincia de Almería*, Ed: IFAPA, España. 180 pp.

JANSSEN, D., GARCÍA, C., RUIZ, L., De CARA, F.M., SIMON, A. MARTINEZ, A. 2018. *Disease resistance in tomato crops produced in Spain*. Acta Horticulturae 1207:63-68- DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1207.8.

LANFERMEIJER, F.C., DIJKHUIS, J., STURRE, M.J.G., De HAAN, P., HILLE, J. 2003. *Cloning and Characterization of the Durable Tomato Mosaic Virus Resistance Gene Tm-2 from Lycopersicon esculentum*," Plant Mol. Biol. 52, 1037-1049 http://dx.doi.org/10.1007/BF00225 10.1023/A:1025434519282. PubMed Record

LECOQ, H., DESBIEZ, C. 2012. *Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: an ever-changing picture*. Adv Virus Res. 2012;84:67-126.

MARÍN RODRÍGUEZ, J.P. 2019. XVII Portagrano 2019-2020.

NAVAS-CASTILLO, J., FIALLO-OLIVE, E., SÁNCHEZ-CAMPOS, S. 2011. *Emerging virus diseases transmitted by whiteflies*. Annu. Rev. Phytopathol. 49: 219-248.

OERKE, E. C. 2006. *Crop losses to pests*. J. Agr. Sci. 144: 31-43.

NAVAS-CASTILLO, J., FIALLO-OLIVE, E., SÁNCHEZ-CAMPOS, S. 2011. *Emerging virus diseases transmitted by whiteflies*. Annu. Rev. Phytopathol. 49: 219-248.

RUIZ, L., TÉLLEZ, M.M., SIMÓN, A.,RODRÍGUEZ, E., JANSSEN, D. 2018. *Características del virus de Nueva Delhi en España, y posibilidades para el control biológico*. Phytoma, 295.

FIGURAS

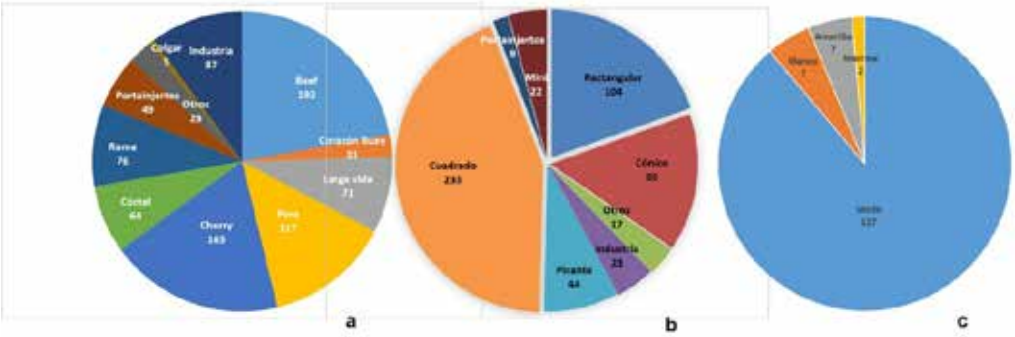


Figura 1. **Cultivares de tomate (a), pimiento (b) y calabacín (c), según tipología.**

Figura 2. **Porcentajes de tipologías de tomate que portan alguna resistencia.**

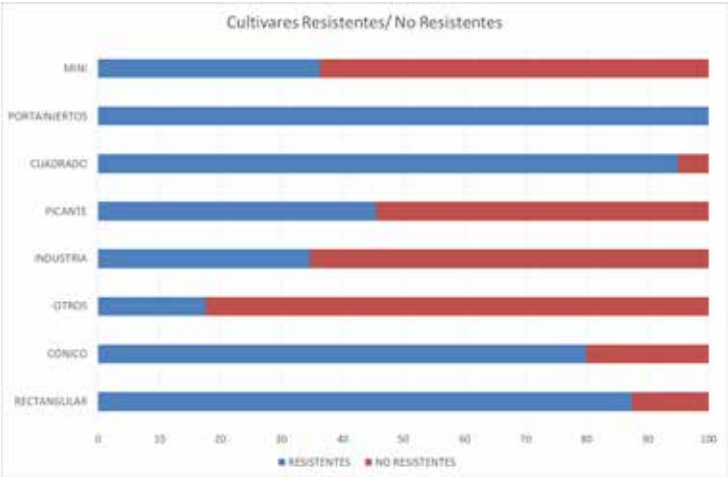


Figura 3. **Porcentajes de tipologías de pimiento que portan alguna resistencia.**

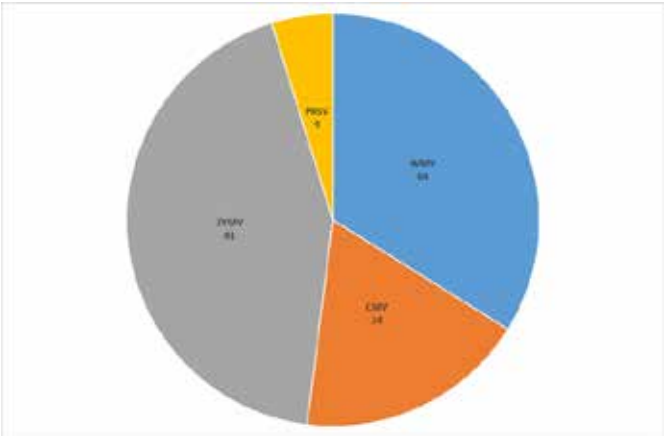


Figura 4. **Porcentajes de cultivares de calabacín que presentan resistencias a virus.**

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE TOMATE DE ENSALADA EN TENERIFE BAJO UNA ALTA PRESIÓN VÍRICA. CAMPAÑA 2017 - 2018.

Santos Coello, B.[1]; Trujillo Díaz, L.[1]; Díaz González, C.[1], Perera González, S.[1], Hernández Padilla, R.[1], Ríos Mesa, D. J.[1]
belarmino@tenerife.es
*[1]: Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

RESUMEN

El tomate sigue siendo uno de los cultivos hortícolas más importantes de Canarias y de Tenerife, aunque la importancia de la exportación ha decaído mucho en los últimos 10 años, llegando a ser una parte muy pequeña del destino final de la producción que se destina en su casi totalidad al mercado insular.

Se compararon seis cultivares de tomate liso tolerantes al virus de la cuchara del tomate (TYLCV) de calibre medio o grande, usándose como testigo a Roque. También se compararon en testaje sin repeticiones 4 cultivares. El ensayo se llevó a cabo en una explotación comercial colaboradora. En concreto se realizó en un invernadero tipo parral con cubierta de malla. Los cultivares se injertaron sobre DR0141TX trasplantándose a terreno definitivo el 27 de septiembre de 2017. La recolección comenzó el 11 de enero y finalizó el 30 de abril de 2018.

Se observó una alta incidencia de plantas con síntomas de TYLCD desde la semana posterior al trasplante, con prácticamente la totalidad del cultivo atacado. Asimismo, como suele ser normal en las últimas campañas también hubo un ataque de ToCV, observándose diferencias varietales.

La alta incidencia de virosis (TYLCV, ToCV) incidió en la producción, los calibres y la postcosecha del ensayo. Desde el punto de vista productivo, sólo Rubenza tuvo una producción superior al testigo Roque, pero con algunos problemas de forma. Del material más productivo, con mejor postcosecha y que presentó una menor cantidad de problemas en fruta, destacaríamos a Calabardina con calibres similares a Roque. De los cultivares testados, EXP44048, por producción y calibre, parece ser el más prometedor para seguir trabajando con él. Habría que ensayar el cultivar Rubenza con manejos diferentes para ver si es posible lograr una fruta con una mejor forma y con la misma producción.

Palabras clave: variedades comerciales, *Solanum lycopersicum*, Canarias.

INTRODUCCIÓN

El tomate sigue siendo uno de los cultivos hortícolas más importantes de Canarias (888 ha en 2017) y de Tenerife (243 ha), aunque la importancia de la exportación ha decaído mucho en los últimos 10 años, llegando a ser una parte muy pequeña del destino final de la producción que se destina en su casi totalidad al mercado insular (ISTAC, 2019). En Canarias se le piden tres características principales a un cultivar de tomate de ensalada:

Un alto porcentaje de calibres grandes (diámetro entre 67 y 102 mm),

Una buena conservación en postcosecha. La venta en el mercado interior de calibres grandes de cultivares de exportación ha hecho que los comercializadores, pidan esta característica.

Buena tolerancia a virus, en particular el de la cuchara (TYLCD) y el del bronceado (TSWV). La incidencia cada mayor de virosis (ToCV y reaparición de problemas por TYLCD en infecciones precoces (Hanssen *et al.* (2010)) hacen muy importante la tolerancia del material vegetal a estos problemas.

La especificidad de nuestras características en lo referente a cultivo y de mercados dificulta que los resultados obtenidos en otras zonas productoras suelan ser aplicables. Por esto, el Servicio de Agricultura del Cabildo de Tenerife planteó en su Plan de Trabajo 2017 un ensayo de cultivares de tomate liso de ensalada tolerantes al virus de la cuchara en las condiciones de Tenerife en cultivo de otoño-invierno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un ensayo con 6 cultivares de tomate de ensalada y cuello blanco en ciclo de invierno, ofrecidos por las casas comerciales (*Tabla 1*). Se solicitó que el material estuviera dentro de las características anteriores y que tuviera tolerancia a TYLCD. El testigo fue Roque. Teniendo en cuenta las características de la parcela se realizó un testaje de material de HM Clause, aprovechando el diseño experimental.

El ensayo se ubicó en un invernadero tipo parral de techo plano de 3.5 m de alto, con techo de malla de 10 x 14 hilos/cm^2 y laterales de malla plastificada, propiedad de la empresa colaboradora SAT Raymi, situado en la costa de Granadilla de Abona (SE de Tenerife) a 35 msnm. El suelo estaba dentro de los niveles normales de parámetros químicos de la zona (pH 7.7, CE 2.8 dS/m, bajo porcentaje de calcio y alto de sodio y potasio cambiables). El agua también fue representativa de lo normal en la zona: bicarbonatada, con altos valores de sodio y de magnesio (CE de 0.9 dS/m, pH 8.8).

Tabla 1. **Principales características de los cultivares ensayados.**

CULTIVAR	C. COMERCIAL	RESISTENCIAS DECLARADAS POR LA C. COMERCIAL
Ensayo		
21386	Syngenta	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / For / Ff / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Calabardina	Seminis	ToMV / TSWV / ToTV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ff / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Roque	Seminis	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ff / Lt / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Rubenza	Enza Zaden	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ff / TYLCV
Decano	Filosem	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol / For / Ma, Mi, Mj / TYLCV
B515	Gautier	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / For / Ff / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Testaje		
EXP 44021 Arano	HM Clause	ToMV / TSWV / Va, Vd / Lt / Ma, Mi, Mj / TYLCV
EXP 44048	HM Clause	ToMV / TSWV / Va, Vd / Lt / Ma, Mi, Mj / TYLCV
EXP 44097	HM Clause	ToMV / TSWV / Va, Vd / Lt / Ma, Mi, Mj / TYLCV
EXP 44098	HM Clause	ToMV / TSWV / Va, Vd / Lt / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Patrón		
DR0141TX	Seminis	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / For / Pl / Ma, Mi, Mj

Los cultivares se sembraron en un semillero comercial el 14 de agosto de 2017, injertándose sobre DR0141TX a las 2 semanas y trasplantándose a terreno definitivo el 27 de septiembre. El marco de plantación fue de 1.25 plantas / m² a 2 tallos (0.4 m entre plantas y 2 m entre filas) Se realizó un entutorado holandés, con el alambre a una altura media de 2.2 m. El manejo del cultivo se realizó según el criterio técnico de la empresa. La recolección se efectuó dos veces por semana. Se recolectó entre el 11 de enero y el 30 de abril de 2018 (109 días). Los controles realizados fueron:

- **Intensidad de síntomas de virosis**. Se intentó cuantificar la intensidad del ataque de virosis mediante sintomatología, utilizando una escala similar a la de Lapidot y Friedmann (2002), mediante un índice de 0 a 4, donde 0: plantas sin síntomas; 1: síntomas medios; 2: moderados; 3; acentuados; 4: graves. La determinación para TYLCD se realizó el 30 de enero mientras que la de ToCV fue el 27 de abril.
- **Peso de la producción total** de cada cultivar en cada una de las recolecciones, pesando la cantidad total cosechada, sin incluir el destrío realizado en finca.
- **Calibrado** de cada cultivar, de forma semanal, en los calibres GGG (>102 mm), GG (102-82 mm), G (82-67 mm), M (67-57 mm) y MM (57-47 mm).
- **Evaluación de las causas de destrío de las frutas:** Se tomaron datos de forma semanal, por fruta dañada por TYLCD, fruta mucronada ("pico"), fruta deforme (no redonda), manchada y pequeña (menor de MM).
- **Simulación de postcosecha:** En la primera semana de abril se seleccionaron 6 kg de fruta por cultivar en el calibre dominante M con un estado de

maduración pintón (estado 5-6 Carta de colores Central de Subastas Holandesas). El material se dejó 1 día a temperatura ambiente, luego se colocó en una cámara frigorífica a 10-12ºC durante 7 días y finalmente estuvo a temperatura ambiente durante 7 días más. Se tomaron datos a los 8 y 15 días tras recolección. Los parámetros tomados fueron:

- Sólidos totales disueltos: Se tomó la medida en 3 frutas por cultivar. Se utilizó un refractómetro digital Atago PAL 1 con compensación automática de temperatura.
- Dureza del fruto: expresado como porcentaje de dureza, tomando 10 frutas por cada cultivar. Se usó un medidor de dureza Bareiss Fff con punta de 0.25 cm^2, con 2 mediciones por fruta.
- Color: La medida se realizó en diez frutos, con tres tomas por fruto. Para ello se utilizó un colorímetro Minolta CR 400. Para comparar los cultivares entre sí se tomó el valor de la tonalidad (Hue).

En el ensayo en campo, se asumió un diseño experimental en bloques al azar con 6 tratamientos (cada cultivar ensayado), con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 16 m^2 (20 plantas). Los cultivares en testaje tenían el mismo tamaño de unidad experimental, sin repeticiones. En el caso de la dureza y el color en postcosecha se asumió un diseño experimental completamente al azar con 6 tratamientos (cada cultivar ensayado), con 10 repeticiones (cada fruta muestreada). Los datos de producción, dureza y color se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey. Los datos de incidencia de virus se sometieron a una prueba no paramétrica de Friedman. En ambos casos, se utilizó el programa Statitix 10.

Se tomaron datos de temperatura y humedad durante la experiencia, registrados con un termo higrómetro digital (Hygrocron, Maxim Integrated) en el propio invernadero (*Figura 1*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sensibilidad a problemas fitosanitarios

En el ensayo se detectaron altas poblaciones de mosca blanca en el invernadero desde el trasplante, apareciendo una infección precoz de TYLCD en el primer mes tras el trasplante, que atacó a todas las plantas de todos los cultivares. Se enviaron muestras al Laboratorio de Sanidad Vegetal del Gobierno de Canarias, que determinó que se trataba del tipo TYLCV de esta enfermedad, el normalmente determinado en Tenerife (Jordá *et al.*, 2002). En la evaluación se detectó en general una incidencia media entre 1 y 2 (síntomas leves o moderados), salvo en el caso de 21386 y Roque superaron el valor de 2.5 (*Figura 2*), con diferencias significativas.

Como suele ocurrir en la zona del ensayo, por problemas debidos en gran parte a las estructuras utilizadas, hubo también un ataque de ToCV que se diseminó por todo el ensayo, observándose los síntomas desde el comienzo de la recolección, con una incidencia similar entre cultivares, con valores comprendidos entre 2,7 y 3.3, sin diferencias significativas (*Figura 3*). Rubenza y Roque tuvieron una incidencia ligeramente menor que el resto, con sintomatología moderada en las 3 repeticiones. En el testaje ocurrió algo parecido, aunque EXP44048 tuvo una incidencia de 2 (en la evaluación sólo hubo una unidad experimental).

Producción final

Rubenza, con 9.75 $kg.m^{-2}$ obtuvo la producción total final más alta, seguida de Calabardina, con 7.7 $kg.m^{-2}$ (*Tabla 2*). Por el contrario, 21386, no llegó a los 6.5 $kg.m^{-2}$. Todos los cultivares obtuvieron una producción similar a la del testigo, salvo Rubenza, que obtuvo un valor significativamente más alto.

Rubenza, con 8.6 $kg.m^{-2}$ obtuvo una producción comercial final significativamente mayor que la del testigo, Roque, con 7.2 $kg.m^{-2}$ (*Tabla 2*). El resto de cultivares tuvo una producción similar a la del testigo. En el testaje, EXP40448 obtuvo producciones comparables a las mejores del ensayo, mientras que el resto de cultivares tuvo un resultado discreto.

Para interpretar los datos del ensayo hay que tener en cuenta la infección inicial de TYLCV seguida del ataque de ToCV desde el comienzo de la recolección. En el ensayo 2012 – 2013 (realizado en el mismo invernadero con un ciclo muy parecido), la producción media fue un 29% menos que la del presente ensayo (Santos *et al.*, 2013). Levy y Lapidot (2008) observaron bajadas de producción de hasta el 42% en cultivares resistentes cuando se inocula TYLCV en los primeros 15 días, señalando la bajada del número de frutos por planta como principal factor de esa disminución. Mansilla *et al.* (2018) también encontraron bajadas de producción debidas a la infección con ToCV entre el 20 y el 40%, debidas a una bajada del tamaño medio del fruto pero no siempre. Gul-Eker y Elibuyuk (2019) reportaron problemas graves en el caso de infecciones combinadas de TYLCV y ToCV.

Destríos

Se observó una gran incidencia de problemas de coloración conocidos como "vena clara" en todos los cultivares que pudo ser debida al manejo de la fertirrigación para intentar aumentar el vigor frente a las virosis. Por ello se decidió no tomar esa fisiopatía como destrío.

El destrío osciló entre el 12% de Rubenza y el 4% de Decano (*Tabla 3*). Rubenza tuvo una cantidad apreciable de fruta deforme, en concreto con forma cuadrangular. Al final del ensayo se desechó fruta manchada en casi todos los cultivares, muy probablemente afectada de PepMV. En el testaje destacó el bajo porcentaje de fruta no comercial de EXP44048, con tomates muy regulares. Al principio del cultivo se descartó fruta con síntomas de TYLCV.

Producción estacional

La recolección comenzó 85 días tras el trasplante. Los cultivares alcanzaron 1 kg/planta entre 103 y 110 días del trasplante. En enero, los cultivares más productivos fueron Decano y Rubenza, con más de 1.2 $kg.m^{-2}$ (*Tabla 2*). Por el contrario, 21386, con un valor significativamente inferior al resto de cultivares, se quedó en 0.3 $kg.m^{-2}$. Se observa que los cultivares con menor producción en ese mes coincidieron con la mayor afección final de TYLCV (*Figura 2*). En febrero, de nuevo 21386 siguió con una producción mucho más baja que el resto de cultivares que mantuvieron producciones similares a la del testigo.

Marzo fue el mes más productivo, con Rubenza produciendo en el entorno de los 3 $kg.m^{-2}$, una producción significativamente superior a la del testigo. En abril bajó ligeramente la producción: Rubenza fue el más productivo, con 2.8 $kg.m^{-2}$, significativamente más que Decano.

En las condiciones específicas de este ensayo no es sencillo decir si los cultivares que produjeron más al principio y menos al final fueron más precoces o simplemente se vieron más o menos afectados por los problemas iniciales de TYLCV y luego de ToCV.

Calibres

La afección por ToCV puede haber hecho que los calibres absolutos fueran algo pequeños, como señalan Navas *et al.* (2000) y Hanssen *et al.* (2010) y en bastante menor medida por la de TYLCV (Levy y Lapidot, 2008). Mansilla *et al.* (2018) cuantificaron la bajada de tamaño entre un 15 y un 49% del peso unitario del fruto, en función del cultivar. Comparando los datos de este ensayo con los obtenidos en el realizado en 2012 -2013 (Santos *et al.*, 2013), se observó una fuerte bajada de la fruta en calibre GGG+GG en la media de los cultivares. Por ello, la interpretación debe basarse en la comparación con el testigo, Roque.

Roque y Calabardina tuvieron un comportamiento muy similar en calibres, con un 3% de GGG, un 27% de GG y 50% de G (*Figura 4*). B515 tuvo un comportamiento parecido. Rubenza tuvo tomates algo más pequeños con un 37% de M y un 10% de MM. 21386, sin prácticamente GGG, 11% de GG y 49% de G tuvo la fruta más pequeña del ensayo (similares a los de los cultivares de más calibre del ensayo de exportación adyacente (Santos *et al.*, 2018)). En el testaje destacaron EXP44097 y EXP 44048, con un porcentaje de GGG+GG de más del 29%.

En cultivares de ensalada, el mantenimiento de los calibres grandes durante la campaña es tan importante como la producción en sí. En la *Figura 5* se presenta la evolución mensual de la suma de calibres GGG+GG. Calabardina y en menor medida B515 tuvieron un comportamiento similar a Roque hasta el mes de marzo, en que el testigo fue el único cultivar con más de un 5% de calibres GGG+GG. Decano y Rubenza bajaron bastante el porcentaje de calibres GGG+GG ya desde febrero. En el testaje, EXP44048, con un 68% de calibres grandes en enero, se mantuvo en valores similares a Roque el resto de meses.

Características de postcosecha

Evolución de la dureza en postcosecha: En la *Tabla 4* se muestran los resultados de dureza. En este caso, los valores de dureza a los 8 días, entre el 76 y el 84%, fueron bastante similares a los obtenidos en la campaña 2012-2013 (66-85%) (Santos *et al.*, 2013). A los 15 días sucedió lo mismo. A los 8 días, las durezas estuvieron entre el 84% de Decano y el 76% de Roque. Tras 14 días, tras 7 días a temperatura ambiente, Decano, con un 71% tuvo una dureza significativamente más alta que B515, Calabardina, 21386 y Roque, que no llegaron al 65%. Rubenza, con un 69%, fue más duro que Calabardina, 21386 y Roque.

Al comparar los datos de dureza del ensayo de exportación (Santos *et al.*, 2018), donde la dureza si bajó bastante e intentando ver las posibles diferencias, esta podría deberse a que se usó un portainjerto diferente (Maxifort en vez de DR-0141TX) y/o a diferencias en la incidencia general de virosis.

Evolución del color: En la *Figura 6* se observa a los 8 días de la recolección, Calabardina presentaba un color ligeramente más desarrollado (55 ºHue) que el resto de cultivares (57-60ºHue). A los 15 días, la diferencia de color entre el cultivar más rojo (Calabardina) y el menos (Rubenza) era sólo de 4º Hue. Hay que tener en cuenta que está descrito que los tomates afectados por ToCV pueden presentar problemas de color (Navas *et al.*, 2000). En la *Figura 8* se presenta una fotografía de los cultivares a los 15 días tras recolección.

Sólidos totales disueltos: Se observaron diferencias en sólidos totales disueltos a los 7 días de recolección (*Figura 7*): mientras que Calabardina superó los 5ºBrix, Rubenza y B515 no alcanzaron los 4º. A los 15 días, la situación era muy similar, con Calabardina superando en 0.8ºBrix al siguiente, 21386. Decano tuvo una bajada de casi 1ºBrix entre los 8 y los 15 días.

CONCLUSIONES

La alta incidencia de TYLCV y ToCV incidió en la producción, los calibres y la postcosecha del ensayo. Desde el punto de vista productivo, Rubenza tuvo una producción superior al testigo Roque, pero con algunos problemas de forma. Del material más productivo, con mejor postcosecha y que presentó una menor cantidad de problemas en fruta, destacaríamos a Calabardina con calibres similares a Roque. Habría que ensayar el cultivar Rubenza con manejos diferentes para ver si es posible lograr una fruta con una mejor forma y con la misma producción. De los cultivares testados, EXP44048, por producción y calibre, parece ser el más prometedor para seguir trabajando con él.

A la vista de las pérdidas de producción y calibres, comparado con datos de la campaña 2012 – 2013 en el mismo invernadero con cultivares similares, en el mismo ciclo, se debe incidir en la importancia de las medidas de control de vectores para disminuir las infecciones precoces de virosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA ISTAC. 2019. *Sector Primario*. Disponible en línea en: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/

JORDÁ. C., I. FONT, P. MARTÍNEZ, M. JUAREZ, A. ORTEGA, A. LACASA. 2002. *Current Status and New Natural Hosts of Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in Spain*. Plant Disease, 85(4): 445.

GUL-EKER, M., I. OZER ELIBUYUK. 2019. *Ocurrence of Tomato Yellow leaf curl virus and Tomato Chlorosis Virus mixed infections in protected tomato plants*, Antalya, Turkey, Phytoparasitica, 47(3): 441-449.

HANSSEN, I.M., M. LAPIDOT, P.H.J. THOMMA. 2010. *Emerging viral diseases of tomato crops*. Molecular Plant-Microbe Interactions, 23(5): 539-548.

LAPIDOT, M., F. FRIEDMANN. 2002. *Breeding for resistance to whitefly-transmitted geminivirus*. Annals of Applied Biology, 140: 109-127.

LEVY, D., M. LAPIDOT. 2008. *Effect of plant age at inoculation on expression of genetic resistance to tomato yellow leaf curl virus*. Archives of Virology: 153(1): 171 – 186.

MANSILLA, P.J., D. BAMPI. N.V. RONDINEL, P.C.T. MELO, A.L. LOURENCAO, J.A.M. REZENDE. 2018. *Screening tomato genotypes for resistance and tolerance to Tomato chlorosis virus*. Plant Pathology, 67(5): 1231-1237.

NAVAS CASTILLO, J., R. CAMERO, M. BUENO, E. MORIONES. 2000. *Severe yellowing outbreaks in tomato in Spain associated with infections of Tomato chlorosis virus*. Plant Disease, 84(8): 835-837.

SANTOS, B., C. RODRÍGUEZ, L. TRUJILLO. 2013. *Variedades de tomate de ensalada. Campaña 2012-13*. Información Técnica. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 10 p.

SANTOS, B., L. TRUJILLO, S. PERERA, C. DÍAZ, Y. BORGES, R. HERNÁNDEZ. 2018. *Variedades de tomate tipo exportación. Campaña 2017-18*. Información Técnica. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 20 p.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está englobado dentro del Proyecto Horticultura Intensiva del Plan Anual de Trabajo del 2017 del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Los autores quieren agradecer la colaboración de todo el personal de la explotación colaboradora, SAT Raymi, que ha sido imprescindible para poder llevar a cabo este trabajo, así como al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias en la identificación de virosis en el ensayo. Por último, estos ensayos no serían posibles sin la participación de las casas comerciales.

TABLAS

Tabla 2. **Producciones finales y mensuales.**

CULTIVAR	PRODUCCIÓN FINAL				PRODUCCIONES TOTALES MENSUALES			
	total		comercial		enero	febrero	marzo	abril
	kg.m^{-2}							
Ensayo								
21386	6,41	c*	6,06	d*	0.30	1.36	2.44	2.31
B515	7,78	abc	7,40	abc	1.06	2.50	2.60	2.36
Calabardina	8,52	abc	8,14	ab	1.08	2.18	2.38	2.07
Decano	7,00	bc	6,71	cd	1.27	2.58	3.07	2.84
Roque	7,70	abc	7,19	bcd	1.35	2.11	1.92	1.62
Rubenza	9,75	a	8,55	a	1.12	1.99	2.78	1.89
DSM**					0.234	0.575	0.535	0.537
CV est. (%)	9.3		9.4		12.5	14.9	11.6	13.5
Testaje								
EXP 44021	7,23		6,76		0.71	2.10	2.08	2.34
EXP 44048	8,44		8,39		1.46	2.35	2.16	2.46
EXP 44097	6,39		6,09		0.66	1.85	2.12	1.76
EXP 44098	5,38		5,17		0.67	1.49	1.69	1.54

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos con el test LSD 95%
**: Diferencia que debe haber entre producciones de dos cvs. para ser diferentes a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

Tabla 3. **Cuantificación y causas de destrío.**

CULTIVAR	% DESTRÍO FINAL	CAUSAS PRINCIPALES (POR ORDEN DE IMPORTANCIA)
Ensayo		
21386	5,5	fruta manchada
B515	4,9	fruta manchada
Calabardina	4,5	fruta manchada, cuadrangular
Decano	4,1	fruta manchada, cuchara
Roque	6,6	fruta manchada, cuadrangular, cuchara
Rubenza	12,4	fruta cuadrangular, cuchara
Testaje		
EXP 44021	6,5	cuchara, fruta pequeña
EXP 44048	1,0	cuchara
EXP 44097	4,6	cuchara, fruta manchada
EXP 44098	4,0	fruta manchada

Tabla 4. **Evolución de la dureza en postcosecha.**

CULTIVAR	PORCENTAJE DE DUREZA			
	8 días tras recoleccion		15 días tras recolección	
21386	75,6 ± 8,1*	b**	59,8 ± 7,4	c
B515	78,8 ± 4,2	ab	64,8 ± 5,5	bc
Calabardina	79,8 ± 6,5	ab	63,3 ± 7,6	c
Decano	84,0 ± 3,4	a	71,3 ± 5,1	a
Roque	76,1 ± 8,1	b	62,0 ± 6,9	c
Rubenza	80,6 ± 3,9	ab	69,2 ± 6,4	ab
CV est. (%)	7.5		10.1	

*: Se muestran los datos medios ± coeficiente variación entre tomates
**: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos con el test LSD 95%

FIGURAS

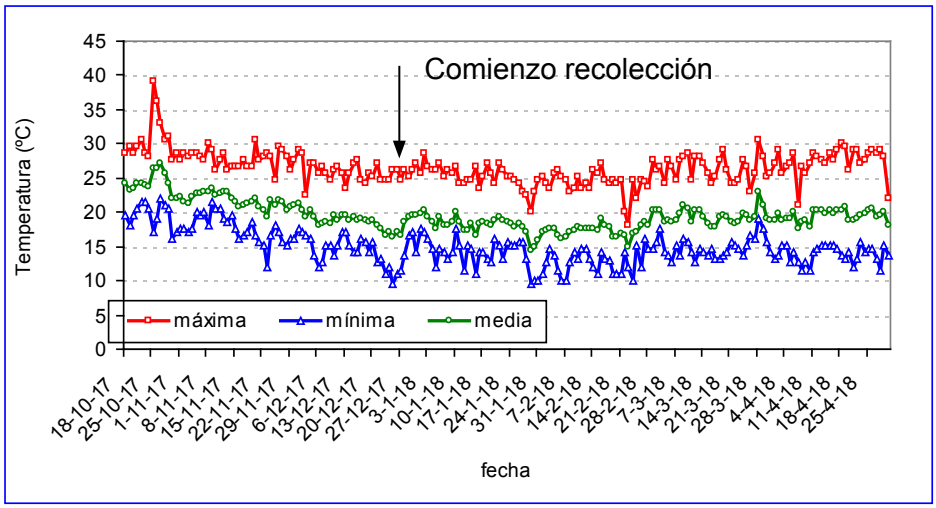


Figura 1. **Temperaturas diarias registradas en el invernadero.**

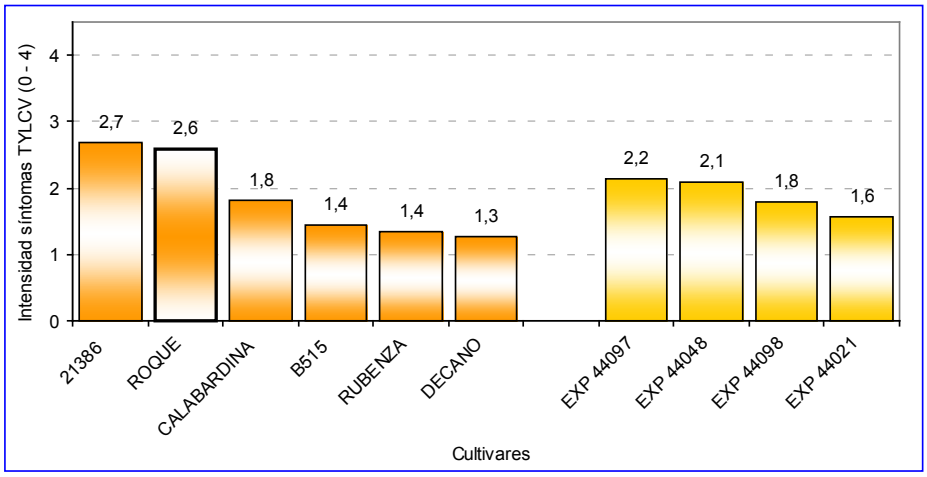


Figura 2. **Intensidad de síntomas de TYLCD. El testigo también se remarca en otro color** (Test de Friedman; p=0.0193).

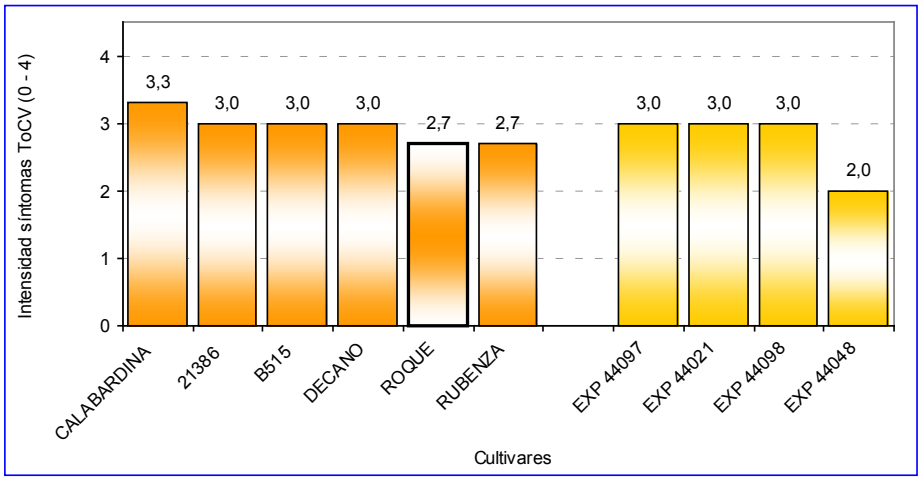


Figura 3. **Intensidad de síntomas de ToCV. El testigo también se remarca en otro color** (Test de Friedman; p=0.7845).

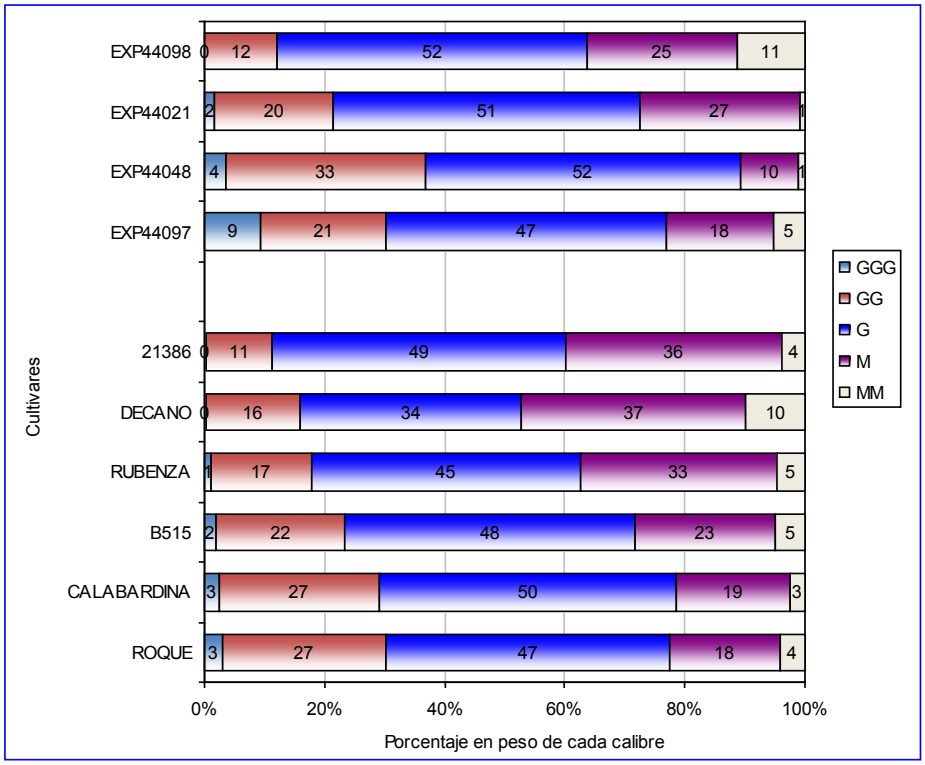


Figura 4. **Calibres finales obtenidos en el ensayo.**

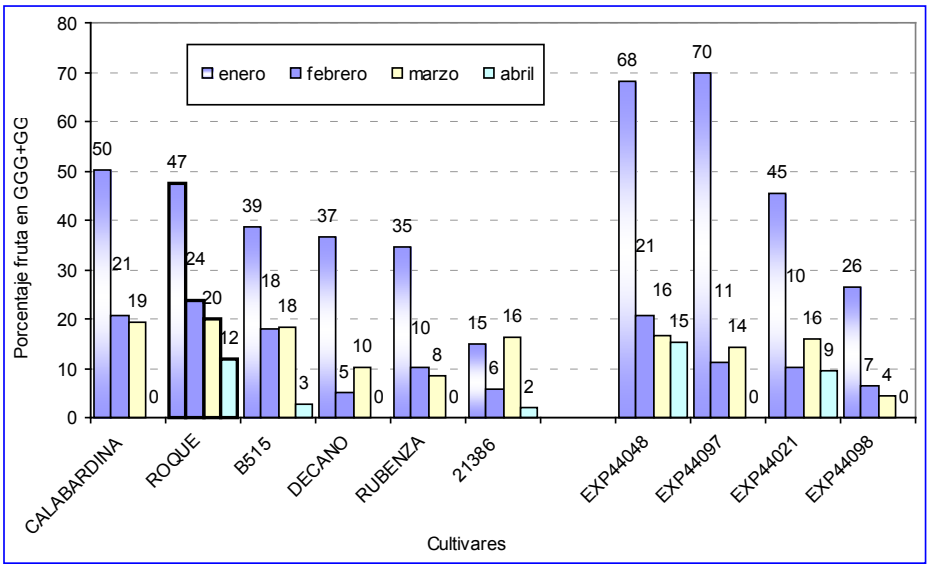


Figura 5. **Comportamiento mensual de los calibres grandes (GGG+GG). El testigo se remarca en otro color.**

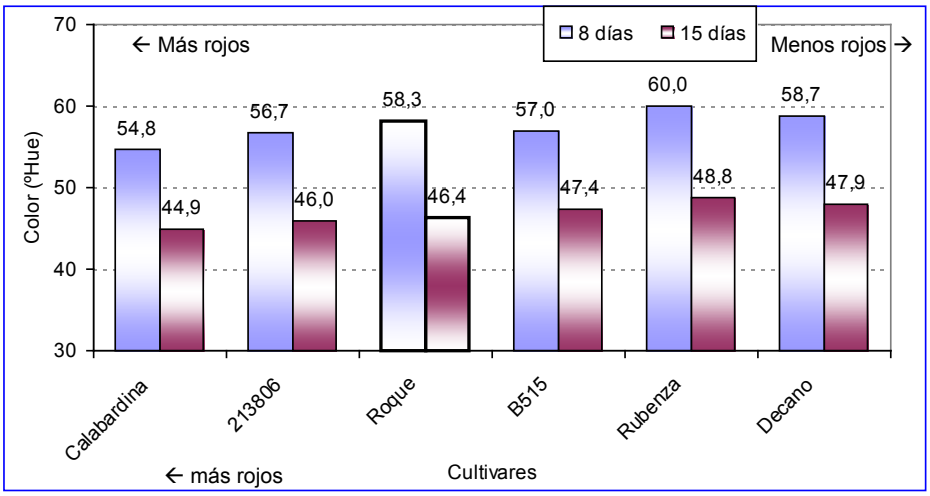


Figura 6. **Evolución del color de los cultivares del ensayo en postcosecha, ordenados de menor a mayor. El testigo se remarca en otro color. DSM (Diferencia significativa menor entre 2 cvs (Test LSD, 95%)): DSM 8 días: 3.95º Hue. DSM 15 días: 2.57º Hue.**

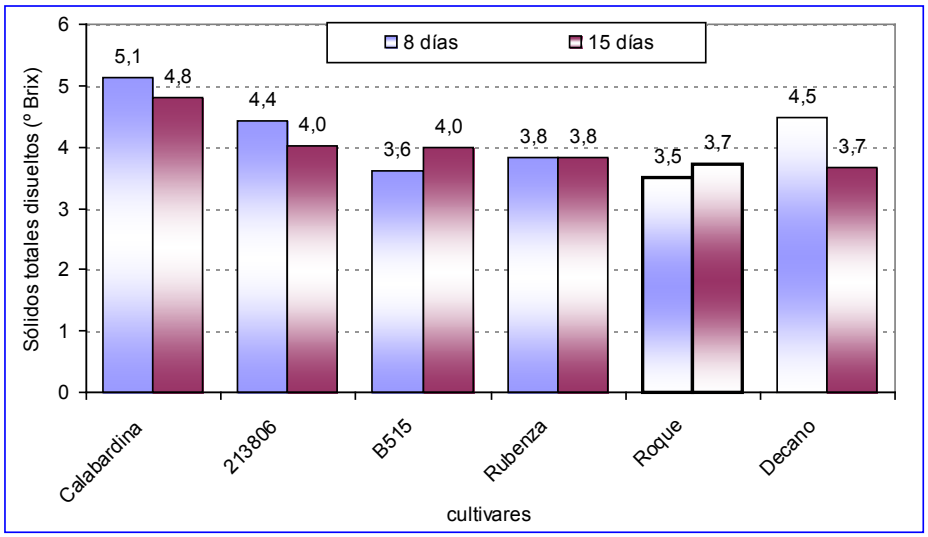


Figura 7. **Sólidos totales disueltos de los cultivares del ensayo en postcosecha, de mayor a menor. El testigo se remarca en otro color.**

Figura 8. **Cultivares ensayados 15 días tras recolección.**

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE TOMATE TIPO EXPORTACIÓN EN TENERIFE BAJO UNA ALTA PRESIÓN VÍRICA. CAMPAÑA 2017 - 2018.

Santos Coello, B.[1]; Trujillo Díaz, L.[1]; Díaz González, C.[1], Perera González, S.[1], Hernández Padilla, R.[1], Ríos Mesa, D. J.[1]
*[1]: Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.luisat@tenerife.es

RESUMEN

El tomate sigue siendo uno de los cultivos hortícolas más importantes de Canarias y de Tenerife, aunque la importancia de la exportación ha decaído mucho en los últimos 10 años, siendo una parte pequeña del destino final de la producción. Dentro del mercado en Canarias no hay una oferta amplia de cultivares con buena adaptación en calibre G-M para algunos mercados continentales y con posibilidad de comercializarse en el mercado local. Por ello, se compararon 14 cultivares de tomate liso para exportación tolerantes a TYLCD de calibre intermedio. El ensayo se llevó a cabo en una explotación comercial colaboradora. Los cultivares se injertaron sobre Maxifort trasplantándose a terreno definitivo el 27 de septiembre de 2017. La recolección comenzó el 11 de enero y finalizó el 30 de abril de 2018. Se observó una alta incidencia de plantas con síntomas de TYLCD desde la semana posterior al trasplante. Asimismo, como suele ser normal en las últimas campañas también hubo un ataque moderado de ToCV, observándose diferencias varietales. Esta alta incidencia incidió en la producción, los calibres y la postcosecha del ensayo. Desde el punto de vista productivo, sólo Eshkol estadísticamente supuso una mejora frente al testigo Boludo. Del material más productivo, con mejor postcosecha y que presentó una menor cantidad de problemas en fruta, destacaríamos:

- Con calibres similares al testigo estarían Duratom, que presentó una cierta tolerancia a ToCV y Bateyo con muy poco destrío.
- T509, con buena productividad, estuvo en calibres bastante más bajos que Boludo. Sería interesante ensayarlo para mercados que piden fruta pequeña.
- Jacaranda, con buena producción, calibres claramente superiores a Boludo y postcosecha, podría ser interesante en mercados que pidan calibres grandes.

Por otra parte, se constató que deben introducirse medidas de control de vectores para disminuir las infecciones precoces de virosis que pueden provocar un 36% de merma en la producción, comparando los datos en un ensayo en la campaña 2012-2013 en el mismo invernadero con cultivares similares en el mismo ciclo.

Palabras clave: variedades comerciales, *Solanum lycopersicum*, Canarias.

INTRODUCCIÓN

Hay una crisis grave del sector del tomate de exportación de los últimos años en Canarias reflejada en la bajada de la superficie de cultivo a niveles casi testimoniales: en la campaña 2017-18 solo hubo 4 empresas que exportaran tomate en Tenerife, con una superficie sólo de 60 ha de las 240 dedicadas a este cultivo en la isla (ISTAC, 2019). Mientras muchas explotaciones se están dedicando al tomate de mercado interior, otras han cambiado a otras hortícolas o a subtropicales. Sin embargo, sigue habiendo interés en seguir exportando tomate a los mercados norte-europeos.

Dentro del mercado de tomate de exportación en Canarias existen varios cultivares con buena adaptación en calibre M-MM para el mercado británico, pero no tantos en calibres algo mayores para algunos mercados continentales, que además tienen posibilidad de comercializarse en el mercado local. Por otra parte, la incidencia cada mayor de virosis (ToCV y TYLCD en infecciones precoces (Hanssen *et al.* (2010)) hace muy importante la tolerancia del material vegetal a estos problemas.

La especificidad de nuestras características en lo referente a cultivo y de mercados dificulta que los resultados obtenidos en otras zonas productoras suelan ser aplicables. El Servicio de Agricultura del Cabildo de Tenerife planteó en su Plan de Trabajo 2017 un ensayo de cultivares de tomate tipo exportación tolerantes al virus de la cuchara y de calibre G-M en cultivo de otoño-invierno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un ensayo con 14 cultivares de tomate tipo exportación de calibre G-M en ciclo de invierno, ofrecidos por las casas comerciales (*Tabla* 1). Se solicitó que el material estuviera dentro de las características anteriores y que tuviera tolerancia al virus de la cuchara (TYLCD). El testigo fue Boludo.

Tabla 1. **Principales características de los cultivares ensayados.**

CULTIVAR	C. COMERCIAL	RESISTENCIAS DECLARADAS POR LA C. COMERCIAL
Ateneo	Fitó	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Bateyo	Seminis	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol:0,1 / For / TYLCV
Boludo	Seminis	ToMV / TSWV Va, Vd; Fol:0,1; Aal; TYLCV
Duratom	Fitó	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ma, Mi, Mj / TYLCV
E15A50666	Enza Zaden	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Lt / Ma, Mi, Mj / TYLCV
E15A50686	Enza Zaden	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol: 0,1 / For / On / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Eshkol	Seminis	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol: 0,1 / For / Ff / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Intysar	Gautier	ToMV / Vd / Fol: 0,1 / For / Ff / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Jacaranda	HM Clause	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ss / Ma, Mi, Mj / TYLCV
Larguero	Filosem	ToMV / Va, Vd / Fol: 1,2 / TYLCV
Ninette	Hazera	ToMV / Vd / Fol: 1,2 / Mj / TYLCV
SVTH3001	Seminis	ToMV / TSWV / Va,Vd / Fol: 0,1 / Ff / Ma, Mi, Mj / ToTV / TYLCV
SVTH6640	Seminis	ToMV / TSWV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ma, Mi, Mj / TYLCV
T509	Syngenta	ToMV / Va, Vd / Fol: 0,1 / Ma, Mi, Mj / TYLCV

El ensayo se ubicó en un invernadero tipo parral de techo plano de 3.5 m de alto, con techo de malla de 10 x 14 hilos/cm^2 y laterales de malla plastificada, propiedad de la explotación colaboradora SAT Raymi, situado en la costa de Granadilla de Abona (SE de Tenerife), a 35 msnm. El suelo estaba dentro de los niveles normales químicos de la zona (pH 7.7, CE 2.8 dS/m, alto porcentaje de calcio y bajo de sodio y potasio cambiables). El agua también fue representativa: bicarbonatada, con altos valores de sodio y de magnesio (pH 8.8; CE 0.9 dS/m).

Los cultivares se sembraron en un semillero comercial el 14 de agosto de 2017, injertándose sobre Maxifort (Seminis) y trasplantándose a terreno definitivo el 27 de septiembre. El marco de plantación fue de 1.25 plantas / m^2 (0.4 m entre plantas y 2 m entre filas) a 2 tallos. Se realizó un entutorado holandés con el alambre a una altura media de 2.2 m. El manejo del cultivo se realizó según el criterio técnico de la empresa. La recolección se efectuó dos veces por semana. Se recolectó entre el 11 de enero y el 30 de abril de 2018 (109 días). Los controles realizados fueron:

- **Intensidad de síntomas de virosis**. Se cuantificó la intensidad del ataque de virosis mediante sintomatología, utilizando una escala adaptada de la de Lapidot y Friedmann (2002) donde 0: plantas sin síntomas; 1: síntomas medios; 2: síntomas moderados; 3; síntomas acentuados; 4: síntomas graves. La determinación de síntomas de TYLCV se realizó el 30 de enero mientras que la de ToCV fue el 27 de abril.
- **Peso de la producción total** de cada cultivar en cada una de las recolecciones, pesando la cantidad total cosechada, sin incluir el destrío realizado en finca.

- **Calibrado** de cada cultivar, de forma semanal, en los calibres GG (102-82 mm), G (82-67 mm), M (67-57 mm), MM (57-47 mm) y MMM (47-37 mm).
- **Evaluación de las causas de destrío de las frutas:** Se tomaron datos de forma semanal, por fruta dañada por TYLCD, fruta mucronada ("pico"), fruta deforme (no redonda), manchada. pequeña (menor de MMM) y con necrosis apical.
- **Simulación de postcosecha:** En la primera semana de abril se seleccionaron 6 kg por cultivar en el calibre dominante (MM) con un estado de maduración pintón, (estado 5-6 Carta de colores Central de Subastas Holandesas). El material se dejó 1 día a temperatura ambiente, luego se colocó en una cámara frigorífica a 10-12ºC durante 7 días y finalmente estuvo a temperatura ambiente durante 7 días más. Se tomaron datos a los 8 y 15 días tras recolección. Los parámetros tomados fueron:
    - Sólidos totales disueltos: Se tomó la medida en 3 frutas por cultivar. Se utilizó un refractómetro digital Atago PAL 1 con compensación automática de temperatura.
    - Dureza del fruto: expresado como porcentaje de dureza, tomando 10 frutas por cada cultivar Se usó un medidor de dureza Bareiss Fff con punta de 0.25 cm^2, con 2 mediciones por fruta.
    - Color: La medida se realizó en 10 frutos, con 3 tomas por fruto. Para ello se utilizó un colorímetro Minolta CR 400. Para comparar los cultivares entre sí se tomó el valor de la tonalidad.

En el ensayo en campo, se asumió un diseño experimental en bloques al azar con 14 tratamientos (cada cultivar ensayado), con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 12.8 m^2 (16 plantas). En el caso de la dureza y el color en postcosecha se asumió un diseño experimental completamente al azar con 14 tratamientos (cada cultivar ensayado), con 10 repeticiones (cada fruta muestreada). Los datos de producción, dureza y color se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey. Los datos de incidencia de virus se sometieron a una prueba no paramétrica de Friedman. En ambos casos, se utilizó el programa Statitix 10.

Se tomaron datos de temperatura y humedad durante la experiencia, registrados con un termo higrómetro digital (Hygrocron, Maxim Integrated) en el propio invernadero. En la *Figura 1* se presentan los datos de temperaturas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sensibilidad a problemas fitosanitarios

En el ensayo se detectaron altas poblaciones de mosca blanca en el invernadero al comienzo del ensayo, apareciendo una infección precoz de TYLCD que se detectó de forma visual a partir del primer mes tras el trasplante, que atacó a todas las plantas de todos los cultivares. Se enviaron muestras al Laboratorio de Sanidad Vegetal que confirmó que se trataba del tipo TYLCV, el normalmente determinado en la isla de Tenerife (Jordá *et al.*, 2002). En la evaluación se detectó en general una incidencia media entre 1.3 y 1.7 (síntomas leves o moderados), salvo Duratom, que obtuvo 2.4, aunque no se observaron diferencias significativas (*Figura 2*).

Como suele ocurrir en la zona del ensayo, por problemas debidos en gran parte a las estructuras utilizadas, hubo también un ataque de ToCV que se diseminó por todo el ensayo a partir del comienzo de la recolección, con una incidencia bastante desigual por cultivares (*Figura 3*): Duratom pareció tener una menor intensidad de síntomas (1.7: medio a moderado), mientras que Jacaranda, SVTH6640 y E15A50686 fueron más afectados, con sintomatología grave (3.7) o acentuada (4.0) para el último cultivar, de forma consistente en las 3 repeticiones. En la *Figura 4* se observan la diferencia de sintomatología entre los cultivares con mayor y menor incidencia. Se encontraron diferencias significativas, pero con un nivel de significación del 10%.

Producción final

Eshkol, con más de 9 $kg.m^{-2}$ y Jacaranda, con casi 8.5 $kg.m^{-2}$, obtuvieron una producción total más alta (*Tabla 2*). Por el contrario, SVTH6640 y Ninette, con 6.0 y 5.7 $kg.m^{-2}$ respectivamente, fueron los menos productivos. Ninguno de los cultivares obtuvieron una producción significativamente diferente a la del testigo.

En lo referente a la producción comercial del ensayo (*Tabla 2*), Eshkol, con 8.72 $kg.m^{-2}$ obtuvo una producción significativamente mayor que la del testigo, Boludo, con 7.16 $kg.m^{-2}$. Intysar, E15A2686, SVTH6640 y Ninette, con producciones por debajo de los 6 $kg.m^{-2}$ tuvieron una producción significativamente menor que la del testigo. El resto de cultivares tuvo una producción similar a la del testigo.

Para interpretar los datos del ensayo hay que tener en cuenta la infección inicial de TYLCD, seguida del ataque de ToCV. Los resultados de producción de Boludo en anteriores ensayos, en condiciones similares a la de éste, siempre han sido superiores a 10 $kg.m^{-2}$ (Santos *et al.*, 2007, Santos *et al.*, 2008, Santos *et al.*, 2013). Levy y Lapidot (2008) observaron bajadas de producción de hasta el 42% en cultivares resistentes cuando se inocula TYLCV en los primeros 15 días, señalando la bajada del número de frutos por planta como principal factor de esa disminución. Mansilla *et al.* (2018) encontraron bajadas de producción debidas

a la infección con ToCV entre el 20 y el 40%. Gul-Eker y Elibuyuk (2019) reportaron problemas graves de bajada de producciones en el caso de infecciones combinadas de TYLCV y ToCV.

Destríos

Con respecto a los problemas de la fruta, en la *Tabla 3* se resumen los principales encontrados y la cuantificación total. En general, se observó una gran incidencia de problemas de coloración conocidos como "vena clara" en todos los cultivares que pudo ser debida al manejo del cultivo para intentar aumentar el vigor frente a las virosis. Por ello se decidió no tomar esa fisiopatía como destrío. Los cultivares que parecieron ser más sensibles a este problema fueron Duratom y E15A50666. Al principio del cultivo se descartó alguna fruta con síntomas de TYLCD, mientras que al final, el principal destrío fue fruta manchada, con sintomatología de PepMV.

Intysar y EA1550686 superaron el 10% de destrío, seguidos de SVTH6640 y Jacaranda con un 7-8%. Bateyo y T509 tuvieron los valores más bajos, por debajo del 3%. El resto de cultivares, incluido el testigo, se movió entre el 3 y el 5%. Ninette fue el único cultivar donde se observaron destríos por necrosis apical de la fruta.

Producción estacional

La recolección comenzó 85 días tras el trasplante. Los cultivares alcanzaron 1 kg/planta entre 103 y 110 días del trasplante. En enero, los cultivares más productivos fueron Eshkol, SVTH3001 y Larguero con más de 1.2 $kg.m^{-2}$, estadísticamente más que Boludo (*Tabla 2*). Por el contrario, Duratom, Intysar, Ateneo, Jacarando, Bateyo y Ninette no alcanzaron al testigo. En febrero destacaron Jacaranda con 3.01 $kg.m^{-2}$ y Eshkol, con 2.37 $kg.m^{-2}$, unas producciones significativamente superiores al resto de cultivares.

Marzo fue el mes más productivo, con Intysar y Duratom produciendo en el entorno de los 3 $kg.m^{-2}$ (más del 45% del total recogido de esos cultivares durante todo el ensayo). SVTH6640, SVTH3001, Larguero y Ninette tuvieron una producción estadísticamente inferior a Boludo. Tanto en marzo como en abril se observa que los cultivares con menor producción coincidieron con la mayor afección final de ToCV.

En las condiciones específicas de este ensayo no es sencillo decir si los cultivares que produjeron más al principio y menos al final fueron más precoces o simplemente se vieron más o menos afectados por los problemas iniciales de TYLCV y luego de ToCV.

Calibres

La afección por ToCV puede haber hecho que los calibres absolutos fueran algo pequeños, como señalan Navas *et al.* (2000) y en bastante menor medida por la de TYLCV (Levy y Lapidot, 2008). Mansilla *et al.* (2018) observaron bajadas de calibres entre un 15-49%, pero muy dependientes del cultivar: en algunos casos, no hubo bajada de calibres pero si de producción. Comparando los datos de este trabajo con los de Santos *et al.* (2007), Santos *et al.* (2008) y Santos *et al.*, (2013), se observó una bajada generalizada de calibres en Boludo.

Intysar y Jacaranda se movieron en calibres algo más alto que el testigo, teniendo como calibre dominante el G (más de un 45%) y porcentajes de MM por debajo del 20% (*Figura 5*). Por el contrario, Ateneo, Ninette, E15A50666 y T509 (en mayor medida que el resto) se quedaron un escalón por debajo de Boludo, con menos del 33% de calibres G+M (sin prácticamente fruta en G) y un 50-60% de MM. Eshkol y Bateyo tuvieron un comportamiento en calibres bastante similar al testigo (25-30%G, 30-40% M, 30% MM). E15A50686, Duratom y SVTH3001 tuvieron un comportamiento parecido a Boludo en M y MM, pero con más cantidad de tomates en MMM y menos en G.

Características de postcosecha

Evolución de la dureza en postcosecha: En la *Tabla 4* se muestran los resultados de dureza. La dureza se movió entre el 72 y el 83%, valores relativamente bajos para 8 días tras recolección, comparado con resultados de ensayos anteriores (Santos *et al.*, 2007, Santos *et al.*, 2008, Santos *et al.*, 2013). Esto pudo ser debido, además de por la afección combinada de virosis, al manejo del cultivo en condiciones de infección por ToCV donde se priorizó mantener el vigor de las plantas frente a la dureza de la fruta.

Larguero, SVTH6640, EA1550666 superaron el 80% de dureza, mientras que Ateneo, Duratom, EA1550686 y T509 se quedaron en el 79%, significativamente más que Boludo, con un 73%. El resto de cultivares tuvieron durezas significativamente similares al testigo. T509, SVTH3001 y Bateyo tuvieron bastantes diferencias entre tomates, de hasta 8 – 9 unidades.

Tras 7 días a temperatura ambiente, Larguero, Eshkol e Intysar se quedaron en el entorno del 65%, un valor significativamente menor que el testigo y problemático desde el punto de una posible exportación (Ríos *et al.*, 2002). Por el contrario, Duratom, con el 78% tuvo un valor más alto que Boludo.

Evolución del color: En la *Figura 6* se observa desde los 8 días de la recolección, Larguero presentaba un color más desarrollado (52 ºHue) que el resto de cultivares (55-63ºHue). Tras 14 días, las diferencias de color fueron menos marcadas, siendo de nuevo Larguero fue el cultivar más rojo (41ºHue), significativamente más rojo que el resto de cultivares, seguido por Ninette, T509 y Eshkol, con valores entre 45 y 47ºHue. La *Figura 8* es una fotografía de todos los cultivares a los 15 días de recolección.

Sólidos totales disueltos: Se observaron grandes diferencias en sólidos totales disueltos a los 7 días de recolección (*Figura 7*). Mientras que Duratom y SVTH3001 se quedaron en 4.9 y 4.7ºBrix, Eshkol, Intysar y Larguero no llegaron a los 4º. Boludo, obtuvo 4.1 ºBrix. A los 14 días, se observaron cambios de cierta importancia en Ateneo y Eshkol que subieron más de 0.5ºBrix. Duratom, E15A50666 y SVTH3001 tuvieron una bajada de 0.5º que no suele ser común. Ningún cultivar superó los 5º.

CONCLUSIONES

La incidencia de la virosis combinada de TYLCD y ToCV, incidió en la producción, los calibres y la postcosecha del ensayo. Productivamente, sólo Eshkol supuso una mejora significativa frente al testigo Boludo. Otros criterios pueden ayudar a destacar algunas nuevas obtenciones, como la postcosecha y o la ausencia de defectos en la fruta. Así, se podrían destacar, en las condiciones del ensayo, además de a Eshkol (que tuvo un comportamiento discreto en dureza) a:

- Duratom que presentó una cierta tolerancia a ToCV y Bateyo con muy poco destrío se movieron en las producciones y calibres de Boludo.
- T509, con una buena productividad, estuvo en calibres más bajos que Boludo, aunque sería interesante ensayarlo para mercados que piden fruta pequeña.
- Jacaranda, con buena producción y postcosecha, que mostró calibres claramente superiores a Boludo y una postcosecha aceptable, podría ensayarse para mercados que pidan calibres más grandes.

A la vista de las pérdidas de producción y calidad, se debe incidir en la importancia de las medidas de control de vectores para disminuir las infecciones precoces de virosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA ISTAC. 2019. *Sector Primario*. Disponible en línea en: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/

GUL-EKER, M.; I. OZER ELIBUYUK. 2019. *Occurrence of Tomato Yellow leaf curl virus and Tomato Chlorosis Virus mixed infections in protected tomato plants*. Antalya, Turkey, Phytoparasitica, 47(3): 441-449.

HANSSEN, I.M.; M. LAPIDOT; P.H.J. THOMMA. 2010. *Emerging viral diseases of tomato crops*. Molecular Plant-Microbe Interactions, 23(5): 539-548.

JORDÁ. C.; I. FONT; P. MARTÍNEZ; M. JUAREZ; A. ORTEGA; A. LACASA. 2002. *Current status and New Natural Hosts of Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in Spain*. Plant Disease, 85(4): 445

LAPIDOT, M.; F. FRIEDMANN. 2002. *Breeding for resistance to whitefly-transmitted geminivirus*. Annals of Applied Biology, 140: 109-127.

LEVY, D.; M. LAPIDOT. 2008. *Effect of plant age at inoculation on expression of genetic resistance to tomato yellow leaf curl virus*. Archives of Virology: 153(1): 171 – 186.

MANSILLA, P.J.; D. BAMPI; N.V. RONDINEL; P.C.T. MELO; A.L. LOURENCAO; J.A.M. REZENDE. 2018. *Screening tomato genotypes for resistance and tolerance to Tomato chlorosis virus*. Plant Pathology, 67(5): 1231-1237.

NAVAS CASTILLO, J.; R. CAMERO; M. BUENO; E. MORIONES. 2000. *Severe yellowing outbreaks in tomato in Spain associated with infections of Tomato chlorosis virus*. Plant Disease, 84(8): 835-837.

RÍOS, D.; B. SANTOS; D. DÍAZ. 2002. *Ensayos de tomate de exportación. Campaña 2001-2002*. Información Técnica. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 55 p.

SANTOS, B.; A. COELLO; C. DÍAZ; A. GUANCHE. 2007. *Ensayos de tomate de exportación. Campaña 2006-2007*. Información Técnica. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 28 p.

SANTOS, B.; A. GUANCHE; C. RAMOS. 2008. *Ensayos de tomate de exportación. Campaña 2007-2008*. Información Técnica. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 28 p.

SANTOS, B.; C. RODRÍGUEZ; L. TRUJILLO. 2013. *Variedades de tomate de exportación. Campaña 2012-13*. Información Técnica. Servicio de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 16 p.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está englobado dentro de las acciones del Proyecto Horticultura Intensiva del Plan Anual de Trabajo del 2017 del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Los autores quieren agradecer la colaboración de todo el personal de SAT Raymi, la explotación colaboradora donde se realizó el ensayo, tanto en vivero como en campo, que ha sido imprescindible para poder llevar a cabo este trabajo, así como al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias en la identificación de virosis en el ensayo. Por último, estos ensayos no serían posibles sin la participación de las casas comerciales.

TABLAS

Tabla 2. **Producciones finales y mensuales.**

CULTIVAR	PRODUCCIÓN FINAL				PRODUCCIONES TOTALES MENSUALES			
	total		comercial		enero*	febrero	marzo	abril
	kg.m^{-2}							
Ateneo	7,43	abcd**	7,16	bcde**	0,78	2,21	2,57	1,87
Bateyo	7,35	abcd	7,22	bcd	0,82	2,20	2,09	2,24
Boludo	7,50	abcd	7,16	bcde	0,85	1,78	2,62	2,26
Duratom	7,50	abcd	7,19	bcd	0,52	1,82	3,10	2,06
E15A50666	6,72	bcd	5,99	fg	0,91	1,94	1,95	1,92
E15A50686	6,81	bcd	6,59	cde	1,09	2,15	1,85	1,73
Eshkol	9,08	a	8,73	a	1,42	2,37	2,63	2,66
Intysar	6,78	bcd	5,99	fg	0,69	1,61	2,90	1,57
Jacaranda	8,48	ab	7,86	abc	0,74	3,01	2,29	2,44
Larguero	6,43	cd	6,22	efg	1,29	1,98	1,57	1,59
Ninette	5,70	d	5,39	g	0,82	1,98	1,40	1,50
SVTH3001	7,36	abcd	6,97	cde	1,38	2,19	1,74	2,05
SVTH6640	6,02	d	5,52	g	1,05	1,80	1,46	1,70
T509	8,19	abc	8,02	ab	1,06	2,05	2,59	2,50
DSM***					0.457	0.790	0.820	0.868
CV est. (%)	8.4		8.3		16.2	12.8	12.6	14.6

*: La recolección comenzó el 11 de enero.
**: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test Tukey 95%).
***: Diferencia que debe haber entre producciones de dos cvs. para ser diferentes a efectos estadísticos (Test Tukey, 95%).

Tabla 3. **Cuantificación y causas de destrío.**

CULTIVAR	% DESTRÍO FINAL	CAUSAS PRINCIPALES (POR ORDEN DE IMPORTANCIA)
Ateneo	3,6	fruta manchada y pico
Bateyo	1,7	fruta manchada
Boludo	4,6	fruta manchada y deforme.
Duratom	4,1	fruta manchada, deforme y pequeña
E15A50666	10,9	fruta deforme y manchada
E15A50686	3,3	fruta deforme, manchada y con pico
Eshkol	3,9	fruta deforme
Intysar	11,6	fruta deforme y manchada,
Jacaranda	7,3	fruta manchada y deforme
Larguero	3,3	fruta manchada y con pico
Ninette	5,6	pico, fruta manchada y con necrosis apical
SVTH3001	5,3	fruta manchada, deforme y con pico
SVTH6640	8,2	fruta deforme y manchada
T509	2,1	fruta pequeña y deforme

Tabla 4. **Evolución de la dureza en postcosecha.**

CULTIVAR	PORCENTAJE DE DUREZA			
	8 días tras recolección		15 días tras recolección	
Ateneo	79,1 ± 4.3 *	ab**	71,9 ± 4.1	b
Bateyo	73,4 ± 8.3	c	72,1 ± 7.4	ab
Boludo	73,3 ± 5.2	c	71,8 ± 4.5	b
Duratom	79,1 ± 3.9	ab	77,8 ± 3.4	a
E15A50666	81,1 ± 6.3	a	74,6 ± 6.6	ab
E15A50686	79,6 ± 5.2	ab	74,0 ± 5.4	ab
Eshkol	74,7 ± 7.5	bc	64,5 ± 6.3	c
Intysar	77,4 ± 7.0	abc	65,2 ± 7.2	c
Jacaranda	75,5 ± 4.0	bc	73,7 ± 2.9	ab
Larguero	82,0 ± 7.9	a	63,6 ± 7.8	c
Ninette	77,1 ± 5.6	abc	74,6 ± 9.9	ab
SVTH3001	77,6 ± 8.8	abc	75,6 ± 6.1	ab
SVTH6640	81,2 ± 5.3	a	73,5 ± 8.6	ab
T509	79,7 ± 6.4	ab	75,1 ± 5.5	ab
CV est. (%)	8.1		8.0	

*: Se muestran los datos medios ± coeficiente variación entre tomates.
**: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos con el test Tukey 95%.

FIGURAS

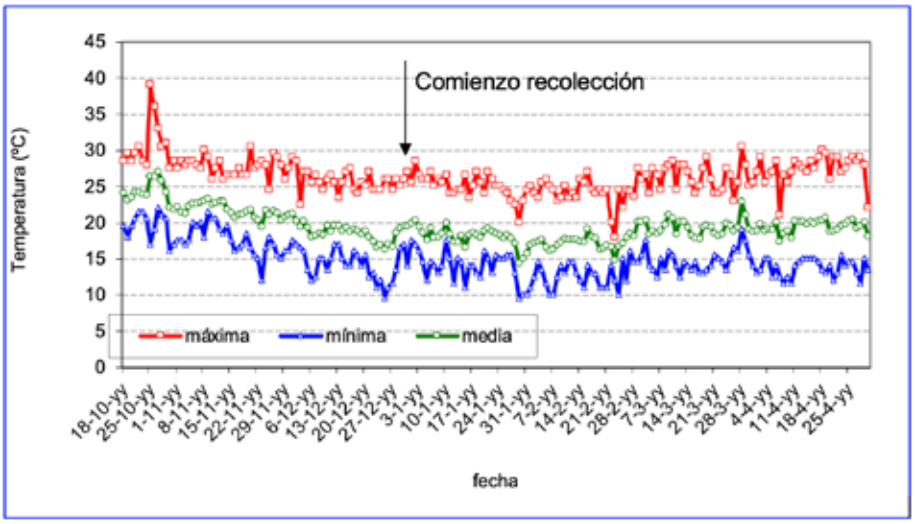


Figura 1. **Temperaturas diarias registradas en el invernadero.**

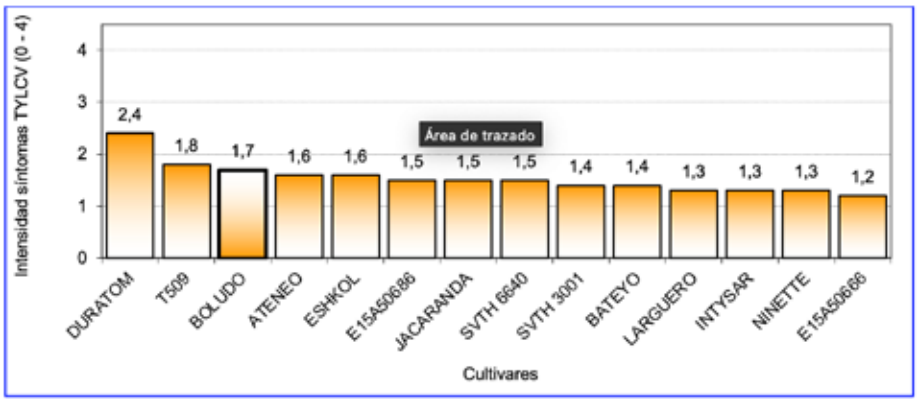


Figura 2. **Intensidad de síntomas de TYLCV. El testigo también se remarca en otro color** (Test Friedman; p=0.2473).

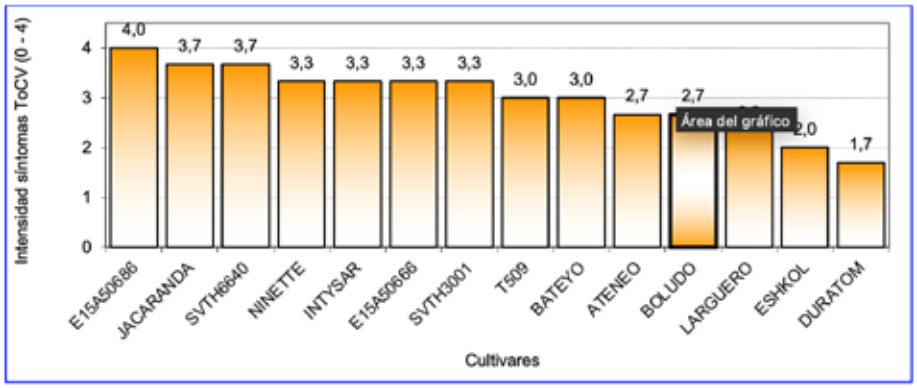


Figura 3. **Intensidad de síntomas de ToCV. El testigo también se remarca en otro color** (Test de Friedman; p=0.0813).

Figura 4. **Diferencia de sintomatología de ToCV entre E15A50686 (izquierda) y Duratom (derecha).**

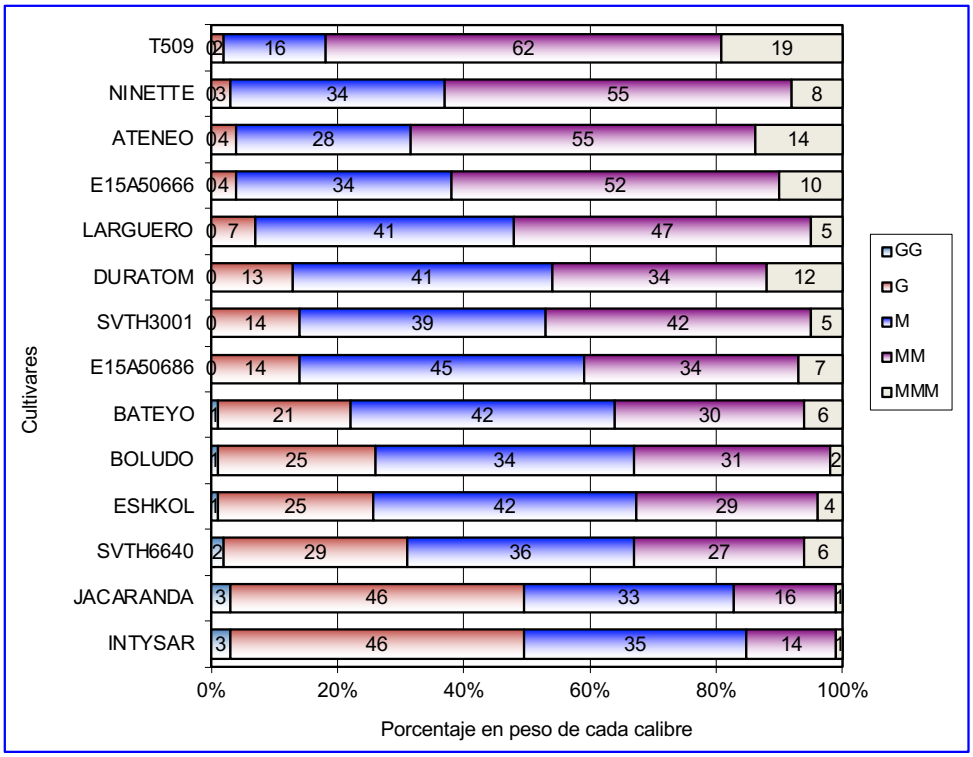


Figura 5. **Calibres finales obtenidos en el ensayo.**

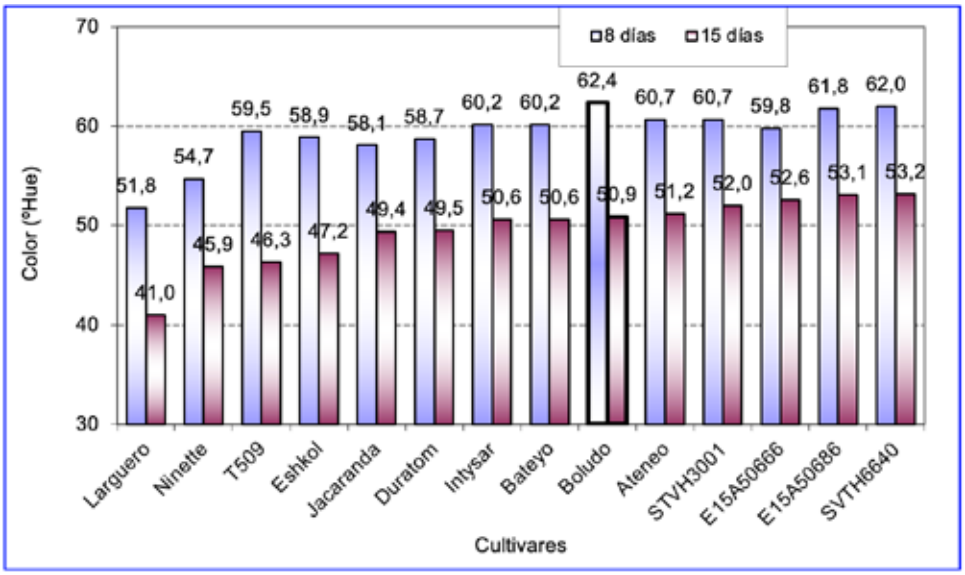


Figura 6. **Evolución del color de los cultivares del ensayo en postcosecha, ordenados de menor a mayor. El testigo se remarca en otro color.**
DSM (Diferencia significativa menor entre 2 cvs (Test Tukey, 95%)): DSM 8 días: 5.47ºHue. DSM 15 días: 4.67ºHue.

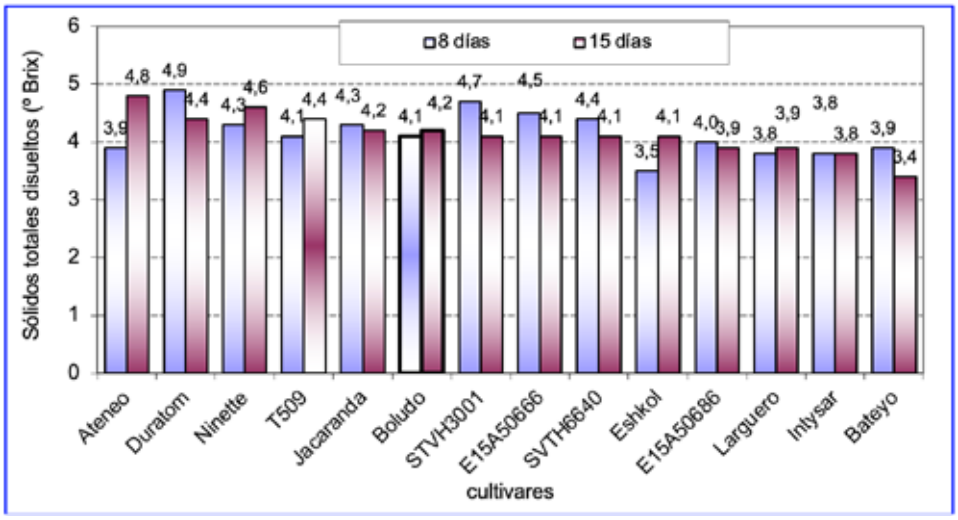


Figura 7. **Sólidos totales disueltos de los cultivares del ensayo en postcosecha. El testigo se remarca en otro color.**

Figura 8. **Cultivares ensayados 15 días tras recolección.**

INFLUENCIA DEL USO DE MALLAS FOTOSELECTIVAS EN COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PLAGAS EN PIMIENTOS DE TIPO LAMUYO Y CALIFORNIA

López-Marín J., Gálvez, A., Rodríguez, C.M., del Amor, F.M.
Equipo de Horticultura. Departamento de Producción Vegetal y Agrotecnología. IMIDA. Murcia.
Josefa.lopez@carm.es

RESUMEN

En los últimos años está aumentando la utilización de mallas fotoselectivas en los cultivos hortícolas. La reducción de la radiación solar transmitida bajo este tipo de mallas disminuye la temperatura del aire, al bajar la temperatura en el interior de los invernaderos, así como la tasa de transpiración, teniendo entre sus consecuencias, el aumento de la eficiencia del uso del agua y el incremento de la productividad. Esta filtración foto-selectiva de la luz solar también puede afectar a las plagas y enfermedades de las plantas. Los cultivos que se cultivan bajo estas mallas de sombreo podrían tener un riesgo mayor o menor de infestación de plagas. Aunque los orificios de las mallas de sombreo pueden ser lo suficientemente grandes para permitir el paso libre de pulgones, moscas blancas y trips, estas plagas pueden responder de manera diferente, según la naturaleza y características de las mallas. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar los efectos positivos producidos sobre la producción en dos tipos de pimiento Lamuyo (cultivares (cvs.)'Alcudia' y Pompeo) y California (cvs. 'Bendigo' y 'Cayetano') y evaluar las plagas que han aparecido sobre el cultivo. Los resultados muestran, que las plagas detectadas en el cultivo han sido trips (*Frankliniella occidentalis)*, mosca blanca (*Bemisia tabacci*), y mosquito verde (*Empoasca* spp.). El número de individuos de trips se ha reducido en las mallas con respecto al aire libre, sin embargo, el de mosca blanca y empoasca, ha sido superior en las mallas que al aire libre. En cuanto a las producciones obtenidas han sido superiores en los tratamientos sombreados.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, calidad, sombreo, fotoselectividad, color.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de pimiento en la Región de Murcia se realiza mayoritariamente en invernadero, pero en los últimos años está aumentando el cultivo al aire libre, un ciclo extra-tardío. La plantación se realiza entre principios de abril a mayo, para iniciar la recolección a principios de julio y finalizar el cultivo a partir de mediados de agosto. Durante estas fechas se producen temperaturas altas pro-

longadas en el tiempo (35-40 ° C), como resultado de la alta radiación solar, y éstas pueden aumentar la incidencia de desórdenes abióticos en las plantas de cultivo a medida que cambia el clima (López-Marín *et al.*, 2017), produciendo deterioro en la división celular, desarrollo foliar y desarrollo reproductivo (Flaishman *et al.*, 2015).

Las mallas de sombreo fotoselectivas disponibles actualmente son fabricadas de diferentes materiales, presentando distintos porcentajes de transmisión, absorción y reflexión de la luz (López-Marín *et al.*, 2019). La reducción de la radiación solar transmitida bajo este tipo de mallas reduce la temperatura del aire, así como la tasa de transpiración en los invernaderos, en consecuencia, se aumenta la eficiencia del uso del agua y aumenta la productividad del cultivo.

Algunos trabajos muestran como las mallas de sombreo fotoselectivas aumentan notablemente la productividad (Fallik *et al.*, 2009), mejoran la calidad de los frutos de pimiento (Kong *et al.*, 2013) y reducen la infestación de cultivos por plagas y enfermedades (Díaz-Pérez, 2014).

La filtración foto-selectiva de la luz solar que propician estas mallas también afecta a las plagas y enfermedades de las plantas, por lo que los cultivos que se cultivan bajo estas mallas fotoselectivas de sombreo podrían tener un riesgo mayor o menor de infestación de plagas. Aunque los orificios de las mallas de sombreo pueden ser lo suficientemente grandes para permitir el paso libre de pulgones, moscas blancas y trips, estas plagas responden de manera diferente a diferentes redes de sombra foto-selectivas (Makled *et al.*, 2012). Ben-Yakir *et al.*, 2012 mostró que las mallas de color amarillo o azul atraen moscas blancas y trips, respectivamente. El objetivo de este estudio ha sido comprobar si la foto-selectividad influye en la productividad de los distintos tipos de pimiento, y en las plagas del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han llevado a cabo en la finca experimental Torreblanca, perteneciente al Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario (IMIDA), geográficamente situada a 37º45' de longitud norte y 0º59' de latitud oeste, en la comarca del Campo de Cartagena perteneciente a la Región de Murcia.

Los pimientos utilizados han sido del tipo California, los cultivares 'Bendigo' (Enza Zaden) y 'Cayetano' (Enza Zaden), y tipo 'Lamuyo', los cultivares 'Alcudia' (Fitó) y Pompeo (Nunhems). La densidad de plantación fue de 25.000 plantas·ha^{-1}, con un marco de plantación de 100 cm entre líneas de cultivo y 40 cm entre plantas. El riego empleado fue localizado, empleando una línea de goteros por cada fila de plantas. Su caudal nominal era de 2,2 L·h^{-1}. El abonado se distribuyó por fertirrigación. El inicio del ensayo fue el 4 de Abril y finalizó el 16 de Agosto.

Las mallas fueron colocadas en invernaderos tipo túnel, modelo Kioto, 5.50 m de ancho, 9.5 m de largo y 2.5 m de altura. Las mallas utilizadas fueron: del 30 % de sombreo de color plata, perla y rojo, del 35 % de sombreo de color negra, y del 40 % de sombreo de color rojo, utilizando como testigo el cultivo sin sombrear, que se dejó al aire. Se colocaron placas cromotrópicas de 3 colores distintos, roja, azul y amarilla en diferentes localizaciones de cada túnel. La cadencia del cambio de placas fue de 21 días, procediendo pasado dicho plazo a su retirada y sustitución por otras. Se ha estudiado la incidencia de la presencia de *Empoasca* spp., *Bemisia tabaci*, y *Frankliniella occidentalis*.

La calidad de la producción comercial se evaluó de acuerdo a las prácticas comerciales, descartándose los frutos con desordenes fisiológicos (soleados, blossom-end-rot, etc.) que no eran comerciales. Se recolectaron los frutos y se cogió al azar una muestra de 20 frutos por tratamiento durante la recolección.

El diseño experimental fue en bloques al azar. Cada tratamiento (invernadero) tenía tres bloques y 10 plantas cada uno. El programa estadístico utilizado fue Statgraphics calculando las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de $P \leq 0{,}05$ de acuerdo al test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Figura 1*, se encuentran representadas las radiaciones fotosintética (PAR) y Ultravioleta (UVA y UVB), bajo las diferentes mallas de sombreo, pudiéndose observar, que aunque el porcentaje de radiacion PAR en 3 de las cubiertas (mallas perla, rojo y plata 30%) debería de ser el mismo, esta reducción no es la misma hay una pequeña variación, siendo en la malla de color perla y rojo de un 33 y 36 % respectivamente (*Figura 1 A*), y en la de color plata en un 30%, estas características pueden estar debidas a la distintas formas de dispersión de la luz que tienen unas y otras mallas. En cuanto a la radiación ultravioleta A (*Figura 1B*), la reducción con respecto al aire libre en el caso de la coloración Perla es de un 43 %, siendo en la de color perla y rojo, de un 30,7 y un 33,1 respectivamente. En la malla de coloración rojo con un 40% y la negra con un 30% la reducción es de un 57,4 y un 47, 6% respectivamente.

CONCLUSIONES

Los datos representados en las Figuras 2, 3 y 4, muestran la presencia acumulada desde el inicio al final del cultivo, de la incidencia de las plagas bajo los diferentes tratamientos de sombreo fotoselectivos, dichas plagas han sido fundamentalmente de trips (*Frankliniella occidentalis*), mosca blanca (*Bemisia tabacci*), y mosquito verde (*Empoasca* spp). El mayor número de individuos ha sido de trips en placas de color amarillo, seguidas de mosquito verde en placas de color rojo. La captura de trips también ha sido alta en las placas de color rojo, aunque han sido la mitad menos efectivas que las amarillas. En cuanto a

las placas de color azul han tenido mayor atracción para mosca blanca, no observándose presencia en las placas de color amarillo y azul. Con respecto, a la influencia de las mallas fotoselectivas sobre las plagas, tanto en trips como en mosquito verde, la presencia se ha reducido con el uso de las mismas, siendo para trips más efectiva la malla perla 30%, y en mosquito la plata 30%. Se ha demostrado que la reducción de la radiacion UV, baja la presencia de *Frankliniella occidentalis* (González *et al*., 2004; Lopez-Marín *et al*., 2011), sin embargo, no se observa en este estudio una correlación directa entre un mayor porcentaje de reducción de UV con la del número de trips. Así como tampoco, se observa una mayor atracción del mosquito a la malla fotoselectiva color roja, como sí que la tiene por las placas de dicha coloración. En el caso de mosca blanca la presencia en el interior de los umbráculos se ha visto beneficiada (Fig. 3C), siendo mayor en todas las mallas, excepto en la malla roja del 30%, en donde se observa una presencia similar al del aire libre. En otros estudios, como los realizados por Antignus *et al.* 2000, en tomate, sí que obtuvieron efectos positivos en la reducción de la presencia de *Bemisia argentifolii*, sin embargo, en nuestro caso, parece ser que la reducción del porcentaje de UV no es suficiente, para disminuir la presencia de mosca.

En cuanto a las producciones obtenidas, han sido superiores en los tratamientos sombreadas con un 22.10 % en Alcudia, 25.65% en Bendigo y 28.4 % en Pompeo y hasta de un 167 % en Cayetano (Fig. 5). Estos resultados están de acuerdo con diversos trabajos, como, por ejemplo, Shahak *et al.* 2008, donde muestra que el rendimiento fue de un 20-30% más alto bajo las mallas foto-selectivas. Las producciones menores han sido obtenidas en la malla de coloración negra, descartándose esta opción con respecto a una mejora de la producción con respecto al cultivo al aire libre. No se observa una relación aparente entre el tipo de pimiento, y el tipo de malla, sino es más significativo el cultivar con respecto a su mayor o menor sensibilidad a la radiación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTIGNUS, Y. 2000. Manipulation of wavelength-dependent behaviour of insects: an IPM tool to impede insects and restrict epidemics of insect-borne viruses. Virus Res. 71: 213–220

BEN-YAKIR, D., ANTIGNUS, Y., OFFIR, Y., SHAHAK, Y. 2012. *Colored shading nets impede insect invasion and decrease the incidences of insect-transmitted viral diseases in vegetable crops*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 144: 249-257.

DÍAZ-PÉREZ J. C. 2014. *Bell pepper (Capsicum annuum L.) crop as affected by shade level: fruit yield, quality, and postharvest attributes, and incidence of Phytophthora blight (caused by Phytophtora capsici Leon.)*. HortScience, 49: 891–900

FALLIK, E., ALKALAI-TUVIA, S., PARSELAN, Y., AHARON, Z., ELMANN, A., OFFIR, Y., MATAN, E., YEHEZKEL, H., RATNER, K., ZUR, N., SHAHAK, Y.2009. *Can colored shade nets maintain sweet pepper quality during storage and marketing?* Acta Horticulturae 830: 37-44.

GONZÁLEZ, A., GARCIA-ALONSO, Y., ESPI, E., FONTECHA, A., SALMERON A. 2004. *Viral diseases control with UV-blocking films in greenhouses of southern Spain.* Acta Horticulturae.659: 331-338.

KONG Y., AVRAHAM L., PERZELAN Y., ALKALAI-TUVIA S., RATNER K., SHAHAK Y., FALLIK E. 2013. *Pearl netting affects postharvest quality fruit in 'Vergasa' sweet pepper via light environment manipulation.* Scientia Horticulturae, 150: 290–298.

LÓPEZ-MARÍN, J., GÁLVEZ, A., OTALORA, G., DEL AMOR, F.M. 2019. *Photoselective shade nets for pepper cultivation in Southeastern Spain.* Acta horticulturae. In press.

LÓPEZ-MARÍN, J., RODRÍGUEZ, M., GONZALEZ, A. 2011. *Effect of ultraviolet-blocking plastic films on insect vectors of virus diseases infesting tomato (Lycopersicon esculentum) in greenhouse.* Acta Horticulturae. 914:175-179.

LÓPEZ-MARÍN, J., GÁLVEZ, A., DEL AMOR, F.M., ALBACETE, A., FERNÁNDEZ, J. A., EGEA-GILABERT, C., PÉREZ-ALFOCEA, F. 2017. *Selecting vegetative/generative/dwarfing rootstocks for improving fruit yield and quality in water stressed sweet peppers.* Scientia Horticulturae. 214: 9-17. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.012

MAKLED, A.M.H., ABOLMAATY, S.M., HASSANEIN, M.K., ABD EL-GHAFAR, N.Y. 2012. *Impact of type of greenhouse cover sheets on certain major cucumber pests under protected cultivation.* New York Science Journal, 5: 19-24.

SHAHAK, Y., GAL, E., OFFIR, Y., BEN-YAKIR, D. 2008. *Photoselective shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops.* Acta Hortic. 797, 75–80.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación FEDER 14-20-30 financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia.

FIGURAS

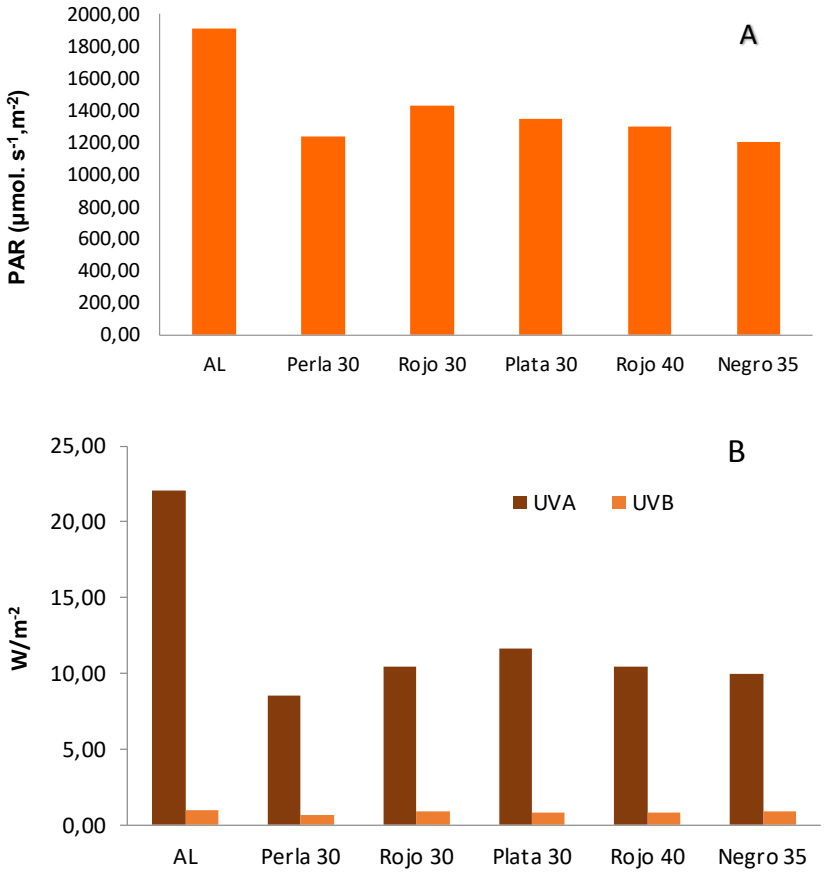


Figura 1. **(A) Radiación fotosintéticamente activa (PAR), (B) Radiación ultravioleta A (UVA) y B (UVB) en el interior de los túneles bajo los diferentes materiales de cubierta.**

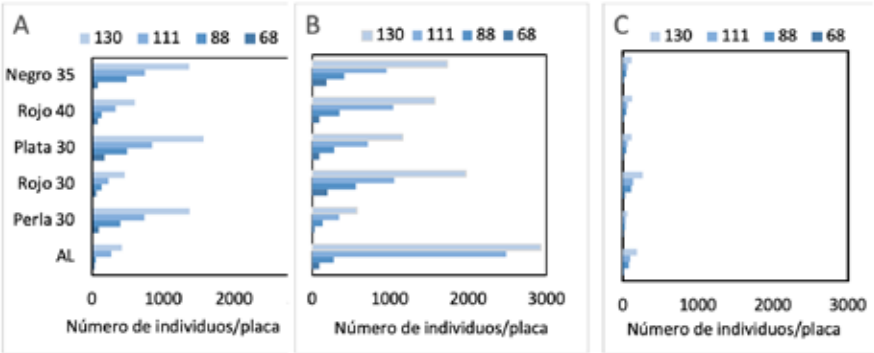


Figura 2. **Capturas realizadas de trips en placas de color Rojas (A), Amarillas (B) y Azules (C) bajo los diferentes tratamientos, a los 68, 88, 111 y 130 días después del trasplante.**

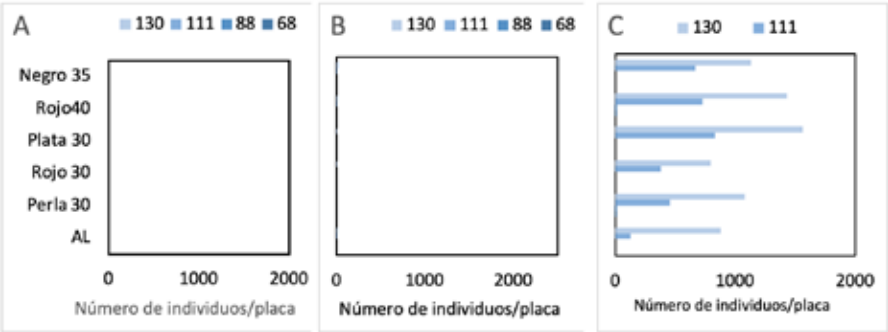


Figura 3. **Capturas realizadas de mosca blanca en placas de color Rojas (A), Amarillas (B) y Azules (C) bajo los diferentes tratamientos, a los 68, 88, 111 y 130 días después del trasplante.**

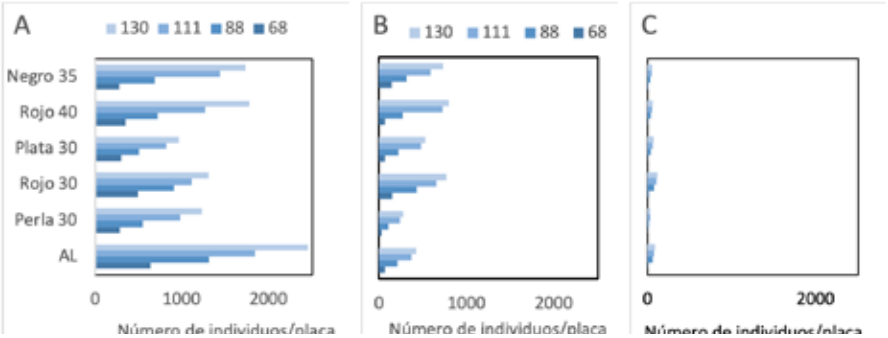


Figura 4. **Capturas realizadas de *Empoasca* en placas de color Rojas (A), Amarillas (B) y Azules (C) bajo los diferentes tratamientos, a los 68, 88, 111 y 130 días después del trasplante.**

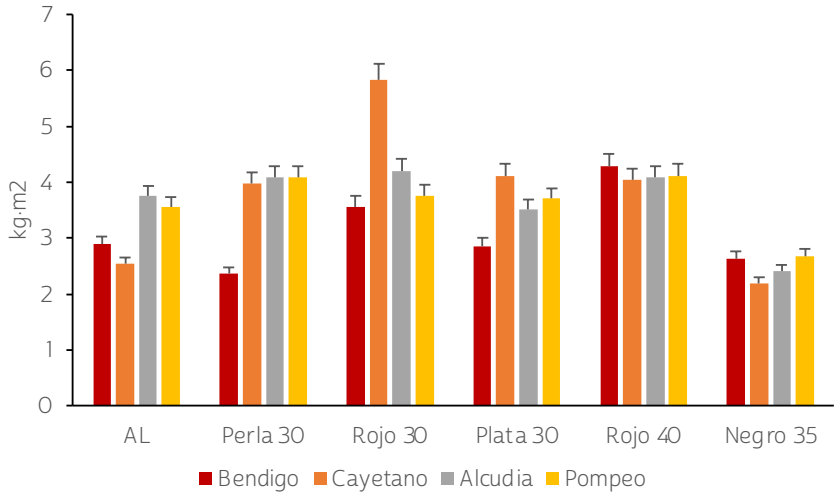


Figura 5. **Producción de los pimientos de tipo California (cvs Bendigo y Cayetano) (A), y tipo Lamuyo (cvs Alcudia y Pompeo) (B), bajo los distintos tratamientos fotoselectivos.**

ESTUDIO DE LAS MODIFICACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES DE SAVIA EN CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Llanderal, A.[1], García-Caparros, P.[2], Lao, M.T.[2], Segura, M.L.[3]

*[1] Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniera Agropecuaria.
Av. C. J. Arosemena, km 1,5, Casilla Postal 09014671 Guayaquil, Ecuador
**[2]Departamento de Agronomía. Universidad de Almería. Carrera de Sacramento s/n, C.P. 04120, La Cañada de San Urbano, Almería.
***[3] Área de Agricultura y Medio Ambiente, IFAPA Centro La Mojonera, Camino San Nicolás, Nº1, C. P. 04745, La Mojonera (Almería). Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. marial.segura@juntadeandalucia.es

RESUMEN

En el sureste de España, los cultivos hortícolas intensivos se desarrollan mayoritariamente en invernaderos de polietileno con fertirrigación. El objetivo de este experimento ha sido determinar la concentración de determinados nutrientes del extracto celular (savia) y las variaciones en el entorno espacio-tiempo sobre los mismos en condiciones de invernadero, considerando la heterogeneidad microclimática generada en el invernadero y el suelo. El ensayo se realizó en un invernadero tipo Almería ubicado en la finca UAL-ANECOOP, en un suelo tipo enarenado, en un cultivo de ciclo corto de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. "Canaria"), con una densidad de plantación de 2 plantas m^{-2} y fertirriego mediante un sistema de distribución por goteo. Se seleccionaron 20 plantas para la realización de los muestreos. Se realizaron 12 muestreos de hoja, con periodicidad semanal desde los 86 días después del trasplante (DDT) hasta los 163 DDT (final experiencia). En la savia extraída del peciolo de la hoja se determinaron Cl^-, N-NO_3^-, P-$H_2PO_4^-$, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} y Na^+ mediante cromatografía iónica líquida (HPLC).

Se observa una disminución de la concentración de K^+ y P-$H_2PO_4^-$ a lo largo del desarrollo del cultivo y un incremento de los niveles de N-NO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, Cl^-, y SO_4^-. La distribución espacial de los nutrientes en savia no es homogénea y está relacionada con el punto de muestreo, donde se observa una relación de antagonismo entre los aniones N-NO_3^- y Cl^-, y entre los cationes K^+, Na^+ y Mg^{2+}.

Palabras clave: suelo enarenado, N, P, K, Cl, Ca, Mg, Na.

INTRODUCCIÓN

En los cultivos hortícolas en invernadero del sureste español, la producción se desarrolla sobre un sistema de suelo "enarenado" (Segura, 1995; Lao, 2002). Si bien el método generalizado de aportación de fertilizantes es a través de la fertirrigación, la sobre-fertilización de los cultivos ha producido problemas de excesos de nitratos en acuíferos costeros (García-Caparrós *et al.*, 2017), los cuales afectan negativamente al medio ambiente (Gallardo *et al.*, 2009). En este sentido el uso de métodos de diagnóstico para evaluar el estado nutricional del cultivo es de gran importancia para mejorar la precisión y la eficiencia de uso de los fertilizantes. Para el diagnóstico, base del manejo del fertirriego, se pueden emplear diferentes técnicas entre las que tradicionalmente destacan: el análisis de tejidos, el análisis del suelo y la observación de síntomas; técnicas que se deben conjugar con el conocimiento del régimen de fertilización que se está llevando a cabo (Bould, 1983). No obstante, en la actualidad se vienen desarrollando nuevos procedimientos de diagnóstico basados en pruebas bioquímicas y análisis combinados de sustrato-agua-planta (Mathers, 2000). En muchas ocasiones hay una falta de correlación entre las variaciones del potencial nutritivo del medio de cultivo y la composición química de la hoja. Hay pues, que buscar nuevos métodos de diagnóstico que mejoren y complementen el análisis foliar que refleja la situación nutricional pasada. El diagnóstico nutricional basado en el extracto celular (savia) del peciolo de la hoja es una herramienta útil para identificar intervalos de concentración de nutrientes asociados con deficiencias, toxicidades o desequilibrios en las diferentes fases fenológicas de la planta y su relación con su potencial de rendimiento (Cary, 1971; Fageria *et al.*, 1991). El material de referencia corresponde al jugo extraído de los tejidos conductores de la hoja que proviene tanto del xilema como del floema de la planta (Cadahía, 2008). El análisis de savia es un medio dinámico que permite identificar y prever, desde las primeras etapas de cultivo, alguna de las manifestaciones u alteración nutrimental que afecte el rendimiento del cultivo y resume la relación planta-suelo, sino también otros factores ambientales que influyen sobre el desarrollo de la planta (Constable *et al.*, 1991; Huett y White, 1991; Fox *et al.*, 1994; Schmidhalter, 1994; Westcott y Knox, 1994).

El objetivo de este trabajo es determinar la concentración de determinados nutrientes de la savia del cultivo de tomate y las modificaciones que sufren dichas concentraciones en función de su ubicación en el invernadero y del momento de la toma de muestras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernadero tipo Almería ubicado en la finca UAL-ANECOOP, de 1.024 m^2 sobre suelo "enarenado" en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. "Canaria") en ciclo de otoño y densidad de plantación de 2 plantas m^{-2}. La fertirrigación del cultivo se llevó a cabo con la siguiente solución nutritiva (mmol L^{-1}): cloruro (Cl^-) 6,44, nitrato ($NO3^-$) 13,00, fosfato

($H_2PO_4^-$)1,26, sulfato (SO_4^{2-}) 6,82, potasio (K^+) 7,62, calcio (Ca^{2+}) 5,50, magnesio (Mg^{2+}) 3,90 y sodio (Na^+) 7,54, conductividad eléctrica (CE) de 3,40 dS m^{-1} y pH de 5,80. Para la toma de muestras foliares se escogieron 5 líneas de cultivo con 4 puntos de muestreo por línea (esquema 1), con un total de 20 muestras por muestreo. Se realizaron 12 muestreos con periodicidad semanal desde los 86 días después del trasplante (DDT) hasta el 163 DDT. En el laboratorio se separó el peciolo del limbo foliar en las diferentes muestras, se lavaron con agua destilada y posteriormente se secaron con papel de filtro. Una vez secos fueron troceados en fracciones de 0,5 cm, y posteriormente se conservaron durante 24 h a temperatura de -16ºC para la rotura de las paredes celulares por congelación. La extracción de la savia del peciolo se realizó sobre el material una vez alcanzada la temperatura ambiente utilizando una prensa de polietileno, de acuerdo con la metodología descrita por Cadahía (1973). Las sales analizadas en la savia fueron: Cl^-, N-NO_3^-, P-$H_2PO_4^-$, SO_4^{2-}, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} y Na^+, mediante cromatografía iónica líquida (HPLC) (Martínez-Grau y Csáky, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La *Tabla 1* presenta las concentraciones y los coeficientes de variación de aniones y cationes de la savia del peciolo foliar. El contenido de Cl^- en savia muestra un valor medio de 11.203 ppm, y un coeficiente de variación (CV) del 11%, valores superiores a los obtenidos para el mismo cultivo por Segura (1995) en condiciones similares de desarrollo con valores de 5.374 ppm pero con mayor CV (30%). La concentración de NO_3^- presenta un valor medio de 1.252 ppm, y similar a los presentados por Castro-Brindis *et al.* (2000) en el mismo cultivo (1.290 ppm). Los valores medios, de la concentración de P-$H_2PO_4^-$ han sido de 40 ppm, con un elevado CV del 91%. Estos valores están en el entorno a los presentados por Segura (1995) en esta misma zona, con valor promedio de 176 ppm y CV de 27%. Burgueño *et al.* (1999) considera que valores inferiores a 170 ppm se consideran carenciales. Los bajos valores de P pueden estar relacionados con la precipitación del elemento en suelos de pH básico, como demuestra Shedeed *et al.* (2009). La concentración media de SO_4^{2-} fue de 1.911 ppm. En el caso del Na^+ se alcanzaron niveles medios de 5.517 ppm, superiores a los obtenidos por Olías *et al.* (2009) en plántulas de tomate (1.679 ppm), y muy superiores a los determinados por Burgueño *et al.* (1999) que considera 50 ppm como valor óptimo. La concentración de K^+ fue de 4.584 ppm, similar a la obtenida por Segura (1995) (4.647ppm). La concentración media coincide con el valor óptimo propuesto por Burgueño *et al.* (1999). Los niveles promedio de Ca^{2+} fueron de 5.546 ppm, valor superior al obtenido por Armenta *et al.* (2001) (957 ppm) y Burgueño *et al.* (1999) que considera una concentración óptima de Ca^{2+} de 200 ppm para el cultivo de tomate. En el caso del Mg^{2+} la concentración media fue 1.687 ppm, superior a los presentados por Segura (1985) y Armenta *et al.* (2001) con un valor medio de 801 y 1.310 ppm con coeficientes de 14% y 27% en un cultivo de tomate en invernadero y muy superiores al óptimo propuesto por Burgueño *et al.* (1999).

Variación de la concentración de nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo

El contenido de nutrientes de la planta puede variar en función del estado fenológico del cultivo, así Morard y Kerhoas (1982) proponen concentraciones diferenciales de nutrientes en savia en función de la etapa de desarrollo de la planta. Las figuras 1 a 8 muestran la evolución de la concentración de nutrientes en el tiempo. Las concentraciones de Cl^-, N-NO_3^-, aumentan en el tiempo. Evolución similar a la obtenida por Castro-Brindis *et al.* (2000) en el mismo cultivo. Pilbeam y Kirkby (1990) observan que cuando el NO_3^- es la única fuente de nitrógeno en la solución del suelo, como sucede en este caso, la mayoría de las plantas muestran una preferencia por los cationes como K^+, Na^+, Ca^{2+}, y Mg^{2+} que a su vez incrementan la actividad del enzima nitrato reductasa en la raíz, con la consiguiente reducción de NO_3^- a NO_2^-, generando un consumo excesivo de NO_3^-, que se acumulan en la planta. Los niveles de P-$H_2PO_4^-$ disminuyen a partir del inicio de recolección hasta el final del ciclo de desarrollo (*Figura 3*). Inicialmente el P es acumulado en tejidos maduros del tallo y de la raíz (Cadahía, 1998) y desde allí es suministrado para el inicio del crecimiento del brotes, hojas y frutos, lo cual indica que en este período (engorde del fruto), la planta requiere niveles elevados de P para mantener el nivel energético (ATP) y para la conformación de nuevas estructuras a nivel de tallos y hojas, puesto que participa como componente de los fosfolípidos en las biomembranas (Havlin *et al.*, 1999). La concentración de SO_4^{2-} aumenta durante el periodo de formación del fruto con una concentración máxima a los 107 DDT (inicio recolección), a partir de este momento la concentración de SO_4^{2-} tiende a descender en el tiempo (*Figura 4*). El K^+ en savia (*Figura 5*) alcanza su valor máximo al inicio de recolección y decrece en el tiempo hasta el final del ciclo de desarrollo. Este aumento coincide con el proceso de expansión de las hojas y frutos, ya que el K^+ es requerido para la extensión celular (Salisbury y Ross, 2000). El Ca^{2+} y Mg^{2+} muestran una evolución en el tiempo similar a los nitratos (*Figuras 6 y 7*). Este comportamiento es similar al observado por Armenta *et al.* (2001) en el mismo cultivo. La concentración de Na^+ en savia (*Figura 8*) a lo largo del cultivo, presenta una evolución similar a los niveles de SO_4^{2-}.

Variación de las concentraciones de nutrientes en savia de tomate en función de la localización de las plantas en el invernadero

Las *Figuras 9* a *17* muestran las curvas de regresión multivariante de los parámetros nutricionales relacionados con la posición de la planta en el invernadero. Así se observa que la mayor concentración de Cl^- con niveles en torno a 1.200 ppm, se localiza en la zona este del invernadero (*Figura 9*) y en el caso de N-NO_3^- (1.300 ppm) en la zona central (*Figura 10*). Comparando ambas gráficas, se observa cierto efecto antagónico NO_3^-/Cl^-. Esta interacción podría explicarse a partir de los resultados de Cram (1973) que encontró que la competición entre Cl- y NO_3^- se producía a nivel de la membrana vacuolar y no en el plasmalema. Los niveles de P-$H_2PO_4^-$ oscilaron entre 10 y 40 ppm (*Figura 11*), presentando la

mayor concentración las plantas situadas en la zona central del invernadero, lo cual puede estar relacionado con el menor pH del suelo en esta zona (*Figura 17*) que presenta un valor de 7,6. Estos resultados se encuentran acorde con los obtenidos por Chen y Barber (1990) que evaluaron la relación entre la disponibilidad del K^+ y de P-$H_2PO_4^-$ respecto al pH del suelo, determinando mayor disponibilidad del elemento a pH neutro. Se observa una distribución bastante homogénea en los niveles de S-SO_4^{2-} (1.900-2.100 ppm) (*Figura 12*). La mayor concentración de K^+ en savia (5.000 ppm) la obtienen las plantas situadas en la parte oeste del invernadero (*Figura 13*). Las concentraciones de Na^+ que están entre 5.000 a 5.500 ppm, con valores mayores en la zona este del invernadero (*Figura 16*). Al observar ambas figuras se puede apreciar un efecto antagónico o de competencia K^+/Na^+, ya que el exceso de Na^+ inhibe la absorción de K^+ y podría conducir a la aparición de síntomas relacionados con la deficiencia de K^+ tales como clorosis y necrosis (Gopa y Dube, 2003). La *Figura 14* muestra las concentraciones de Ca^{2+}, con un valor promedio de 5.500 ppm, donde al igual que el SO_4^{2}, presenta una distribución homogénea. La *Figura 15* muestra la distribución de la concentración de Mg^{2+} en savia, alcanzando niveles más bajos (1.600 ppm) en la zona central del invernadero, y niveles máximos 1.800-1.900 ppm en la zona este y oeste del invernadero.

CONCLUSIONES

La concentración de macroelementos y otras sales de la savia del peciolo del tomate varía a lo largo del cultivo y según la localización de la planta en el invernadero. Los niveles de K^+ y P-$H_2PO_4^-$ disminuyen durante el ciclo de desarrollo, por el contrario N-NO_3^-,Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, Cl^-, y SO_4^{2-} se acumulan con el tiempo. La distribución espacial de los nutrientes en savia no es homogénea y está relacionada con el punto de muestreo; donde se observa una clara relación de antagonismo entre los aniones N-NO_3^- y Cl^-, y una leve relación entre los cationes K^+, Na^+ y Mg^{2+}. También es destacable una fuerte relación entre la concentración de P-$H_2PO_4^-$ de la savia y pH de la solución del suelo.

La información obtenida en este trabajo permitirá interpretar con mayor precisión las concentraciones de nutrientes en savia y por tanto acercarnos a una planificación más eficiente de la toma de muestras para el análisis de savia del cultivo de tomate en condiciones de invernadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMENTA, B.D.; BACA, C.G.; ALCÁNTARA, G.G.; KOHASHI, S.J.; VALENZUELA, U.G.; MARTÍNEZ, G.A. 2001. *Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate*. Rev. Chapingo Ser. Hort. 7: 61-75.

BOULD, C. 1983. *Methods of diagnosing nutrient disorders in plants*. En: Bould.

C., Hewitt E., Needham P. (Ed) 1983. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants. Volume I*. Principles, HUSO, London, 111 – 136 pp.

BURGUEÑO, H.; URIBE, F.; VALENZUELA, M. 1999. *Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el valle de Culiacan, México*. Información tecnica Bursag SA de CV.

CADAHÍA, C. 1973. *El análisis de la savia como índice de fertilización. Manuales de la ciencia actual*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

CADAHÍA, C. 1998. *Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 475 p.

CADAHÍA, C. 2008. *Fertirrigación. La savia como índice de fertirrigación cultivos agroenergeticos, hortícolas, frutales y ornamentales*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 26 p.

CARY, R.P. 1971. *The irrationally of using leaf analysis as a unique reference to citrus fertilizer requirement*. In: R.M. Samish. *Recent advances in plant nutrition. Vol. 1*. Gordon and Breach Science Publishers. New York, USA.

CASTRO-BRINDIS R., SÁNCHEZ-GARCIA, P.; PEÑA-LOMELÍ, P.; ALCANTAR-GONZÁLEZ, G.; BACA-CASTILLO, G.; LÓPEZ-ROMERO, R.M.L. 2000. *Niveles críticos, de suficiencia y toxicidad de N-NO3- en el extracto celular de peciolos de tomate de cáscara*. Terra, 141-144.

CHEN, J.H.; BARBER, S.A. 1990. *Soil pH and phosphorus and potassium uptake by maize evaluated with an uptake model*. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1032-1036.

CONSTABLE, G.A.; ROCHESTER, I.J. ; BETTS, J.H.; HERRIDGE, D.F. 1991. *Prediction of nitrogen fertilizer requirement in cotton using petiole and sap nitrate*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 22: 1315-1324.

CRAM, W.J. 1973. *Internal factors Regulating nitrate and chlorite influx in plant cells. J. of Exper*. Botany. 24: 328-341.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, B.C. ; JONES C.A. 1991. *Growth and mineral nutrition of field crops*. Marcel Dekker Inc., New York, USA.

FOX, R.H.; PIEKIELEK, W.P.; MCNEAL, K.E.; SCHENK, J.S.; TOTH J.D. 1994. *Quick test for assessing nitrogen fertilizer need of maize in humid regions*. pp. 113-114. In: Vol. 5B. Memorias del 15º Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro., México.

GALLARDO, M.; THOMPSON, R.B.; RODRÍGUEZ, J.S.; RODRÍGUEZ, F.; FERNÁNDEZ, M.D.; SÁNCHEZ, J.A.; MAGÁN, J.J. 2009. *Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate*. Agric. Water Manag. 96: 1773-1784.

GARCIA-CAPARROS, P.; CONTRERAS, J.I; BAEZA, R.; SEGURA, M.; LAO, M.T. 2017. *Integral management of irrigation water in intensive horticultural systems of Almería*. Sustainability, 9 (12), 2271.

GOPA, R.; DUBE, B.K. 2003. *Influence of variable potassium on barley metabolism*. Ann. Agric. Res. 24: 73-77.

HAVLIN, J.L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L., 1999. Soil Fertility and Fertilizers. An introduction to nutrient management, Sixth Edition, Prentice Hall, Inc. New Jersey 196 – 298 pp.

HUETT, D.O.; WHITE, E. 1991. *Determination of critical nitrogen concentrations of zucchini squash (Cucurbita pepo L.) cv. Blackjack grown in sand culture*. Australian J. Exp. Agric. 31: 835-842.

LAO, M.T.2002. *Gestión del fertirriego de los invernaderos de Almería mediante el uso de sondas de succión*. Editorial: Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería. 252 pp.

MARTÍNEZ-GRAU, M.A.; CSÁKY, A.G. 1998. *Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica*. Ed. Síntesis. Madrid.

MATHERS, H. 2000. *Detection of mineral deficiencies in ornamentals*. GMPRO. 16 (5) : 50 – 52 pp.

MORARD, P.; KERHOAS, J. 1982. *Controle de la nutrition et de la fertilisation des cultures legumieres par l'analyse de sucs extraits des tissus conducteurs*. (S.E.T.C.).C.R. Acad. Agric. de France.

OLÍAS, R.; ELJAKAOUI, Z.; LI, J.; ALVAREZ DE MORALES, P.; MARIN-MANZANO, M.; PARDO, J.; PILBEAM, D. J.; KIRKBY, E.A. 1990. *The physiology of nitrate uptake nitrogen in higher plants*. Y P abrol (ed) John Wiley and sons. N.Y. pp: 39-61.

PILBEAN & KIRBY (1990)

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. 2000. *Fisiología de las Plantas. Células: agua, soluciones y superficies*. Paraninfo Thompson Learning Ed. Madrid, España. 235-243 pp.

SCHMIDHALTER, U. 1994. *On-farm soil nitrate test*. pp. 115-116. In: Vol. 5A *Memorias del 15º Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo*. Acapulco, Gro. México.

SEGURA, M.L. 1995. *Fertirrigación de cultivos hortícolas en condiciones salinas con sistema enarenado y sustratos alternativos*. Comarca Agrícola de Almería. Universidad Autónoma de Madrid.

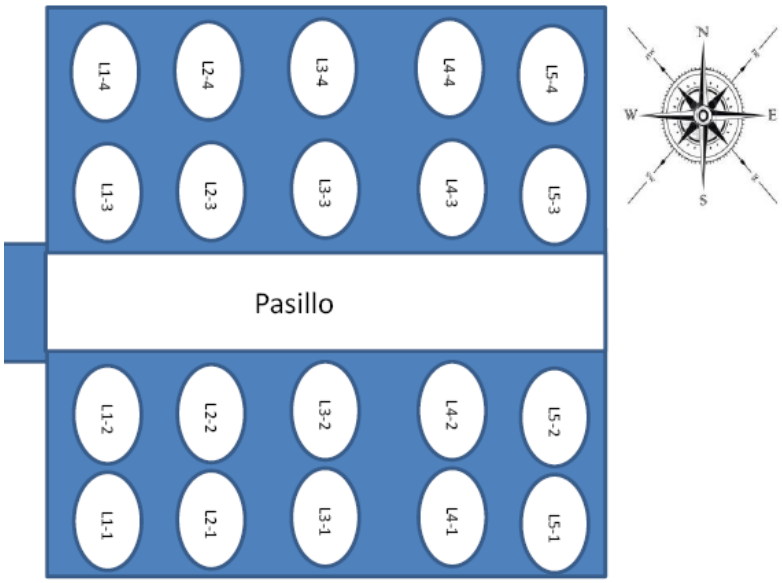
SHEDEED, S. I.; ZAGHLOUL, S. M.; YASSEN, A. A. 2009. *Effect of method and rate of fertilizer application under drip irrigation on yield and nutrient uptake by tomato*. Ocean Journal of Applied Sciences, 2(2), 139-147.

WESTCOTT, M.P.; KNOX, M.L. 1994. *Kinetics of soil-plant nitrate relations in potato and peppermint: a model for derivative diagnosis*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25: 469-478.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo ha sido financiado por el grupo de investigación AGR-242.

TABLAS



Esquema 1. **Puntos de muestreo seleccionados en el invernadero.**

Tabla 1. **Concentración media, mínima, máxima de Cl^-, N-NO_3^-, P-$H_2PO_4^-$, S-SO_4^{2-}, K^+, Ca^{2+} y Mg^{2+} de savia de tomate, expresada en ppm.**

CONCENTRACIÓN (PPM)				
Elemento	**Promedio**	**Min**	**Max**	**CV (%)**
Cl^-	11.203	8.689	14.498	11
N-NO_3^-	1.252	810	1.633	17
P-$H_2PO_4^-$	40	13	223	91
S-SO_4^{2-}	1.911	1.684	2.905	6
Na^+	5.517	4.095	7.581	13
K^+	4.533	3.01	6.457	16
Ca^{2+}	5.546	4.094	7.557	11
Mg^{2+}	1.687	1.007	2.287	18

FIGURAS

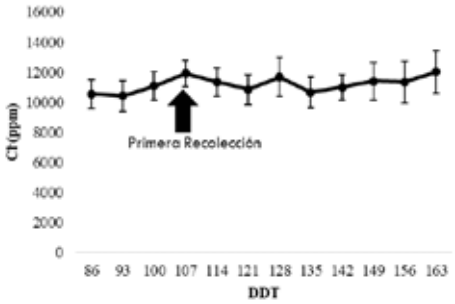


Figura 1. **Concentración de Cl^- en savia a lo largo del cultivo.**

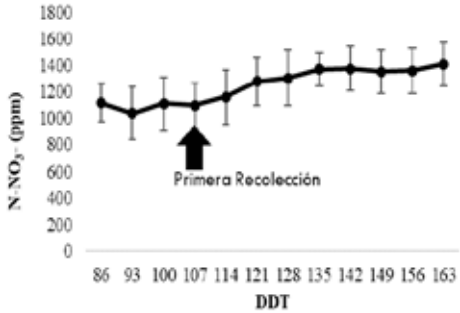


Figura 2. **Concentración de $N\text{-}NO_3^-$ en savia a lo largo del cultivo.**

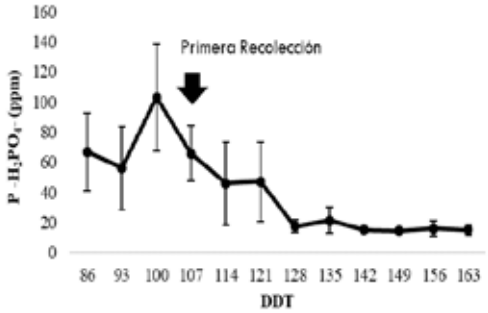


Figura 3. **Concentración de $P\text{-}H_2PO_4^-$ en savia a lo largo del cultivo.**

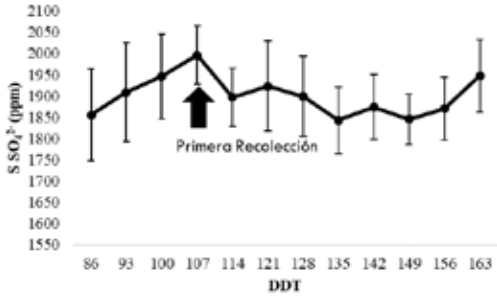


Figura 4. **Concentración de $S\text{-}SO_4^{2-}$ en savia a lo largo del cultivo.**

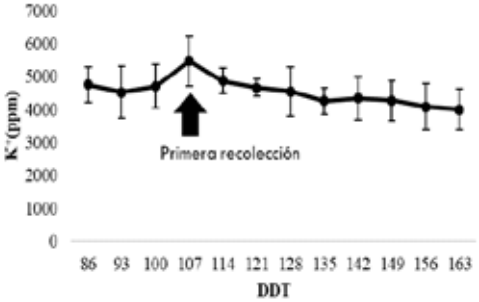


Figura 5. **Concentración de K^+ en savia a lo largo del cultivo.**

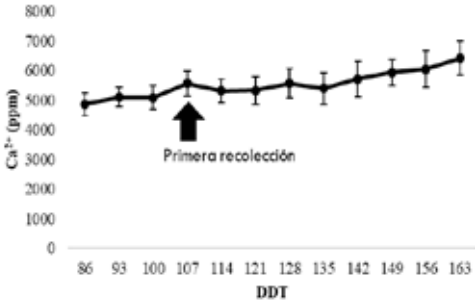


Figura 6. **Concentración de Ca^{2+} en savia a lo largo del cultivo.**

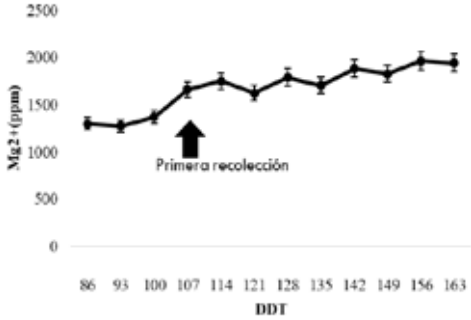


Figura 7. **Concentración de Mg^{2+} en savia a lo largo del cultivo.**

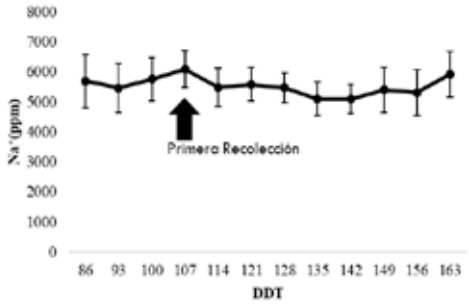


Figura 8. **Concentración de Na^{2+} en savia a lo largo del cultivo.**

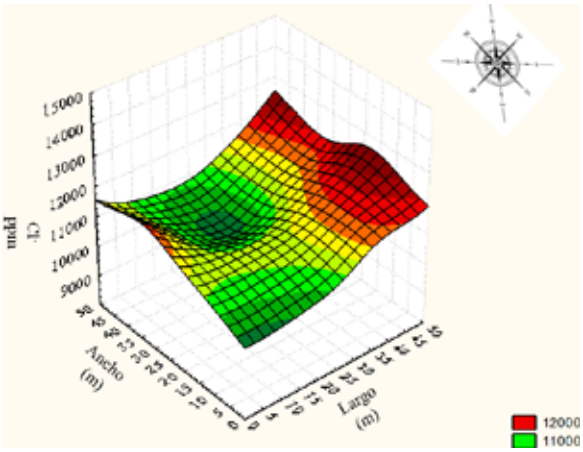


Figura 9. **Mapa topográfico de las concentraciones Cl^- en savia en invernadero.**

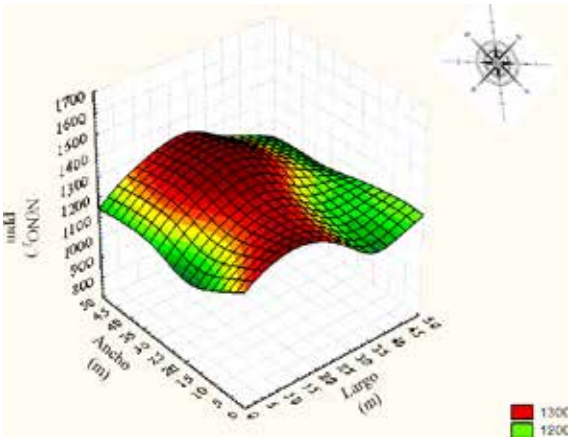


Figura 10. **Mapa topográfico de las concentraciones $N\text{-}NO_3^-$ en savia en invernadero.**

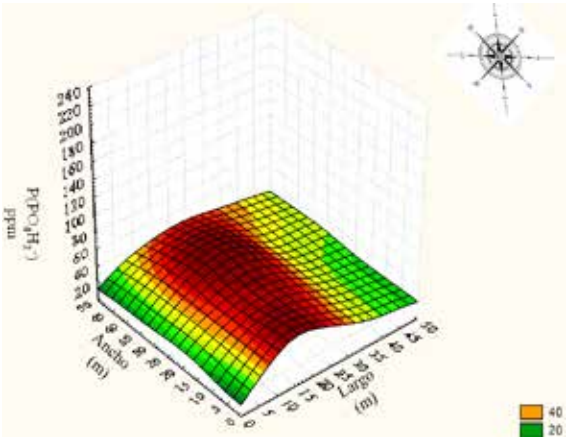


Figura 11. **Mapa topográfico de las concentraciones $P\text{-}H_2PO_4^-$ en savia en invernadero.**

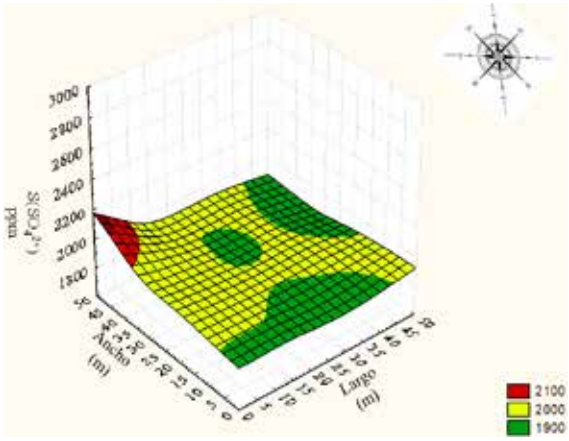


Figura 12. **Mapa topográfico de las concentraciones $S\text{-}SO_4^{2-}$ en savia en invernadero.**

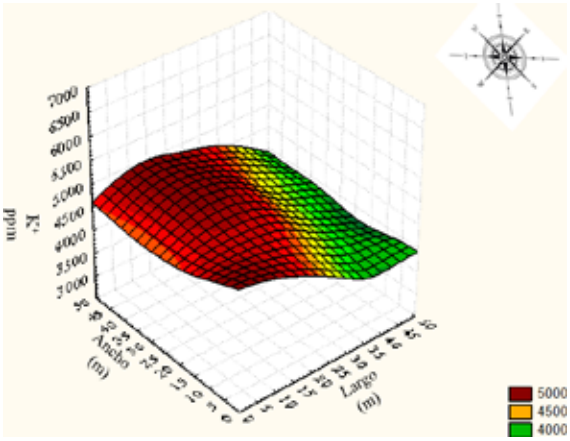


Figura 13. **Mapa topográfico de las concentraciones K^+ en savia en invernadero.**

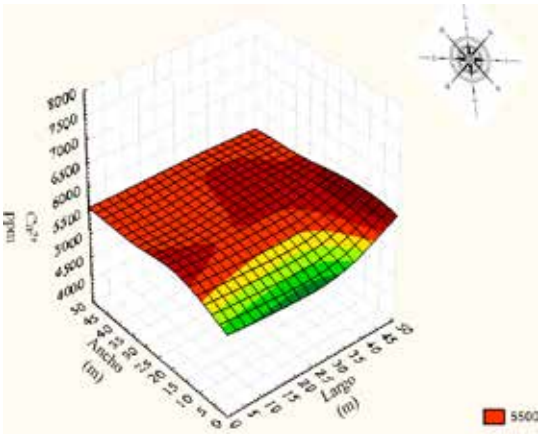


Figura 14. **Mapa topográfico de las concentraciones Ca^{2+} en savia en invernadero.**

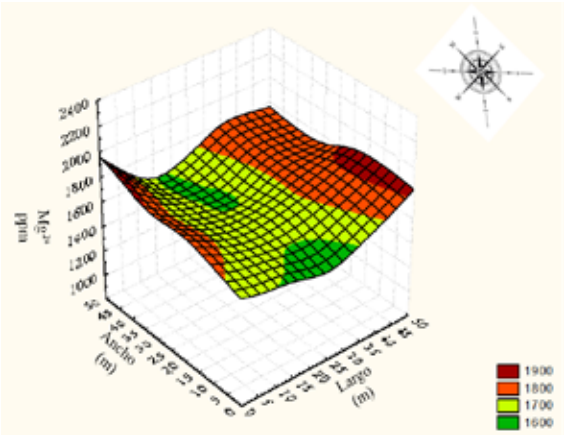


Figura 15. **Mapa topográfico de las concentraciones Mg^{2+} en savia en invernadero.**

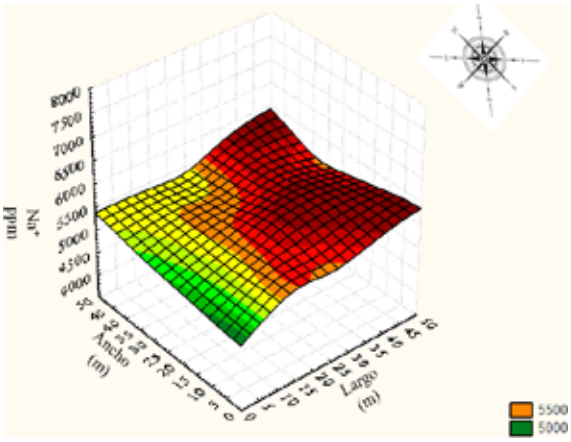


Figura 16. **Mapa topográfico de las concentraciones Na^{+} en savia en invernadero.**

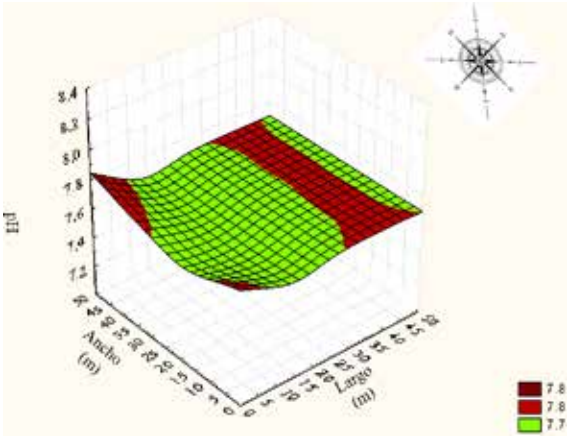


Figura 17. **Mapa topográfico del pH en de la solución de suelo en el invernadero.**

COMPORTAMIENTO DE 14 CULTIVARES DE TOMATE DE INDUSTRIA EN EL BAJO GUADALQUIVIR

Cermeño-Sacristán. P.[1]; Durán-Zuazo, V.H.[2]; Andreu-Cáceres, L.[3]; Romero-Solís, M.J.[1]

[1]IFAPA Centro Las Torres-Tomejil. Alcalá del Río. Sevilla.
[2]IFAPA Centro Camino de Purchil. Granada.
[3]Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla. mariajoseromerosolis@gmail.com

RESUMEN

En Andalucía, el tomate para industria tiene su origen en la zona del Bajo Guadalquivir, remontándose su implantación al año 1986. En este cultivo, el incremento de rendimientos ha sido superior al 150% en las últimas campañas debido entre otros factores a la aparición en el mercado de diversas variedades de alto rendimiento con una mayor adaptación a las condiciones locales. El objetivo de este ensayo es evaluar el comportamiento agronómico de diferentes variedades de tomate de uso en industria en la zona del Bajo Guadalquivir a fin de discernir cuáles son los cultivares con mayor rendimiento productivo y/o una mayor calidad final.

Se han estudiado 14 cultivares de tomate: Top 224, Pumatis, H-1301, CLX-384420, UG-21511, Mossino, Faber, UG-16112, Gong, Impact, Scooter, NUM00283, HM-5900 Y H-1015.

El ensayo de realizó en la parcela experimental 1025B del Sector BXII perteneciente a la S.C.A. Las Marismas ubicada en Lebrija, Sevilla. Los parámetros agronómicos y de calidad medidos fueron: producción, destrío, materia seca, humedad, firmeza, grados brix, pH, acidez titulable, vitamina C, licopeno y clorofila.

El cultivar que obtuvo mayor rendimiento fue H-1301, sobrepasando las 181 t ha-1. H-1015 obtuvo mayor rendimiento en materia seca alcanzando 26 t ha^{-1}. Scooter obtuvo la máxima firmeza en el fruto y mayor contenido de sólidos solubles totales con 6,66 ºBrix. H-1301 y H-1015 registraron el pH más elevado 4,6. La mayor acidez titulable se registró en HM-5900. La diferencia en el contenido en licopeno fue significativa entre Scooter y Faber, la mayoría de los cultivares se aproximaron a 10 mg mg MF-1. NUM00283 fue el cultivar con mayor contenido de clorofila 35 mg mg MF^{-1} y el mayor contenido en vitamina C lo obtuvieron H-1015 y TOP 224.

Palabras clave: rendimiento, fruto, transformación, calidad.

INTRODUCCIÓN

El rápido desarrollo de la industria para procesado del tomate en los países desarrollados en las recientes décadas, puede ser atribuido a la introducción de variedades mejoradas, técnicas de producción más eficientes y mejores métodos de procesado (Jaramillo *et al.*, 2007), así como a su recolección totalmente mecanizada (Arazuri *et al.*, 2004, 2010).

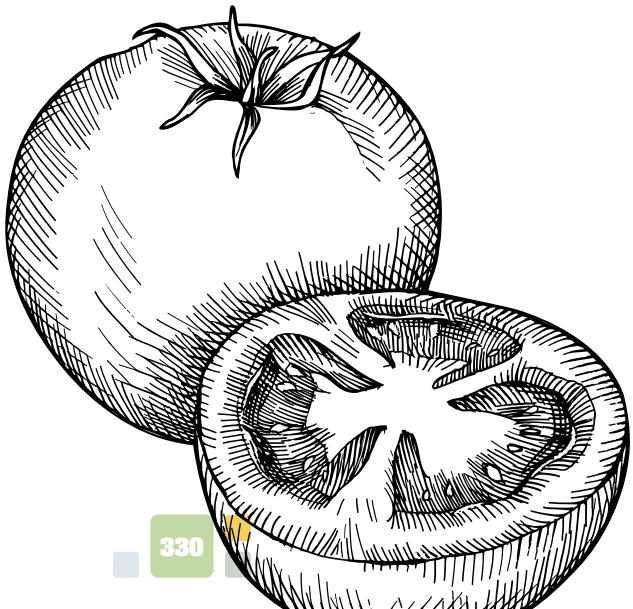
El tomate tiene importantes propiedades nutricionales. Es uno de los alimentos con mayor contenido de licopeno, un pigmento que le otorga el característico color rojo y que es un poderoso antioxidante que contribuye a reducir la incidencia de enfermedades cancerosas, como las de pulmón, próstata y tracto digestivo, además de enfermedades cardiovasculares y otras asociadas al envejecimiento. El tomate también es rico en vitaminas A, C y minerales (Tapia, 2013).

Las características que han de reunir las distintas variedades de tomate para ser utilizadas con fines industriales se refieren a la forma, el color y el tamaño, pero son más importantes los caracteres relativos a la calidad interna de los frutos como: acidez, contenido en azúcares, sólidos solubles totales y el porcentaje de materia seca (Hemaprabha y Balasaraswathi, 2008). Existen otras características que determinan la calidad industrial del tomate como: el color, la apariencia y la firmeza (Baldwin *et al.*, 2008).

Según Bartell *et al.* (2010) existen diferentes parámetros o indicadores que determinan la calidad interna de frutos de tomate para la industria y dentro de ellos, los de mayor importancia son el contenido en sólidos solubles totales, pH y acidez titulable.

El contenido de sólidos solubles totales, expresado en ºBrix. En la mayor parte de las variedades este indicador se sitúa entre 4,5 y 7,5 ºBrix, y puede estar influenciado por factores como el clima, el riego, el estado de madurez de los frutos y otros. La acidez titulable influye sobre el sabor del fruto, suele oscilar entre 3,5 y 4,0 $g \cdot L^{-1}$ de zumo.

El objetivo de este ensayo es evaluar el rendimiento y la calidad de catorce cultivares de tomate de industria en la zona del Bajo Guadalquivir.



MATERIAL Y MÉTODOS

Se han elegido 14 cultivares de tomate de industria procedente de diferentes casas comerciales. A continuación, se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVAR	CASA COMERCIAL
Top 224	**Intersemillas**
Pumatis **HM-5900** **CLX-384420**	Clause
UG-21511 **UG-16112**	Unigen Seeds
Mossino	Agrotip
Faber **Gong** **Impact** **Sccooter**	Isi Sementi
NUM 00283	Nunhems
H-1301 **H-1015**	Heinz

Las plantas se han obtenido en semillero aprovechando las instalaciones del semillero de la S.C.A. Las Marismas. El ensayo se realizó en el periodo comprendido entre 25 marzo y 26 agosto de 2018. El ciclo del cultivo comprendió 120 días.

Se estableció como diseño experimental el modelo de bloques al azar con 3 repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de 360 m^2, la superficie total del ensayo 11.880 m^2, y el marco de plantación de 0,22m x 1,50m. El consumo de agua en riego por goteo fue determinado en función de las condiciones climáticas, precipitaciones y evapotranspiración.

Los parámetros medidos fueron: Producción comercial; destrío; sólidos solubles totales mediante refractómetro digital ATAGO.Co.LTD; licopeno y clorofila mediante espectofotómetro Power Wave HT Biotek Instruments (Núñez Aguilar *et al.*, 2005); pH mediante pH-metro checker Hanna Instruments; acidez titulable mediante volumetría ácido-base (Boekenoogen, 1964); firmeza mediante penetrómetro 53025 Digital fruit firmness tester tr Turoni, Italy. El análisis estadístico consistió en un análisis de varianza ANOVA al 95% de nivel de confianza y estudio de la mínima diferencia significativa LSD, mediante el software Statistix v. 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivar que destacó significativamente con un mayor rendimiento (*Figura 1*) del ensayo fue H-1301, con 181,2 t ha^{-1}. En la *Figura 2*, resaltó el cultivar H-1015 por su menor destrío con 90 Kg ha^{-1}. En cuanto a la producción en materia seca (*Figura 3*), destaca nuevamente el cultivar H-1015 y Mossino sobrepasando las 25 t ha^{-1}. No apreciándose diferencias muy relevantes entre el resto de cultivares.

Entre los parámetros físicos considerados que describen al tomate se ha determinado la firmeza del fruto (*Figura 4*), donde ha destacado de manera significativa el cultivar Scooter con 3.08 Kg cm^{-2}. Los parámetros químicos se han determinado para obtener la calidad del tomate. Entre los parámetros químicos que se estudian en el tomate nos centramos en el pH, sólidos solubles totales, contenidos de clorofila y licopeno, acidez titulable y vitamina C. La *Figura 5* muestra que el pH oscila de 4,18 a 4,67, aunque el intervalo no es demasiado amplio sí se establecen diferencias significativas entre H-1015 y CLX-384420 en comparación con los otros cultivares. Uno de los parámetros más relevantes en el cultivo del tomate industrial son los sólidos solubles totales, el precio de la cosecha giran en gran medida en torno al valor de este parámetro siendo favorable cuanto mayor sea este. En este ensayo (*Figura 7*) oscila de 5,5 a 6,7 ºBrix, siendo Scooter y H-1015 los cultivares que alcanzaron mayor valor, apreciándose diferencias significativas en este parámetro entre diferentes cultivares. El contenido de clorofila y licopeno (*Figuras 9 y 10*) nos informan sobre el estado de la planta. A medida que el cultivo avanza el contenido de clorofila disminuye y el de licopeno aumenta, así es favorable que el contenido de licopeno sea máximo en el momento de la recolección. El cultivar con mayor contenido en licopeno fue Scooter con 10,33 mg licopeno mg MF^{-1}, mientras que el de menor contenido en clorofila fue Faber con 16,67 mg clorofila mg MF^{-1}. El cultivar TOP-224 resultó ser el de menor acidez titulable con 3,54% de ácido cítrico (*Figura 6*) y el de máximo contenido de vitamina C con 89,8 ppm (*Figura 11*) destacando de manera significativa sobre el resto de cultivares ensayados.

CONCLUSIONES

Los cultivares más productivos de esta campaña fueron H-1301 y H-1015 y en rendimiento en materia seca fue H-1015. H-1015 es un firme candidato para la producción a escala por el productor.

En cuanto a grados Brix todos los cultivares cumplen lo exigido por la industria transformadora. Los cultivares Scooter y Mossino poseen mayor firmeza en el fruto con la consiguiente ventaja en la recolección y el transporte conservación de propiedades hasta su llegada a la industria.

El momento de la recolección influye directamente en la calidad del tomate, una buena planificación es necesaria para recolectar el tomate en su momento óptimo y obtener un producto de calidad bien valorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN, A. 2013. *Calidad postcosecha del tomate (Solanum lycopersicum L.) Cultivado en sistemas ecológicos de fertilización*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

ARAZURI, S. JARÉN, C., ARANA, J.I., ARNAL, P., ARMENDARIZ, R., GERVAZ, C. 2004. *Evaluation of damage produced by tomato harverters using the IS-100*. ISHS Acta Horticulturae 724. IX International Simposium on the processing tomato

ARAZURI, S., JARÉN, C., ARANA, J.I., ARIAS, N., MACUA, J.I., LAHOZ, I. 2010. *Development of a calibration model for lycopene analysis base on NIR Spectroscopy*. International Conference on Agricultural Engineering "AgEng-2010" Enviromental Technology, Clemont-Ferrand, France 6-8 September 2010. p 208

BALDWIN, E.A., GOODNER, K., PLOTTO, A. 2008. *Interaction of volátiles, sugars, and acids on perception of tomato aroma and flavor descriptors*. Journal of Food Science, 73: S294-307

BARTELL, D.M., BEAULIEU, J.C., SHEWFELT, R. 2010. *Color, flavor, texture, and nutricional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing*. Crit. Rev. Food. Sci., 50:369-389

BOEKENOOGEN, H. 1964. *Analysis and characterization of oils, fat and fat products*. London

HEMAPRABHA, E., BALASARASWATHI, R., 2008. *Internal quality characterization and isolation of lycopene specific genes from tomato*. Journal of Applied Horticulture, 10(1):21-24

JARAMILLO, J., RODRÍGUEZ, V., GUZMÁN, M. Zapata, M., Rengifo, T. 2007. *Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Manual técnico*. Tampillo, México pp 122.

NÚÑEZ AGUILAR, N., GARCÍA POPOCA, N., MEDINA TORRES, M., MIRANDA LÓPEZ, R., RODRÍGUEZ GUILLEN, A., & HERNÁNDEZ LÓPEZ, D. 2005. *Efecto sobre el Contenido de Licopeno de Tomate (Lycopersicon esculentum Var. 'Gironda') Sembrado en Invernadero bajo Diferentes Sistemas de Cultivo con y sin injerto*. VII Congreso Nacional de Ciencia de los alimentos y III Foro de Ciencia de Tecnología de Alimentos, (págs. 340-345). Guanajuato

TAPIA, B. 2013. *La industria de la pasta de tomate*. Oficina de estudios y políticas agrarias. ODEPA. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Estos ensayos pertenecen al proyecto "Horticultura al aire libre" desarrollado por el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, está cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

FIGURAS

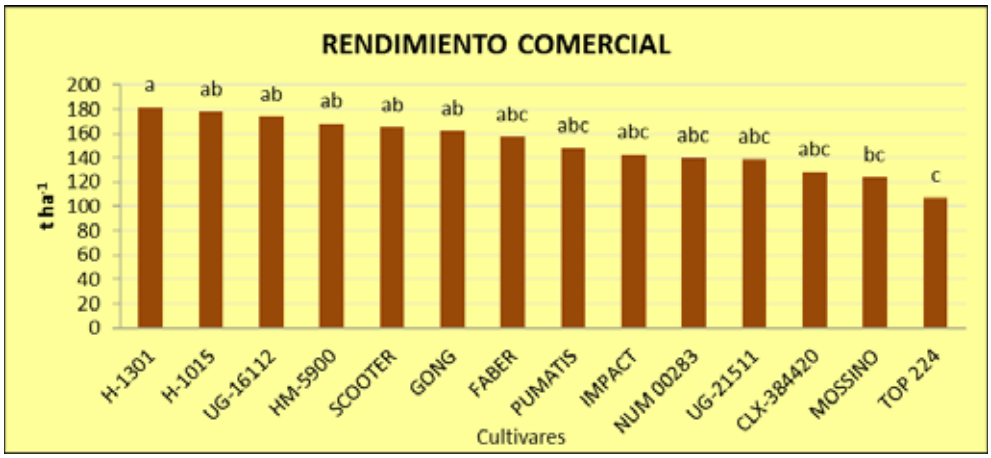


Figura 1. **Producción comercial obtenida en la campaña de tomate industrial 2018**

Figura 2. **Producción de destrío obtenida en la campaña de tomate industrial 2018.**

Figura 3. **Rendimiento en materia seca obtenido en la campaña de tomate industrial 2018.**

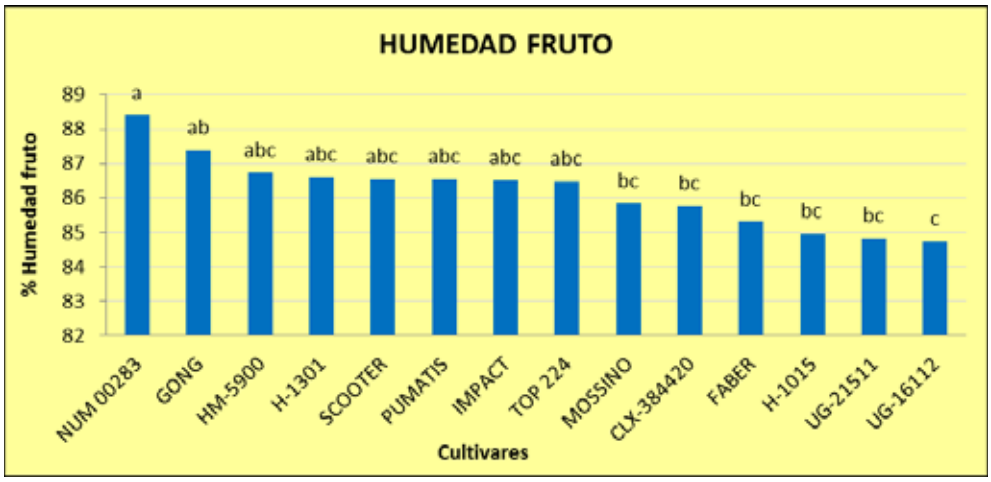


Figura 4. **Porcentaje de humedad del fruto.**

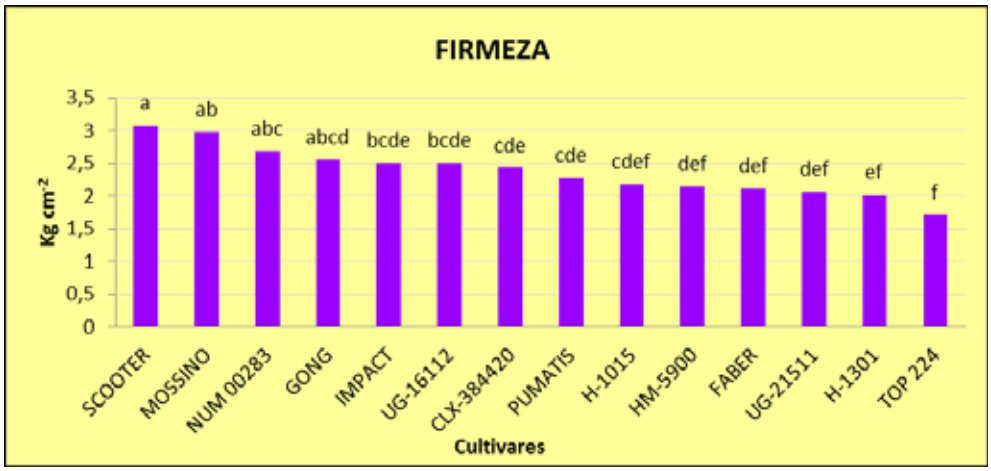


Figura 5. **Firmeza del fruto.**

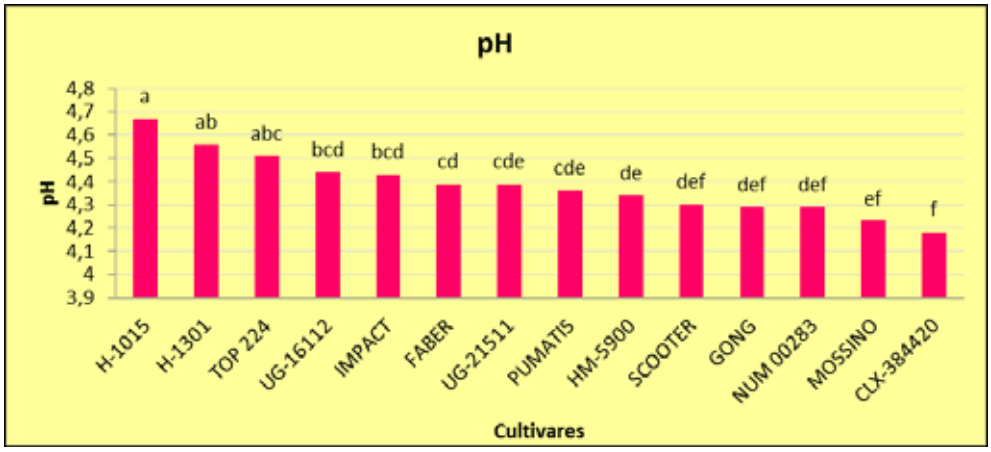


Figura 6. **Valor de pH del zumo del fruto.**

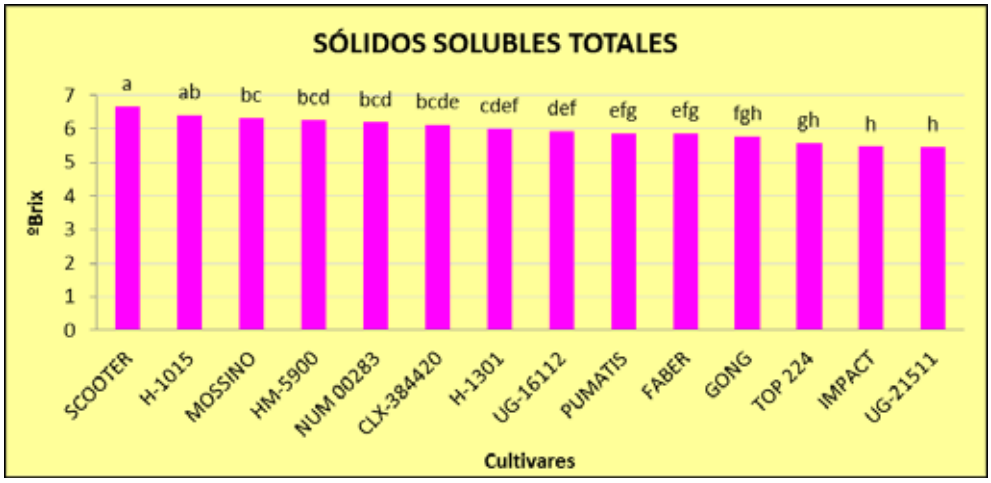


Figura 7. **Concentración de sólidos solubles totales.**

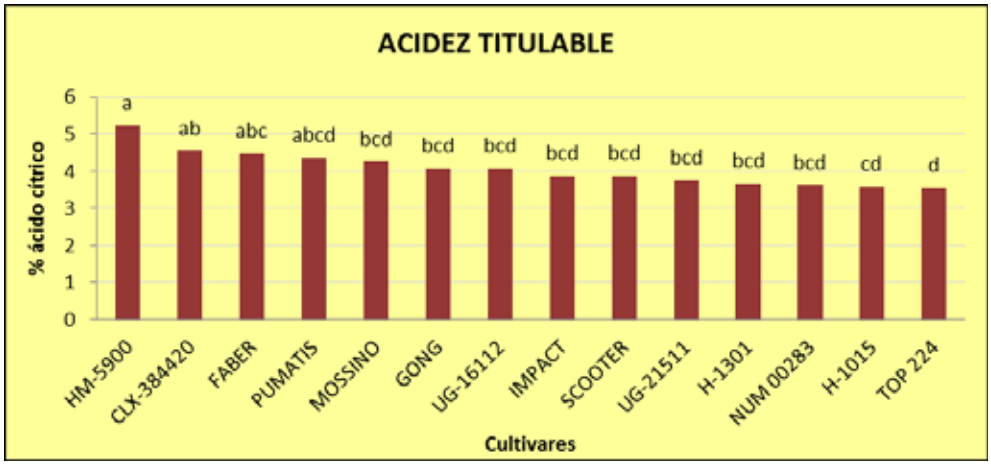


Figura 8. **Acidez titulable en el zumo de los frutos.**

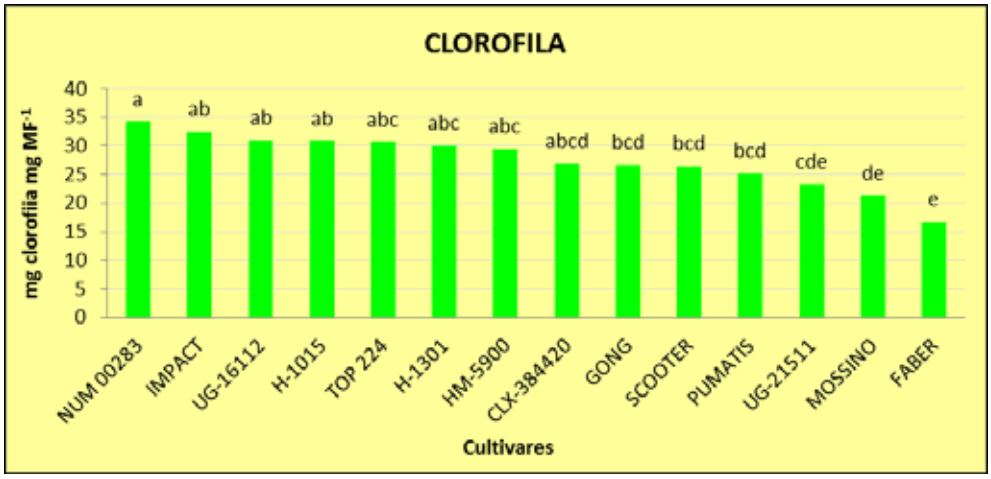


Figura 9. **Contenido de clorofila en fruto.**

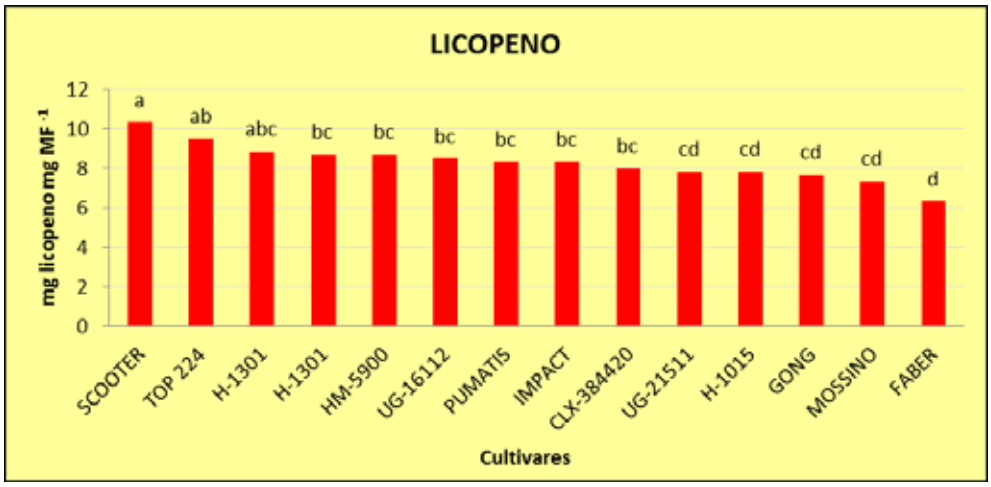


Figura 10. **Contenido de licopeno en el fruto.**

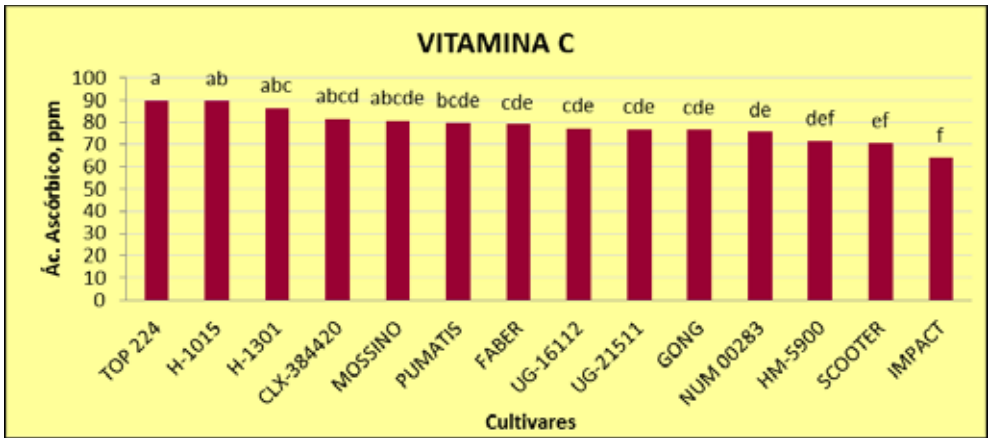


Figura 11. **Contenido de vitamina C en el fruto.**

LA VERTICILOSIS DE LA BERENJENA EN LOS CULTIVOS PROTEGIDOS DEL SUDESTE DE ANDALUCÍA

Gómez-Vázquez, J.*[1]; Aguilera-Lirola, A.*[2]; Martín-Bretones, G.*[3]
*[1] IFAPA Centro La Mojonera. Almería. España. Juliom.gomez@juntadeandalucia.es
*[2] S.C.A. Campoadra, Adra. Almería. España
*[3] FENDAS, Vícar. Almería. España

RESUMEN

La berenjena es una especie hortícola de la familia de las solanáceas que se cultiva en casi todo el mundo, en particular en la cuenca mediterránea. En España en 2016 se cultivaron 3753 ha en varias Comunidades Autónomas, pero sobre todo en Andalucía (2833 ha). La superficie en cultivo protegido en la provincia de Almería ascendió a 2300 ha. Para conocer la importancia y la distribución geográfica de la Verticilosis en los invernaderos de la costa andaluza se ha iniciado una prospección fitopatológica en explotaciones comerciales situadas en la provincia. Las prospecciones han sido parcialmente dirigidas, procurando visitar explotaciones con plantas enfermas, en las que se anotaron las características principales del cultivo y una valoración de la incidencia de la enfermedad. Durante la campaña de 2018-19 se muestrearon un total de 15 invernaderos. *Verticillium* spp. se detectó en plantas del 53,3% de los invernaderos. *Verticillium* spp. y *Fusarium oxysporum* se detectaron en la zona vascular de plantas en uno de éstos (6,7%). El poder patógeno de varios aislados se evaluó inoculando plantas del cv. Cristal en un invernadero de ambiente semicontrolado. Cuatro de los cinco aislados inoculados de *Verticillium* spp. fueron patógenos, reproduciendo los síntomas observados en los invernaderos comerciales. A nuestro entender, esta es la primera cita de *Verticillium* causando enfermedad en berenjena en España.

Palabras clave: *Verticillium spp, Fusarium oxiosporum*, solanáceas, invernadero.

INTRODUCCIÓN

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es una especie hortícola de la familia de las solanáceas originaria de Asia que es cultivada en casi todo el mundo, pero en particular en la cuenca mediterránea. En España en 2016 se cultivaron 3753 ha. Su cultivo se realiza en la Comunidad Valenciana (262 ha), Cataluña (174 ha), Navarra (123 ha) y sobre todo en Andalucía (2833 ha). La superficie en cultivo protegido en la provincia de Almería en el 2016 ascendió a 2300 ha (MAPAMA,

2016), pero a pesar de su importancia y hasta la fecha no se le han dedicado muchos esfuerzos para conocer las enfermedades fúngicas de suelo que afectan a dicho cultivo.

Sabemos que al menos dos enfermedades vasculares provocan pérdidas económicas en su cultivo: la Fusariosis vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* y la Verticilosis causada por *Verticillium dahliae*. Ambos patógenos causan síntomas de amarilleamiento de las hojas, necrosis foliar y vascular, marchitez y muerte de las plantas (Tello, 1984; Messiaen y col., 1995). La Fusariosis de la berenjena se detectó por primera vez en España en 1978 en un cultivo al aire libre de la provincia de Valencia (Tello, 1984), y posteriormente en 1996 en un invernadero del poniente almeriense en el término municipal de El Ejido (Almería) (Gómez, datos no publicados). El patógeno *F. oxysporum* se aisló consistentemente de la zona vascular de las plantas enfermas, aunque no se realizaron las pertinentes pruebas de patogenia para cumplir los postulados de Koch. Pocos años después la enfermedad fue de nuevo detectada en varios invernaderos del "Campo de Dalías", y entonces fue valorada y estudiada, se constató el poder patógeno de varios aislados del patógeno y la susceptibilidad de todas las variedades ensayadas (Urrutia y col., 2004). En el extranjero la enfermedad se ha citado como importante en Italia y Turquía (Stravato y col., 1993; Altınok, 2005).

V. dahliae causa en España la Verticilosis de especies hortícolas y no hortícolas. El patógeno se detectó por primera vez en cultivos al aire libre de pimiento en Aragón y Navarra (Palazón *et al.*, 1978), y posteriormente en el Levante y Murcia sobre tomate, pimiento, alcachofa y varias cucurbitáceas (Tello, 1984). En la actualidad, la Verticilosis en nuestro país supone un problema para los cultivos de algodón, girasol, melocotonero, tomate, pimiento y sobre todo en olivo, en el que constituye actualmente sin lugar a duda, el problema sanitario más importante de su cultivo (Jiménez-Díaz *et al.*, 2009).

La primera sospecha de la presencia de la Verticilosis de la berenjena en los cultivos del sudeste es bastante antigua (Serrano, 1976). Sospecha que se cimentó luego con el aislamiento del patógeno de los haces vasculares de las plantas enfermas (Cuadrado y Gómez, 1983). En la década de los 80 era frecuente observar los primeros síntomas de la enfermedad a partir de mediados del mes de noviembre, en el que las plantas enfermas amarilleaban, marchitaban y en ocasiones incluso morían. Ahora, la situación parece diferente al menos en algunos de los invernaderos, la enfermedad parece más grave y se detecta en ocasiones incluso a finales del mes de septiembre cuando las temperaturas en el invernadero son todavía muy altas.

El patógeno, independientemente de la especie a la que ataque, sobrevive en un suelo infestado mediante conidias, hifas melanizadas y sobre todo mediante la formación de microesclerocios, que poseen una elevada capacidad de supervivencia, incluso de 10-14 años en ausencia de un hospedador. Su control es todavía más complicado debido a su amplísimo rango de plantas hospedado-

ras, más de 200 especies y entre las que se encuentran las hortícolas pimiento, tomate, pepino, sandía y berenjena (Pegg y Brady, 2002, Bhat *et al.* 2003), a la eficacia limitada de la solarización y de las desinfestaciones del suelo, y a la falta de variedades en la mayoría de las especies hospedadoras o afines totalmente resistentes. (Bletsos y col., 2003; Urrutia et. al., 2004; Hoza y col., 2017).

El objetivo del trabajo fue estimar la importancia y distribución de la Verticilosis de la berenjena en los cultivos protegidos del sudeste de Andalucía y estudiar el poder patógeno de su agente causal, necesarios ambos para poder diseñar a medio plazo posibles medidas de control.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para conocer la importancia y la distribución geográfica de la enfermedad se realizaron prospecciones fitopatológicas en explotaciones comerciales situadas en la zona objeto de estudio. Las prospecciones fueron parcialmente dirigidas, procurando visitar explotaciones con plantas enfermas, en las que se anotaron las características principales del cultivo y una estimación de la importancia y gravedad de la enfermedad. Para la detección y el aislamiento de *Verticillium* se sembraron trozos de tallos sobre el medio de cultivo general PDA. Varios de los aislados obtenidos fueron purificados, realizando cultivos monospóricos en placas con agar nutritivo (NA), preliminarmente identificados y conservados.

El experimento para evaluar el poder patógeno de cinco de los aislados obtenidos (Be02M, Be123M, Be211M, Be4P18M y Be531M) se realizó en un invernadero de ambiente semicontrolado de tipo túnel con cubierta de policarbonato de 100 m^2 con orientación E-O de su parte más larga, dotado de ventilación lateral, de refrigeración por pantalla de evaporación de agua "cooling system" y de automatismos para su gestión, situado en el Centro IFAPA La Mojonera.

El experimento se realizó en contenedores de polietileno blanco de 1 L de capacidad rellenados con vermiculita. Las siembras de las semillas de berenjena se realizaron después de su pregerminación sobre microtacos de lana de roca. La siembra del cv. Cristal se realizó el 4 de febrero de 2019. Como sistema de riego se utilizó un depósito de 1 m^3 de capacidad donde se preparó la solución final de riego, que mediante una bomba y con la ayuda de un reloj programable, aportó la solución nutritiva con un sistema de goteros con microtubo y piqueta a cada planta. En los experimentos se utilizó un agua de 0,5 $dS \cdot m^{-1}$ de conductividad (CE).

La inoculación se realizó el 12 de marzo a los 36 días después de la siembra (dds), cuando las plantas tenían entre 3 y 4 hojas verdaderas, introduciendo los microtacos y sistema radical de las plantas en una suspensión del hongo en agua destilada conteniendo de 0,9-2,3 x 10^6 conidias/ml, durante 30 minutos. El inóculo se preparó cultivando los diversos aislados crecidos durante un mes en placas de Petri con medio de cultivo PDA. El diseño experimental fue en tres bloques completos al azar. La parcela elemental estuvo constituida por 4 plan-

tas colocando dos en cada contenedor. Como testigos se usaron plantas sin inocular. La patogenia se valoró mediante observaciones semanales de síntomas, anotando el amarilleamiento de las hojas, marchitez y muerte de las plantas con la siguiente escala: 0= sin síntomas; 1= clorosis de las hojas bajas; 2= Clorosis del 30-50% de las hojas; 3= clorosis de más del 50% de las hojas; 4= clorosis generalizada y necrosis de las hojas y/o marchitez de la planta; y 5= muerte de la planta. Posteriormente se intentó el reaislamiento del patógeno en algunas de las plantas. Las comparaciones entre medias se realizaron por la más pequeña diferencia significativa (LSD).

Las temperaturas del ambiente interior del invernadero y del sustrato se tomaron mediante termistores PT109 cada 10 minutos, registrándose los datos en un datalogger modelo CR200X (Campbell Scientific Ltd).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la campaña de 2018-19 se muestrearon un total de 15 invernaderos, situados en la provincia de Almería y en los términos municipales de Adra, Berja, Dalías, El Ejido, Fiñana, La Mojonera, Roquetas de Mar y Vícar, sumando una superficie total de 100500 m^2. El porcentaje de plantas enfermas, sin tener en cuenta las que presentaban enfermedades abióticas o chancros necróticos en los tallos causados por *Botrytis cinerea*, fue variable. *Verticillium* spp. se detectó en las plantas del 53,3% de los invernaderos. *Verticillium* spp. junto con *F. oxysporum* se detectaron en la zona vascular de plantas en uno de éstos (6,7%). En el resto de los invernaderos (40,0%) no se detectaron síntomas vasculares. En un invernadero con cubierta de malla la enfermedad afectó al 80% de las plantas. En seis, el número de plantas enfermas osciló entre el 5 y el 15%. Mientras que en los dos restantes la enfermedad solo se observó en algunas plantas aisladas o distribuidas en uno o varios rodales en el invernadero, no teniendo una importancia económica relevante. El porcentaje de detección de *Verticillium* en las plantas enfermas con síntomas vasculares fue muy elevado, casi del 100%, excepto en el invernadero de malla en el cual el patógeno, sólo se detectó en 4 de las 10 plantas analizadas.

Los resultados sobre el poder patógeno de los aislados inoculados se detallan en la *Tabla 1*. Cuatro aislados de los cinco inoculados resultaron patógenos. Los primeros síntomas se iniciaron 14 días después de la inoculación (ddi). La evolución de los síntomas en las plantas fue muy rápida, ya que tres semanas más tarde, todos los aislados patógenos habían causado síntomas graves y generalizados que afectaron a todas las plantas inoculadas. Los índices de enfermedad a los 36 ddi fueron de 4,25, 4,17, 4,67 y 4,08 para los aislados Be123M, Be211M, Be4P18M y Be531M, respectivamente. Sin embargo, pocos días después, un número significativo de plantas comenzaron a formar nuevos brotes en los nudos de los tallos y se recuperaron casi totalmente, aunque continuaban mostrando síntomas de clorosis o necrosis en algunas de las hojas, y permaneciendo siempre con mucho menor crecimiento que el testigo. Los índices de enfermedad en

la última evaluación de síntomas a los 71 ddi fueron de 1,92, 2,25, 3,25 y 2,42 para los aislados Be123M, Be211M, Be4P18M y Be531M, respectivamente.

Los síntomas observados en las plantas enfermas fueron: retraso en el crecimiento, clorosis y posterior necrosis de las hojas, frecuentemente y al inicio, afectando a sólo a una parte de éstas, marchitez y muerte de las plantas. Las plantas inoculadas con el aislado Be02M y las del testigo no mostraron síntomas. *Verticillium* se detectó en todas las plantas con síntomas analizadas. Y también de la mitad de las inoculadas asintomáticas con el aislado Be02M.

Las temperaturas del ambiente en el interior del invernadero y del sustrato, durante el periodo del 4 de febrero al 23 de mayo se reflejan en la *Tabla 2* y en la *Figura 2*. Las temperaturas del ambiente en el invernadero fueron de 43,7, 30,5, 18,6, 12,2, y 6,6 mientras que en el sustrato fueron de 44,5, 30,9, 19,6, 12,7 y 6,7 para la máxima absoluta, media de las máximas diarias, media de las medias, media de las mínimas y mínima absoluta, respectivamente.

CONCLUSIONES

Dos enfermedades vasculares provocan pérdidas económicas en los cultivos protegidos de berenjena en la provincia de Almería: la Fusariosis vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* y la Verticilosis causada por *Verticillium sp.*

Verticillium spp. se detectó en las plantas del 53,3% de los invernaderos. *Verticillium* spp. junto con *F. oxysporum* se detectaron en la zona vascular de plantas en uno de éstos (6,7%).

Cuatro aislados de los cinco inoculados resultaron patógenos causando síntomas graves y generalizados que afectaron a todas las plantas inoculadas.

Los síntomas observados en las plantas enfermas fueron: retraso en el crecimiento, clorosis y posterior necrosis de las hojas, frecuentemente y al inicio, afectando a sólo a una parte de éstas, marchitez y muerte de las plantas. Las plantas inoculadas con el aislado Be02M no mostraron síntomas, aunque el hongo se aisló de la mitad de las plantas asintomáticas inoculadas. A nuestro entender, esta es la primera cita de *Verticillium* causando enfermedad en berenjena en España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTINOK H. H. 2005. *First report of Fusarium wilt of eggplant caused by Fusarium oxysporum f. sp. melongenae in Turke*. Plant Pathology 54, 577.

BHAT, RG; SUBBARAO, KV. 1999. *Host range specificity in Verticillium dahliae*. Phytopathology, Vol. 89, Issue 12. 1218-1225.

BLETSOS, F; THANASSOULOPOULOS, C; ROUPAKIAS, D. 2003. *Effect of grafting on growth, yield, and Verticillium wilt of eggplant*. Hortscience Vol. 38. Issue 2. 183-186.

CUADRADO, I.M., GÓMEZ, J. 1983. *Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería*. Boletín informativo de la E.I.C.H.I. de Almería.

JIMÉNEZ-DÍAZ R., 2009. *Verticilosis del olivo: Problemas y perspectivas para su manejo integrado*. PHYTOMA España, nº 209.

HOZA, GHEORGHITA; DOLTU, MADALINA; DINU, MARIA; BECHERESCU, ALEXANDRA; D. APAHIDEAN, ALEXANDRU I.; BOGOESCU, MARIAN I. 2017. *Response of Different Grafted Eggplants in Protected Culture*. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. Vol. 45. Issu 2, 473-480.

MESSIAEN, C.M.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F.; LAFON, R. 1995. *Enfermedades de las hortalizas*. Ed.: Mundi-Prensa 576 pp.

PALAZÓN C., GIL R., PALAZÓN I. 1978. *La "Tristeza" o "Seca" del pimiento. Estado actual del problema*. ITEA, 32,56-62.

PEGG GF, BRADY BL, 2002. *Verticillium Wilts*. New York, USA: CABI Publishing.

SERRANO Z. 1976. *Cultivo de la berenjena*. Ministerio de Agricultura. Hoja Divulgadora nº 19-76 HD.

STRAVATO, V.M., CAPELLI, C., POLVERANI, A. 1993. *Fusarium oxysporum f.sp. melongenae agente delia tracheofusariosi delia melanzana*. Informatore Fitopatologico, 10: 51-54

TELLO, J.C. 1984. *Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Observaciones en los cultivos del litoral mediterráneo español*. Comunicaciones INIA. Serie: Protección Vegetal, 22, 342pp.

URRUTIA HERRADA, M. T. GÓMEZ GARCÍA, V.M. TELLO MARQUINA J. 2004. *La fusariosis vascular de la berenjena en Almería*. Bol. San. Veg. Plagas, 30: 85-92.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PP.AVA.AVA2019.015, titulado "Control sostenible de plagas y enfermedades en hortícolas protegidas", cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Planta de berenjena con Verticilosis (Izda.). Planta sin síntomas (dcha.) en un invernadero comercial del sureste de Andalucía.

Fotografía 2. Síntomas producidos por *Verticillium* sp. sobre plantas de berenjena en inoculación artificial.

TABLAS

Tabla 1. **Poder patógeno de *Verticillium* spp.**

AISLADOS	36 ddi	63 ddi	71 ddi	Si (%)	Mu (%)	Af (%)
Be02M	0,00 b	0,00 d	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00
Be123M	4,25 a	2,58 bc	1,92 b	83,33 a	16,67 ab	100,00
Be211M	4,17 a	2,67 b	2,25 b	75,00 a	25,00 ab	100,00
Be4P18M	4,67 a	3,75 a	3,25 a	66,67 a	33,33 a	100,00
Be531M	4,08 a	1,75 c	2,42 ab	75,00 a	25,00 ab	100,00
Testigo	0,00 b	0,00 d	0,00 c	0,00 a	0,00 b	0,00

Índices de enfermedad a los 36, 63 y 71 días después de la inoculación (ddi) y porcentajes de plantas con síntomas, Si (%), muertas Mu (%) y afectadas Af (%) al final del experimento.

Tabla 2. **Temperaturas del ambiente del invernadero y del sustrato de cultivo.**

AMBIENTE			SUSTRATO			
Máximas	**Medias**	**Mínimas**	**Máximas**	**Medias**	**Mínimas**	
43,7	23,0	19,0	44,5	24,3	20,1	**Máximas**
30,5	18,6	12,2	30,9	19,6	12,7	**Medias**
23,8	15,1	6,6	20,9	15,2	6,7	**Mínimas**

FIGURAS

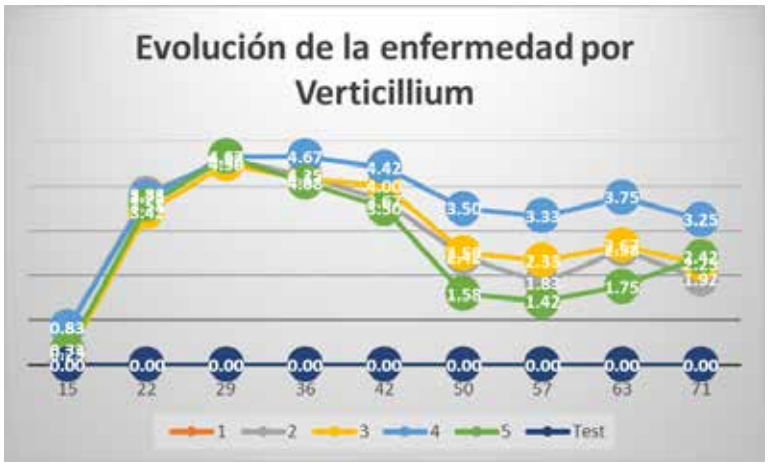


Figura 1. **Evolución del índice de enfermedad a los 15, 22, 29, 36, 42, 50, 57, 63 y 71 días después de la inoculación, causado por los aislados inoculados de *Verticillium* spp. sobre plantas de berenjena.**

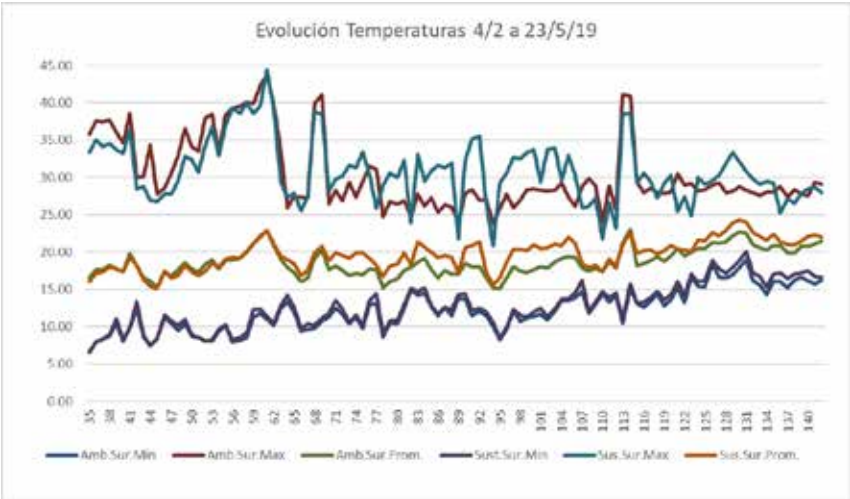


Figura 2. **Evolución de las temperaturas del ambiente del invernadero y del sustrato, durante el periodo del 4 de febrero al 23 de mayo.**

SESIÓN OTROS CULTIVOS

ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA ACUMULACIÓN DE HORAS FRIO EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVARES DE ALCACHOFA (*CYNARA SCOLYMUS* L.) MULTIPLICADOS POR SEMILLA

Parra, J.; Bartual, J.; García, J.; Ortiz, M.
Estación Experimental Agraria de Elche (S.T.T.; CADRECTE)
Ctra. Dolores, km. 1, 03290 ELCHE (Alicante), E-mail: parra_joa@gva.es

RESUMEN

La edad de la planta y la duración del fotoperiodo influyen en la entrada en producción en la alcachofa, no obstante, el frío es el único factor inductor de la floración en el caso de las plantas multiplicadas por semilla. Se estiman las necesidades de frio (temperatura por debajo de 7ºC) en unas 250 horas. Adicionalmente, la aplicación de ácido giberélico logra adelantar la entrada en producción de alcachofas sin disminuir su crecimiento.

En el presente trabajo, se ha estudiado el comportamiento agronómico (producción total, producción comercial, destrío y peso medio de los capítulos) de 4 cultivares de alcachofa multiplicados por semilla con tres repeticiones por tratamiento en bloques al azar a lo largo de 8 ciclos de cultivo, desde el año 2009 a 2015 y 2016 a 2018. La plantación se realizó en la misma parcela experimental en la última semana de julio de cada año. En todos los casos, por ser la técnica habitual, se realizaron 3 tratamientos con ácido giberélico, al alcanzar las 7-8 hojas verdaderas, espaciados 14 días. Las dosis fueron de 30 ppm para los cvs tempranos, Lorca y Num. 4011 F1 y 60 ppm para Madrigal F1 (tardía) y Symphony F1 (considerado de media estación).

Los resultados obtenidos en los cvs precoces, Lorca y Num. 4011 F1, muestran una menor influencia de la acumulación de horas frío en la producción final. En el caso de Symphony F1, que empieza a producir algo más tarde, tienen efecto las bajas temperaturas siempre que estas se produzcan antes del mes de febrero, mientras que en Madrigal F1 se observa una relación directa entre la acumulación de horas frío y el incremento en la producción.

Palabras clave: inducción floral, cambio climático.

INTRODUCCIÓN

Aunque puede influir la edad de la planta y la duración del fotoperiodo, se sabe que el frío es el único factor inductor de la floración en el caso de plantas multiplicadas por semilla. Se estiman las necesidades de frío en unas 250 horas con temperatura por debajo de 7ºC (Trigo y López, 1984).

En el clima mediterráneo, la inducción floral se produce normalmente cuando los días son cortos, aunque mientras que algunos cultivares no forman los capítulos hasta después de iniciado el invierno, los cultivares precoces se comportan como indiferentes al fotoperiodo y pueden tener una inducción floral precoz, en otoño e incluso en pleno verano (Miguel *et al.*, 2001). También está comprobado que con la aplicación de ácido giberélico se logra adelantar la entrada en producción de alcachofas sin disminuir su crecimiento.

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar el comportamiento agronómico de cuatro cultivares de alcachofa multiplicados por semilla, a lo largo de 8 ciclos de cultivo, para comprobar el efecto que tenía la acumulación de horas frío en nuestras condiciones de cultivo sobre las mismas.

MATERIAL Y METODOS

Se realizó el cultivo de 4 cvs. de alcachofa multiplicadas por semilla, a lo largo de 8 ciclos de cultivo, desde el año 2009 hasta el 2018 (excepto la campaña 2016-17 que no se analizó por falta de uno de ellos).

Material ensayado (*Foto 1*):

Cultivar	Método de propagación	Casa comercial
LORCA	Polinización abierta	RAMIRO ARNEDO
NUM 04011 F1	Híbrido	NUNHEMS
SYMPHONY F1	Híbrido	NUNHEMS
MADRIGAL F1	Híbrido	NUNHEMS

Plantamos en la misma parcela la última semana de julio de cada año. El cultivo se desarrolló al aire libre, con riego localizado, en las instalaciones de la Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante), perteneciente al Servicio de Transferencia de Tecnología de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, con las siguientes coordenadas según el sistema de referencia ETRS89: X 701.555,86-Y 4.235.919,06 UTM – H30

Previo a cada cultivo se desinfectó el suelo durante los meses de junio-julio mediante solarización, cubriendo el terreno con plástico transparente de 100 galgas.

La densidad de cultivo fue aproximadamente 7.500 plantas/ha (marco = 1,67 x 0,8 m) y se realizó un diseño experimental con una distribución estadística en bloques al azar con dos repeticiones por cultivar y 9 plantas por repetición, con parcelas elementales de 12,024 m^2 (9 plantas/parcela x 1,67 x 0,8)

A todos los cultivares de semilla se les aplicaron tres tratamientos hormonales con ácido giberélico (un pase cada 14 días), cuando la planta alcanzó las 7-8 hojas verdaderas, empleando un producto comercial en forma de concentrado soluble [SL] con un contenido en ácido giberélico del 1,6% [SL] P/V.

Las dosis fueron de 30 ppm para los cvs. tempranos, Lorca y Num. 4011 F1. y 60 ppm para Madrigal F1 (tardío) y Symphony F1 (considerado de media estación).

En la recolección seguimos el criterio de exportación, según el cual se corta el capítulo al alcanzar su máximo tamaño.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la menor diferencia significativa (LSD) para un alfa de 0,05, utilizando el software para análisis estadístico "InfoStat".

Los datos climáticos se obtuvieron en una estación agroclimática, del servicio de riego del IVIA, sita en la propia Estación Experimental de Elche, a escasos metros de la parcela de ensayo, perteneciente a la Red SIAR en la Comunidad Valenciana (http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos).

Los valores de temperaturas y horas-frío de los años estudiados se representan en la *Gráfica 1*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizados los datos productivos medios en cada campaña y su relación con el número de horas-frío (*Tabla 1, Gráfica 1*) se comprueba que aparece una mayor producción cuando tenemos más 250 horas con temperatura por debajo de 7ºC.

Por cultivares (*Tabla 2*) destacó Madrigal F1 como el más productivo, seguido por NUM 4011 F1 junto a Lorca y con Symphony F1 en último lugar. De todos ellos NUM 4011 F1 y Lorca fueron los más precoces de los estudiados y comenzaron a recolectarse a en noviembre. Mientras que Symphony F1 resultó un cultivar de media estación que solía iniciar los cortes a partir de diciembre. Madrigal F1 destacó como el más tardío empezando a cosecharse a partir de enero. Recordamos que en todos los casos se habían tratado con ácido giberélico.

Estudiando cada uno de los cultivares por separado y su producción comercial final según las horas frío de cada campaña (*Tablas 3, 4, 5 y 6*) observamos que la acumulación de horas frío no produjo el mismo efecto en todos cultivares, comprobándose un menor efecto en los cultivares más precoces, (NUM 4011 F1y Lorca) y mayor en el tardío (Madrigal F1), mientras que en el de media estación parece que mejoraron las producciones cuando se produjeron las bajas temperaturas antes de febrero.

CONCLUSIONES

Se comprueba que cuando alcanzamos **más 250 horas con temperatura por debajo de 7ºC** se produce la inducción floral en el caso de plantas multiplicadas por semilla.

Los resultados obtenidos en los cvs. precoces, Lorca y Num. 4011 F1, muestran una menor influencia de la acumulación de horas frio en la producción final.

En el caso de Symphony F1, que empieza a producir algo más tarde tienen influencia las bajas temperaturas siempre que estas se produzcan antes del mes de febrero.

En el cultivar Madrigal F1 se observa una relación directa entre la acumulación de horas frío y el incremento en la producción.

Los resultados de este trabajo, aunque confirman la relación entre la acumulación de horas frío y la producción de los cvs. de alcachofa de semilla, también reflejan que los nuevos cultivares, tienen distinto comportamiento en función del momento de la aparición de esas bajas temperaturas, siendo necesario el estudio y selección de aquellos que mejor se adapten a las condiciones climatológicas de cada zona de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MIGUEL, A. 2001. *Cultivo de la alcachofa de semilla*. Consellería de Agricultura Pesca y Alimentación, 19: 11-12.

TRIGO, Mª. L., LÓPEZ, B. 1984. *Influencia del frío en la floración de la variedad de alcachofa "Blanca de España" en relación con la síntesis de sustancias de tipo giberelina*. An. INIA. Serie Agrícola, 25: 87-105.

FOTOGRAFÍAS

TABLAS

Tabla 1. **Comparación entre la acumulación de horas de frío y la producción anual (kg/planta).**

AÑO	HORAS FRIO	Producción Comercial						Destrío			
		Kilos		Capítulos		peso medio (g)		Kilos		Capítulos	
2009-10	989,5	4,22	a	23,3	a	182	b	0,21	d	2,96	d
2010-11	298,5	4,1	a	19,8	bc	206	a	0,43	bc	4,43	bcd
2011-12	345,5	3,55	b	21,9	ab	162	cd	0,18	d	2,66	d
2014-15	250	3,37	b	19,7	bc	170	bc	0,45	bc	5	bcd
2017-18	315	3,09	bc	17,5	cd	178	b	0,57	ab	6,21	ab
2013-14	102	2,73	cd	20,3	bc	137	e	0,28	cd	4,16	cd
2012-13	160	2,49	de	15,4	de	164	cd	0,25	d	4,49	bcd
2015-16	56,5	2,19	e	14,2	e	153	d	0,63	a	7,63	a
	CV	16,6		15,5		8,27		42,6		43,08	
	MDS	0,54		2,96		14		0,16		2,03	

Tabla 2. **Producción media por cultivar (kg/planta).**

CULTIVAR	PRODUCCIÓN TOTAL		PRODUCCIÓN COMERCIAL			DESTRÍO	
	Kilos	Capítulos	Kilos	Capítulos	eso medio (	Destrío Kg	Destrío Alc
MADRIGAL	4,42 a	22,61 c	4,14 a	19,70 a	208 a	0,27 c	2,92 c
NUM 4011	3,71 b	25,37 b	3,31 b	20,57 a	161 b	0,39 b	4,80 b
LORCA	3,40 b	28,42 a	2,78 c	20,08 a	139 c	0,62 a	8,34 a
SYMPHONY	2,84 c	18,41 d	2,64 c	15,70 b	168 b	0,20 c	2,71 c
CV	14,30	13,69	16,58	15,49	8,27	42,64	43,08
MDS	0,36	2,30	0,38	2,09	9,91	0,11	1,43

Tabla 3. **Comparación entre la acumulación de horas de frío y la producción anual (kg/planta) en el cv. Lorca.**

CAMPAÑA	HORAS FRIO	PRODUCCIÓN TOTAL		PRODUCCIÓN COMERCIAL			DESTRÍO	
		Kilos	Capítulos	Kilos	Capítulos	Peso medio (g)	Kilos	Capítulos
2009-10	989,5	3,87 a b c	30,31 a b	3,38 a	23,44 a	144,19 a b	0,50 c d e	6,88 a b
2010-11	298,5	4,06 a	29,56 a b	3,28 a	20,11 a b c	162,47 a	0,78 a b c d	9,44 a b
2011-12	345,5	3,46 a b c d	27,31 a b	3,19 a	23,13 a	137,89 b	0,28 e	4,19 b
2017-18	315,0	3,95 a b	30,78 a b	3,10 a b	21,17 a b	145,48 a b	0,85 a b c	9,61 a b
2012-13	160,0	2,98 c d	25,00 a b	2,59 a b c	18,56 a b c	139,83 b	0,39 d e	6,44 a b
2014-15	250,0	3,09 b c d	24,39 b	2,48 a b c	17,33 a b c	142,79 b	0,62 a b c d e	7,06 a b
2013-14	102,0	2,79 d	33,52 a	2,20 b c	22,71 a	95,80 c	0,59 b c d e	10,80 a b
2015-16	56,5	3,04 b c d	26,50 a b	2,04 c	14,22 c	143,36 b	1,00 a	12,28 a
2016-17	128,0	2,97 c d	26,29 a b	2,03 c	14,94 b c	138,05 b	0,94 a b	11,35 a
	CV	12,15	13,76	14,97	14,96	5,93	26,15	34,72
	MDS	0,94	8,94	0,93	6,73	18,99	0,40	6,94

Tabla 4. **Comparación entre la acumulación de horas de frío y la producción anual (kg/planta) en el cv. Num 4011 F1.**

CAMPAÑA	HORAS FRIO	PRODUCCIÓN TOTAL		PRODUCCIÓN COMERCIAL			DESTRÍO	
		Kilos	Capítulos	Kilos	Capítulos	Peso medio (g)	Kilos	Capítulos
2009-10	989,5	4,52 a	27,16 a b	4,37 a	24,76 a	176,77 a b	0,15 c	2,40 c d
2010-11	298,5	4,58 a	26,56 a b	3,92 a b	20,67 a b c	190,30 a	0,65 a b	5,89 a b c
2011-12	345,5	3,99 a b c	26,25 a b	3,89 a b	24,56 a	158,78 b c d	0,10 c	1,69 d
2016-17	128,0	4,13 a b	31,47 a	3,45 a b	23,25 a b	147,16 c d e	0,68 a b	8,22 a
2013-14	102,0	3,56 a b c	27,67 a b	3,38 a b c	25,52 a	132,44 e	0,18 c	2,15 c d
2014-15	250,0	3,71 a b c	25,28 a b	3,32 a b c	21,17 a b c	156,15 b c d	0,39 b c	4,11 b c d
2017-18	315,0	3,81 a b c	26,50 a b	3,13 a b c	18,50 a b c	168,89 a b c	0,68 a b	8,00 a b
2012-13	160,0	2,83 b c	21,00 b	2,53 b c	15,78 b c	160,11 b c d	0,30 c	5,22 a b c d
2015-16	56,5	2,64 c	22,56 b	1,94 c	13,61 c	142,11 d e	0,71 a	8,94 a
	CV	16,33	14,73	19,14	18,24	6,04	30,76	34,25
	MDS	1,41	8,85	1,47	8,78	22,18	0,30	4,09

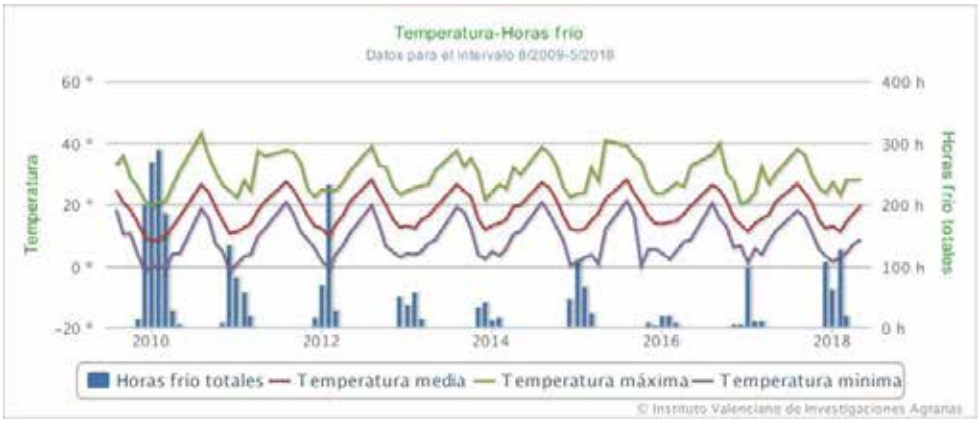
Tabla 5. **Comparación entre la acumulación de horas de frío y la producción anual (kg/planta) en el cv. Symphony F1.**

CAMPAÑA	HORAS FRIO	PRODUCCIÓN TOTAL		PRODUCCIÓN COMERCIAL			DESTRÍO	
		Kilos	Capítulos	Kilos	Capítulos	Peso medio (g)	Kilos	Capítulos
2010-11	298,5	3,75 a	18,39 b c	3,51 a	16,44 b c	213,47 a	0,24 b c	1,94 b c d
2009-10	989,5	3,58 a b	24,33 a	3,49 a	22,67 a	154,33 c d e	0,09 c d	1,67 c d
2014-15	250,0	3,87 a	25,06 a	3,42 a	20,00 a b	171,35 b c	0,45 a	5,06 a
2016-17	128,0	3,01 b c	20,22 b	2,72 b	16,94 b c	160,29 b c d e	0,30 a b c	3,28 a b c
2011-12	345,5	2,57 c d	16,81 b c	2,44 b c	15,00 c d	162,92 b c d e	0,13 b c d	1,81 c d
2013-14	102,0	2,35 d	16,28 c	2,32 b c d	15,83 c	146,17 e	0,03 d	0,44 d
2017-18	315,0	2,34 d	15,44 c	2,13 c d	12,06 d	176,87 b	0,21 b c d	3,39 a b c
2012-13	160,0	2,10 d	15,00 c	1,95 c d	11,56 d	169,71 b c d	0,15 b c d	3,44 a b c
2015-16	56,5	2,16 d	15,94 c	1,84 d	12,06 d	152,17 d e	0,31 a b	3,89 a b
	CV	9,86	9,18	9,46	9,75	4,64	42,59	31,71
	MDS	0,65	3,94	0,58	3,56	17,93	0,21	2,02

Tabla 6. **Comparación entre la acumulación de horas de frío y la producción anual (kg/planta) en el cv. Madrigal F1.**

CAMPAÑA	HORAS FRIO	PRODUCCIÓN TOTAL		PRODUCCIÓN COMERCIAL			DESTRÍO	
		Kilos	Capítulos	Kilos	Capítulos	Peso medio (g)	Kilos	Capítulos
2010-11	298,5	5,70 a	22,39 b c	5,67 a	21,94 a b	258,43 a	0,03 d	0,44 c
2009-10	989,5	5,76 a	23,33 b c	5,66 a	22,45 a b	252,10 a	0,10 c d	0,88 c
2011-12	345,5	4,89 a b	27,69 a	4,68 a b	24,75 a	188,75 c d	0,22 b c d	2,94 b
2014-15	250,0	4,61 b	24,22 b	4,27 b	20,44 b c	209,15 b c	0,34 a b c	3,78 b
2017-18	315,0	4,56 b	22,11 b c	4,02 b c	18,28 c d	219,68 b	0,55 a	3,83 a b
2013-14	102,0	3,32 c	20,38 c d	3,01 c d	17,15 c d	174,55 d	0,31 a b c d	3,24 b
2015-16	56,5	3,43 c	22,28 b c	2,93 d	16,89 c d	173,67 d	0,49 a b	5,39 a
2012-13	160,0	3,04 c	18,50 d	2,88 d	15,67 d	184,50 d	0,16 c d	2,83 b
	CV	9,26	6,37	10,39	7,73	4,48	44,06	23,28
	MDS	0,97	3,40	1,02	3,60	21,99	0,29	1,61

FIGURAS



*Horas-frío (tª < 7 ºC)

Figura 1. **Temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales y horas-frío en Elche durante el período 2010-2018**

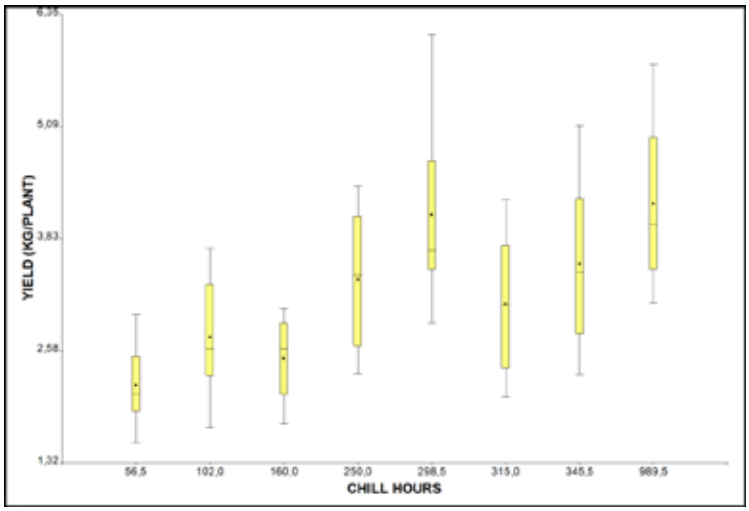
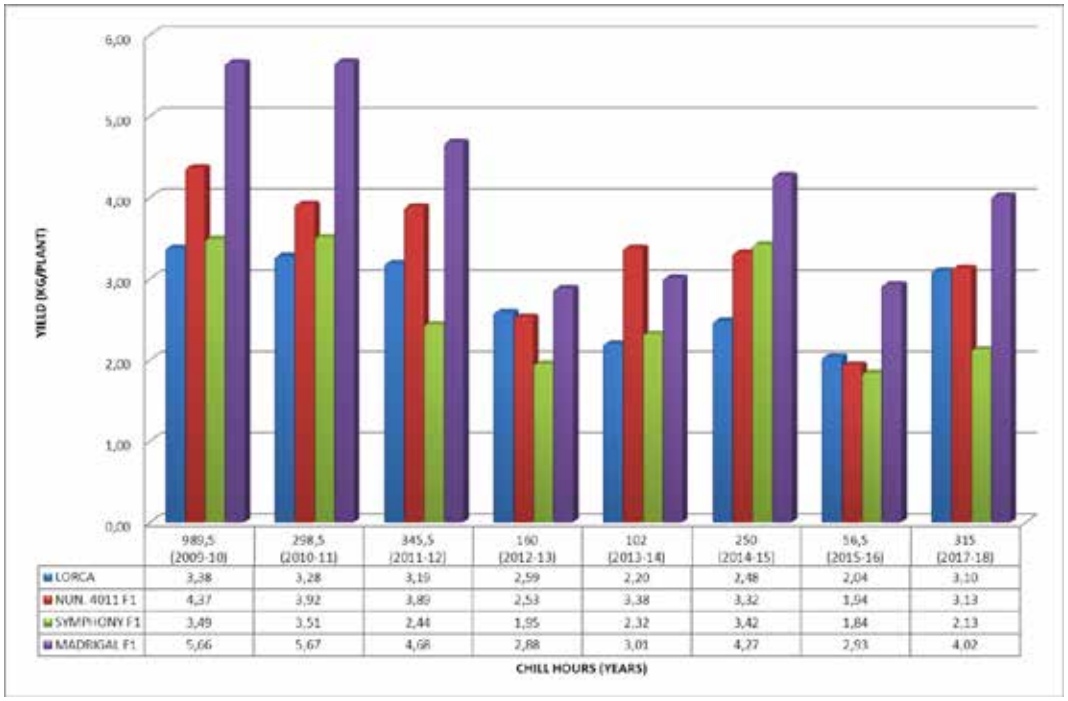


Figura 2. **Producción comercial final (kg/planta) según horas frío acumuladas por campaña.**



	989,5 (2009-10)	298,5 (2010-11)	345,5 (2011-12)	160 (2012-13)	102 (2013-14)	250 (2014-15)	56,5 (2015-16)	315 (2017-18)
LORCA	3,38	3,28	3,19	2,59	2,20	2,48	2,04	3,10
NUN. 4011 F1	4,37	3,92	3,89	2,53	3,38	3,32	1,94	3,13
SYMPHONY F1	3,49	3,51	2,44	1,95	2,32	3,42	1,84	2,13
MADRIGAL F1	5,66	5,67	4,68	2,88	3,01	4,27	2,93	4,02

Figura 3. **Rendimiento comercial anual (kg/planta) de alcachofa cv. 'Lorca', 'Nun.4011 F1', 'Symphony F1' y 'Madrigal F1'.**

ENSAYO DE NUEVOS CULTIVARES DE ALCACHOFA (*CYNARA SCOLYMUS* L.) PROCEDENTES DE SEMILLA COMO ALTERNATIVA A LOS REPRODUCIDOS MEDIATE ZUECAS

Parra, J.; Bartual, J.; García, J.; Ortiz, M.
Estación Experimental Agraria de Elche (EEA), S.T.T.
Ctra. Dolores, km. 1, 03290 ELCHE (Alicante), E-mail: parra_joa@gva.es

RESUMEN

En los últimos años estamos viviendo un importante cambio varietal en el cultivo de la alcachofa en España, los cultivares multiplicados a través de zuecas o estacas se están viendo desplazados por plantas propagadas por semillas. Con ello se busca solventar el problema del descenso en los rendimientos del cultivo, debido a fallos de plantación y al decaimiento del vigor de las plantas. En este trabajo estudiamos durante la campaña 2017-18 el comportamiento agronómico de 11 cultivares de semilla comparándolos con Blanca de Tudela y Calicó multiplicados por zueca, así como la influencia que ejerce sobre su ciclo productivo la aplicación de ácido giberélico (AG3), para lo cual desarrollamos un ensayo de bloques al azar con dos repeticiones por tratamiento con aplicación de ácido giberélico y otras dos repeticiones sin tratamiento como testigo.

El cultivo se realizó en una parcela al aire libre es la Estación Experimental de Elche, dentro de un terreno desinfectado mediante solarización. Estudiamos el comportamiento agronómico, controlando la producción total, producción comercial, destrío y peso medio de los capítulos, así como las características de los mismos.

En los cultivares del tipo Calicó destacó SAMBO F1 con mayor precocidad y menor tamaño que la de estaca, pero una gran producción. En el tipo Blanca de Tudela, el cultivar NUM 4011 F1 podría ser muy interesante para mercado interior por su calibre y producción, mientras que Symphony F1 sería más apropiado para exportación y Madrigal F1 para la industria o exportación en fechas más tardías. Del tipo Imperial Star resultó interesante Nova G-2 por su precocidad y menor aparición de trazas violetas en las brácteas. El cultivar Opera F1 es un tipo violeta de Provenza muy productivo y de intenso color. Por último, el cultivar NUM 4455 F1 produjo numerosos capítulos de pequeño tamaño que podrían hacerlo interesante para el mercado gourmet y la industria de minicorazones.

Palabras clave: diversidad, fatiga suelo, vigor híbrido.

INTRODUCCIÓN

El cultivar "Blanca de Tudela", propagado vegetativamente mediante estacas o zuecas, ha sido tradicionalmente el más cultivado en España. Los descensos de producción, provocados por la reiteración del cultivo en nuestros suelos y los problemas fitopatológicos, que se pueden transmitir por una mala selección del material vegetal en la reproducción vegetativa, han supuesto un importante aumento de la superficie cultivada con materiales procedentes de semillas de alcachofa.

Es de vital importancia para el sector productor conocer el comportamiento agronómico de estos nuevos cultivares en las condiciones de cultivo de nuestra zona, así como la influencia que ejerce sobre su ciclo productivo la aplicación de ácido giberélico (AG3), ya que uno de los problemas que plantea el cultivo de alcachofa de semilla es la menor precocidad respecto a Blanca de Tudela, lo que en la actualidad tan solo se soluciona mediante el uso de esta hormona.

En este trabajo estudiamos el comportamiento agronómico de 11 cultivares procedentes de semilla comparándolos con "Blanca de Tudela" y "Calicó" multiplicados por zueca y el efecto que tiene sobre su entrada en producción la aplicación de ácido giberélico (AG3), para lo cual duplicamos el ensayo, desarrollándose el cultivo con y sin el tratamiento hormonal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material ensayado y su procedencia se detallan a continuación:

Nº	CULTIVAR	Método de propagación	Casa comercial	Tipo
1	**Sambo F1**	Híbrido	Nunhems	Calicó
2	**Lorca**	Polinización abierta	Ramiro Arnedo	Imperial Star
3	**Nun 4011 F1**	Híbrido	Nunhems	Blanca
4	**Nova G-6**	Polinización abierta	Ramiro Arnedo	Imperial Star
5	**Madrigal F1**	Híbrido	Nunhems	Blanca
6	**Nova G-2**	Polinización abierta	Ramiro Arnedo	Imperial Star
7	**Kendo F1**	Híbrido	Nunhems	Calicó
8	**Ópera F1**	Híbrido	Nunhems	**Violeta**
9	**Nun 4455 F1**	Híbrido	Nunhems	Blanca
10	**Nova G-7-10**	Polinización abierta	Ramiro Arnedo	Imperial Star
11	**Symphony F1**	Híbrido	Nunhems	Blanca
12	**Blanca De Tudela**	Zueca o estaca	SAT Olé	Blanca
13	**Calicó**	Zueca o estaca	Frutas y Hortalizas Mas Serrano S.L.	Calicó

El cultivo se desarrolló al aire libre, en una parcela con riego localizado, en las instalaciones de la Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante), perteneciente al Servicio de Transferencia de Tecnología de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, con las siguientes coordenadas según el sistema de referencia ETRS89: X 701.555,86-Y 4.235.919,06 UTM – H30

Previamente se había desinfectado el suelo durante los meses de junio-julio con una combinación de solarización, cubriendo el terreno con plástico transparente de 100 galgas y aplicando bajo plástico Metam-Sodio a baja dosis (40 gr/m^2).

Es de destacar que en este mismo terreno se vienen cultivando alcachofas de forma continuada, desde el año 2000, empleando la técnica de desinfección anteriormente descrita.

La densidad de cultivo fue aproximadamente 7.500 plantas/ha (marco = 1,67 x 0,8 m), lo que supone una densidad menor que la se suele emplear en el cultivo tradicional de Blanca de Tudela, donde pueden llegar a plantarse hasta 10.000 plantas por hectárea. En ensayos sobre marcos de plantación realizados en campañas anteriores los resultados indicaron que 7500 plantas/ha era la densidad más adecuada, ya que las plantas procedentes de semilla tienen un mayor desarrollo vegetativo que Blanca de Tudela.

Se realizó un diseño experimental con una distribución estadística en bloques al azar con dos repeticiones por cultivar y 9 plantas por repetición. Con parcelas elementales de 12,024 m^2 (9 plantas/parcela x 1,67 x 0,8)

Los cultivares de semilla se sembraron el 12/05/2017 y se trasplantaron junto a las estacas de Blanca de Tudela y Calicó el 26/07/2017.

A todos los cultivares de semilla se les aplicaron tres tratamientos hormonales con ácido giberélico (un pase cada 14 días), cuando la planta alcanzó las 7-8 hojas verdaderas, empleando un producto comercial en forma de concentrado soluble [SL] con un contenido en ácido giberélico del 1,6% [SL] P/V.

Siguiendo las indicaciones de las casas de semillas y los resultados de ensayos de otros años la dosis de giberélico fue de 60 ppm para los cvs. considerados como tardíos: Symphony F1, Madrigal F1, Sambo F1 y Calicó, y de 30 ppm para el resto, considerados tempranos. El cultivar Blanca de Tudela no se trató en ningún caso porque es precoz de manera natural. El consumo de caldo (agua + hormona) fue de alrededor de 25-30 cc/planta por aplicación.

El primer tratamiento con AG3 fue el 15/09/17, el segundo el 29/09/17 y el último el 13/10/17. En el caso del cultivar Kendo tan solo hicimos las dos primeras aplicaciones, porque en la última fecha observamos la aparición de los primeros capítulos.

El objetivo de la aplicación de giberélico fue influir en el inicio de las recolecciones. Para determinar el alcance de dicho adelanto en cada cultivar, repetimos todo el ensayo en bloques al azar con dos repeticiones, pero en está ocasión sin

tratar con la hormona. Buscábamos comprobar si se veía afectada la producción final, el tamaño y número de los capítulos y observar la influencia sobre el calendario de recolección del tratamiento con ácido giberélico.

En la recolección seguimos el criterio de exportación, según el cual se corta el capítulo cuando detiene su crecimiento al alcanzar su máximo tamaño. Al mercado de exportación se destinan los capítulos de mayor calibre, de 250 a 500 gramos siempre que los mismos sean tiernos.

Realizamos controles semanales de las producciones y de las características más destacables de cada uno de los cultivares, en cuanto a forma, tamaño, color, presencia o ausencia de espinas, etc.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la menor diferencia significativa (LSD) para un alfa de 0,05, utilizando el software para análisis estadístico "InfoStat".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la zona de Alicante-Murcia, la producción media en el cultivo de la alcachofa es de 15 a 25 t/ha, considerándose 20 t/ha como el umbral que marca una buena rentabilidad para el agricultor. De igual manera, es muy importante la precocidad, ya que los mejores precios de mercado se obtienen en los primeros cortes de capítulos.

En total se realizaron 27 recolecciones en los cultivares tratados con giberélico, siendo la primera el 31/10/2017 y la última el 30/05/2017 (*Figura 1*). En las parcelas sin tratar iniciamos las recolecciones algo después, el 08/11/2017, aunque en este caso el dato puede resultar engañoso ya que en realidad el grueso de la producción se concentra en los meses de marzo-abril como se observa en la *Figura 2*. Comparando ambas figuras se comprueba la influencia del ácido giberélico sobre la precocidad de los cultivares.

En el análisis de los resultados reflejados en las *Tablas 1 y 2*, observamos que la producción fue muy buena, superándose los dos kilos por metro cuadrado en la mayoría de los casos, excepto en los cultivares Nova G-7-10, Calicó, Ópera F1 y Symphony F1 en el ensayo con AG3 y Nova G-6, Nova G-7-10 y Calicó en la parcela testigo sin giberélico. Estudiando los capítulos no comerciales, en los cultivares tratados con giberélico, destacaron negativamente Nova G-2 con 1,05 $kg.m^{-2}$ de destrío y Lorca, Nova G-6 y Blanca de Tudela con alrededor de 0,6 $kg.m^{-2}$ mientras que en el testigo sin tratar repiten Lorca, Nova G-6 y Blanca de Tudela como las de mayor destrío con entre 0,5 y 0,6 $kg.m^{-2}$. Estos destríos, en el caso de Blanca de Tudela, fueron por roya de cabeza y calibres pequeños, mientras que en el resto se producen por capítulos fuera de tipo y calibres pequeños.

El tamaño de los capítulos es muy importante en las alcachofas destinadas a la exportación, ya que estos mercados buscan de mayores calibres que los que demanda nuestro mercado interior. En las *Tablas 3 y 4* comparamos los pesos

medios por capítulo de la producción comercial final y comprobamos que en general se obtuvieron capítulos de buen peso medio, destacando en ambos casos los cultivares Calicó, Sambo F1 y Kendo F1 como los de mayor tamaño. Estos tres cultivares son muy parecidos entre sí. Sambo F1 y Kendo F1 son la versión en híbridos procedentes de semilla de Calicó (reproducido por estaca), en el caso concreto de estos cultivares, casi toda la producción se destina a la exportación y se busca que tengan grandes calibres. Por esta razón también estudiamos la distribución de los capítulos por peso medio en el caso de las estos cultivares (*Tabla 5*), separándose los capítulos en 4 niveles: de más de 300 gramos, entre 300 y 200 g., entre 200 - 150 g. y tomándose como destrío aquellos por debajo de los 150 g.

En general los cultivares tipo Imperial Star y Blanca de Tudela rondaron los 150 g por capítulo de peso medio, mientras que los cultivares híbridos tuvieron calibres mayores, cercanos a los 200 g., excepto en el caso de NUM 04011 F1 de tamaño intermedio, que estuvo entre los dos grupos y el cv. NUM 04455 F1 que produjo capítulos de pequeño calibre, cerca de 100 gramos de media.

Comparando las producciones en relación con la aplicación de ácido giberélico (*Tabla 7*) no aparecieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la producción comercial, y sí que las hubo en los capítulos de destrío, siendo mayor en las parcelas tratadas con AG3, aunque de escasa importancia en ambos casos.

Para la valoración de los diferentes cultivares establecimos 4 tipologías, agrupándolos según la similitud de sus capítulos y el destino de su producción. Así pues, dentro de las tipo "Calicó" (*Foto 1*) estarían Calicó, Sambo F1 y Kendo F1, alcachofas de gran tamaño que se destinan principalmente para el mercado francés. De este grupo Calicó es la que sirve como referencia al resto, y fue la que tuvo los capítulos de mayor tamaño y calidad, a continuación, Sambo F1 produjo algo menos de calibre pero que resultó mucho más precoz y productiva. Kendo F1 fue la que obtuvo la cosecha más temprana y abundante de las tres, pero sus capítulos fueron los más pequeños de este grupo.

Del tipo "Blanca de Tudela", tuvimos NUM 04455 F1, NUM 04011, Symphony F1, Madrigal F1 (*Foto 2*). De estos cvs. Symphony F1, resultó el más similar a Blanca de Tudela, aunque un poco más tardío y en este ensayo, posiblemente influido por las condiciones climáticas, fue mucho menos productivo cuando le aplicamos AG3. El capítulo del cv. NUM 04011, más redondeado que el de Blanca y de calibre medio nos pareció más apropiado para mercado interior que para exportación. El cv NUM 04455 F1 produjo los capítulos de menor tamaño de todos los estudiados y su destino debería ser el mercado de minicorazones o la venta para consumo gourmet, ya que el resto de mercados lo harían inviable económicamente por el coste añadido de recolección y manipulación. Madrigal F1 alcanzó buenos calibres para exportación y resultó muy productivo, pero mucho más tardío que Blanca de Tudela.

Los cvs. procedentes de polinización abierta, tipo "Imperial Star", fueron Lorca, Nova G-7-10, Nova G-2, Nova G-6. De todos ellos el cv. Lorca, presentó trazas

violetas en la base de las brácteas, color verde brillante y buena precocidad y producción, Nova G-2 y Nova G-6, fueron más productivos, precoces, con menos trazas violetas y forma más redondeada que Lorca, aunque Nova G-2 tuvo mucho destrío debido a capítulos pequeños y fuera de tipo. Nova G-7-10 produjo menos que las anteriores, con muchos capítulos con diversidad formas.

Ópera F1, fue el único cv. tipo "violeta de Provenza" (*Foto 4*), vegetó muy mal durante el verano y cuando se le aplicó el giberélico no tenía el tamaño adecuado, lo cual posiblemente influyó en que tuviera menos cosecha en la parcela con AG3.

CONCLUSIONES

Analizados los resultados de los cultivares ensayados (*Foto 5*), de los cultivares del tipo "Calicó" seleccionaríamos a Kendo F1, el cual destacó por su precocidad y gran producción frente al procedente de estaca, aunque con algo menos de tamaño. De los cultivares tipo "Blanca de Tudela", el cultivar NUM 4011 F1 podría ser muy interesante para mercado interior por su calibre y producción, mientras que Symphony F1 sería más apropiado para exportación y Madrigal F1 para la industria conservera o exportación en fechas más tardías. NUM 4455 F1 sería adecuado para el mercado gourmet y la industria de minicorazones, por los numerosos capítulos de menor tamaño que produce. Estudiando los cultivares tipo "Imperial Star", resultaron interesantes Nova G-2, por su precocidad, y G-6, con algo más de producción y menor aparición de trazas violetas en las brácteas. Opera F1 apareció como un tipo "violeta de Provenza" productivo y de intenso color. Con el inconveniente de los problemas provocados por las altas temperaturas de nuestros veranos.

El buen comportamiento productivo de las alcachofas procedentes de semilla está desplazando a los cultivares tradicionales propagados vegetativamente, sobre todo en el caso de los productores que se dedican a la exportación. Se continúa trabajando con Blanca de Tudela principalmente en mercado interior y para la industria conservera, que de momento no acepta capítulos de cvs de semilla. Cuando la industria comience a aceptar estos nuevos cultivares vamos a vivir un profundo cambio varietal en la alcachofa española.

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Cultivares tipo "Calicó".

Foto 2. Cultivares tipo "Blanca de Tudela".

Foto 3. Cultivares tipo "Imperial Star"

Foto 4. Cultivar tipo "Violeta de Provenza"

Foto 5. Cultivares ensayados.

TABLAS

Tabla 1. **Producción comercial final por cultivar (kg.m^{-2}), en ensayo con aplicación de ácido giberélico.**

CULTIVAR	COMERCIAL		DESTRÍO	
	kg.m^{-2}	capítulos.m^{-2}	kg.m^{-2}	capítulos.m^{-2}
MADRIGAL	3,01 a	13,7 a bc	0,41 bcde	2,9 efg
KENDO F1	2,70 ab	9,8 cd	0,20 cde	2,0 fg
NOVA G-6	2,55 abc	16,7 a	0,62 b	8,8 a
SAMBO F1	2,40 abcd	8,4 de	0,15 de	1,5 fg
NUM 04011 F1	2,35 abcd	13,9 abc	0,51 bc	6,0 bc
NOVA G-2	2,34 abcd	16,2 a	1,05 a	9,3 a
LORCA	2,32 abcd	15,8 ab	0,64 b	7,2 ab
NUM 04455 F1	2,16 bcd	17,5 a	0,38 bcde	5,3 bcd
BLANCA DE TUDELA	2,04 bcd	13,7 abc	0,59 b	5,2 bcd
NOVA G-7-10	1,82 cd	11,9 bcd	0,39 bcde	4,8 cde
CALICÓ	1,76 cd	5,3 e	0,10 e	0,8 g
ÓPERA F1	1,66 d	9,2 de	0,45 bcd	3,5 def
SYMPHONY F1	1,60 d	9,0 de	0,16 de	2,5 fg
MDS	0,82	4,12	0,34	2,24
CV	16,96	15,26	36,46	22,42

Letras distintas indican diferencias significativas($p <= 0,05$)

Tabla 2. **Producción comercial final por cultivar (kg.m-2), en ensayo testigo sin aplicación de ácido giberélico.**

CULTIVAR	COMERCIAL		DESTRÍO	
	kg.m^{-2}	capítulos.m^{-2}	kg.m^{-2}	capítulos.m^{-2}
KENDO F1	3,46 a	10,8 b c d	0,14 d	1,0 f
SAMBO F1	2,58 b	7,4 d e	0,18 d	1,6 e f
MADRIGAL	2,42 b	11,6 b c d	0,26 c d	2,6 d e f
NUM 04455 F1	2,28 b c	20,9 a	0,19 d	2,5 d e f
BLANCA DE TUDELA	2,19 b c d	14,6 b	0,67 a	5,1 a b
NUM 04011 F1	2,17 b c d	13,0 b c	0,29 b c d	3,3 c d e
LORCA	2,16 b c d	14,4 b	0,53 a b c	6,0 a
SYMPHONY F1	2,12 b c d	10,3 b c d	0,10 d	1,3 f
NOVA G-2	1,99 b c d	13,4 b c	0,34 b c d	4,5 a b c
ÓPERA F1	1,94 b c d	10,6 b c d	0,18 d	1,5 f
NOVA G-6	1,77 b c d	11,3 b c d	0,55 a b	5,9 a
NOVA G-7-10	1,51 c d	9,5 c d	0,31 b c d	3,6 b c d
CALICÓ	1,43 d	4,2 e	0,13 d	1,0 f
MDS	0,83	4,90	0,28	1,76
CV	17,61	19,23	43,27	26,36

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

Tabla 3. **Peso medio (gramos por capítulo) de la producción comercial final, en ensayo con aplicación de ácido giberélico.**

CULTIVAR	peso medio(g)
CALICÓ	328 a
SAMBO F1	287 b
KENDO F1	275 b
MADRIGAL	220 c
ÓPERA F1	180 d
SYMPHONY F1	177 d
NUM 04011 F1	169 d e
NOVA G-6	153 e f
NOVA G-7-10	151 e f
BLANCA DE TUDELA	150 e f
LORCA	145 f g
NOVA G-2	144 f g
NUM 04455 F1	124 g
MDS	23,38
CV	5,58

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

Tabla 4. **Peso medio (gramos por capítulo) de la producción comercial final, en testigo sin aplicación de ácido giberélico.**

CULTIVAR	peso medio(g)
SAMBO F1	351 a
CALICÓ	338 a
KENDO F1	321 a
MADRIGAL	210 b
SYMPHONY F1	206 b
ÓPERA F1	185 b c
NUM 04011 F1	168 c
NOVA G-7-10	160 c
NOVA G-6	159 c
BLANCA DE TUDELA	149 c
NOVA G-2	149 c
LORCA	149 c
NUM 04455 F1	109 d
MDS	37,72
CV	8,48

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

Tabla 5. **Distribución porcentual de capítulos por peso medio en alcachofas tipo Calicó.**

TRATAMIENTO	Cultivar	COMERCIAL			DESTRÍO
		>300 g	300-200	200-150	<150 g
CON AG3	SAMBO F1	51,1%	32,7%	10,4%	5,9%
	KENDO F1	42,8%	39,9%	10,5%	6,9%
	CALICÓ	68,1%	20,2%	6,6%	5,1%
TESTIGO	SAMBO F1	68,5%	18,3%	6,5%	6,7%
	KENDO F1	56,8%	29,9%	9,7%	3,7%
	CALICÓ	59,4%	27,8%	4,6%	8,2%

Tabla 6. **Resultados de la producción final en relación con la aplicación de ácido giberélico.**

TRATAMIENTO	COMERCIAL			DESTRÍO	
	kg.m^{-2}	capítulos.m^{-2}	peso medio(g)	kg.m^{-2}	capítulos.m^{-2}
CON AG3	2,21	12,4	192,5	0,43 a	4,6 a
TESTIGO	2,16	11,7	204,1	0,30 b	3,1 b
MDS	N.S.	N.S.	N.S.	0,14	1,33
CV				67,03	62,43

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

FIGURAS

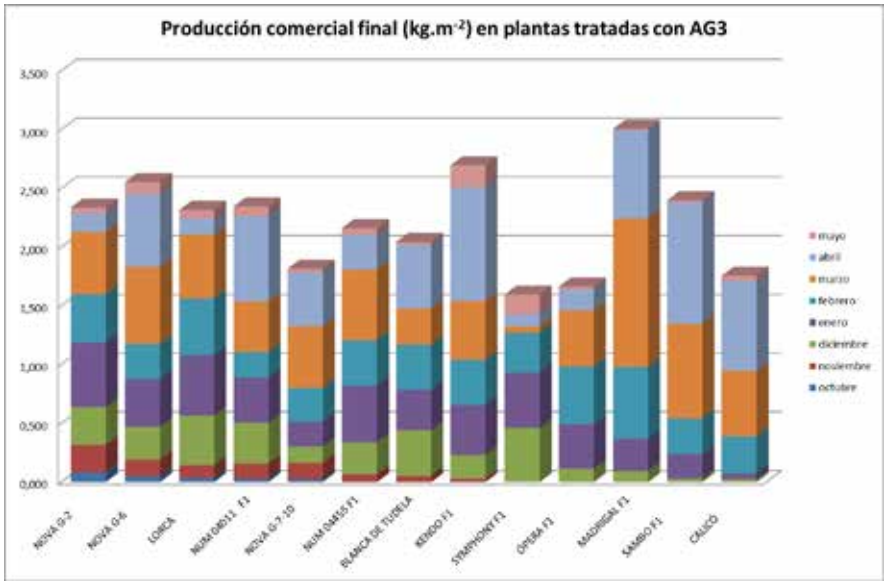


Figura 1. **Producción comercial mensual acumulada por cultivar (kg.m-2), en ensayo con aplicación de ácido giberélico.**

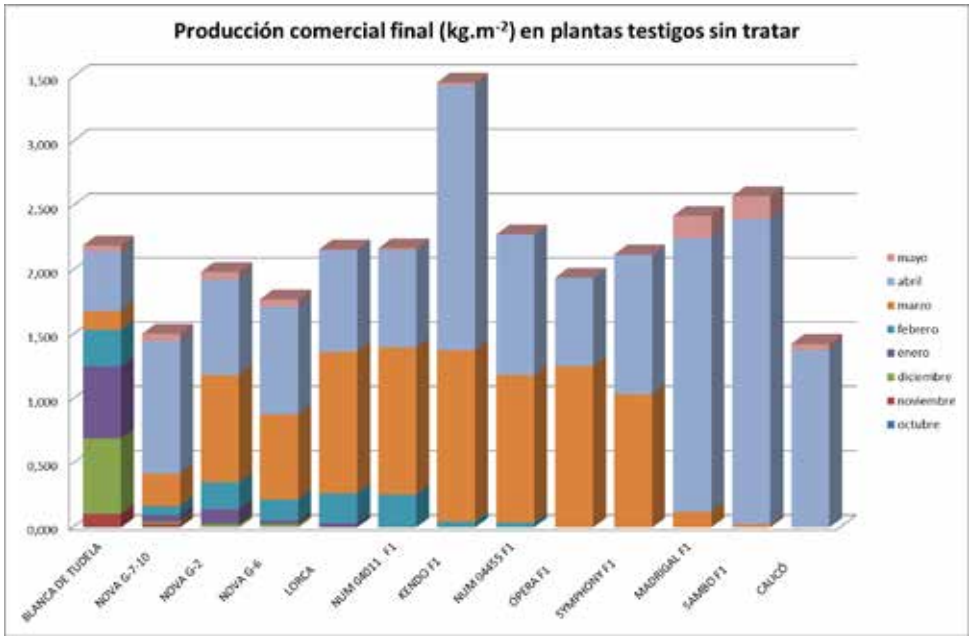
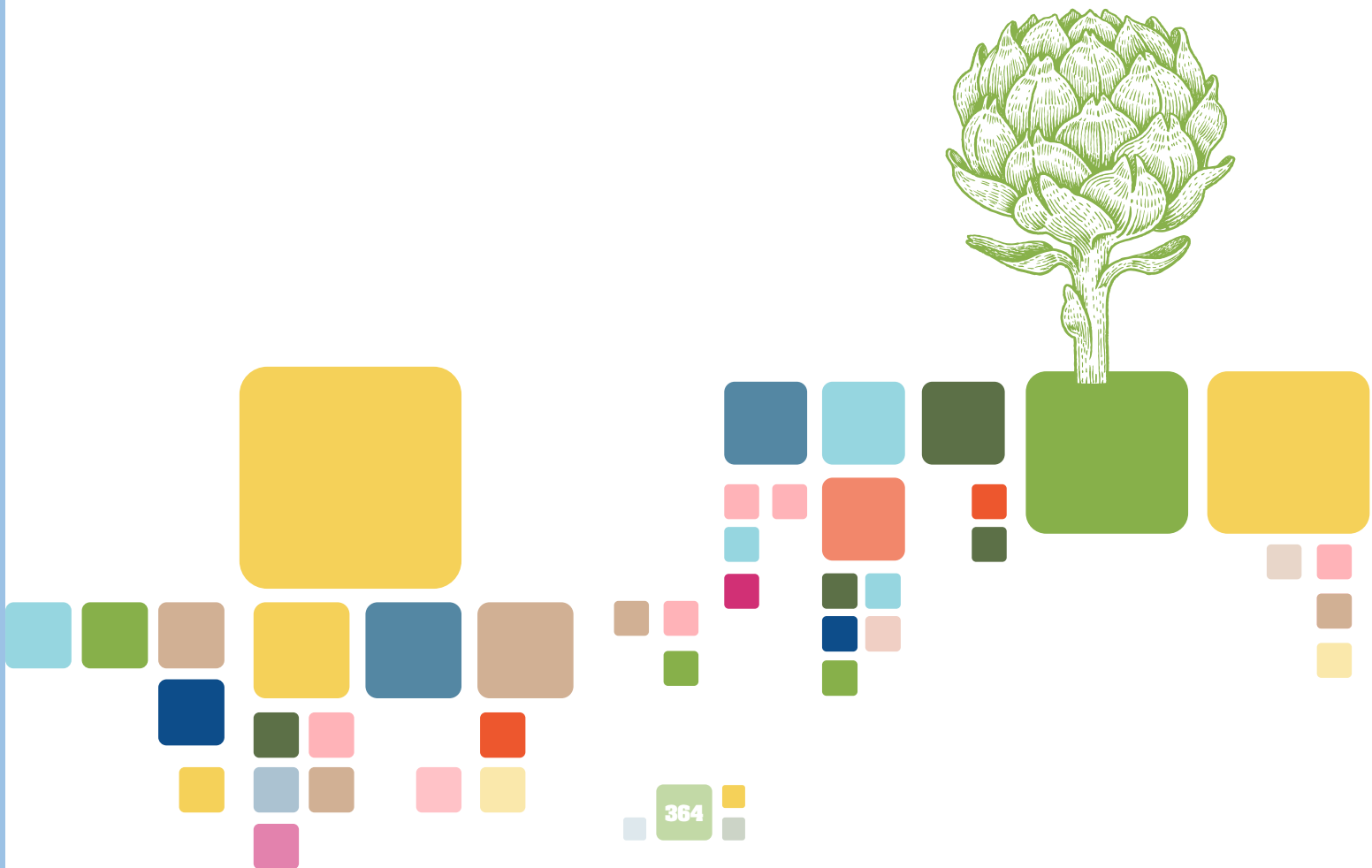


Figura 2. **Producción comercial mensual acumulada por cultivar (kg.m^{-2}), en ensayo de cultivares sin aplicación de ácido giberélico.**



ENSAYO DE 14 CULTIVARES DE ESPÁRRAGO VERDE EN EL VALLE DEL GUADALQUIVIR EN EL SEGUNDO AÑO DE CULTIVO

Cermeño-Sacristán. P.[1]; Andreu-Cáceres, L.[2]; Durán-Zuazo, V.H.[3]; Romero-Solís, M.J.[1]
[1]IFAPA Centro Las Torres-Tomejil. Alcalá del Río. Sevilla.
[2]Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla.
[3]IFAPA Centro Camino de Purchil. Granada. mariajoseromerosolis@gmail.com

RESUMEN

En los tres últimos años el sector del espárrago ha experimentado un gran ascenso, duplicándose la superficie cultivada en Andalucía. A pesar del gran incremento de superficie, los precios no sólo se han mantenido, sino que incluso se han visto incrementados, experimentándose un aumento progresivo del rendimiento gracias, entre otros factores, a los avances en las técnicas de cultivo y las variedades.

Para estudiar el comportamiento varietal del espárrago en la vega del Guadalquivir, se realizó un ensayo en el Centro IFAPA Las Torres. La plantación se realizó el 5 de abril de 2017. Los cultivares seleccionados para el estudio fueron los siguientes: Grande, Apolo, Vegalim, Sunlim, Portlim, Darzilla, Placosesp, Darvador, Atticus, Espada, Sabre, Cutlas, Brade y Magnus. Los parámetros de crecimiento y desarrollo medidos fueron número de tallos, calibre, altura de la planta y altura de la primera ramificación. También se determinó la precocidad de las variedades.

El cultivar que obtuvo mayor calibre fue Vegalim alcanzando los 14 mm. Sabre obtuvo el máximo número de tallos mientras que la mayor altura de la planta fue medida en el cultivar Magnus con 1,86 m. La altura de la primera ramificación osciló entre los 14 cm de Darvador y los 58 cm de Vegalim. Las variedades más tempranas fueron Brade y Espada, la menos precoz Portlim.

Palabras clave: *crecimiento, desarrollo, morfología, producción.*

INTRODUCCIÓN

La cadena agroalimentaria del espárrago ha experimentado profundos cambios a nivel global durante las últimas décadas. La aparición de nuevos híbridos de producción más uniforme y nuevas técnicas de manejo tendentes a la optimización de la producción requieren de una evaluación bajo distintas situaciones de manejo del cultivo (Risso *et al.*, 2013).

En espárrago, aspectos como la elección del híbrido y el tipo de acondicionamiento para su comercialización, constituyen estrategias que deben definirse muy bien, máxime cuando el objetivo es posicionarse antes en el mercado. (Risso *et al.*, 2013).

Actualmente se ha difundido el empleo de híbridos enteramente masculinos más uniformes en la producción de calibres y con mayor potencial de rendimiento y sanidad, en ambientes que les permite expresar su potencial (Castagnino *et al.* 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

Este ensayo se realizó en una finca experimental del Centro IFAPA Las Torres, situado en el municipio de Alcalá del Río, en Sevilla. El diseño experimental fue en bloques al azar con 4 repeticiones. La plantación se efectuó mediante garras el 5 de abril de 2017, siguiendo un marco de plantación de 1,50 x 0,33 m^2.

Los cultivares ensayados fueron Grande, Apolo, Vegalim, Sunlim, Portlim, Darzilla, Placosesp, Darvador, Atticus, Espada, Sabre, Cutlas, Brade y Magnus.

Los parámetros medidos fueron: precocidad, producción (Kg ha^{-1}), número de tallos por ha, calibre, altura de la planta y altura de la primera ramificación.

Los cultivares ensayados fueron los siguientes.

CULTIVAR
Grande
Apolo
Vegalim
Sunlim
Portlim
Darzilla
Placosesp
Darvador
Atticus
Espada
Sabre
Cutlas
Brade
Magnus

El diseño estadístico fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de la varianza ANOVA para $P<0.05$ y posteriormente el Test LSD para estudiar las diferencias entre los diferentes cultivares ensayados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase inicial (primeros años del cultivo), las plantaciones no están estabilizadas productivamente, por lo que resulta interesante conocer el comportamiento de los diferentes híbridos en este periodo, para determinar el potencial productivo inicial de los mismos (Castagnino *et al.*, 2017). En el segundo año de cultivo del espárrago, se ha llevado a cabo un periodo de recolección reducido comprendido entre el 1 de febrero y el 23 de abril de 2018. Las condiciones meteorológicas del mes de febrero en el valle del Guadalquivir conllevaron a un desarrollo escalonado de las plantas según la precocidad de los diferentes cultivares ensayados. En la *Figura 1* se puede observar cuáles son los cultivares más precoces (Espada y Brade) y los más tardíos (Darvador, Atticus, Darzilla y Portlim) aquellos que presentaron menor número de turiones emergidos durante la primera quincena de recolección. La *Figura 2* muestra las producciones obtenidas por los catorce cultivares ensayados. Destaca de manera significativa los cultivares Sunlim y Atticus con producciones de 13 t ha^{-1} y 9,8 t ha^{-1} respectivamente. Los cultivares Cutlas, Placosesp y Portlim son los cultivares que entraron en producción más tarde y como consecuencia de ello obtuvieron un rendimiento inferior entre 3,9 t ha^{-1} y 4,7 t ha^{-1}. En la Figura 3 se puede observar el número de tallos por hectárea producidos por cada variedad, destaca de manera significativa el cultivar SABRE con 460.000 tallos ha^{-1}, a continuación Vegalim y Magnus, ambos con una producción de 440.000 tallos ha^{-1}. Los cultivares más tardíos Portlim y Darvador presentaron de 100 a 180 tallos ha^{-1}.

En la *Figura 4* se muestra la distribución de los calibres en los diferentes cultivares, destacando de manera significativa el cv. Magnus con 15,2 mm y cv. Darzilla con 7,12 mm.

En lo referente a la morfología de la planta (*Figuras 5 y 6*), se observa que los cv. Magnus y Vegalim alcanzan los valores máximos de altura con 1,86 m y 1,79 m respectivamente, diferencia significativa. Destaca nuevamente de manera significativa el cv. Vegalim como el cultivar que alcanzó mayor altura de la primera ramificación con 58 cm.

CONCLUSIONES

Los cultivares más precoces han sido Brade y Espada y el menos precoz Portlim. El cultivar que obtuvo mayor rendimiento en el segundo año del cultivo fue Sunlim, mientras que el más productivo en número de tallos ha^{-1} fue Sabre. En calibre del turión destaca Magnus. El cultivar donde es mayor la altura de la primera ramificación es Vegalim. El mayor porte alcanzado fue conseguido por Magnus y Vegalim.

Es necesario continuar estudiando el comportamiento de los cultivares hasta su entrada en plena producción y posterior decaimiento para tener mayor conocimiento y evaluar sus propiedades y rendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTAGNINO, A. M.; DÍAZ, K.; ROSINI, M.; FALAVIGNA, A.; MARINA, J.; GUISOLIS, A. 2011. *Productividad de ocho híbridos de espárrago en su quinto año desde la plantación en el centro de la provincia de Buenos Aires*. En: *XXXIV Congreso Argentino de Horticultura "El arte de integrar la producción y el consumo. Visión actual y futura"*. Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), Buenos Aires.

CASTAGNINO, A. M.; FERNÁNDEZ L.; ROSINI, M. B.; DÍAZ, K.; ROGERS, W. J. 2017. IV *Ensayo Internacional de Cultivares de Espárrago en Argentina: factores de cosecha, productividad y comportamiento en postcosecha de una colección de genotipos de espárrago (Asparagus officinalis L. var. Altilis)*. Horticultura Argentina 36 (91). ISSN de la edición on line 1851-9342.

RISSO, A.; CASTAGNINO, A.; DÍAZ, K.; ROSINI, M.; MARINA, J.; FALAVIGNA, A. 2013. *Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde (Asparagus officinalis L. var. Altilis) en invernadero*. Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas, 6 (1), 55-66.

AGRADECIMIENTOS

Estos ensayos pertenecen al proyecto "Horticultura al aire libre" desarrollado por el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, está cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

FIGURAS

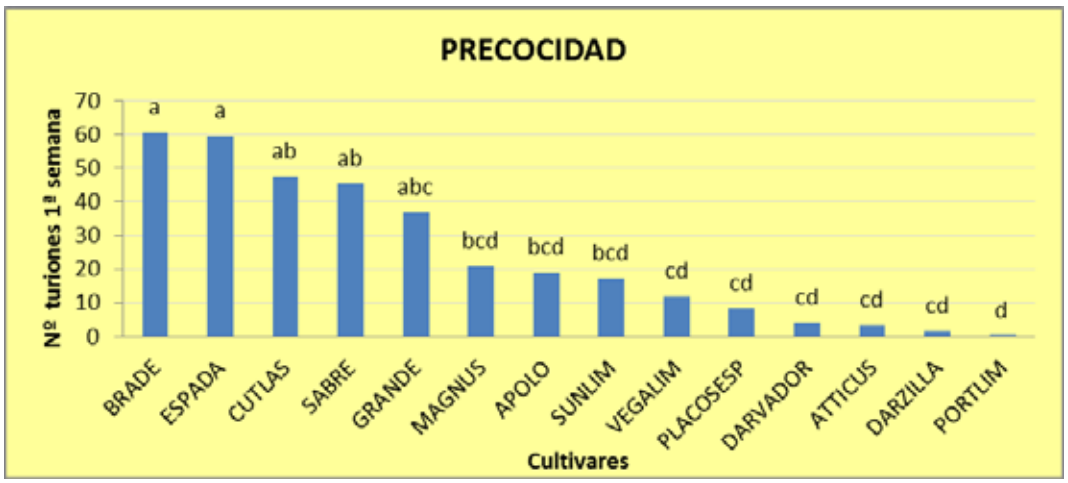


Figura 1. **Precocidad de los 14 cultivares experimentados.**

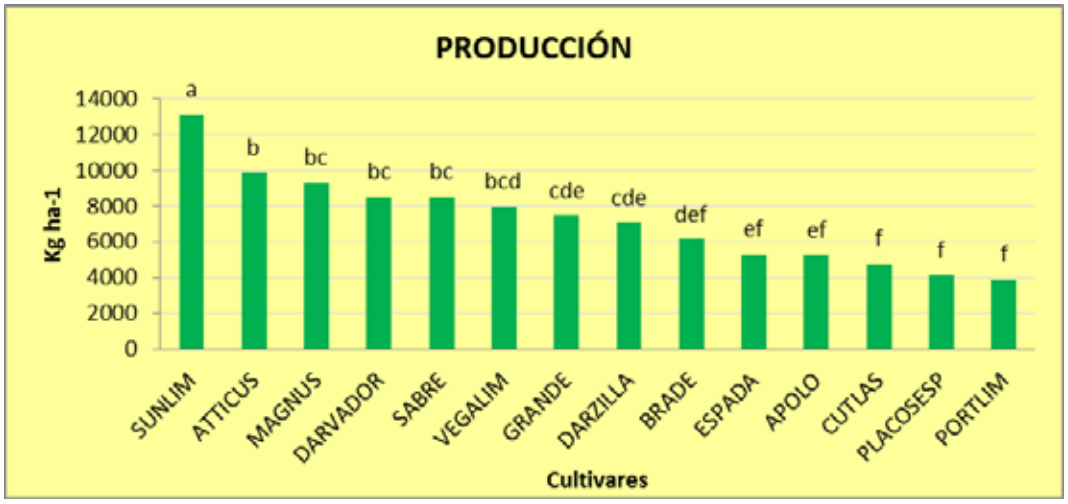


Figura 2. **Producción comercial de espárragos en los 14 cultivares ensayados.**

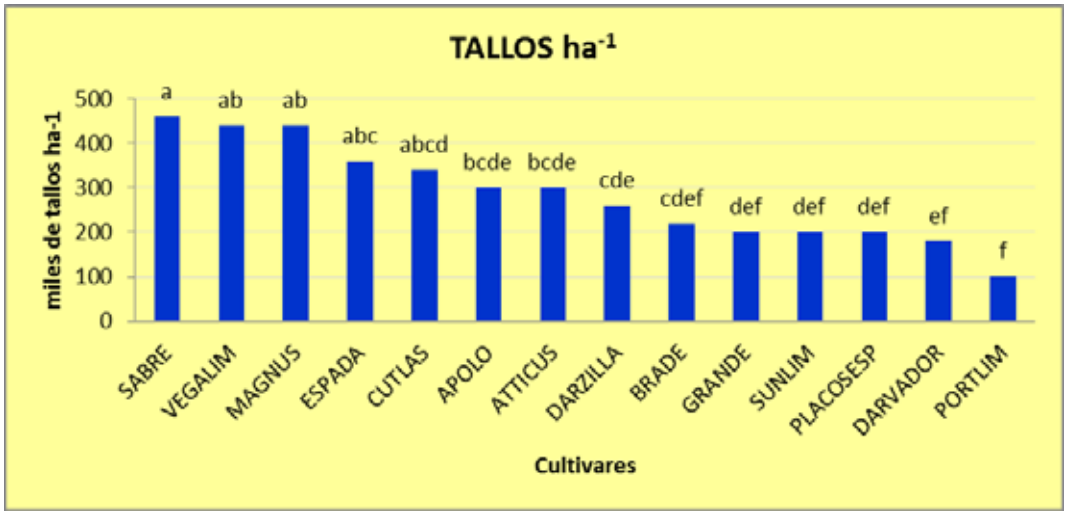


Figura 3. **Producción total en número de tallos por hectárea.**

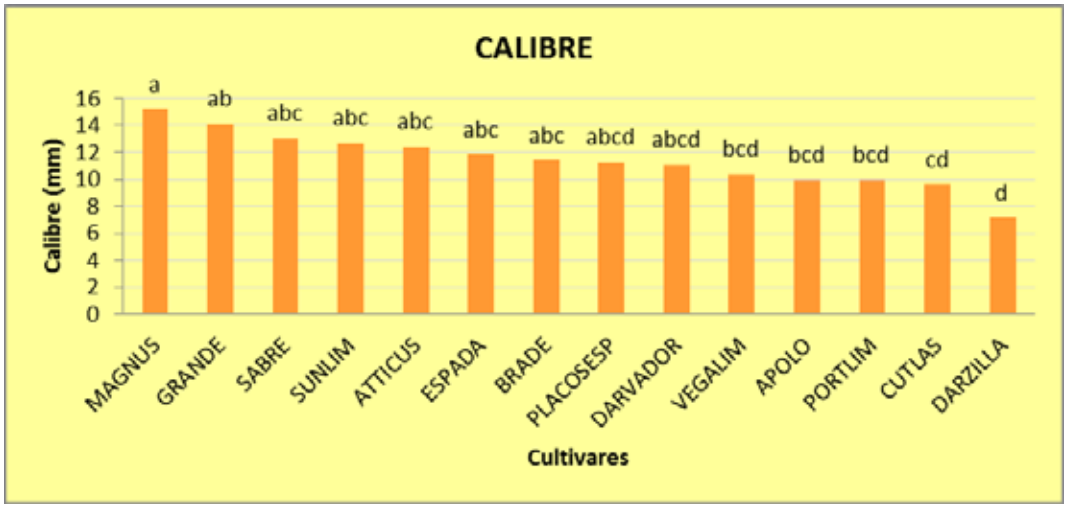


Figura 4. **Comparación de calibres obtenidos en los catorce cultivares.**

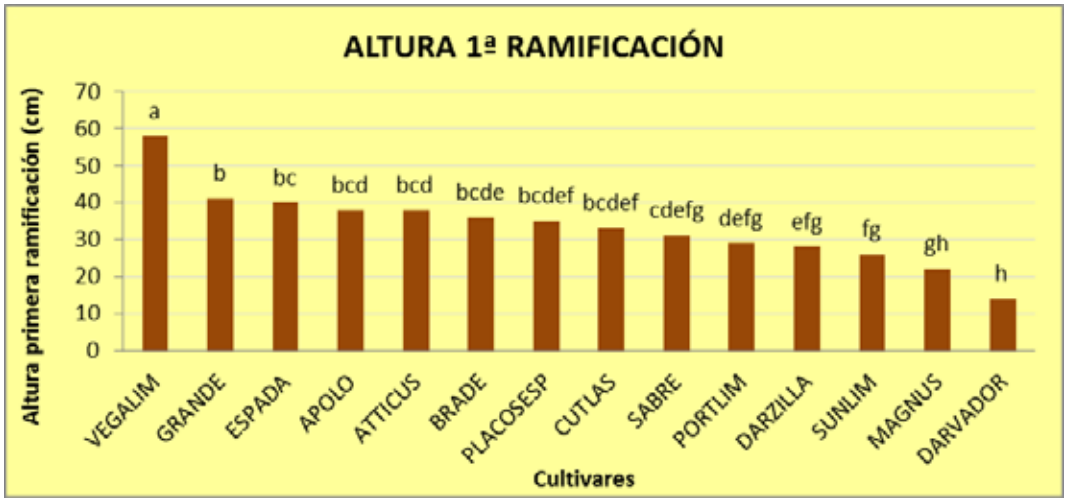


Figura 5. **Altura de la primera ramificación alcanzada en los 14 cultivares.**

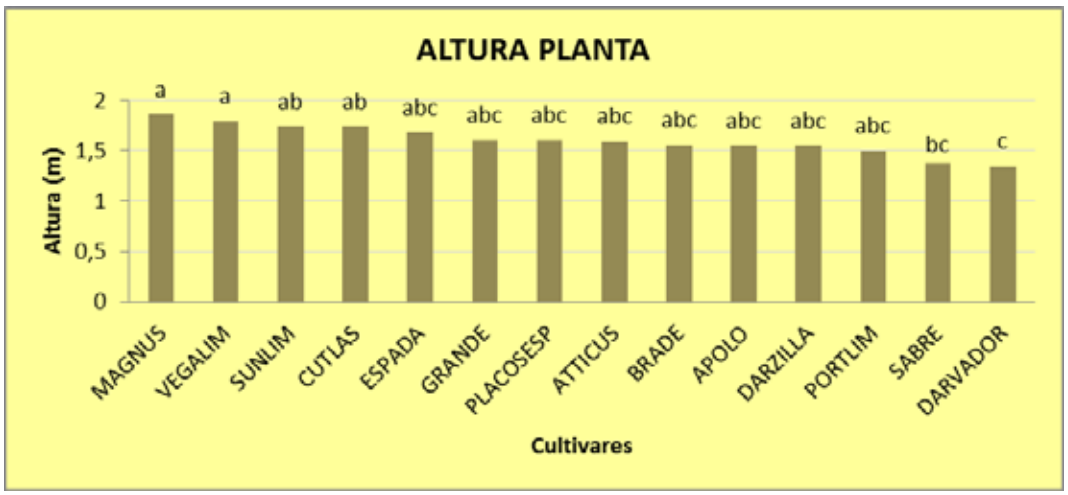
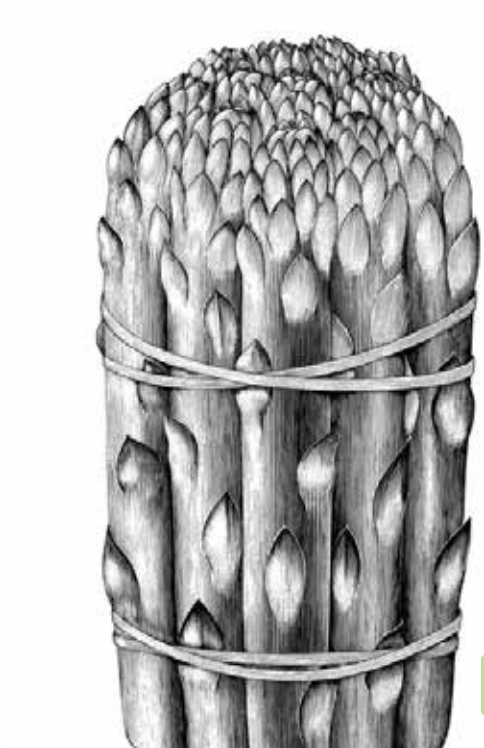


Figura 6. **Altura total alcanzada por los 14 cultivares ensayados.**



CALIDAD DE FRUTOS DIVERSOS CULTIVADOS BAJO PROTECCIÓN

García-García M.C.; Pascual, F.; Felipe, A.; Cánovas, G.; Medrano, E; Del Río-Celestino, M.; Gómez, P.

IFAPA Centro La Mojonera, Camino San Nicolás, Nº1, C.P. 04745, La Mojonera (Almería). Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Junta de Andalucía. mariac.garcia.g@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Calidad proviene del latín *qualitas* que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Actualmente se asocia a grado de excelencia, superioridad o idoneidad para un uso particular; en definitiva, se puede decir que un producto tiene calidad cuando supera o cumple unos valores normalizados establecidos que han sido valorados objetiva o subjetivamente. El consumidor demanda calidad en términos de apariencia, frescura, presentación, así como de valor nutritivo. Por ello es fundamental cuantificar los parámetros que determinan esta calidad, tanto físico-químicos como nutricionales, que aportan un valor añadido a estos productos. Para conseguir potenciar estos parámetros que resultan tan demandados por el consumidor se hace necesario caracterizar cultivares candidatos a aportar, mediante la mejora genética o mediante la diversificación de cultivos, un plus en los parámetros de calidad de los productos. Los trabajos compilados en este artículo han buscado principalmente un doble objetivo: por un lado, diversificar y potenciar la variedad de productos de alta calidad nutricional, procediendo a su cuantificación, y por otro, buscar fuentes de variabilidad genética enfocada a los parámetros de calidad del fruto demandados actualmente por el consumidor.

Metodología para la caracterización del perfil físico-químico

El peso se obtuvo con una balanza digital, expresándose en gramos (g). El diámetro se midió con un calibre digital, en milímetros (mm). La firmeza se midió mediante un texturómetro, expresándose los resultados en Newton (N). El análisis de pH y acidez titulable se valoró mediante un titulador automático, frente a una disolución de hidróxido sódico, expresándose la acidez como porcentaje de ácido cítrico (%). El contenido en sólidos solubles se midió mediante un refractómetro, expresando el resultado en grados Brix (ºBrix). Para determinar la humedad o contenido en agua se utilizó una estufa, expresando el resultado en porcentaje de humedad (%).

Metodología para la caracterización nutricional

Para la determinación de licopeno se empleó un espectrofotómetro UV/Vis, midiendo la absorbancia de la muestra a 503 nm y expresando en resultado en miligramos por 100 gramos de peso fresco. Para determinar el contenido en ácido ascórbico se utilizó la técnica de titulación volumétrica de óxido reducción en medio ácido utilizando el titulador automático (8). Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico por peso fresco o seco. El contenido en fenólicos fue determinado mediante un espectrofotómetro UV/Vis, midiendo la absorbancia de la muestra a 765 nm y expresando en resultado en miligramos de equivalentes de ácido gálico (GAE) por peso fresco o seco.

RESULTADOS

A continuación, se ofrece un breve resumen de diferentes ensayos de diversificación de cultivos, con los resultados de los parámetros físico-químico y nutricionales, expresado como intervalos de los valores medios de los cultivares estudiados en cada ensayo.

Cultivares de tomate tradicional de calibre grueso

En las regiones mediterráneas hay diversidad de cultivares tradicionales de tomate con gran interés desde el punto de vista comercial; por sus características gastronómicas y nutricionales y por su creciente demanda. El objetivo del trabajo fue comparar la calidad físico-química y nutricional en frutos de 10 variedades tradicionales cultivadas en producción ecológica.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 100-250 g • Calibre: 56-85 mm • Firmeza: 18-31 N • pH: 3,95-4,61 • Acidez: 0,31-0,75 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 4,36-5,55 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Licopeno: 1,3-3,6 mg/100g p.f.(peso fresco) • Ácido ascórbico: 17,9-27,8 mg/100g p.f. • Fenólicos: 13,66-24,62 mg GAE/100g p.f.

Cultivares tradicionales de tomate cherry

En muchos productos hortícolas, y especialmente en el tomate, empiezan a ser prioritarios aspectos que se estaban considerando en ciertas ocasiones como secundarios, como la calidad organoléptica y nutricional. Estos valores se han conservado en las variedades tradicionales. El objetivo del estudio fue evaluar el perfil físico-químico y nutricional de 8 cultivares tradicionales de tomate tipo cherry.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 2,5-13 g • Firmeza: 7,8-17,8 N • pH: 4-4,5 • Acidez: 0,66-0,96 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 7,8-10,6 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Licopeno: 1,2-4,3 mg/100g p.f. • Ácido ascórbico: 31,83-40,7 mg/100g p.f. • Fenólicos: 33,8-49,2 mg GAE/100g p.f.

Variedades comerciales de tomate cherry

El tomate es la hortaliza que ocupa el primer puesto en producción y superficie de la mayor zona de producción de hortalizas de Europa. Las especificaciones agronómicas y también la calidad de fruto en diversos parámetros, resultarán decisivos para la aceptación y fidelidad de los consumidores europeos. En este estudio se evaluaron los parámetros físico-químicos de 7 cultivares de tomate cherry rojo de diferentes empresas, cultivados en invernadero en la provincia de Almería.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 10,9-30,8g • Calibre: 24,4-35,2 • Firmeza: 9,8-26,2 N • pH: 3,9-4,2 • Acidez: 0,73-0,87% ácido cítrico. • Sólidos solubles: 5,9-8,1 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES

• Licopeno: 3,1-5,1 mg/100g p.f. • Ácido ascórbico: 31,1-50,7 mg/100g p.f.

Cultivares tradicionales de calabaza tipo *marrow*

Existen fuentes de variabilidad muy interesantes dentro de las variedades tradicionales disponibles, para diversificar los cultivares de calabaza y calabacín. El estudio de dicha variabilidad es importante, ya que suponen un valor añadido en alza por sus cualidades nutricionales y organolépticas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad físicoquímica y nutricional de 9 cultivares tradicionales tipo *marrow*.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 571,5-1345,1 g • Diámetro: 70,3-110,5 mm • Firmeza: 18-22 N • pH: 6,5-6,8 • Acidez: 0,10-0,13 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 3,81-4,73 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 97,7-210,3 mg/kg p.s. (peso seco) • Ácido ascórbico: 0,6-0,9 mg/g p.s. • Fenólicos: 2,36-5 mg GAE/g p.s.

Híbridos comerciales de calabacín morfotipo *zucchini*

El calabacín tipo *zucchini* es el más consumido en el mundo; se trata de un fruto cilíndrico y de color verde, con una interesante variabilidad, frutos con un valor en alza por sus cualidades nutricionales y organolépticas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad físico-química y nutricional de 7 híbridos comerciales de calabacín tipo *zucchini*.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 223,8-533,3 g • Diámetro: 40,1-90 mm • Firmeza: 19-24 N • pH: 6,7-6,9 • Acidez: 0,10-0,12 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 3,7-4,6 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 81,5-371,5 mg/kg p.s. (peso seco) • Ácido ascórbico: 0,5-1,3 mg/g p.s. • Fenólicos: 3,5-4,6 mg GAE/g p.s.

Variedades de pimiento de tipo cónico

Los pimientos son cada vez más valorados por sus propiedades nutricionales y organolépticas. Actualmente el consumo de estos frutos ha aumentado debido a la búsqueda de hábitos alimenticios saludables. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el perfil físico-químico y nutricional de 3 cultivares de pimiento tipo cónico de tres colores: rojo, naranja y amarillo.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 83,3-122,2 g • Humedad: 89,6-91,7 % • pH: 5,1-5,4 • Acidez: 0,23-0,26 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 7,4-8,8 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 11,8-13,3 mg/100g p.f. • Ácido ascórbico: 76,2-91,9 mg/100g p.f. • Fenólicos: 113,1-124,3 mg GAE/100g p.f.

Cultivares de pimiento de tipo italiano

Los pimientos son cada vez más valorados por sus propiedades nutricionales y organolépticas. Actualmente el consumo de estos frutos ha aumentado debido al cambio en los hábitos alimenticios saludables. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el perfil físico-químico y nutricional de 3 cultivares de pimiento tipo italiano de tres colores: rojo, naranja y amarillo.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 81,1-109,6 g • Humedad: 90,3-91,4 % • pH: 5,3-5,4 • Acidez: 0,18-0,22 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 7,2-7,5 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 14,2-18,1 mg/100g p.f. • Ácido ascórbico: 58,9-101,2 mg/100g p.f. • Fenólicos: 94,1-130,7 mg GAE/100g p.f.

Variedades de pimiento tipo snack

Una alternativa a los cultivos tradicionales son las hortalizas snack o minihortalizas, cuyo interés radica en su adaptación a nuevos formatos y mercados, por su connotación de comida saludable. Entre estas hortalizas, en los últimos años ha destacado el pimiento. Este ensayo se ha realizado con el fin de estudiar los cultivares de pimiento tipo snack mayoritarios en el mercado para transferir los resultados al sector.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 21-37,6 g • Firmeza: 16,2-29,4 N • pH: 4,2-5,2 • Acidez: 0,23-0,42 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 10,3-12,9 ºBrix

Variedades de pepino dulce

El pepino dulce o pera-melón (*Solanum muricatum*) es una especie originaria de la región andina, donde se cultiva hace miles de años. A pesar de sus buenas cualidades productivas, ha sido un cultivo que no se ha extendido ampliamente al resto del mundo. Recientemente ha renacido el interés por este cultivo, con intentos para introducirlo en diversos países. El principal objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad físico-química y nutricional de 6 variedades de pepino dulce cultivadas en invernadero de Almería.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 241-332,14 g • Diámetro: 50,1-70,7 mm • Firmeza: 88,24-146,92 N • pH: 5,04-5,34 • Acidez: 0,10-0,13 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 7,13-7,94 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 43,2-105,2 mg/100g p.f. • Ácido ascórbico: 4,56-10,61 mg/100g p.f. • Fenólicos: 56,1-83,4 mg GAE/100g p.f.

Variedades de mora cultivadas en invernadero

El objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad físico-química y nutricional de tres variedades de mora cultivadas en invernadero en Almería, con la finalidad de que consumidores, agricultores, técnicos y empresas agroalimentaria dispongan de dicha información de cara a diversificar las áreas invernadas de Almería, para evitar caer en los peligros de situaciones de monocultivo.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 8,7-12,3 g • Diámetro: 22-25 mm • Firmeza: 4,5-7 N • pH: 3,2-3,6 • Acidez: 1,3-1,7 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 9,9-10,8 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 3,2-12,2 Symbol g/g p.f. • Ácido ascórbico: 17,1-21,2 mg/100g p.f. • Fenólicos: 157,6-268,7 mg GAE/100g p.f.

Variedades de fresa cultivadas en invernadero

La situación actual de globalización del mercado, obliga a la creación de sistemas de producción donde se tenga en cuenta la calidad, la presentación, las cualidades organolépticas y los beneficios para la salud. El objetivo de este trabajo fue conseguir una producción de fresa con alto valor añadido; para ello se han caracterizado 2 variedades de fresa cultivadas en invernadero en la provincia de Almería con diferentes manejos de la fertirrigación.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 17-22,5 g • Humedad: 89,8-91,2 % • Firmeza: 3,8-4,7 N • pH: 3,6-5,1 • Acidez: 1,03-1,19 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 7,5-8,8 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Carotenos: 52-82 µg/100 g p.f. • Ácido ascórbico: 45,6-57,6 mg/100g p.f. • Fenólicos: 182-262 mg GAE/100g p.f.

Cultivares de tirabeques ecológicos

Las leguminosas se han afianzado como una alternativa real para la diversificación de cultivos hortícolas convencionales y, especialmente, el tirabeque que por sus peculiaridades y calidad lo hacen un producto interesante. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el perfil físicoquímico y nutricional de 8 cultivares de tirabeque cultivados en invernadero ecológico en la provincia de Almería.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 5,6-7,2g • Anchura de vaina: 49,8-88,2 mm • Longitud de vaina: 80-112,3 mm • Firmeza: 46,7-58,9 N • pH: 6,1-6,8 • Acidez: 0,14-0,16 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 6,3-8,8 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Ácido ascórbico: 2,9-6,1 mg/100g p.f. • Fenólicos: 24,2-59,2 mg GAE/100g p.f.

Cultivares de guisantes ecológicos para consumo en fresco

Los guisantes para consumo en fresco son un cultivo tradicional de la provincia de Almería, se trata de un fruto muy valorado gastronómicamente y que pude convertirse en una buena alternativa para diversificar los cultivos bajo plástico. En este trabajo se caracterizó el perfil físico-químico y nutricional de 7 cultivares de guisante en producción ecológica en invernadero en la provincia de Almería.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 5,2-12,2 g • Diámetro del grano: 8,8-10,9 mm • Longitud de vaina: 75.8-117,4 mm • Firmeza: 27,5-45,5 N • pH: 6,9-7,1 • Acidez: 0,12-0,17 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 15,1-18,9 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Ácido ascórbico: 4,2-5,3 mg/100g p.f. • Fenólicos: 29,4-42,9 mg GAE/100g p.f.

Cultivares de soja ecológica

Dentro del interés por la introducción y expansión del cultivo de leguminosas en invernadero, se abre camino una especie diferente de leguminosa: la soja. Con la finalidad de obtener vainas de soja inmaduras, en la actualidad muy demandadas para la elaboración de "edamame", preparación culinaria de las vainas en agua hervida con sal y considerada un importante snack proteico natural. Para ello se ha evaluado una variedad de soja cultivada en invernadero de producción ecológica.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso de vaina: 1,7-2,8 g • Peso de grano: 0,3-0,6 g • Diámetro del grano: 8,8-10,9 mm • Longitud de vaina: 42,9-50,8 mm • Granos por vaina: 3 • pH: 5,8-6,1 • Acidez: 0,07-0,18 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 2,6-2,7 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES

• Ácido ascórbico: 5,8-8,2 mg/100g p.f. (bebida de soja).

Judías de colores ecológicas

La judía (*Phaseolus vulgaris*) y otras leguminosas del mimo género, además de ser importantes en la alimentación humana, tienen interés agrícola por su acción fertilizante sobre los suelos de cultivo. Como resultado de este proyecto se pretendía obtener nuevas variedades para el sector productor. Para ello se estudió el perfil físico-químico y nutricional de 12 cultivares de judías de diferentes colores y formas cultivadas en invernadero ecológico en la provincia de Almería.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 3,4-10,5g • Longitud: 91,9-174,9 mm • Anchura: 7,7-15,6 mm • pH: 6,1-6,5 • Acidez: 0,13-0,19 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 4,5-6 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Ácido ascórbico: 14-23,6 mg/100g p.f.

Variedades de pitaya cultivadas en invernadero

La pitaya o fruta del dragón, es una planta de la familia de los cactus, cuyo fruto es muy suculento y nutritivo, con un gran contenido en vitamina C. En los últimos años, este cultivo ha saltado a la palestra por el gran potencial que ofrece para su desarrollo bajo abrigo en la provincia de Almería. El objetivo de este estudio fue caracterizar 2 variedades de pitaya cultivadas en invernadero en la provincia de Almería.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS • Peso: 360-490 g • Longitud: 102,5-114,9 mm • Diámetro: 74-86 mm • Firmeza: 49-27 N • pH: 3,8-4,5 • Acidez: 0,4-0,5 % ácido cítrico. • Sólidos solubles: 11,7-10,8 ºBrix

PARÁMETROS NUTRICIONALES • Ácido ascórbico: 6,2-10,3 mg/100g p.f.

Figura 1. Detalle de frutos de tomate tradicional de calibre grueso, tomate cherry, calabaza tipo *marrow,* calabacín morfotipo *zucchini* pimiento de tipo cónico, pimiento de tipo italiano, pimiento tipo snack, pepino dulce, mora cultivadas en invernadero, fresa cultivadas en invernadero, tirabeques, guisantes, soja, judías de colores y pitaya cultivadas en invernadero.

SESIÓN FORMACIÓN

FORMACIÓN DE JÓVENES AGRICULTORES EN EL CENTRO IFAPA DE LA MOJONERA (ALMERÍA)

González, A.[1]; Fernandez Maria M.[1]; Mena A.[2]; García, M.C.[1]

1. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), Centro La Mojonera, Camino San Nicolás, nº1, 04745 La Mojonera, Almería.
2. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Almería.
mariac.garcia.g@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Es misión del IFAPA contribuir a la modernización de los sectores agrario, pesquero y alimentario de Andalucía y a la mejora de su competitividad a través de la investigación, la innovación, la transferencia de tecnología y la formación de los profesionales de estos sectores.

La formación de los recursos humanos es un objetivo trascendental para la modernización. Por ello, IFAPA desarrolla proyectos formativos específicos que, por una parte, favorezcan las innovaciones tecnológicas y mejoren la calidad de los productos agro-alimentarios andaluces, y por otra, den respuesta a las directrices de la Política Agraria Comunitaria y a las demandas de los agricultores, ganaderos y técnicos de la Comunidad Autónoma.

En el centro IFAPA de La Mojonera se atienden fundamentalmente las demandas de formación en el sector productivo de la horticultura intensiva, y entre otras, la formación institucional necesaria para acceder a las ayudas a la creación de empresas por jóvenes agricultores y a las ayudas de apoyo a las inversiones en explotaciones agrícolas. Esta formación especializada completa y mejora los conocimientos de los empresarios agrarios en un campo cada vez más tecnificado y regulado.

Cada año miles de alumnos reciben a través del IFAPA la formación necesaria para adquirir los conocimientos que les permitan convertirse en empresarios agrarios o mejorar su explotación, siendo los cursos de incorporación de jóvenes a la empresa agraria en el sector productivo de la horticultura intensiva los más demandados, con más de 40 actividades formativas y casi 1.000 alumnos cada año.

En este trabajo se muestra la evolución de estos cursos y su relación con las ayudas para la creación de empresas por jóvenes agricultores y de apoyo a las inversiones en explotaciones agrícolas.

Palabras clave: Horticultura intensiva, ayudas, creación de empresas, modernización.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) tiene entre sus funciones la mejora de la cualificación de los profesionales de los sectores agrario, agroalimentario y pesquero. Para ello en el IFAPA se planifican y ejecutan cada año, entre otras actuaciones, proyectos formativos específicos.

El proyecto formativo de Formación Institucional impartido en el IFAPA engloba las acciones formativas relacionadas con las certificaciones y titulaciones que, los profesionales del sector agrario, precisan para estar acreditados con un determinado fin, tal como la obtención del carné de aplicación de fitosanitarios, el ejercicio de la producción integrada o la incorporación a la empresa agraria.

Por otra parte, las ayudas dirigidas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores, recogidas en el Reglamento (UE) 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), establece entre sus prioridades la mejora de la viabilidad de las explotaciones agrarias y la competitividad de todos los tipos de agricultura en todas las regiones y promover las tecnologías agrícolas innovadoras, haciendo especial hincapié en facilitar la entrada en el sector agrario de jóvenes agricultores adecuadamente formados. Esta formación podrá ser acreditada con títulos académicos de la rama agraria, o bien, mediante el certificado de haber realizado el curso de incorporación a la empresa agraria, impartido por el IFAPA.

En este artículo vamos a abordar específicamente la formación impartida en el centro IFAPA La Mojonera (Almería), y en concreto al programa de incorporación de jóvenes a la empresa agraria el sector productivo de agricultura intensiva, en relación con las ayudas para la creación de empresas por jóvenes agricultores en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ayudas a la agricultura intensiva en Almería en el PDR 14-20

En el marco financiero 2014-2020 la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía publicó la Orden de 10 de junio de 2015, por la que se aprobaron las bases reguladoras para la concesión de subvenciones, en régimen de concurrencia competitiva, dirigidas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

En la convocatoria de 2015, en la provincia de Almería se tramitaron 402 expedientes de los que 208 obtuvieron resolución favorable, de éstas resoluciones, 72 son de mujeres, lo que representa un 35% del total. La actividad en la que se han

incorporado más jóvenes es el cultivo intensivo en invernaderos con un número total de 117 resoluciones favorables, de ellas 41 son mujeres.

En la convocatoria de 2016 se han tramitado 270 ayudas de las que, 131 han obtenido resolución favorable, de éstas resoluciones, 61 son de mujeres, lo que representa un 47% del total. La actividad en la que se han incorporado más jóvenes ha vuelto a ser el cultivo intensivo en invernaderos con un número total de 80 expedientes, 41 de ellos de mujeres. (*Figura 1*).

Hay que destacar que en el marco anterior, 2007-2013, se instalaron 146 jóvenes en Almería; en este, en solo 2 convocatorias, se han instalado 339 jóvenes.

Formación de jóvenes en los programas de incorporación del IFAPA

La Orden de 10 de junio de 2015 de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, establece como requisito para acceder a las ayudas a creación de empresas para jóvenes agricultores, poseer el nivel de capacitación y las competencias profesionales adecuadas en el momento de la instalación.

La capacitación profesional podrá ser acreditada con títulos académicos de la rama agraria relacionados con la orientación productiva correspondiente, o bien, mediante el certificado de haber realizado el curso de incorporación a la empresa agraria, impartido por el IFAPA, en el sector productivo concordante con la orientación técnico-económica de la explotación para la que se solicita la ayuda.

Este programa formativo de incorporación a la empresa agraria incluye 11 sectores productivos recogidos en la Orden de la Consejería de Agricultura y Pesca de 18 de enero de 2002 por la que se regula la formación de agricultores en los programas de incorporación de jóvenes a la agricultura, modernización de explotaciones y calificación de explotaciones prioritarias.

El año 2015 se realizó la primera convocatoria de subvenciones, en régimen de concurrencia competitiva, dirigidas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020. Esta convocatoria dio lugar a una altísima demanda de ayuda llegando a las 2.921 solicitudes en Andalucía. Como consecuencia de esta demanda, el número de solicitantes de formación en los cursos del programa de incorporación de jóvenes a la empresa agraria fue también altísimo, por lo que el IFAPA incrementó sus actividades en este programa formativo, atendiendo a un 240% más alumnos que en 2014, pasando de los 4.014 alumnos formados en 2.014 a los 9.921 en 2.015.

En el año 2016 la demanda de ayudas continuó siendo muy alta, alcanzándose las 2.390 solicitantes de ayudas y los 8.683 alumnos formados en el IFAPA.

Durante los años 2.017 y 2.018, aunque no ha habido convocatoria de ayudas, se ha mantenido la demanda de formación y por tanto el número de actividades formativas puesto que el plazo máximo para obtener la cualificación profesional

necesaria es de 2 años desde la primera instalación de los jóvenes. Así, desde que se inició el nuevo PDR de Andalucía en 2014 y hasta diciembre de 2017, el IFAPA ha impartido 1.432 actividades formativas en el programa de incorporación de jóvenes a la empresa agraria a un total de 31.957 alumnos (*Figura 2*).

Formación de jóvenes en los programas de incorporación del centro IFAPA de Almería

En cuanto al centro IFAPA La Mojonera (Almería), en el programa de incorporación de jóvenes a la empresa agraria y el sector productivo de agricultura intensiva, que es el objeto de este artículo, en 2.015 se produjo un incremento de la demanda de formativa de un 170% respecto a 2.014 coincidiendo con la primera convocatoria de ayudas del nuevo marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

Así, desde que se inició el nuevo PDR de Andalucía en 2014 y hasta diciembre de 2017, se han impartido 205 actividades formativas a un total de 4.904 alumnos (*Figura 3*). El 80% de las actividades (156) se han impartido en modalidad presencial, el 11,7% (24) en modalidad semipresencial y el 8,3% (16) en la modalidad on-line.

De los 4.904 alumnos formados en los cursos de incorporación a la agricultura intensiva, 3.408 (69,5%) son hombres y 1.497 (31,5%). (*Figura 4*).

Teniendo en cuenta que en la Encuesta de Población Activa de 2016, la población activa en el sector agrario andaluz es de 246.043 personas, de las que 183.794 son hombres (78,6%) y 62.249 son mujeres (25,3%), y que si tomamos como referencia el estudio del Sistema de Producción Hortícola de la Provincia de Almería, las mujeres representan el 11,1% de la titularidad de las explotaciones andaluzas, en las actividades formativas del IFAPA de Almería, el porcentaje de mujeres es superior al porcentaje de población ocupada femenina en el sector primario y al de las titulares de explotaciones hortícolas.

En cuanto las edades, la mayoría de los alumnos 3.063 (62,50%) están en un segmento entre los 25 y 45 años; 1.678 (34,20%) entre los 18 y los 25 y 163 (3,30%) son mayores de 45 años. El hecho de que haya alumnos mayores de 40 años en cursos que en principio van destinados a jóvenes menores de esta edad, se debe a las necesidades formativas de aquellos titulares de explotación que quieren adquirir la formación necesaria para obtener la calificación de su explotación como prioritaria.

Respecto a la situación profesional del alumnado 1.859 (37,9%) se encuentran desempleados, 2.771 (56,6%) ocupados y 274 (5.6%) en otra situación.

En cuanto al nivel de estudios, cabe destacar que la mayoría del alumnado tiene solamente la educación obligatoria (60%) y que las alumnas tienen un nivel de estudios superior al de los alumnos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La convocatoria mediante la Orden de 10 de junio de 2015, de las ayudas previstas en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía bajo la Medida «Desarrollo de explotaciones agrícolas y empresariales», Submedida 6.1 «Ayuda a la creación de empresas para los jóvenes agricultores» supuso una gran demanda de solicitudes, al tiempo que una gran demanda de formación en el IFAPA.

CONCLUSIONES

El IFAPA, cumpliendo con su función de contribuir a la modernización del sector agrario a través, entre otras actuaciones, de la formación de los profesionales, ha incrementado la oferta de las actividades formativas en el programa de formación institucional de incorporación a la empresa agraria.

En el sector productivo de agricultura intensiva, en el centro IFAPA de Almería, desde el inicio del nuevo PDR de Andalucía en 2014 se han impartido 205 actividades formativas a un total de 4.904 alumnos, cubriendo así la demanda existente hasta la fecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Memoria anual de IFAPA 2014.
- Memoria anual de IFAPA 2015.
- Memoria anual de IFAPA 2016.
- Orden de 18 de enero de 2002, por que la se regula la formación de agricultores/as en los programas de incorporación de jóvenes a la agricultura, de modernización de explotaciones y de calificación de explotaciones prioritarias.
- Orden de 10 de junio de 2015, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de subvenciones, en régimen de concurrencia competitiva, dirigidas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020 y efectúa su convocatoria para 2015.
- Estudio del sistema de producción hortícola protegido en la provincia de Almería. IFAPA. 2016.
- Informe del Servicio de Promoción Rural sobre subvenciones dirigidas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores, en el Marco del programa de desarrollo rural de Andalucía 2014-2020.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PR.FAI.FAI201600.7 Formativo Institucional de Incorporación a la Empresa Agraria cofinanciado al 90% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).

FIGURAS

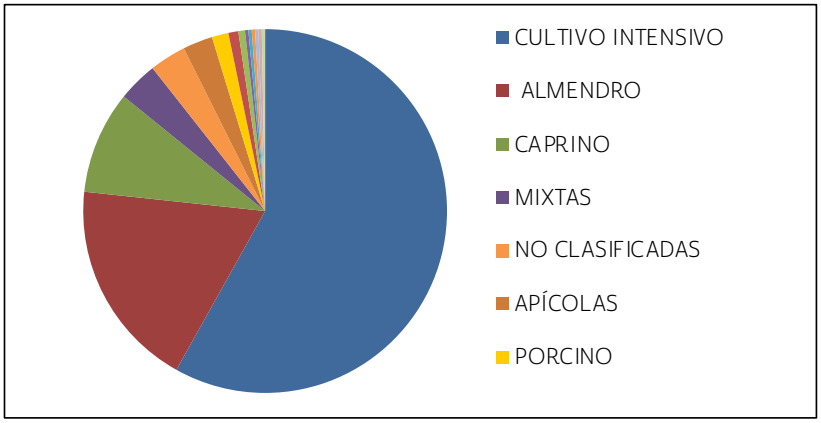


Figura 1. **Expedientes de ayudas dirigidas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores resueltos favorablemente por actividad en la provincia de Almería en el periodo 2014-2020.**

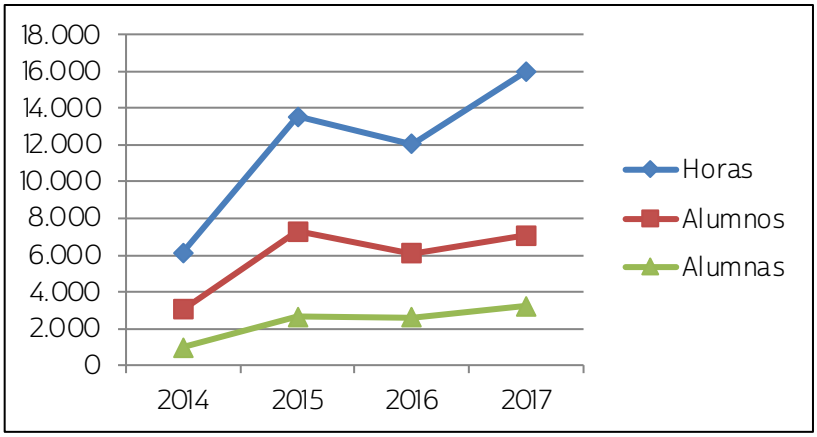


Figura 2. **Evolución del número de horas impartidas y del número de alumnos formados en los programas de incorporación a la empresa agraria del IFAPA en el periodo 2014-2017.**

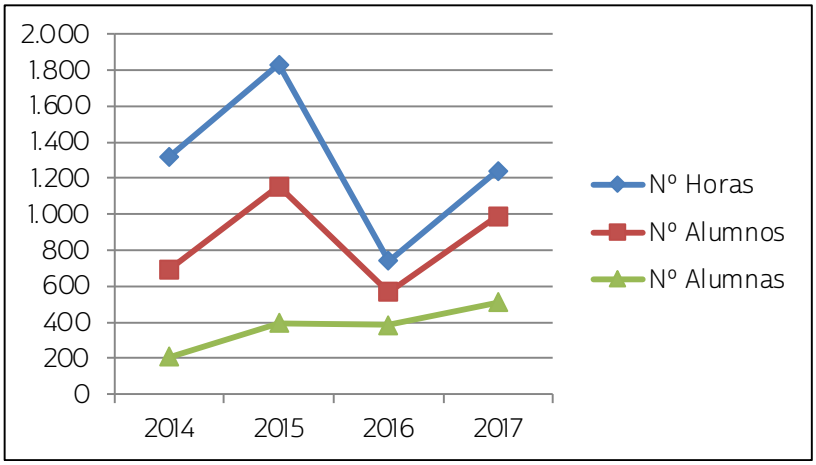


Figura 3. **Evolución del número de horas impartidas y del número de alumnos formados en los programas de incorporación a la empresa agraria, sector productivo agricultura intensiva en el IFAPA de Almería en el periodo 2014-2017.**

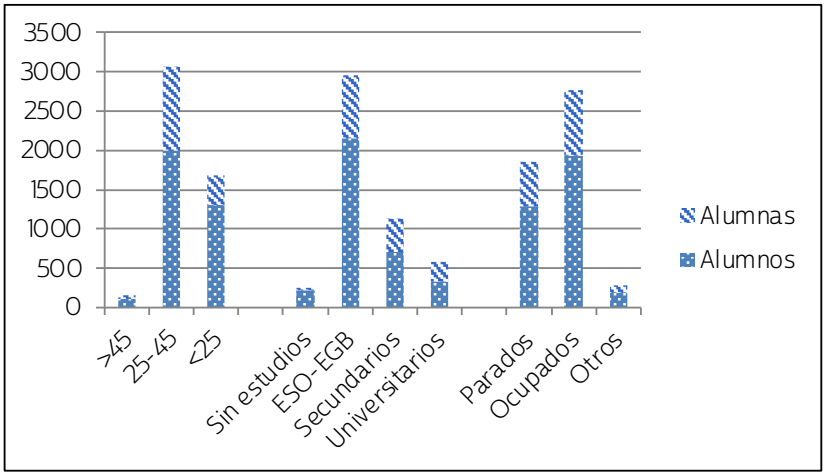


Figura 4. **Perfil del alumnado de los cursos de incorporación a la empresa agraria, sector productivo agricultura intensiva, en el IFAPA de Almería entre 2014 y 2017 por edades, nivel de estudios y situación laboral.**

LA FORMACIÓN DE TÉCNICOS EN PRODUCCIÓN INTEGRADA EN LAS DISTINTAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Moya García, I.; Navarro Cuesta, V.; García García, M.C.
IFAPA Centro La Mojonera, Almería. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía. Mariac.garcia.g@juntadeandalucía.es

RESUMEN

Las exigencias administrativas y de los consumidores respecto al cuidado del medio ambiente, así como a la calidad y seguridad alimentaria, obligan a cambios en los criterios de manejo de la agricultura convencional. Para dar respuesta a estas exigencias surge la Producción Integrada como alternativa para llevar a cabo un cultivo sostenible que integre la protección del medio ambiente, la competitividad de las explotaciones y las exigencias sociales.

Según los últimos datos publicados (año 2015) por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, las Comunidades Autónomas que cuentan con reglamentos específicos y sello de distinción de Producción Integrada son: Andalucía, Aragón, Baleares, Canarias, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Galicia, La Rioja, Murcia, Navarra, País Vasco y Valencia.

Los asesores que deseen formar parte del servicio técnico competente en Producción Integrada deberán cumplir una serie de requisitos según la Comunidad Autónoma en la que realizarán asistencia técnica.

En el presente estudio se ofrecen los resultados de la formación necesaria para formar parte de un servicio técnico competente en Producción Integrada en las Comunidades Autónomas de España de mayor relevancia en producción hortícola.

Palabras clave: Capacitación, Reglamentos específicos, Servicio Técnico Competente.

INTRODUCCIÓN

Según los últimos datos publicados (año 2015) por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, la superficie total destinada a la Producción Integrada en las distintas Comunidades Autónomas es de 23.229 ha, lo que supone un 2,79 % del total de superficie de las distintas orientaciones productivas (832.991 ha).

De las trece Comunidades Autónomas en las que existen Reglamentos de Producción Integrada, solo once de ellas aparecen con superficie destinada al cultivo de hortícolas en Producción Integrada (Andalucía, Aragón, Baleares, Can-

tabria, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, La Rioja, Murcia, Navarra y País Vasco) (*Figura 1*).

Para este estudio se han tomado como referencia cinco Comunidades Autónomas, que son las que cuentan con mayor superficie productiva de hortícolas: Andalucía (13.279 ha), Extremadura (2.428 ha), Aragón (1.925 ha), Baleares (1.007 ha) y Murcia (953 ha).

Los servicios técnicos competentes, que presten servicio de asistencia a los operadores de Producción Integrada, serán los responsables de dirigir y controlar el cumplimiento de las normas y Reglamentos Específicos aplicables en el ejercicio de la actividad de que se trate.

Estos estarán obligados a realizar el control del proceso de producción que el operador efectúe, siendo los responsables de la adopción de medidas correctoras. La cualificación de los servicios técnicos y la obligatoriedad de realizar un curso específico será lo determinado por cada Comunidad Autónoma y es el objeto de este estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención de los resultados se ha realizado la revisión de la Normativa de Producción Integrada de las cinco Comunidades Autónomas analizadas en este estudio así como consultas telefónicas a los Departamentos responsables de la Producción Integrada en las distintas Consejerías de Agricultura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consultada la Normativa de Producción Integrada de las cinco Comunidades Autónomas objeto del estudio, los resultados obtenidos en cuanto a la formación necesaria para formar parte de un servicio técnico competente en Producción Integrada son los siguientes:

Andalucía

La Orden de 13 de diciembre de 2004, en su artículo 30, establece los requisitos de Formación que deben cumplir los técnicos responsables de los servicios técnicos que deseen prestar asistencia en Producción Integrada, los operadores acreditados que dirijan su propia explotación y opcionalmente, el personal auxiliar que forme parte de los servicios técnicos competentes.

El curso de formación que deberán superar se denomina «curso de Formación para cualificación de técnicos en Producción Integrada» y tiene una carga lectiva total de 60 horas, con los contenidos que se determinan en la *Tabla 1* del presente artículo, adaptando el módulo específico a la especialidad que constituya su objeto. Los cursos serán organizados por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) de las distintas provincias andaluzas.

El diploma de asistencia y aprovechamiento de la realización de los cursos, se obtendrá tras la superación de una prueba de evaluación sobre los contenidos del mismo. Para poder acceder a esta prueba el interesado deberá haber asistido, al menos, al 80% de las horas lectivas que componen el módulo genérico y específico, y al 100% de las horas destinadas al programa de prácticas. En el caso que se haya cursado una determinada especialidad y quiera hacerse otra, perteneciente a la misma rama agraria, sólo será necesario realizar el módulo específico y el programa de prácticas de ésta, debiendo en cualquier caso superar la prueba de evaluación.

Extremadura

En la Comunidad Autónoma de Extremadura no es necesaria ninguna formación complementaria para prestar servicios en Producción Integrada. Los técnicos solo deberán acreditar la titulación universitaria correspondiente.

Aragón

El Decreto 9/2019, de 15 de enero por el que se regulan las Agrupaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura (ATRIA) en Aragón, en su artículo 9, establece los requisitos necesarios para los servicios técnicos de la ATRIA. Estos son, haber adquirido la condición de asesor en gestión integrada de plagas y estar inscrito en la correspondiente sección del Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO), así como haber adquirido capacitación específica en sanidad vegetal y en gestión integrada de plagas.

Esta capacitación se podrá acreditar habiendo ejercido, durante al menos un año, como técnico de ATRIA con anterioridad al 1 de enero de 2004; habiendo adquirido la especialización según se establecía en la Orden de 18 de diciembre de 2002; o habiendo alcanzado la formación específica según el programa de contenidos que se determinan en el Anexo 4 de dicho Decreto y expuestos en la *Tabla 2* de este artículo.

La carga lectiva del curso es de 66 horas de las cuales 22 de ellas corresponden a horas de prácticas. El curso será superado por los alumnos que asistan al 90% de las horas lectivas y superen las pruebas de evaluación.

La organización de estos cursos corresponderá al órgano autonómico competente en materia de sanidad vegetal y en la misma podrán colaborar Universidades o Colegios Profesionales. Los docentes podrán ser profesores de universidad, personal funcionario o laboral al servicio de las Administraciones Públicas, o especialistas con reconocida experiencia en las materias a impartir.

Asimismo acredita como capacitación la realización de un Máster organizado por las Universidades de Lérida y Aragón y homologados por el Departamento de Sanidad Vegetal del Gobierno de Aragón.

Islas Baleares

En esta Comunidad Autónoma no se exige ningún curso de formación para obtener la cualificación de técnico en Producción Integrada. Es suficiente con la titulación universitaria necesaria para ello.

Murcia

Al igual que en Extremadura e Islas Baleares, en la Comunidad Autónoma de Murcia no se precisa la realización de ningún curso de formación para desarrollar un servicio técnico de Producción Integrada. Solo se requiere la titulación universitaria correspondiente al área de actividad en la que se va a prestar dicho servicio técnico.

CONCLUSIONES

Según la Normativa de Producción Integrada revisada de las cinco Comunidades Autónomas objeto de este estudio solamente en dos de ellas (Andalucía y Aragón) es necesario realizar un curso de cualificación para técnicos en Producción Integrada.

En las otras tres Comunidades Autónomas (Extremadura, Islas Baleares y Murcia) no se requiere una formación específica para ello, la titulación universitaria correspondiente (Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Agrónomo o Grado equivalente), capacita a los técnicos para prestar asistencia en Producción Integrada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto 131/ 1997, de 24 de octubre, de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, de aprobación de la denominación genérica Agricultura Integrada. BOCAIB núm. 138 de 6 de noviembre de 1997.
- Decreto nº 8/1998, de 26 de febrero de 1998, sobre productos agrícolas obtenidos por técnicas de producción integrada. BORM núm. 199 de 29 de agosto de 1998.
- Decreto 66/1998, de 26 de junio, de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, de aprobación del Reglamento de la Producción Integrada. BOCAIB núm. 88 de 7 de julio de 1998.
- Decreto 87/2000, de 14 de abril, por el que se regula la producción integrada en productos agrarios en la Comunidad Autónoma de Extremadura. D.O.E núm. 47 de 25 Abril 2000.
- Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. BOJA núm. 174 de 10 de septiembre 2003.

- Decreto 7/2008, de 15 de enero, de modificación del Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. BOJA núm. 13 de 18 de enero 2008.
- Decreto 9/2019, de 15 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se regulan las Agrupaciones para Tratamientos Integrados en Agricultura en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA núm. 16 de 24 de enero de 2019.
- Orden de 21 de agosto 1998, de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua por la que se establece el procedimiento de inscripción en el Registro de Productores y Operadores de Agricultura de Producción Integrada. BORM núm. 199 de 29 de agosto de 1998.
- Orden de 8 de abril de 2002, del Departamento de Agricultura, por la que se regula el reconocimiento como agrupación para tratamientos integrados en agricultura (ATRIAS). BOA núm. 47 de 22 de abril de 2002.
- Orden de 22 de octubre de 2002, del Departamento de Agricultura, por la que se modifica la Orden de 8 de abril de 2002, del Departamento de Agricultura, por la que se regula el reconocimiento como agrupación para tratamientos integrados en agricultura (ATRIAS). BOA núm. 132 de 8 de noviembre de 2002.
- Orden de 18 de diciembre de 2002, del Departamento de Agricultura, por la que se establece el programa mínimo de los cursos para técnicos de asesoramiento para agrupaciones de tratamientos integrados en agricultura (ATRIAS) y el procedimiento y condiciones de homologación por el Departamento de Agricultura de las propuestas de cursos que realicen las entidades interesadas. BOA núm. 4 de 13 de enero de 2003.
- Orden de 13 de diciembre de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. BOJA núm. 247 de 21 de diciembre 2004.
- Orden de 24 de octubre de 2005, por la que se modifica la de 13 de diciembre de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. BOJA núm. 212 de 31 de octubre 2005.
- Orden de 10 de mayo de 2012 de la Consejería de Agricultura y Agua por la que se regulan las normas técnicas de producción integrada en los distintos cultivos. BORM núm. 118 de 23 de mayo de 2012.

AGRADECIMIENTOS

Esta actividad forma parte de los proyectos del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA): "Formación Agraria Institucional de Producción Integrada y Gestión Integrada de Plagas" (PP.FAI.FAI201900.003) y "Formación Agraria Institucional de Incorporación a la Empresa Agraria" (PP. FAI.FAI201900.005), que han sido cofinanciadas al 90% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, dentro del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

Agradecimiento al personal de la Administración de las diferentes Consejerías de Agricultura por su atención y respuestas a las consultas realizadas.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Alumnos realizando una práctica en el curso de "Cualificación de Técnicos en Producción Integrada", en el IFAPA Centro La Mojonera.

Fotografía 2. Alumnos realizando una práctica mediante lupa binocular de Identificación de plagas e insectos auxiliares en el curso de "Cualificación de Técnicos en Producción Integrada", en el IFAPA Centro La Mojonera.

TABLAS

Tabla 1. **Curso de formación para cualificación de técnicos en Producción Integrada exigido en Andalucía.**

CURSO DE FORMACIÓN PARA CUALIFICACIÓN DE TÉCNICOS EN PRODUCCIÓN INTEGRADA	
MÓDULO	**CONTENIDOS**
Genérico	Conceptos básicos sobre la Producción Integrada. Gestión de Explotaciones de P.I. Técnicas Agronómicas en P.I. Técnicas Ganaderas en P.I. Control Integrado de plagas y enfermedades. Prevención de Riesgos Laborales y medioambientales. Normativa vigente sobre P.I.
Específico	Productos agrícolas. Productos ganaderos. Productos transformados y elaborados.
Prácticas	Visitas organizadas a fincas de P.I, laboratorios, etc. Manejo de maquinaria y equipos de aplicación. Manejo de programas informáticos específicos de gestión (TRIANA, SAR, etc.). Otras.

Tabla 2. **Programa mínimo de los cursos para técnicos de ATRIAS (Anexo IV del Decreto 9/2019, de 15 de enero, del Gobierno de Aragón).**

TITULO	HORAS	DESARROLLO
Introducción a la sanidad vegetal y Normativa básica.	1,5	Importancia de la Sanidad Vegetal. Normativa Europea, Nacional y Autonómica. Plagas de cuarentena. Prevención y Lucha contra las plagas.
Normativa relacionada con la protección de cultivos, maquinaria, condicionalidad, almacenamiento, cuadernos de campo, etc.	1,5	Normativa sobre inspección de equipos de aplicación. Legislación nacional y autonómica sobre uso sostenible de los productos fitosanitarios. Implicaciones en la percepción de ayudas PAC. Condicionalidad.
Maquinaria (Teoría).	3	Descripción y funcionamiento de los equipos (pulverizador, pulverizador hidroneumático, cañón nebulizador UBV...). Técnicas específicas de pulverización (calidad, riesgos específicos y medidas pertinentes de gestión). Aplicaciones aéreas. Revisiones e inspecciones periódicas.

TITULO	HORAS	DESARROLLO
Principios generales de entomología, patología, nematología y malherbología.	8	Nematodos, hongos, bacterias y virus: biología, morfología y sistemática (4 horas). Caracterización de los artrópodos: morfología, biología y sistemática (2 horas). Las malas hierbas: clasificación y comportamiento (2 horas).
Métodos de seguimiento y control de plagas, enfermedades y malas hierbas.	4	Métodos de seguimiento y monitoreo de artrópodos (1 horas). Métodos de control químicos, físicos, biotecnológicos y culturales en el control de plagas, enfermedades y malas hierbas (1,5 horas). Métodos de control biológico de plagas (1,5 horas).
GIP Cultivos frutales.	6	Aplicación de la Gestión Integrada de Plagas.
GIP Viña y olivar.	6	Aplicación de la Gestión Integrada de Plagas.
GIP Hortícolas, patata, alfalfa y arroz.	6	Aplicación de la Gestión Integrada de Plagas.
GIP Cereales de invierno, maíz, leguminosas y oleaginosas.	6	Aplicación de la Gestión Integrada de Plagas.
Prácticas maquinaria.	4	Regulación e inspección de la maquinaria de aplicación.
Prácticas de cultivos.	20	Reconocimiento en campo de las principales plagas que afectan a los cultivos.
TOTAL (Horas)	66	

FIGURAS

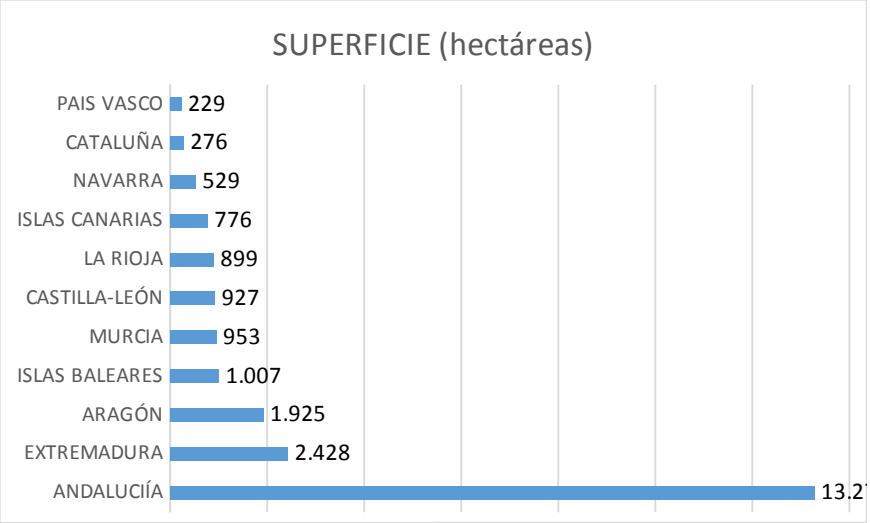


Figura 1. **Comunidades Autónomas que cuentan con cultivos hortícolas en Producción Integrada y superficie total destinada a ellos.** (Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005)

LA CUALIFICACIÓN DE TÉCNICOS EN PRODUCCIÓN INTEGRADA EN ANDALUCÍA

Navarro Cuesta, V.; Moya García, I.; García-García, M.C.
IFAPA Centro La Mojonera, Almería. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

RESUMEN

La Producción Integrada es un sistema de producción tanto de explotaciones agrícolas como ganaderas, en el que se combinan todos los métodos de control disponibles (culturales, químicos y biológicos) de forma respetuosa con el medio ambiente, la sociedad y asegurando una agricultura sostenible.

La Orden de 13 de diciembre de 2004 recogida en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, indica que todos los técnicos que deseen prestar asistencia en Producción Integrada deben superar un curso de formación en Producción Integrada, entre otros requisitos.

El IFAPA es el organismo encargado de realizar los cursos de Cualificación de Técnicos en Producción Integrada, cuya carga lectiva total es de 60 horas. Estas 60 horas se reparten en dos módulos de 30 horas cada uno: un módulo genérico, en el que se tratan temas generales de la Producción Integrada en Andalucía, España y Europa; y un módulo específico, en el que se profundiza en un producto agrícola o ganadero determinado. Existen tantos módulos específicos como productos agrícolas y ganaderos con reglamento específico de Producción Integrada publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.

En el presente estudio se realiza un análisis de la evolución del número y perfil del personal asesor en Producción Integrada desde los inicios de la reglamentación de la misma en la Comunidad andaluza.

Palabras clave: Curso, IFAPA, Módulo Específico, Módulo Genérico, Reglamentos, Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

La Producción Integrada surge por la preocupación de la sociedad acerca de la seguridad alimentaria y el medioambiente. Con este fin, la Administración de la Junta de Andalucía establece y fomenta técnicas de Producción Integrada que, contando con las exigencias sociales, la rentabilidad de las explotaciones y la protección del medio ambiente, son capaces de disminuir el uso de productos fitosanitarios y medicamentos veterinarios y obtener producciones agrarias de alta calidad.

En este sentido se conceden subvenciones a favor de la competitividad del sector agrícola a través de las Agrupaciones de Producción Integrada (API).

Los cultivos que poseen Reglamento Específico de Producción Integrada en Andalucía aprobados y publicados son: ajo, alfalfa, algodón, almendro, arroz, caqui, cereales de invierno (avena, cebada, centeno, trigo blando, trigo duro y triticale), cítricos, espárrago verde, flor cortada (clavel y miniclavel bajo abrigo), fresa, frutales de hueso (melocotonero, albaricoquero y ciruelo), frutales de pepita (manzano y peral), frutos rojos (arándanos y frambuesa y mora), hortícolas bajo abrigo (tomate, pimiento, berenjena, judía, calabacín, pepino, melón y sandía), lechuga al aire libre, leguminosas en grano (algarrobas, alhovas, almortas, altramuz, alverjones, guisantes, habas, garbanzos, judías secas, lentejas, titarros, vezas y yeros), oleaginosas (colza y girasol), olivar, patata, remolacha azucarera para siembra otoñal, tomate para transformación industrial, vid, y zanahoria y chirivía. En total, Andalucía cuenta con 24 Reglamentos Específicos de Producción Integrada.

Según la normativa en Producción Integrada, las entidades operadoras inscritas en el Registro de Producción Integrada deben disponer de un Servicio Técnico Competente, siendo éste, por definición, personas físicas o jurídicas que prestan servicio técnico de asistencia en Producción Integrada y que cuentan, al menos, con una persona con titulación universitaria de grado medio o superior, en cuyo plan de estudios de su especialidad académica se incluya la producción agraria o, en su caso, la manipulación y elaboración de productos obtenidos de ésta, pudiéndose acreditar tales conocimientos por cursos específicos de postgrado. Además, la composición de este servicio va a estar en función del límite de superficie de cultivo, que viene establecido en cada uno de los Reglamentos Específicos (*Tabla 1*).

Los Servicios Técnicos Competentes serán los responsables de dirigir y controlar el cumplimiento de las normas de Producción Integrada aplicables en el ejercicio de la actividad que se trate.

Todos los técnicos responsables de los servicios técnicos que deseen prestar asistencia en Producción Integrada y los operadores acreditados que dirijan su propia explotación, deberán superar los cursos de formación para cualificación de técnicos en Producción Integrada que se imparten en los centros IFAPA. Opcionalmente, estos cursos también podrán ser recibidos por el personal auxiliar que forme parte de los servicios técnicos competentes.

Los cursos de cualificación de técnicos tienen una carga lectiva de 60 horas, repartidas en dos módulos de 30 horas, módulo genérico de productos agrícolas y ganaderos y módulo específico, como se ha indicado anteriormente.

El diploma de asistencia y aprovechamiento de la realización de estos módulos, se obtendrá tras la superación de una prueba de evaluación sobre los contenidos del curso. Para poder acceder a esta prueba es imprescindible haber asistido, al menos, al 80% de las horas teóricas y al 100% de las horas prácticas. En el

caso que se haya cursado una determinada especialidad y quiera hacerse otra, perteneciente a la misma rama agraria, sólo será necesario realizar el módulo específico y el programa de prácticas de ésta, debiendo en cualquier caso superar la prueba de evaluación correspondiente.

Una vez obtenido el diploma, el técnico competente quedará habilitado para llevar a cabo las funciones de responsable en producción integrada de la especialidad que haya cursado.

Aunque no es objeto de este trabajo, también se debe conocer la existencia de 7 Reglamentos Específicos de Producción Integrada para los productos elaborados y/o transformados, y son: industria de obtención de aceite de oliva virgen extra, industria de obtención de aceituna de mesa, industria de procesado de forraje deshidratado, industria de elaboración de arroz, frutas y hortalizas para centrales hortofrutícolas, flor cortada para centrales de manipulación, industria de elaboración y obtención de vinos, y tomate para transformación industrial. Al igual que ocurre con los productos agrícolas, la cualificación del técnico se obtiene a través de la realización del curso de 60 horas, repartidas en dos módulos de 30 horas (módulo genérico de productos elaborados y módulo específico).

En este estudio se pretende conocer la evolución del número de alumnos cualificados y el número de cursos realizados de Producción Integrada desde los inicios de la reglamentación de la misma en Andalucía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos del número de cursos realizados y número de técnicos cualificados en Producción Integrada en Andalucía se obtienen a partir de la información grabada en el programa informático INFO de gestión de proyectos de investigación, cursos, jornadas, acreditación de entidades, contratos y convenios del IFAPA (entidad competente en esta materia).

Se ha realizado un examen exhaustivo de los reglamentos específicos de todos los cultivos acogidos a Producción Integrada en Andalucía con el fin de conocer la superficie máxima para la prestación de asesoramiento por los Servicios Técnicos Competentes en Producción Integrada para cada uno de los cultivos acogidos a esta norma (*Tabla 1*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos extraídos del programa INFO muestra que desde 2006 hasta 2018 se han realizado 110 Módulos Genéricos de cualificación de técnicos en Producción Integrada de productos agrícolas y ganaderos, con un total de 2268 alumnos.

En la *Figura 1* se aprecia que los años con mayor número de cursos de los módulos específicos de cualificación de técnicos de Producción Integrada reali-

zados fueron 2006 (36 ediciones) y 2007 (40 ediciones), con 807 y 831 alumnos respectivamente. Estos datos coinciden cronológicamente con la publicación en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía de las primeras convocatorias de concesión de ayudas para la promoción de la Producción Integrada, mediante el fomento de las API, en las que eran subvencionables los gastos del Servicio Técnico Competente.

Después de los cuatro primeros años se estabiliza tanto el número de cursos, en torno a 20 ediciones al año, como el número de alumnos, con una media de 400 por año.

Según los datos analizados el 18,7% de los técnicos cualificados se han especializado en el cultivo de olivar, seguido de las hortícolas bajo abrigo y algodón, con un 17,4% y 11% respectivamente. También se puede apreciar que las especialidades con mayor número de ediciones de cursos son olivar, hortícolas bajo abrigo y algodón (*Figura 2*).

Por otra parte, las hectáreas que puede asesorar un técnico en Producción Integrada están reguladas en los Reglamentos Específicos de Producción Integrada de cada uno de los cultivos agrícolas, variando desde 25 ha en el caso de la zanahoria, hasta 1500 ha en el almendro (*Tabla 1*).

En el caso de los cultivos hortícolas bajo abrigo, la superficie máxima que se establece para la prestación del servicio de asistencia por los servicios técnicos competentes, viene determinada en función de la superficie media del invernadero y de la superficie del operador, como se muestra en la *Tabla 1*. Por ejemplo, si el operador tiene menos de 100 hectáreas y los invernaderos son menores a 7500 m^2, el técnico podrá asesorar hasta 50 hectáreas. Y si el operador tiene una superficie igual o superior a 100 hectáreas y los invernaderos son de más de 15000 m^2, el técnico podrá asesorar hasta 115 hectáreas.

CONCLUSIONES

A la hora de constituir una API, se debe tener en cuenta el número de técnicos de Producción Integrada necesario, y éste va a depender del cultivo y de la superficie acogida a este sistema de producción.

Según la información tratada, contamos con un total de 6552 técnicos cualificados para ejercer como asesores de Producción Integrada en Andalucía.

Por otra parte, el IFAPA ha realizado 293 cursos de cualificación de técnicos en toda Andalucía, a través de los Centros IFAPA, siendo el olivar, hortícolas bajo abrigo y algodón los cursos con mayor número de ediciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la Producción Integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 174 de 2003.
- Orden de 8 de octubre de 2001, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Patata. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 125 de 2001.
- Orden 13 de diciembre de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la Producción Integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 247 de 2004.
- Orden de 19 de julio de 2005, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Vid (uva para vinificación). Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 147 de 2005.
- Orden de 4 de enero de 2006, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Alfalfa. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 32 de 2006.
- Orden de 4 de enero de 2006, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Flor Cortada: Clavel y Miniclavel bajo abrigo. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 32 de 2006.
- Orden de 23 de octubre de 2006, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Zanahoria y Chirivía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 215 de 2006.
- Orden de 28 de junio de 2007, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de los Frutales de Pepita: Manzano y Peral. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 136 de 2007.
- Orden de 15 de abril de 2008, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 83 de 2008.
- Orden de 2 de octubre de 2008, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate para Transformación Industrial. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 203 de 2008.
- Orden de 11 de mayo de 2009, por la que se aprueba el reglamento específico de producción integrada de remolacha azucarera para siembra otoñal. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 103 de 2009.
- Orden de 15 de diciembre de 2009, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de espárrago verde. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 251 de 2009.
- Orden de 3 de noviembre de 2011, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Ajo. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 223 de 2011.

- Orden de 16 de febrero de 2012, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Arroz. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 39 de 2012.
- Orden de 20 de marzo de 2012, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Almendro. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 62 de 2012.
- Orden de 3 de julio de 2013, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de Fresa. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 132 de 2013.
- Orden de 31 de julio de 2013, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de Frutales de Hueso: Melocotonero, Albaricoquero y Ciruelo. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 156 de 2013.
- Orden de 17 de octubre de 2013, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de Lechuga al aire libre. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 209 de 2013.
- Orden de 10 de febrero de 2015, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de Cítricos: naranjas, mandarinas, pomelos y limones. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 34 de 2015.
- Orden de 1 de diciembre de 2015, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de cereales de invierno: avena, cebada, centeno, trigo blando, trigo duro y triticale. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 240 de 2015.
- Orden de 15 de diciembre de 2015, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de cultivos hortícolas protegidos: tomate, pimiento, berenjena, judía, calabacín, pepino, melón y sandía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 248 de 2015.
- Orden de 17 de febrero de 2016, por la que se aprueba el reglamento específico de Producción Integrada de Algodón. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 36 de 2016.
- Orden de 6 de abril de 2017, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Oleaginosas (colza y girasol) y Leguminosas grano (algarrobas, alhovas, almortas, altramuz, alverjones, guisantes, habas, garbanzos, judías secas, lentejas, titarros, vezas y yeros). Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 73 de 2017.
- Orden de 19 de septiembre de 2017, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de frutos rojos: Arándanos y Frambuesa y Mora. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 184 de 2017.
- Orden de 27 de marzo de 2019, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Caquis. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía N.º 65 de 2015.

AGRADECIMIENTOS

Esta actividad forma parte de los proyectos del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA): "Formación Agraria Institucional de Producción Integrada y Gestión Integrada de Plagas" (PP.FAI.FAI.201900.003) y "Formación Agraria Institucional de Incorporación a la Empresa Agraria" (PP. FAI.FAI.201900.005), que han sido cofinanciadas al 90% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, dentro del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Alumnos en el aula de informática del IFAPA Centro La Mojonera realizando un curso de cualificación de técnicos en Producción Integrada.

Fotografía 2. Alumnos del curso de cualificación de técnicos en Producción Integrada en cultivos hortícolas protegidos en un invernadero del IFAPA Centro La Mojonera.

TABLA

Tabla 1. **Superficie máxima para la prestación de asesoramiento por los servicios técnicos competentes en Producción Integrada y fechas de la orden por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de cada cultivo en Andalucía.** (Elaboración propia).

CULTIVO	Fecha de la Orden por la que se aprueba el Reglamento Específico de PI en Andalucía	Superficie máxima para la prestación de asesoramiento por los servicios técnicos competentes en Producción Integrada (en hectáreas)
Ajo	3 noviembre 2011	200 ha
Alfalfa	4 enero 2016	400 ha con un máximo de 40 parcelas o UHC
Algodón	17 febrero 2016	300 ha con un máximo de 35 UHC
Almendro	20 marzo 2012	2000 ha
Arroz	16 febrero 2012	600 ha
Caquí	27 marzo 2019	300 ha
Cereales de invierno (avena, cebada, centeno, trigo blando, trigo duro y triticale)	1 diciembre 2015	1500 ha
Cítricos	10 febrero 2015	250 ha
Espárrago verde	15 diciembre 2009	200 ha
Flor cortada (clavel y miniclavel bajo abrigo)	20 marzo 2012	10 ha
Fresa	3 julio 2013	100 ha
Frutales de hueso (melocotonero, albaricoquero y ciruelo)	31 julio 2013	250 ha
Frutales de pepita (manzano y peral)	28 junio 2007	100 ha con un máximo de 40 parcelas
Frutos rojos (arándanos y frambuesa y mora)	19 septiembre 2017	100 ha
Hortícolas (tomate, pimiento, berenjena, judía, calabacín, pepino, melón y sandía)	15 diciembre 2015	Superficie media de la unidad productiva (invernadero) / Superficie máxima para los operadores con una superficie menor de 100 ha / Superficie máxima para los operadores con una superficie igual o superior a 100 ha < 7500 m2 / 50 ha / 85 ha 7500 – 15000 m2 / 65 ha / 100 ha > 15000 m2 / 80 ha / 115 ha
Lechuga al aire libre	17 octubre 2013	300 ha
Leguminosas en grano (algarrobas, alholvas, almortas, altramuz, alverjones, guisantes, habas, garbanzos, judías secas, lentejas, titarros, vezas y yeros)	6 abril 2017	1500 ha
Oleaginosas (colza y girasol)	6 abril 2017	1500 ha
Olivar	15 abril 2008	2500 ha
Patata	8 octubre 2001	250 ha
Remolacha azucarera para siembra otoñal	11 mayo 2009	400 ha
Tomate para transformación industrial	2 octubre 2008	200 ha
Vid (uva para vinificación)	19 julio 2006	300 ha con un máximo de 35 parcelas o UHC
Zanahoria y Chirivía	23 octubre 2006	25 ha zanahoria de manojos; 65 ha zanahoria deshojada y chirivía

FIGURAS

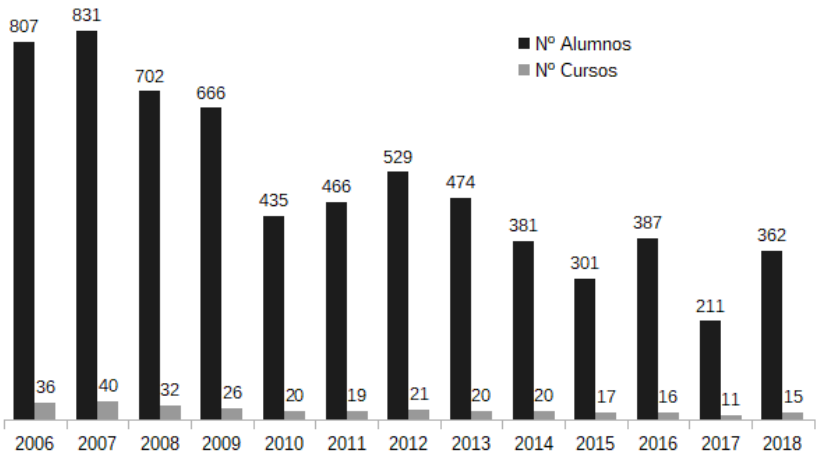


Figura 1. **Número de cursos y número de alumnos cualificados desde el año 2006 hasta 2018.**

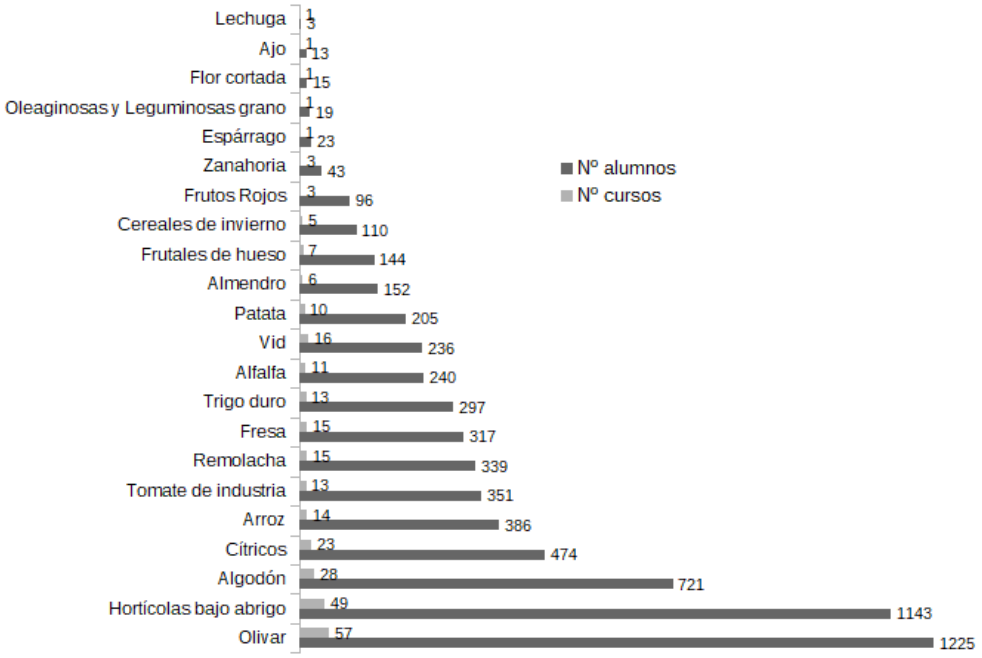


Figura 2. **Número de cursos de Producción Integrada realizados en los centros IFAPA y alumnos cualificados por cultivo.**