

XLVIII SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA

MURIEDAS (CANTABRIA) · 11-14 JUNIO 2018



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



GOBIERNO de
CANTABRIA
CONSEJERÍA DE DESARROLLO RURAL, GANADERÍA,
PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CENTRO DE
INVESTIGACIÓN Y
FORMACIÓN
AGRARIAS
CIFA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

XLVIII SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA. CANTABRIA.

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

NIPO línea: 003220228

NIPO papel: 003220212

DL papel: M-4693-2022

NIPO USB: 003220207

DL USB: M-4694-2022

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.



GOBIERNO
de
CANTABRIA
CONSEJERÍA DE DESARROLLO RURAL, GANADERÍA,
PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Cantabria
Camino
Lebaniego

CENTRO DE
INVESTIGACIÓN Y
FORMACIÓN
AGRARIAS
CIFA

XLVIII SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA

MURIEDAS (CANTABRIA) · 11-14 JUNIO 2018

COORDINACIÓN

Eva María García Méndez
José Luís González Sáinz
Sandra López Sáenz
Elena Hermosa Mazo
Romel Moros Mora
Iria Gómez Roca



ORGANIZAN:



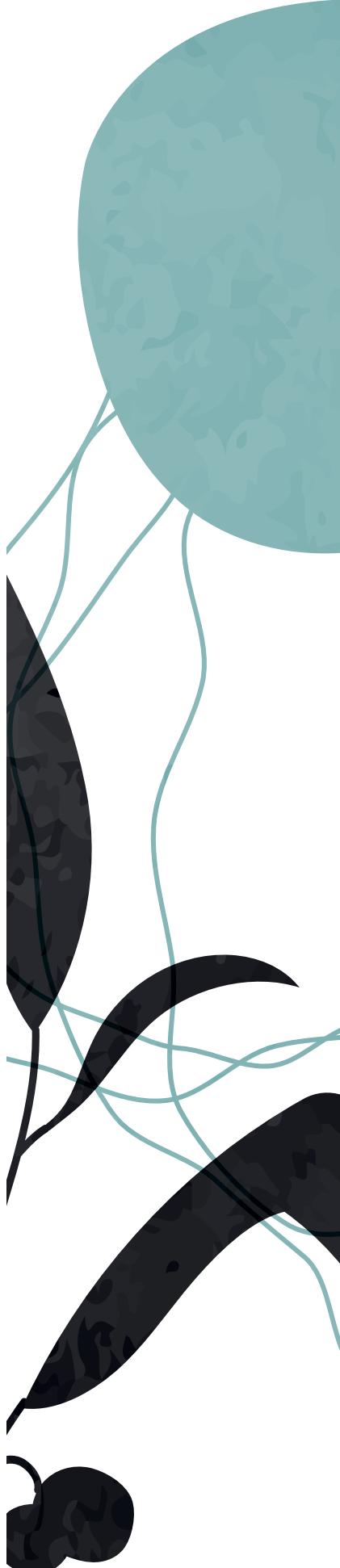
PATROCINAN:



COLABORAN:

CONTENIDO

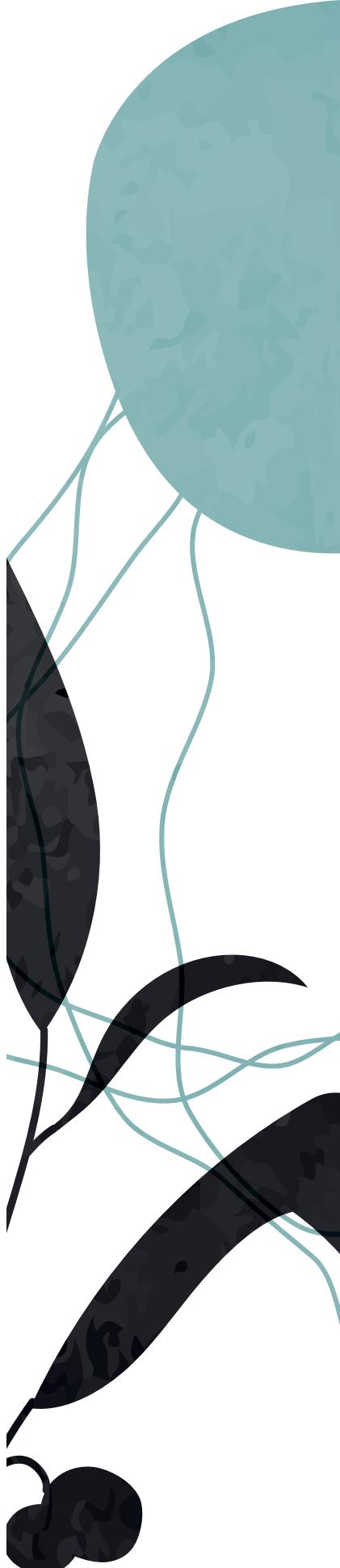
1. SÍNTESIS	9
2. RELACIÓN DE PARTICIPANTES.....	13
3. PUBLICACIONES	16
CULTIVARES TRADICIONALES.....	17
• Líneas de trabajo del grupo de horticultura del IMIDRA (Comunidad de Madrid)	18
• Líneas de trabajo con cultivares locales de hortícolas en Tenerife	24
• Selección de material vegetal autóctono en habas de verdeo (<i>vicia faba</i> var. <i>Major</i>)	32
• Estudio del comportamiento de cultivares tradicionales de tomate de Cantabria en diferentes sistemas de cultivo.....	44
SOLANÁCEAS.....	57
• Ensayo de cultivares de pimiento al aire libre.....	58
• Ensayo de cultivares de tomate de sabor en invernadero. Caracteres de calidad y producción.....	71
• Ensayo de portainjertos de tomate de invernadero en la zona centro peninsular. Influencia sobre la producción y la calidad	83
• Comportamiento de once portainjertos frente al nematodo formador de nódulos <i>meloidogyne incognita</i>	94
• Efecto de Novihum® sobre la producción y calidad en cultivos de pimiento y tomate en invernadero.....	102
• Comportamiento agronómico de cultivares de papa blanca en la zona noreste de Tenerife. Campaña 2017.....	109
• Comportamiento varietal del tomate de industria en el Bajo Guadalquivir	118
• Descripción de cultivares de diferentes tipos de tomate producidos en invernadero sobre fibra de coco.....	126
• Etiología de la “tristeza del pimiento” en los invernaderos del sureste de Andalucía	139
• Influencia de la hora de recogida de muestras sobre la concentración de nitrato, potasio, calcio y c.E. En savia en cultivo de tomate.....	151
• Influencia del tipo de tomate sobre los niveles de nitrato, potasio y calcio en savia.....	157
• Evaluacion agronómica y de calidad industrial de cultivares de patata ensayados en Aragón. Campaña 2017	165





• Perfil físico-químico de la gama de pimientos cultivados en invernaderos de Almería.....	181
TÉCNICAS DE CULTIVO 189	
• Producción y rentabilidad del cultivo del tomate bajo diferentes cubiertas de invernadero.....	190
• Influencia de las mallas fotoselectivas en la calidad de los frutos de pimiento en el sudeste español.....	200
• Ensayo de cubiertas protectoras en cultivo de melón.....	209
• Efecto de la adición de tres bacterias solubilizadoras de npk en lechuga y tomate	221
• Influencia de la aplicación de co ₂ en la producción de un cultivar de pimiento (<i>capsicum annuum l.</i>) Tipo california en invernadero y estudio de su rentabilidad en el campo de Cartagena.....	234
• Respuesta agronómica del cultivo de pimiento bajo invernadero a diferentes umbrales de potencial matricial del suelo	245
• Calefacción pasiva en invernadero: Respuesta sobre el clima y la producción	252
• Influencia de un método de control climático mediante malla de sombreo interior móvil en la calidad y productividad del tomate tipo marmande-raf en ciclos de cultivo estivales....	260
• Efecto del compost de residuos hortícolas sobre las propiedades del suelo y rendimientos de tomate.....	268
• Ajuste de la fertirrigación para mejorar la eficiencia del uso de compost en cultivo de tomate	277
BRASSICAS 288	
• Cultivares de brócoli en Navarra en dos épocas de plantación.	289
• Ensayo de variedades de brócoli en Extremadura 2017	296
• Ensayo de variedades de coliflor en Extremadura 2017.....	302
OTROS CULTIVOS 310	
• Ensayo de 14 cultivares de espárrago verde en el valle del Guadalquivir en el primer año de cultivo.....	311

• Figuras de calidad de garbanzos y lentejas de Castilla y León	316
• Estimación de las pérdidas en la producción de zanahoria debido a amarilleamientos y enrojecimientos	321
• Nutrición mineral en un cultivo de papaya de dos años bajo invernadero en canarias.....	332
• Influencia de la profundidad de rizoma según el sistema de producción, secano vs. Regadío, en el cultivo de espárrago	343
CUCURBITÁCEAS	348
• Comportamiento agronómico de cultivares de calabacín tipo zucchini en Tenerife. Campaña 2017	349
• Fertirrigación del cultivo de calabacín en invernadero: influencia sobre el desarrollo vegetativo y la absorción de nutrientes.....	361
• Control biológico de plagas en cultivo de pepino de invierno: <i>amblyseius swirskii</i> athias-henriot frente a <i>transeius montdorensis</i> (schicha).....	371
• Efecto de la utilización de un fertilizante organomineral peletizado sobre la producción y calidad de fruto en cultivo de calabacín.....	379
COMPUESTAS	389
• Ensayos de cultivares de lechuga tipo batavia en la zona noreste de Tenerife en ciclos de primavera y verano. Campaña 2017	390
• Ensayos de cultivares de lechuga tipo iceberg en la zona ne de Tenerife en ciclos de primavera y verano. Campaña 2017	399
• Influencia de un extracto biológico de compost y de su modo de aplicación en la producción de lechuga baby leaf en bandejas flotantes	409
• Estudio agronómico de cultivares de alcachofa (<i>cynara scolymus</i> l) procedentes de semilla	417
OTROS TEMAS	428
• Buenas prácticas higiénicas para control de virus de contacto en invernadero.....	429
• Formación institucional en aplicación de productos fitosanitarios. Carné de fumigador	437



SÍNTESIS

El XLVIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura (STEH) se ha celebrado en Muriedas (Cantabria) del 11 al 14 de junio de 2018.

Los asistentes han sido técnicos de experimentación e investigadores procedentes de 14 Comunidades Autónomas, pertenecientes a organismos públicos y empresas privadas de investigación, técnicos de empresas del sector y agricultores. Las entidades organizadoras del Seminario han sido el Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA), perteneciente a la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), estando como representante del mismo Miguel Ángel Hernández Hermosa.

Las comunicaciones se han celebrado en el salón de actos del Centro de Investigación y Formación Agrarias y en el Centro de Interpretación del Parque Natural de las Marismas de Santoña.

El seminario se inauguró el día 11 con una jornada de puertas abiertas cuya temática ha sido coincidente con el tema central del seminario: “Cultivares tradicionales de cultivos hortícolas y su uso en agricultura ecológica”. La inauguración fue a cargo del Director General de Ganadería y Desarrollo Rural, Miguel Ángel Cuevas Cosío y Manuel José Mora Martínez, Director del CIFA.

La primera ponencia la impartió Joseph Roselló i Oltra (Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología de la Generalitat Valenciana), que habló de la pérdida de la biodiversidad agrícola, del Tratado Internacional de los recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) y sobre las normativas Europeas y Españolas relacionadas con el intercambio del material vegetal, y finalizó su ponencia hablando del desarrollo de un plan de diversidad agraria valenciana para fomentar el uso y el conocimiento de los cultivares tradicionales.

En la segunda ponencia, María Dolores Raigón Jiménez, Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia, comparó los modelos resultantes de la agricultura ecológica y convencional, destacando la pérdida del valor nutricional de las especies vegetales por diferentes causas: a) pérdida de la diversidad biológica del suelo, b) sustitución de cultivares locales por híbridos comerciales, c) recolección prematura y d) largas distancias recorridas desde el punto de origen al punto de destino. Finalizó su ponencia destacando, mediante diferentes ensayos con especies hortofrutícolas, el incremento del

valor nutricional de las mismas cuando se cultiva en condiciones ecológicas.

Por último, Jordi Puig Roca (Colaborador en el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental de la UAB y miembro del Consejo de la Red de Custodia del Territorio) explicó tres ejemplos de explotaciones que han realizado la transformación de agricultura convencional a ecológica, fomentando la fertilidad del suelo y la introducción de cultivares locales en distintas fincas. Finalizó su ponencia hablando del proyecto del banco de semillas del Vallés oriental, que cuenta con más de 15 fincas que trabajan actualmente con cultivares locales, favoreciendo la conservación “in situ” y la formación continuada a los agricultores.

El martes día 12 tuvo lugar la visita a “SAT la Colina” situada en Gama, donde su gerente Ignacio Parraza nos fue mostrando su apuesta por la biodiversidad de cultivo como modelo de producción tanto al aire libre como en invernadero. Posteriormente se realizó la visita a la empresa “SAT Barbas” enclavada en La Junta de Voto, semillero de plantas hortícolas y forestales, donde nos recibió Eugenio Pereda y tuvo lugar una visita guiada por todas sus instalaciones.

El miércoles día 13 se visitó la empresa “Eco-tierra mojada”, finca ubicada en Maoño, donde Diego González nos explicó el modelo productivo de una empresa ecológica desde la plantación hasta la llegada del producto final al consumidor.

A lo largo de la semana los técnicos asistentes al seminario han presentado sus trabajos en forma de comunicación oral siendo la temática diversa, desde distintos trabajos con cultivares tradicionales, comportamientos agronómicos y/o de calidad de diferentes solanáceas, brásicas y otras especies, técnicas de cultivo, control biológico, fertirrigación y nutriciones minerales, indicadores de fertilidad del suelo y formación, entre otros.

Se ha acordado que la sede de celebración del XLIX seminario en 2019 tenga lugar en la Comunidad de Castilla y La Mancha a cargo del Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal (IRIAF). Así mismo la sede propuesta para la celebración en el 2020 es en la Comunidad Autónoma Canarias.

Se constituye un nuevo comité organizador formado por la persona o personas que designe el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA); Sotero Molina Vivaracho, como coordinador del Seminario; Eva M^a García Méndez del CIFA de Cantabria y Carlos García-Villarrubia Bernabé del IRIAF de la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha.

En el Seminario también se puso de manifiesto la reunión establecida el día 9 de marzo con la Subdirectora General de Modernización de Explotaciones, con el objeto de potenciar la relación entre el Seminario y el Ministerio. En una reunión posterior con el Director de Publicaciones del Ministerio, se

acordó la publicación impresa del Seminario realizado en Murcia.

Por último, hay que agradecer de forma especial a las empresas y entidades patrocinadoras: AGROSEGURO, ASP-ASEPSIA, BASF, BEJO, BIOBEST, COSTIÑA ORGÁNICA, EUROZON, FERNANDO SANTAMARÍA, ICL GROUP, SIDERIT, CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE INGENIEROS TECNICOS AGRÍCOLAS DE ESPAÑA, KENOGARD, ENZA ZADEN, VITALIS, RAMIRO ARNEDO, ODECA, SAT BARBAS, E ISAGRO ESPAÑA, así como a las empresas colaboradoras: AGROCAMPO, ANCHOAS MINGO, NATUREA, HORTALIZAS LA COLINA Y ECO-TIERRA MOJADA.



12

RELACIÓN DE PARTICIPANTES



David Abeijón Martínez

Miguel Javier Agurruza Mutuberría

Francisca Alonso López

Félix Andrés Sanz

María Carmen Asensio Sánchez-Manzanera

Mª Concepción Ayuso Yuste

Rafael Barnils

Anna Bartolomé Solés

Pablo Bruna Lavilla

Enrique Cadiñanos Cortazar

Gema Canovas Fernandez

Pedro Cermeño Sacristán

Luis Fernando Condés Rodríguez

Juana Isabel Contreras Paris

Verónica Del Caño Ruiz

Biobest

Agroseguro

IFAPA La Mojonera

Bejo

ITACyL

INURA Badajoz

Kenogard

**Centro de Transferencia Agroalimentaria.
Gobierno de Aragón.**

Bejo

IFAPA La Mojonera.

IFAPA Las Torres

**Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería
y Pesca de la Región de Murcia.**

IFAPA La Mojonera

Gobierno de Cantabria.

María Belén Díaz Hernández	USC
Jordi Doltra Bregón	CIFA. Gobierno de Cantabria.
Isabel Cortes Fernández Navarro	IMIDRA
José Ramón Gallego Boquete	Agro-BASF
Mª Gloria García Albo	
María Del Carmen García García	IFAPA La Mojonería
Guillermo García González De Lena	SERIDA
Eva María García Méndez	CIFA. Gobierno de Cantabria.
Carlos García-Villarrubia Bernabe	CIAPA. Marchamalo – IRIAF
Almudena Giménez Martínez	Dpto. Producción Vegetal (UPCT)
Julio Manuel Gómez Vázquez	IFAPA La Mojonería
José Ángel González García	CICYTEX. Junta de Extremadura.
Fructuoso Ramón González Sánchez	Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Cantabria
Roque Sainz de la Maza Revilla	Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Cantabria
Miguel Ángel Hernández Hermosa	MAPAMA
Almudena Ibeas García	ITACyL
Inmaculada Lahoz García	INTIA
Lidia Lara Acedo	IFAPA La Mojonería
Almudena Lázaro Lázaro	IMIDRA
Josefa López Marín	IMIDA
José Antonio López Pérez	CIAPA. Marchamalo – IRIAF
Myriam López Rodríguez	Enza Zaden/Vitalis
Sandra López Sáenz	CIFA. Gobierno de Cantabria.
Pilar Lorenzo Minguez	IFAPA La Mojonería
Venancio Manzaneque Quintanar	Enza Zaden/Vitalis
Jose Ignacio Marsal Peset	IVIA
Emilio Martín Expósito	IFAPA La Mojonería
Enrique Martín-Caro Sánchez	ASP asepsia
Angel Rafael Martínez De La Peña	CAPDER Junta de Andalucía
Bárbara Del Carmen Martínez García	
Teodoro Martínez Garmendia	Técnico asesor
Victorino Martínez Puras	Isagro
Isabel Mateo Bernal	Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.
Sotero Molina Vivaracho	
Rommel Onel Moros Mora	CIFA. Gobierno de Cantabria.
Borja Ojembarrena Jiménez	ASP-asepsia
José Luís Otero Fuentevilla	Eurozon
Joaquín Parra Galant	Estación Experimental Agraria de Elche

Antonio Pato Folgoso

OCA Cartagena - Mar Menor

Rafael Peláez Valle

José Luis Pérez Afonso

Jordi Puig Roca

L'Espigall

Mª Dolores Raigón Jiménez

Universitat Politècnica de València

Antonio Ramos Blasco

Isagro

Vanesa Raya Ramallo

ICIA

Jordi Rebull Fatsini

Kenogard

Jose Alberto Redondo Vega

Gobierno de Cantabria

Domingo Ríos Mesa

Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

Jose Manuel Rodríguez Fernández

Josep Roselló Oltra

Servei de Producció Ecològica Generalitat Valenciana

Benigno Ruiz Nogueiras

USC

María Cruz Sánchez-Guerrero Cantó

IFAPA La Mojonera

Alejandro Santamaría Torre

Fernando Santamaría

Yolanda Santiago Calvo

ITACyL

Belarmino Santos Coello

Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

Vicente Sanz Carmona

Enza Zaden/Vitalis

María Luz Segura Pérez

IFAPA La Mojonera

Mª Del Mar Tellez Navarro

IFAPA La Mojonera

Luisa Benigna Trujillo Diaz

Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

Plácido Varó Vicedo

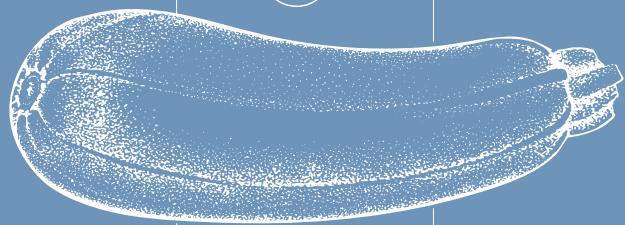
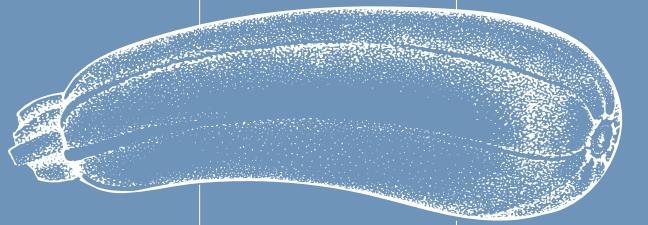
Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco.

Fernando Luis Villa Gil

Francisco Javier Zarzero Mayoral

Agroseguro

CULTIVARES TRADICIONALES



LÍNEAS DE TRABAJO DEL GRUPO DE HORTICULTURA DEL IMIDRA (COMUNIDAD DE MADRID)

Lázaro Lázaro, A.; Fernández Navarro, I.C.

Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), Madrid.

RESUMEN

El grupo de Horticultura del IMIDRA se dedica a la conservación, evaluación, transferencia y promoción de las variedades tradicionales de la Comunidad de Madrid. Actualmente conserva una colección con 256 accesiones de 26 cultivos hortícolas, y 151 accesiones (302 árboles, 2 ejemplares de cada accesión) de frutales leñosos. Entre ellas se ha dedicado mayor esfuerzo investigador al melón, tomate y judías, cultivos que en Madrid destacan por su importancia económica y/o por su diversidad. En este momento se está abordando la caracterización morfológica de la colección de sandías, pimientos, lechugas y acelgas, la evaluación de la diversidad genética de la colección de manzano, así como de los ejemplares silvestres que crecen en nuestro territorio y se están ensayando diferentes técnicas de poda en cultivares tradicionales de tomate. También se está desarrollando, en colaboración con otros centros de investigación y universidades, una evaluación del comportamiento de distintas variedades de ajo a condiciones de estrés hídrico y en colaboración con una empresa, ensayos de la respuesta al uso de bioestimulantes en melón, sandía, pimiento y tomate.

Palabras clave: cultivares tradicionales, caracterización, evaluación, transferencia, mercados de proximidad, agricultura, ecológico, productos, temporada, identidad, historia, sabor, sensorial, calidad, diversidad y desarrollo local.

INTRODUCCIÓN

Para evitar la pérdida de diversidad agraria y la erosión genética de las plantas cultivadas, se han creado numerosas colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos: por su valor para las futuras generaciones, para usarlas en el desarrollo de nuevas variedades y afrontar otros retos del futuro. En resumen, para garantizar la seguridad alimentaria. Sólo en España se conservan más de 75.000 accesiones en 36 instituciones públicas, como recoge el Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIA (http://wwwx.inia.es/inventarionacional/Bus_genero.asp). Entre ellas el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA).

Los conceptos “variedad tradicional”, “cultivar local”, y sus equivalentes en inglés y otros idiomas, están siendo revisados actualmente y son objeto de debate desde los ámbitos científicos. Muchos autores han contribuido a su definición, más o menos extensa, pero todos ellos hacen hincapié en su variabilidad intra-

poblacional, la ausencia de mejora genética dirigida, la adaptación a las condiciones ambientales locales, la presión humana y cultural en su selección y conservación (Aceituno-Mata, 2010; Calvet-Mir *et al.*, 2011; Camacho-Villa *et al.*, 2005; Cleveland *et al.*, 1994; De La Rosa y Martín, 2016; Guzmán Casado *et al.*, 2000; Maxted *et al.*, 2013). Además, la Ley 30/2006 define en el art. 3.5, las variedades de conservación, para incluir aquellos ecotipos o variedades autóctonas adaptadas naturalmente a las condiciones locales y regionales, que constituyen un patrimonio irreemplazable de recursos fitogenéticos y están amenazadas por la erosión genética, lo que hace precisa su conservación mediante el cultivo y la comercialización de semillas o de plantas de vivero.

Algunos de estos materiales conservados en las colecciones públicas de germoplasma, están siendo objeto de interés en la sociedad actual. Además de conservar, las instituciones quieren promover su uso, para evitar que las colecciones sean meros almacenes o museos. El presente trabajo describe nuestra experiencia en la conservación, caracterización, evaluación y transferencia de los cultivares tradicionales de Madrid y los motivos que han suscitado su recuperación en la agricultura y alimentación actual, en una gran ciudad como Madrid.

MATERIAL Y MÉTODOS

Desde 1995, el IMIDRA conserva una colección de 256 accesiones de cultivares tradicionales de hortícolas y 151 accesiones de frutales leñosos, que han sido cultivados en los pueblos de Madrid durante generaciones. Estas colecciones incluyen los cultivos que se dan en las huertas de la región, como son los de ajo, cebolla, puerro, apio, espárrago, acelga, repollo, pimiento, guindilla, escarola, sandía, melón, pepino, pepinillo calabaza, calabacín, fresa, lechuga, escarola, garbanzo, lenteja, tomate, perejil, judía, judión, guisante, berenjena, espinaca, nabo, borraja y habas. En la colección de frutales se conservan distintos ejemplares de membrillo, higo, manzano, cerezo, melocotonero, ciruelo, granado y peral. Estas colecciones forman parte del Inventario Nacional de la Red de Colecciones de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación del Programa Nacional del INIA, a la que se envían periódicamente datos de pasaporte, así como duplicados de seguridad.

Alguna de las colecciones ha sido caracterizada morfológicamente. Es el caso de las de melón, tomate, judía, ajo y fresa (Escribano y Lázaro, 2009; Lázaro *et al.*, 2016; Lázaro *et al.*, 2013). Y en otras el trabajo de investigación ha evaluado la diversidad genética (Escribano *et al.*, 2012) o el contenido nutricional de los cultivares o su descripción sensorial (Escribano y Lázaro, 2017; Escribano y Lázaro, 2012; Lázaro *et al.*, 2015).

En este momento se está abordando la caracterización morfológica de la colección de sandías, pimientos, lechugas y acelgas, la evaluación de la diversidad genética de la colección de manzano, así como de los ejemplares silvestres que crecen en nuestro territorio y se están ensayando diferentes técnicas de

poda en cultivares tradicionales de tomate. También se está desarrollando, en colaboración con otros centros de investigación (CIAF de Castilla la Mancha, ICA del CSIC) y universidades (Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad de Alcalá de Henares), una evaluación del comportamiento de distintas variedades de ajo a condiciones de estrés hídrico y, en colaboración con la empresa AlgaEnergy, ensayos de la respuesta al uso de bioestimulantes en melón, sandía, pimiento y tomate.

Las tareas habituales de mantenimiento de las colecciones incluyen la multiplicación y regeneración del material vegetal. Así como la colaboración y coordinación con otros bancos de germoplasma de la RED nacional, por ejemplo, en la selección de colecciones nucleares, como se hizo con la judía grano a nivel nacional, el intercambio de material y datos, como se hará en el caso del tomate, etc.

Además, desde el año 2007, se transfieren algunos de estos cultivares al sector productor, al de la restauración, distribuidores, asociaciones, entidades públicas y privadas y ciudadanos en general, que han manifestado interés por este tipo de material.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del trabajo de estos años, se han publicado catálogos de variedades tradicionales de Madrid, con datos morfológicos, nutricionales y sensoriales, de tres cultivos: melón, tomate y judía (Lázaro *et al.*, 2014; Lázaro *et al.*, 2015, Lázaro *et al.*, 2016). Se han registrado, en el registro de variedades de conservación y en el de variedades sin valor intrínseco, 6 cultivares de tomate, de judía y de melón.

Cada año se venden a agricultores, asociaciones, grupos y otros particulares de Madrid, plantones de cultivares tradicionales de los cultivos más demandados (*Fig. 1*).

Algunos ejemplos de uso actual de cultivar conservado en la colección del IMIDRA:

1. El cultivar de melón “Mochuelo”, llegó a finales del siglo XX a pesar de su mala calidad post-cosecha y su difícil manejo en campo, porque a los agricultores les gustaba especialmente su sabor. La divulgación de estudios sensoriales y encuestas de consumidores que han demostrado su singularidad (Escribano y Lázaro, 2012), han hecho que vuelva a los circuitos convencionales de distribución alimentaria. Es decir, a mercados y supermercados.
2. La colección de judía común del IMIDRA recogía una gran diversidad morfológica en un territorio pequeño, pero cerca de un gran centro de consumo como es la ciudad de Madrid (Lázaro *et al.*, 2013; Lázaro *et al.*, 2016). Algunas de sus accesiones están siendo cultivadas otra vez por nuevos agricultores, que cultivan en ecológico y distribuyen a través de grupos de consumo, y por chefs y restaurantes de la zona. En este caso su valor de recuperación ha sido la diversidad.

3. El caso de los tomates ha respondido a un patrón similar al de otras zonas, ya que la mayoría de los consumidores actuales aprecian más los cultivares tradicionales que las variedades comerciales más habituales en el mercado. Es el material más demandado de la colección del IMIDRA por agricultores convencionales, nuevos agricultores, huertos urbanos caseros y colectivos, y chefs. Valor de recuperación: sabor global del producto.

CONCLUSIONES

Según nuestra experiencia (Lázaro *et al.* 2016), los conceptos que promueven el uso de los cultivares tradicionales conservados en las colecciones *ex situ*, son los mercados de proximidad, los productos ecológicos, de temporada, la diversidad, la identidad, la historia y las raíces con el territorio. Además de otros usos, estos cultivares pueden ser herramientas de desarrollo de productos locales de calidad, contribuir al progreso de los agricultores y por tanto promover el desarrollo local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEITUNO-MATA L. 2010. *Estudio etnobotánico y agroecológico de la Sierra Norte de Madrid*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
- CALVET-MIR L.; CALVET-MIR M.; VAQUÉ-NUÑEZ L.; REYES-GARCÍA V. 2011. *Landraces in situ conservation: a case study in high-mountain home gardens in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula*. Economic Botany 65(2): 146-157. Journal. <http://doi.org/10.1007/s12231-011-9156-1>.
- CAMACHO-VILLA T.; MAXTED N.; SCHOLTEN M.; FORD-LLOYD B. 2005. *Defining and identifying crop landraces*. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 3(3): 373-384.
- CLEVELAND D.; SOLERI D.; SMITH S.E. 1994. *Do folk crops varieties have a role in sustainable agriculture?* BioScience 44(11): 740-751.
- DE LA ROSA L.; MARTÍN I. 2016. *Las colecciones de germoplasma de variedades tradicionales*. In J. I. Ruiz de Galarreta, J. Prohens, & R. Tierno (Eds.) *Las variedades locales en la mejora genética de plantas* (pp. 43-59). Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- ESCRIBANO S.; LÁZARO A. 2009. *Agro-morphological diversity of Spanish traditional melons (*Cucumis melo L.*) of the Madrid provenance*. Genetic Resources and Crop Evolution 56(4). <http://doi.org/10.1007/s10722-008-9380-4>.
- ESCRIBANO S.; LÁZARO A. 2012. *Sensorial characteristics of Spanish traditional melon genotypes: Has the flavor of melon changed in the last century?* European Food Research and Technology 234(4). <http://doi.org/10.1007/s00217-012-1661-7>.

- ESCRIBANO S.; LÁZARO A. 2017. *Physicochemical and nutritional evaluation of Spanish melon landraces*. Plant Genetic Resources: Characterisation and Utilisation 15(2). <http://doi.org/10.1017/S1479262115000507>.
- ESCRIBANO S.; LÁZARO A.; CUEVAS H.E.; LÓPEZ-SESÉ A.I.; STAUB J.E. 2012. *Spanish melons (*Cucumis melo L.*) of the Madrid provenance: A unique germplasm reservoir*. Genetic Resources and Crop Evolution 59(3). <http://doi.org/10.1007/s10722-011-96874>.
- GUZMÁN CASADO G.I.; SORIANO NIEBLA J.; GARCÍA JIMÉNEZ S.F.; DÍAZ DEL CAÑIZO M. 2000. *La recuperación de variedades locales hortícolas en Andalucía (España) como base de la producción agroecológica*. En Guzmán Casado G.I., González de Molina M., Sevilla Guzmán E. (Eds.) *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. pp. 339–362.
- LÁZARO A.; ACEITUNO-MATA L.; FERNÁNDEZ I. C.; PIRREDA M.; TARDÍO J. 2016. *Catálogo de variedades tradicionales de judías de la Comunidad de Madrid*. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario, Madrid.
- LÁZARO A.; FERNÁNDEZ I. C.; CABELO F.; DE LORENZO C. 2014. *Catálogo de variedades tradicionales de melón españolas*. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario, Madrid.
- LÁZARO A.; FERNÁNDEZ I. C.; CABELO F.; DE LORENZO C. 2015. *Catálogo de variedades tradicionales de tomates de la Comunidad de Madrid*. Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario, Madrid.
- LÁZARO A.; FERNÁNDEZ I. C.; DE LORENZO C. 2016. *Using landraces in agriculture, food and cooking: the experience around a big city in Southern Europe PGR Secure .Novel characterization of crop wild relative and landrace resources as a basis for improved crop breeding*. Enhancing Crop Genepool Use: Capturing Wild Relative and Landrace Diversity for Crop Improvement, Cambridge, UK.
- LÁZARO A.; VILLAR B.; ACEITUNO-MATA L.; TARDÍO J.; DE LA ROSA L. 2013. *The Sierra Norte of Madrid: An agrobiodiversity refuge for common bean landraces*. Genetic Resources and Crop Evolution 60(5). <http://doi.org/10.1007/s10722-012-9946z>.
- MAXTED N.; MAGOS-BREHM J.; KELL S. 2013. *Resource Book for the Preparation of National Plans for Conservation of Crop Wild Relatives and Landraces*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Roma.

FIGURAS

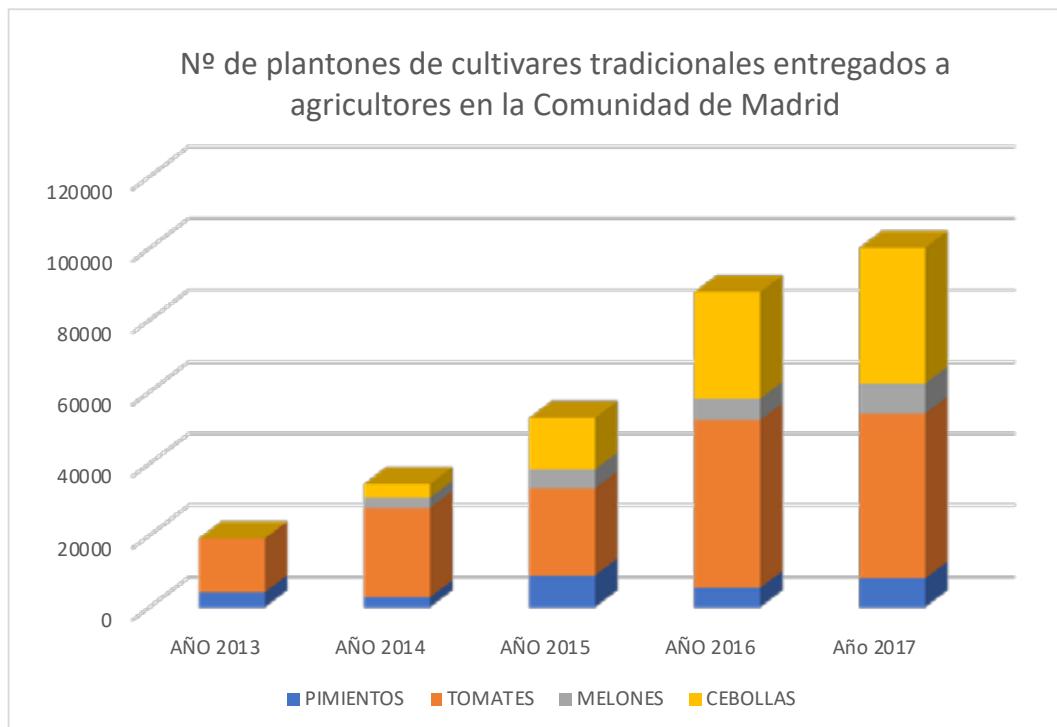


Figura 1. Nº de plantones de cultivares tradicionales entregados por el IMIDRA a agricultores en la Comunidad de Madrid en los últimos años.

LÍNEAS DE TRABAJO CON CULTIVARES LOCALES DE HORTÍCOLAS EN TENERIFE

Santos Coello, B.¹; Afonso Morales, D.²; Ríos Mesa, D. J.^{1,2}

*¹ Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

*² Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife (CCBAT). Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

RESUMEN

El Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife (CCBAT), Unidad Orgánica perteneciente al Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife, fue creado en el 2003 y trabaja con el objetivo fundamental de recuperar y conservar la biodiversidad agrícola local de la isla de Tenerife. Dentro de las especies hortícolas conservadas, además de la papa, podemos destacar, entre otras, las colecciones de cebollas, millo (maíz), tomate y cucurbitáceas. Los cultivares locales de cebolla de Guayonje, Masca, Los Carrizales y Ramblera tienen una superficie apreciable cultivada, sobre todo la primera, y son conocidas tanto por los agricultores como por los consumidores, teniendo una marca de calidad reconocida a nivel insular. Se han registrado como variedades de conservación.

El millo, como se conoce en Canarias al maíz, se utiliza como hortaliza en forma de mazorca completa o piña, cocida en platos tradicionales. Para estos platos se busca un tipo de grano de características específicas de sabor y textura muy diferentes del maíz dulce para ensaladas producido en otros sitios. Además de los trabajos de caracterización se ha trabajado con entradas procedentes de Tenerife, Gran Canaria y La Palma, usando los dos criterios demandados por los agricultores: baja altura de la planta y alto número de piñas por planta. Así mismo, se está trabajando en la selección de cultivares.

En el caso del tomate, el CCBAT tiene 74 entradas, 59 de ellas ya caracterizadas. Se caracterizó material con una especial relevancia en algunas zonas y excepcionales cualidades de sabor como Manzana Negra, Moscatel, Huevo de Gallo, Perita y De Caña Morada. A partir de ese trabajo, se realizó una primera selección de material de Manzana Negra para poder suministrar semilla a los agricultores, además de una serie de actividades promocionales. Otra línea de trabajo se centró en el tomate tipo canario, seleccionando y mejorando un material que llevó a la obtención de Orone por parte de la empresa Cultesa, el primer cultivar registrado en Canarias.

Otra familia con una especial importancia en Canarias son las cucurbitáceas. Sólo de la especie de calabaza *Cucurbita moschata* hay 23 entradas. La calabaza es una de las hortícolas más cultivadas en Tenerife, utilizándose cultivares loca-

les. Se pretende comenzar un proyecto de caracterización de cultivares locales y una primera selección de material para cubrir las necesidades del mercado local. Por otra parte, también hay una tradición de cultivo y consumo de un grupo de cultivares de calabacín, los bubangos.

Palabras clave: Canarias, tomate, maíz, calabaza, bubango.

INTRODUCCIÓN

El Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife (CCBAT), es una Unidad Orgánica perteneciente al Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife que fue creado en el 2003 y trabaja con el objetivo fundamental de recuperar y conservar la biodiversidad agrícola local de la isla de Tenerife. El CCBAT pertenece a la Red Nacional de Bancos de Germoplasma asumiendo el compromiso de evitar, en la medida de lo posible, la pérdida de la diversidad agrícola local. Para ello realiza una serie de actividades como son la recolección de material local, conservación, caracterización, multiplicación, regeneración y documentación.

El CCBAT tiene actualmente una colección de 2.933 entradas, de las que 1.277 corresponderían a géneros de uso hortícola (*Tabla 1*). La caracterización, multiplicación, selección y valorización de esas entradas puede aportar al sector hortícola de Canarias una fuerte competitividad, así como todas las ventajas del uso de cultivares locales tanto en Agricultura Ecológica como en la convencional, teniendo en cuenta a los consumidores locales y a los turistas.

En este trabajo se hace una revisión de todo el trabajo realizado en caracterización, selección y valorización de tres especies: cebollas, maíz (millo) y tomate y se presenta el trabajo a realizar en calabaza.

CEBOLLA

En Canarias no sólo se han cultivado las cebollas como hortaliza, sino como semilla con destino al Sur de los Estados Unidos hasta los años 30 del pasado siglo, llegando a 82.000 kg (Tascón y Rodríguez, 2012). Se han caracterizado morfológica y agronómicamente 12 entradas y se han registrado como variedades de conservación a 6 de ellas: Masca, Guayonje, San Juan de La Rambla, Carrizal Alto y Carrizal Bajo, nombres que corresponden a las zonas de la isla donde se ha producido la semilla de estas variedades de forma tradicional (Tascón y Rodríguez, 2012). Otro cultivar local bastante apreciado es la cebolla de Lanzarote. Se ha editado un libro sobre las variedades locales de cebolla (Tascón y Rodríguez, 2012) y un póster (*Fig. 1*).

Algunos de estos cultivares locales tienen producciones y calibres comparables o mejores que los cultivares comerciales híbridos (Tascón *et al.* 2010), lo que hace que sean ampliamente cultivados en Tenerife. Dentro de los cultivares locales, la más conocida es la cebolla de Guayonje. Las cebollas de Tenerife están

amparadas por una figura de garantía dentro de la marca de calidad “Tenerife Rural” (Anónimo, 2014).

MILLO

En Canarias el millo o maíz (*Zea mays L.*) ha jugado un importante papel en la dieta, previamente tostado y luego molido para consumir como gofio, molido sin tostar para el frangollo y también fresco en forma de mazorca (piña) en platos tradicionales de nuestra gastronomía (puchero, costillas con papa y potajes) (Fernández *et al.*, 2010). Por ser el millo una planta alógama y anemófila, se producen cruzamientos naturales en su reproducción que dan lugar a una elevada variabilidad genética, con una gran diversidad de poblaciones de millos en Canarias en general y en Tenerife en particular. Dentro de la colección de millos del CCBAT, se han caracterizado 150 entradas agronómica y morfológicamente.

En concreto, el millo para piñas tiene un especial interés al no corresponder las características de calidad a los maíces dulces comercializados. Esto hace que se alcancen precios entre 0.30 y 1.10 €/piña (Mercatenerife 2018). Los agricultores buscan cultivares de baja altura para poder ser cultivados en zonas ventosas o en invernadero, con una alta productividad, buscando 2 piñas/planta y en la medida de lo posible, con resistencia a plagas y enfermedades. Fernández *et al.* (2010) encontraron dentro de los cultivares locales del CCBAT material con 1.5 a 2 piñas/planta y baja altura. Sin embargo, debe seguir trabajando en seleccionar material más uniforme, con el problema añadido de la dificultad de ser una planta alógama y anemófila.

TOMATE

Se ha llevado a cabo la caracterización agronómica, morfológica, nutricional y molecular de 59 de las 74 entradas de tomate (Rios *et al.*, 2009; Amador *et al.*, 2012). A partir de esa caracterización, además de la edición de un libro (Amador *et al.*, 2012), de un póster y publicaciones en revistas de divulgación (Millares, 2018), se ha trabajado en dos líneas.

Uno de los cultivares caracterizados ‘Manzana Negra’, con el mismo nombre que uno de los cultivares utilizados en Canarias desde principios del siglo XX (Santos *et al.*, 2013). Este cultivar ha sido registrado como variedad de conservación. El fruto redondo ligeramente aplastado, de color verde oscuro en pintón, pasando a rojo con sombras negruzcas en la madurez, presenta unas características de sabor que lo hacen interesante para el mercado local. Se han llevado a cabo una serie de actuaciones de valorización en mercados centrales y del agricultor de Tenerife para dar a conocer este cultivar al público y se ha proporcionado semilla a los agricultores interesados. Sin embargo, hay que seguir trabajando con la selección de material para lograr una mayor homogeneidad y una mayor vida en postcosecha según quieren los agricultores.

Las exigencias de los mercados de destino, el Reino Unido y países del Centro y Norte de Europa marcaron el tipo de tomate que se plantaría en Canarias: fruto redondo de 40 a 60 mm de diámetro ecuatorial, el que se conocería luego como **tomate canario** (Santos *et al.*, 2013). A partir de la caracterización de tomates, se comenzó con la selección de tomates de este tipo, llegando a encontrar una entrada que correspondía a este tipo varietal, junto con una vida post cosecha que permitiría la exportación a los mercados tradicionales. Santos *et al.* (2010) encontraron que este material era perfectamente comparable a cultivares híbridos comerciales. También se encontró que tenía contenidos en licopeno bastante altos (Amador *et al.*, 2010).

A partir de este material se siguió seleccionando hasta llegar a registrar como cultivar comercial a 'Orone' por parte de la empresa pública participada por el Cabildo Insular de Tenerife en el año 2013. Este cultivar presenta las características típicas de tomate canario con una producción parecida a los cultivares comerciales utilizados en Canarias, con un calibre típico comprendido entre M y MM (Amador, 2016).

CALABAZA

Canarias, en general, y Tenerife en particular, tiene una gran riqueza en calabazas, estando presentes dos especies, *Cucurbita maxima* y *C. moschata*, en especial de la 2^a, con 54 entradas conservadas en el CCBAT. El Centro de Referencia a nivel nacional, el Instituto de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV) tiene 74 entradas de *C. moschata* y 4 de *C. maxima* recolectadas en Canarias.

La calabaza es un cultivo importante en Canarias (576 ha) y en Tenerife (209 ha) (ISTAC, 2018), siendo el 4º cultivo hortícola más importante de la isla. Mucha de esa superficie en Tenerife se ha venido plantando con cultivares locales que parecen presentar características agronómicas comparables a los comerciales.

Sin embargo, se está observando una bajada en el uso de estos cultivares locales debido a:

La pérdida del conocimiento tradicional en la conservación de cultivares, que hace que no se mantengan las características de estos cultivares mediante selección.

La hibridación accidental con otras especies de *Cucurbita* que hace que la semilla obtenida de cultivares locales pierda sus características agronómicas. La presencia de cultivares comerciales de calabaza agravan el proceso de pérdida de biodiversidad por polinización.

Por todo lo anterior, se plantea realizar un trabajo de caracterización del material vegetal existente en el CCBAT y en la COMAV procedente de Canarias (*Tabla 2*) y realizar un programa de selección de cultivares locales con buenas características agronómicas y de calidad organoléptica para el consumo.

Para la selección se trabajará junto con agricultores, comercializadores y consumidores, buscando las características de selección más importantes. Este programa de selección se realizará mediante marcadores moleculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADOR, L. 2016. Orone: el tomate que sabe a tomate. Campo Canario, 108: 34-35.
- AMADOR, L.; GALDON, B.; RODRIGUEZ, E.; DÍAZ, C.; GONZALEZ, M.; RÍOS, D. 2010. Lycopene content in local tomato cultivars of Canary Islands. 28th International Horticultural Congress. Lisboa.
- AMADOR, L.; SANTOS, B; RÍOS, D. 2012. Variedades tradicionales de tomates de Canarias. CULTESA. 233 p.
- ANÓNIMO. 2014. Cebollas tradicionales de Tenerife. Especificación Técnica del Producto. Cabildo Insular de Tenerife. Disponible en línea en: <https://sede.tenerife.es/sede/de/tramites-y-servicios/download/1981/1195/83>.
- FERNÁNDEZ, J.; RODRIGUEZ, C.; AFONSO, D.; MARTÍN, N.; SANTOS, B.; RÍOS, D. 2015. Evaluación agronómica de cultivares locales de millo (*Zea mays* L.) en invernadero de malla en Tenerife (Canarias). En: Martín, M. y P. Hoyos (coord). XLV Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Zaragoza. 15-19 junio 2015.
- MERCATENERIFE. 2018. Millo. Disponible en línea en: <http://mercatenerife.com/wp-content/uploads/2018/03/Pi%C3%B1a-de-millo-2018-Nueva.pdf>.
- MILLARES, Y. 2018. Variedades tradicionales de tomates de Canarias. Pellar-gofio, 60/2018. Disponible en línea en: <http://pellagofio.es/hemeroteca/pellar-gofio-mensual/hojea-aqui-el-no-602018-variedades-tradicionales-de-tomates-de-canarias/>.
- RIOS, D.; SANTOS, B.; SIVERIO, C.; AMADOR, L.; PARRILLA, M.; CEBOLLA, V. 2009. Caracterización morfológica preliminar de cultivares locales de tomate de Canarias. En: Martín, M. y P. Hoyos (coord). XXXIX Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Puerto de La Cruz. 2009. En prensa.
- SANTOS, B.; RIOS, D.; AMADOR, L.; PARRILLA, M. 2010. Comportamiento productivo de un grupo de cultivares locales de tomate de Canarias. En: Neyra, F. y P. Hoyos (coord). XL Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. San Fernando de Henares. Madrid. 2010. En prensa.
- SANTOS, B.; AMADOR, L.; RÍOS, D. 2013. La evolución varietal en el tomate de exportación de Canarias. Mundo Rural de Tenerife, 12: 8-9.
- SIVERIO, C.; RÍOS, D.; SANTOS, B.; CEBOLLA, V. 2009. Caracterización morfológica preliminar de un grupo de cultivares locales de tomate de Canarias. Actas de Horticultura, 54: 1236-1240.

TASCON, C.; RIOS, D.; AVERO, N.; DÍAZ, D.; SANTOS, B. 2010. Adaptabilidad de variedades locales de cebolla de Canarias a dos fechas distintas de plantación. Cuadernos de Fitopatología, 103: 16-22.

TASCON, C.; RODRIGUEZ, B. 2012. Las cebollas de Tenerife. Cultivo y variedades. Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio de Agricultura. 103 p.

TABLAS

Tabla 1. Número de entradas de los principales géneros hortícolas en el CCBAT.

Género		Species
Gramíneas	259 millos	<i>Zea mays</i>
Leguminosas	231 judías	<i>Phaseolus vulgaris, P. luneatus</i>
	155 papas	<i>Solanum andigena, S. chaucha, S. tuberosum</i>
Solanáceas	82 pimientos	<i>Capsicum annuum, C. baccatus, C. pubescens, C. chinense</i>
	74 tomates	<i>Solanum lycopersicum</i>
Aliáceas	134 ajos	<i>Allium sativum, A. ampeloprasum</i>
	42 cebollas	<i>Allium cepa</i>
Convolvuláceas	163 batatas	<i>Ipomoea batatas</i>
	69 bubangos	<i>Cucurbita pepo</i>
Cucurbitáceas	54 calabazas	<i>Cucurbita moschata, C. sp.</i>
	14 cidras	<i>Cucurbita ficifolia</i>

Tabla 2. Cultivares locales de calabaza a seleccionar.

Banco	Isla	Lugar	Nombre local
COMAV	Tenerife	Alcalá.Guía de Isora.	Calabaza
COMAV	Tenerife	Las Cuevecitas.Candelaria.	Calabaza
COMAV	Tenerife	San Andrés.	Calabaza
COMAV	Tenerife	Granadilla de Abona.	Calabaza de puchero
COMAV	Tenerife	Arona.	Calabaza amarilla de cocido
COMAV	Tenerife	Güímar.	Calabaza
COMAV	Tenerife	Valle de Guerra.La Laguna.	Calabaza palmera
COMAV	Tenerife	La Medida.Güímar.	Calabaza
COMAV	Tenerife	Barranco San Juan;Tacoronte.	Calabaza
COMAV	Tenerife	Guamasa.La Laguna.	Calabaza
COMAV	Tenerife	La Laguna.	Calabaza
CCBAT	Tenerife	Fasnia	Redonda o de carton
CCBAT	Tenerife	Santa Cruz de Tenerife	De Guinea
CCBAT	Tenerife	Candelaria	De gomo
CCBAT	Tenerife	Adeje	Pequeña
CCBAT	Tenerife	Arico	De rueda pintada

CCBAT	Tenerife	Arico	De cacahuete
CCBAT	Tenerife	Arico	De violin
CCBAT	Tenerife	Arico	De rueda
CCBAT	Tenerife	La Orotava	Calabaza
CCBAT	Tenerife	San Juan de La Rambla	Galleta botella
CCBAT	Tenerife	Buenavista del Norte	Calabaza
CCBAT	Tenerife	Tacoronte	Calabaza apepinada
CCBAT	Tenerife	La Orotava	Redonda
CCBAT	Tenerife	La Guancha	De Guinea
CCBAT	Tenerife	Adeje	Ovalada
CCBAT	Tenerife	La Guancha	Criolla
CCBAT	Tenerife	La Guancha	De Gomo
CCBAT	Tenerife	Guia de Isora	Comun
COMAV	El Hierro	Timijiraque.Valverde.	Calabaza parda
COMAV	El Hierro	El Mocanal.Valverde.	Calabaza blanca
CCBAT	El Hierro	Valverde	Calabaza enana
COMAV	Gran Canaria	Cuermeja.San Nicolás	Calabaza de gollete
COMAV	Gran Canaria	Las Melequinas.Santa Brígida.	Calabaza de violín
COMAV	Gran Canaria	El Palmar.Teror.	Calabaza negra
COMAV	Gran Canaria	La Punta.San Nicolás	Calabaza de potaje
Banco	Isla	Lugar	Nombre local
COMAV	Gran Canaria	La Punta.San Nicolás.	Calabaza de Gollete
COMAV	Gran Canaria	San Nicolás.	Calabaza
COMAV	La Gomera	Pastrana. Playa Santiago.	Calabaza
COMAV	La Gomera	Alajero.	Calabaza
COMAV	La Gomera	Benchijigua. San Sebastián.	Calabaza
COMAV	La Gomera	Lo del Gato. San Sebastián.	Calabaza alargada
COMAV	La Gomera	Las Cabezas. San Sebastián.	Calabaza
COMAV	La Gomera	San Sebastian	Calabaza
COMAV	La Gomera	Vallehermoso	Calabaza
COMAV	La Gomera	Alojera	Calabaza
COMAV	La Gomera	Las Hayas	Calabaza
COMAV	Fuerteventura	La Oliva.	Calabaza
COMAV	Fuerteventura	Tefia.	Calabaza de cogote
COMAV	Fuerteventura	Betancuria	Calabaza
COMAV	Fuerteventura	Puerto del Rosario	Calabaza cuello botella
COMAV	Fuerteventura	Lajares	Calabaza
COMAV	Fuerteventura	Tuineje	Calabaza
COMAV	Lanzarote	Soo.Teguise.	Calabaza
COMAV	Lanzarote	Muñique.Teguise	Calabaza
COMAV	Lanzarote	Tinajo.	Calabaza
COMAV	Lanzarote	El Jable.Teguise	Calabaza
COMAV	Lanzarote	Tías.	Calabaza
COMAV	La Palma	Santa Lucía.Puntallana.	Calabaza
COMAV	La Palma	El Paso	Calabaza

COMAV	La Palma	La Punta.Tijarafe.	Calabaza de cogote
COMAV	La Palma	Topaciegas.Barlovento.	Calabaza
COMAV	La Palma	La Galga.Puntallana.	Calabaza
COMAV	La Palma	Mirca.Santa Cruz de la Palma.	Calabaza
COMAV	La Palma	El Tablado.Garafía.	Calabaza
COMAV	La Palma	Don Pedro.Garafía.	Calabaza
COMAV	La Palma	Barranco de Agua ;Breña Alta.	Calabaza
COMAV	La Palma	Los Llanos de Aridane	Calabaza
COMAV	La Palma	Mirca.Santa Cruz de la Palma.	Calabaza

FIGURAS

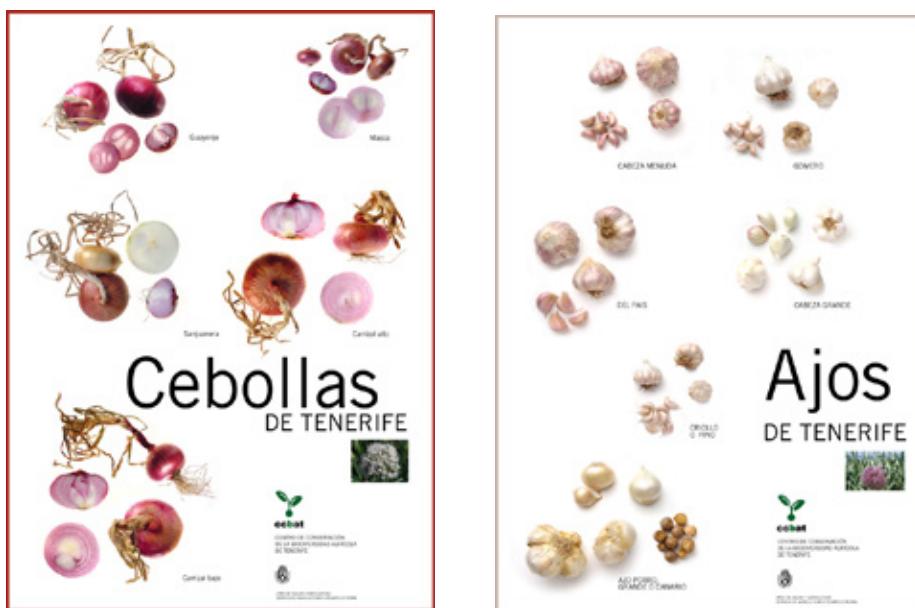


Figura 1. **Póster.**

SELECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL AUTÓCTONO EN HABAS DE VERDEO (*Vicia faba* var. *major*)

Parra, J.; Bartual, J.; García, J.; Ortiz, M.

Estación Experimental Agraria de Elche (EEA Elx), Alicante.

RESUMEN

El haba (*Vicia faba* var. *major*) es un cultivo tradicional muy arraigado en las huertas alicantinas, siendo su destino principal la producción para el mercado de consumo en fresco. El material vegetal que se suele emplear procede mayoritariamente de selecciones de los propios agricultores, aunque algunas empresas productoras de semillas comercializan sus propias selecciones. En el año 2008 desarrollamos trabajos previos que mostraron un mejor comportamiento productivo por parte del material propagado por los agricultores de la zona comparado con el de varias empresas. El objetivo principal de este trabajo fue seleccionar semillas autóctonas que pudieran entrar a formar parte del «Catálogo de Variedades Locales de Interés Agrario Valenciano».

Hemos estudiado 6 cultivares de ciclo temprano, tipo “Cuarentena” y 6 de ciclo intermedio, tipo “Muchamiel”, durante dos campañas consecutivas. El diseño estadístico fue de bloques al azar con 3 repeticiones por tratamiento. Se llevó a cabo el control de las producciones y varios calibrados de las vainas. Realizado el análisis estadístico de los resultados, no aparecieron diferencias significativas (al 95 %) entre la producción comercial de los distintos cultivares, excepto en el segundo ciclo de “Muchamiel”. Sí que se encontraron diferencias en cuanto a precocidad y tamaño de las vainas. A la vista de estos datos, seleccionamos el cv tipo “Cuarentena” codificado como C1 y el cv. tipo “Muchamiel” codificado como M2, procedente, ambos provenientes de agricultores de Elche. Estas selecciones pasaran a formar parte de la colección del «Catálogo de Variedades Locales de Interés Agrario Valenciano», multiplicándose en cultivo ecológico para su puesta a disposición de los agricultores interesados en su cultivo.

Palabras clave: semilla autóctona, leguminosas, ecológico.

INTRODUCCIÓN

De las 7.296 toneladas de habas (*Vicia faba* var. *major*) de verdeo producidas en la Comunidad Valenciana, 6.111 corresponden a la provincia de Alicante, ocupando 505 ha de las 685 ha cultivadas en la Comunidad Valenciana (CAPA 2016). El destino principal de dicha producción es el mercado de consumo en fresco.

Es un cultivo muy tradicional en la provincia de Alicante y el cultivar predominante es el tipo “Muchamiel”.

El material vegetal que se suele emplear procede mayoritariamente de selecciones hechas por los propios agricultores. El objetivo principal del ensayo fue comparar varios de estos cultivares. Con ello pretendíamos seleccionar semillas autóctonas que pudieran entrar a formar parte del «Catálogo de Variedades Locales de Interés Agrario Valenciano».

MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo se desarrolló en la Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante), en una parcela al aire libre, con riego por goteo (*Fotografía 1*). Se realizaron dos siembras, una de cultivares precoces, tipo “Cuarentena” y otra de media estación, tipo “Muchamiel”, comparándolos con selecciones comerciales de una empresa de semillas. Repetimos el diseño del estudio durante dos campañas, 2014-15 y 2015-16.

En la campaña 2014-15 sembramos seis cultivares tipo “Cuarentena” (cuatro del terreno y dos selecciones de la empresa de semillas Ramiro Arnedo) y seis cultivares tipo “Muchamiel” (cinco del terreno y una selección de la empresa de semillas Ramiro Arnedo).

En la campaña 2015-16 volvimos estudiar seis cultivares de habas tipo “Cuarentena” y “Muchamiel”, aunque en este caso cambiamos las entradas C2 (de agricultor) y C5 (de Ramiro Arnedo) de la campaña anterior, por semillas procedentes de la multiplicación de una pequeña muestra de la EEA de Elche. Al reproducir nuestra selección (*Fotografía 2*), comprobamos que aparecían parte de las semillas de color violeta, por lo que decidimos separarlas en dos lotes, sembrándose como C2 (violetas) y C5 (blancas).

Los cultivares estudiados se resumen en las siguientes tablas:

Material vegetal ensayado. Campaña 2014-15. Cvs. precoces tipo “Cuarentena”.

CÓDIGO	CULTIVAR	PROCEDENCIA
C1	JAIME COVES	AGRICULTOR
C2	MANOLO COVERET	AGRICULTOR
C3	SALVADOR ALONSO	AGRICULTOR
C4	FRANCISCO COVES	AGRICULTOR
C5	AR-25005	RAMIRO ARNEDO
C6	AR-25006	RAMIRO ARNEDO

Material vegetal ensayado. Campaña 2015-16. Cvs. precoces tipo “Cuarentena”.

CÓDIGO	CULTIVAR	PROCEDENCIA
C1	JAIME COVES	AGRICULTOR
C2	VIOLETA	EEA ELCHE
C3	SALVADOR ALONSO	AGRICULTOR
C4	FRANCISCO COVES	AGRICULTOR
C5	BLANCA	EEA ELCHE
C6	AR-25006	RAMIRO ARNEDO

Material vegetal ensayado. Campañas 2014-15 y 2015-16. Cv. media estación tipo “Muchamiel”.

CÓDIGO	CULTIVAR	PROCEDENCIA
M1	MUCHAMIEL	MUCHAMIEL
M2	SALVADOR ALONSO	AGRICULTOR
M3	FRANCISCO COVES	AGRICULTOR
M4	PRIMERENCA	RAMIRO ARNEDO
M5	JAIME COVES	AGRICULTOR
M6	MUCHAMIEL	EEA ELCHE

El diseño estadístico fue de bloques al azar con 3 repeticiones por tratamiento.

En la **campaña 2014-15**, en el tipo “Cuarentena” el marco de siembra fue de 0,8 x 1,4 m, con seis golpes de siembra por parcela y cuatro semillas por golpe. Parcela elemental de 6,72 m² y una densidad de cultivo de 8.929 plantas. ha⁻¹. La siembra se realizó el 8 de septiembre del 2014. La primera recolección fue el 13 de noviembre de 2014 y la última el 17 de marzo de 2015.

En el tipo “Muchamiel”, el marco de siembra fue de 1 m x 1,5 m, con cinco golpes de siembra por parcela y cuatro semillas por golpe. Parcela elemental de 7,5 m² y una densidad de cultivo de 6.667 plantas. ha⁻¹. La siembra se realizó el 10 de octubre del 2014. La primera recolección fue el 3 de febrero de 2015 y la última el 10 de abril de 2015.

En la **campaña 2015-16**, tras observar el vigor de las plantas del año anterior, decidimos ampliar un poco el marco de cultivo en los cultivares tipo “Cuarentena”, sembrándose el ensayo a 0,8 m x 1,5 m, con seis golpes de siembra por parcela y cuatro semillas por golpe. La parcela elemental fue de 7,2 m² y la densidad de cultivo de 8.333 plantas. ha⁻¹. La siembra se realizó el 10 de septiembre del 2015. La primera recolección el 23 de noviembre de 2015 y la última el 1 de marzo de 2016.

En el cultivar tipo “Muchamiel” se mantuvo el marco de siembra de 1 m x 1,5 m, con cinco golpes de siembra por parcela y cuatro semillas por golpe. Parcela elemental de 7,5 m² y una densidad de cultivo de 6.667 plantas. ha⁻¹. La siembra se realizó el 7 de octubre del 2015. La primera recolección fue el 21 de enero de 2016 y la última el 15 de abril de 2016.

La recolección se realizó de forma escalonada (semanalmente), siguiendo el criterio de cosechar cuando las vainas se habían llenado con la semilla, sin dejar que éstas se tornaran duras, ya que el destino de esta producción es el consumo en fresco del grano.

Se llevó a cabo un control de las producciones separándose en dos categorías: comercial y destriño. Asimismo, se efectuó un control de las características de las vainas (longitud, peso medio y rendimiento en grano). Todos estos datos se resumen en la *Tabla 1*.

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

Entre los cultivares ensayados, la precocidad en la recolección es un factor muy importante, sobre todo en el caso de los cultivares tipo “Cuarentena”. Una producción temprana y escasa puede llegar a ser más rentable que una tardía y abundante. En la primera campaña 2014-15 destacaron C4, C1 y C2 como los más precoces (*Tabla 2*). En tres meses ya llevaban alrededor del 30% de su cosecha recolectada frente al 16% del resto.

No aparecieron diferencias significativas en la producción comercial final (*Tabla 3*), aunque los cvs. C3, C6, C4 y C1 superaron los 2,5 kg por planta (2,23 kg.m⁻²). Los cvs. C1, C3 y C4 tuvieron un mayor peso medio de las vainas con diferencias estadísticas (*Tabla 3*). En la cantidad de vainas de destriño no hubo diferencias, aunque C5 tuvo un poco más que el resto (*Tabla 3*).

Analizada la calidad de las vainas, C2, C4 destacaron por su longitud, sin diferencias significativas con C1 y C3, pero estadísticamente superiores a C5 y C6 (*Tabla 4*). No hay diferencias en el número de granos y peso de los mismos, con una media de 5,63 granos/vaina.

Para la siguiente campaña, 2015-16, decidimos sustituir los cultivares C2 y C5, que habían tenido menor peso medio y producción comercial final en el año anterior, por dos selecciones de la Estación Experimental Agraria. En esta campaña se redujo la producción comercial media en todos los cultivares, pasando de 2,46 kg/planta del año anterior a 1,84 kg/planta, pero a cambio se incrementó la precocidad. A los 3 meses del inicio de las recolecciones el cv. C4 ya llevaba recolectado el 71% de la producción comercial final, mientras que el resto estaban entre el 52 y el 59% (*Tabla 5*). La explicación de esta diferencia en la entrada en producción debe estar en las condiciones climáticas, ya que las habas son sensibles a las heladas y, por otro lado, temperaturas superiores a los 30°C, durante el periodo comprendido entre la floración y el cuajado de las vainas, pueden provocar abortos tanto de flores como de vainas inmaduras (Perea *et. al.*, 2015).

Tampoco en esta campaña aparecieron diferencias significativas en la producción comercial final (*Tabla 6*), los cvs. C4, C5 y C1 fueron los más productivos con cerca de 2 kg por planta (1,7 kg.m⁻²). Todos los cv. tuvieron un peso medio de las vainas parecido, excepto C6 que resultó estadísticamente más pequeño (*Tabla 6*), aunque en esta campaña las vainas tuvieron mayor peso medio que en la anterior (31,17 gramos/vaina, frente a los 27,7 de media de 2014-15). El destío de este año fue superior al anterior (0,45 kg/planta de media), debido a una mayor incidencia de enfermedades (Fotografías 3 y 4).

Analizado el calibrado de las vainas, C2, C5, C1 y C3 destacaron por su longitud (*Tabla 7*). No hay diferencias el número de granos y peso de los mismos, con una media de 6,28 granos/vaina y un peso medio de 1,51 gramos/grano.

Examinados los resultados de los cultivares tipo “Muchamiel” de la campaña 2014-15, se observa una alta producción comercial final por cultivar, con 3,7 kg/planta, de media, sin diferencias significativas (*Tabla 8*). En el peso medio de la vaina, destacan por arriba el cv. M5 con 37,7 g/vaina y por abajo M4 con 29,26 g/vaina. En el estudio del destío M6 y M4 tuvieron menos pérdidas que el resto.

En estos cvs. no es tan importante la precocidad como en el tipo “Cuarentena”, concentrándose normalmente el grueso de la producción en el mes de marzo. En este caso el cv. M6 fue más precoz que el resto, recolectándose un tercio de su producción en febrero (*Tabla 9*).

En el calibre sobresalieron M5 y M1 como las vainas más largas, con 35,55 y 34,50 cm respectivamente (*Tabla 10*) y los cvs. M2 y M5 como los de mayor número de granos por vaina (7 granos/vaina).

Repetimos el ensayo en la campaña 2015-16 y al igual que en el caso de los cvs. tipo “Cuarentena”, la producción comercial media se redujo de manera importante, pasando de los 3,7 kg/planta a 2,1 kg/planta. Esto confirma nuestra idea de que las condiciones climáticas no fueron las más favorables, ya que también se adelantó la entrada en producción. En esta campaña sí que encontramos diferencias significativas en la producción comercial final, con los cvs. M3, M2, M1 Y M5 como los más productivos (*Tabla 11*) y los cvs. M5, M6 y M1 como los de mayor peso medio de la vaina. El destío fue parecido en los cultivares, excepto en el cv M6 que tuvo mayor destío que el resto de manera significativa.

Como comentamos anteriormente la precocidad en esta campaña varió respecto a la anterior y aunque el grueso de la producción se mantuvo en el mes de marzo, parte de la cosecha se adelantó a febrero (*Tabla 12*). El cv. M6, al igual que en la campaña anterior, produjo antes que el resto, recolectándose en febrero y marzo prácticamente por igual.

En el calibrado (*Tabla 13*) el cv. M5 fue el que presentó la vaina más larga (32,2 cm) y M2, M1 y M4 los de mayor número de granos por vaina (7 granos/vaina, aprox.).

Estudiado el total de los resultados, nos encontramos con que dentro de las

selecciones del terreno aparecieron varias muy similares y que en muchos apartados no hubo diferencias estadísticas significativas, por lo que establecimos un baremo donde puntuamos a los cultivares de los tres primeros puestos en los factores productivos más interesantes. Se valoró con dos puntos la producción comercial y el peso medio de las vainas y con uno la precocidad, el menor destío, la vaina más larga y el mayor número de granos por vaina. En el caso de los cultivares tipo “Muchamiel” no se valoró la precocidad por no ser en este caso un factor importante (Tablas 14 y 15).

CONCLUSIONES

Se comprueba la gran influencia que tienen las condiciones climatológicas en la producción de haba de verdeo para consumo en fresco.

En todos los ensayos las selecciones del terreno superan a la variedad comercial.

Seleccionamos el cultivar C4 como el más completo del tipo “Cuarentena” por su precocidad y producción.

Se selecciona el cultivar M5 de los cultivares tipo “Muchamiel” por su producción y calidad de las vainas.

Estas selecciones pasarán a formar parte de la colección del «Catálogo de Variedades Locales de Interés Agrario Valenciano», multiplicándose en cultivo ecológico para la puesta a disposición de los agricultores interesados en su cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GINER A.; AGUILAR J.M.; BAIXAULI C.; NÚÑEZ A. 2005. *Comparación de material vegetal en habas. Memoria de actividades 2005: resultados de ensayos hortícolas*. Autor: varios. Editorial: Fundación Caja Rural Valencia; Generalitat Valenciana. Valencia (España). Edición: 2005. ISBN: 84-689-9617-3, pág. 385.

PARRA J.; RODRIGUEZ J. M.; BARTUAL J. 2008. *Ensayo de cultivares de haba tipo “Muchamiel” en agricultura ecológica*. Seminario de Especialistas en Horticultura, 16:173-180.

PEREA F., et. al. 2015. *Guía del cultivo de habas*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 1-27 p. Formato digital (ebook) - (Producción Agraria).

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Vista del ensayo 2015-2016.



Fotografía 2. Semillas Cuarentena.



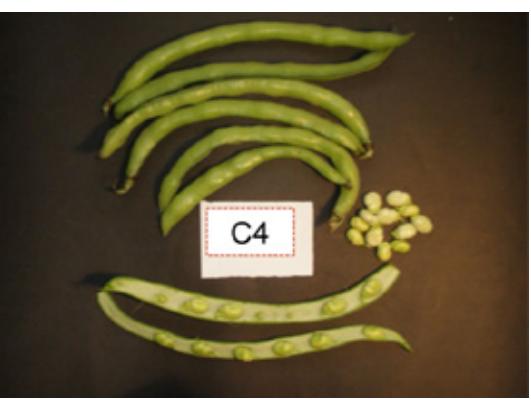
Fotografía 3. Roya (*Uromyces viciae-fabae*).



Fotografía 4. Destrió.



Fotografía 5. Cultivar C4, tipo "Cuarentena".



Fotografía 6. Cultivar M5, tipo "Muchamiel".

TABLAS

Tabla 1. Calendarios y marcos de producción.

Campaña	Tipo	Marco	Densidad de siembra	Fecha de Siembra	1ª Recolección		Última Recolección	
					Fecha	Días desde siembra	Fecha	Días desde siembra
2014-15	Cuarentena	0,8 x 1,4	8929	08/09/2014	13/11/2014	66	17/03/2015	190
2015-16	Cuarentena	0,8 x 1,5	8333	10/09/2015	23/11/2015	74	01/03/2016	173
2014-15	Muchamiel	1 x 1,5	6667	10/10/2014	03/02/2015	116	10/04/2015	182
2015-16	Muchamiel	1 x 1,5	6667	07/10/2015	21/01/2016	106	15/04/2016	191

Tabla 2. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena” 2014-15. Producción comercial mensual (kg/planta).

CULTIVAR	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	TOTAL	*Recolección precoz	
							Kg/planta	%
C2	0,31 a	0,19 b	0,15 b	0,94	0,54 b	2,13	0,65	30%
C1	0,31 a	0,26 a b	0,18 a b	1,09	0,74 a b	2,57	0,74	29%
C4	0,22 a	0,34 a	0,23 a	0,93	0,92 a	2,64	0,79	30%
C6	0,09 b	0,21 b	0,16 a b	1,36	0,84 a b	2,65	0,46	17%
C5	0,07 b	0,17 b	0,11 b	1,18	0,59 b	2,12	0,35	16%
C3	0,04 b	0,21 b	0,18 a b	1,45	0,79 a b	2,68	0,43	16%
CV	36,626	24,483	24,693	29,792	23,241	20,873		
MDS	0,11	0,10	0,07	n.s.	0,31	n.s.		

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

*CV: Coeficiente de Variación

*MDS: Menor Diferencia Significativa

*Recolección precoz: es la suma de la producción de los tres primeros meses y el porcentaje que representa respecto al total de la producción comercial final.

Tabla 3. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena” 14-15, producción final por planta.

CULTIVAR	Total		Comercial			Destrio	
	Kilos	nº vainas	Kilos	nº vainas	Peso medio vaina (gramos)	Kilos	nº vainas
C1	2,84	101	2,57	88	29,07 a	0,27	13
C3	2,94	104	2,68	92	29,01 a	0,26	12
C4	2,92	108	2,64	95	27,72 a b	0,28	13
C2	2,37	91	2,13	79	27,16 b	0,25	12
C6	2,91	112	2,65	99	26,92 b	0,26	14
C5	2,53	100	2,12	80	26,59 b	0,41	19
C.V.	18,25	16,78	20,9	19,34	3,64	32,2	29,5
M.D.S.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1,83	n.s.	n.s.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 4. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena” 2014-15. Calibrado.

Cultivar	Medidas de la vaina en cm		Peso Vaina en gramos			GRANO	
	Longitud	Anchura	Total	Cubierta	Granos	nº granos/vaina	Peso medio (gr/grano)
C2	25,00 a	1,81 a b	32,33	25,39	6,95	5,65	1,24
C4	24,35 a	1,69 b	31,57	23,07	8,50	5,55	1,54
C1	23,75 a b	1,81 a b	33,46	26,73	6,75	5,65	1,21
C3	23,70 a b	1,82 a b	32,01	24,16	7,85	6,00	1,31
C5	21,30 b	1,8 a b	27,18	20,04	7,15	5,55	1,29
C6	21,30 b	1,84 a	30,26	23,16	7,10	5,40	1,33
C.V.	17,79	11,96	11,82	11,96	14,71	6,08	13,63
M.D.S.	2,59	0,13	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 5. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena” 2015-16. Producción comercial mensual (kg/planta).

CULTIVAR	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	Total	*Recolección precoz	
							Kg/planta	%
C4	0,060 a	0,830 a	0,520 a	0,250 b	0,33	1,99	1,41	71%
C1	0,020 b	0,670 a b	0,290 b	0,480 a	0,43	1,88	0,98	52%
C3	0,020 b	0,440 b	0,540 a	0,310 a b	0,44	1,76	1,00	57%
C5	0,010 b	0,500 b	0,610 a	0,350 a b	0,46	1,94	1,12	58%
C6	0,010 b	0,440 b	0,550 a	0,300 a b	0,40	1,70	1,00	59%
C2	0,002 b	0,410 b	0,620 a	0,330 a b	0,44	1,79	1,03	58%
C.V.	76,04	32,21	20,19	37,15	29,23	16,34		
M.D.S.	0,03	0,32	0,19	0,23	n.s.	n.s.		

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

*Recolección precoz: es la suma de la producción de los tres primeros meses y el porcentaje que representa respecto al total de la producción comercial final.

Tabla 6. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena” 2015-16. Producción final por planta.

CULTIVAR	Total		Comercial			Destrio	
	Kilos	nº vainas	Kilos	nº vainas	Peso medio vaina	Kilos	nº vainas
C4	2,41	80,89 a b	1,99	62,78	31,70 a	0,43 b c	18,11 b
C5	2,35	78,39 a b	1,94	60,67	31,92 a	0,41 b c	17,72 b
C1	2,37	80,28 a b	1,88	61,06	30,91 a	0,49 b	19,22 b
C2	2,09	65,44 b	1,79	52,61	33,99 a	0,30 c	12,83 b
C3	2,15	72,89 b	1,76	55,56	31,40 a	0,40 b c	17,33 b
C6	2,39	93,33 a	1,70	62,67	27,09 b	0,69 a	30,67 a
C.V.	15,89	13,83	16,3	14,12	6,42	20,74	20,38
M.D.S.	n.s.	19,75	n.s.	n.s.	3,64	0,1708	7,16

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 7. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena” 2015-16. Calibrado.

Cultivar	Longitud vaina (cm)	Peso Vaina en gramos			GRANO	
		Total	Cubierta	Granos	nº granos/vaina	Peso medio (gr/grano)
C2	28,55 a	42,00	29,92	12,08	6,60	1,83
C5	28,00 a b	38,00	28,25	9,76	6,15	1,59
C1	27,95 a b	39,00	31,36	7,65	6,00	1,27
C3	27,30 a b c	37,00	27,53	9,47	6,30	1,50
C4	26,55 b c	35,00	25,85	9,16	6,70	1,37
C6	25,85 c	35,50	26,78	8,72	5,90	1,48
C.V.	11,58					
M.D.S.	1,99	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 8. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel” 2014-15. Producción comercial mensual (kg/planta).

CULTIVAR	Total		Prod. Comercial			Destrio	
	Kilos	nº vainas	Kilos	nº vainas	Peso medio vaina (gramos)	Kilos	nº vainas
M1	4,28	130,00 a b c	3,62	106 a b	34,32 a b	0,66 a	24 a
M2	4,48	137,53 a b	3,96	115 a b	34,34 a b	0,52 a b	22 a
M3	4,35	133,47 a b c	3,73	110 a b	33,81 b	0,62 a b	23 a
M4	4,00	145,07 a	3,55	121 a	29,26 c	0,45 b c	24 a
M5	4,40	121,87 b c	3,92	104 a b	37,70 a	0,48 a b	18 a b
M6	3,82	114,07 c	3,53	101 b	34,88 a b	0,29 c	13 b
CV	11,49	9,49	11,35	9,67	5,89	20,88	24,53
MDS	0,88	22,51	n.s.	19,29	3,65	0,19	9,24

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 9. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel” 2014-15. Producción comercial mensual (kg/planta).

CULTIVAR	febrero	marzo	abril	Total
M6	1,04 a	2,32 b	0,17 b	3,53
M3	0,16 b	2,80 a b	0,77 a	3,73
M5	0,05 b c	3,03 a	0,83 a	3,92
M2	0,02 c	3,11 a	0,83 a	3,96
M1	0,01 c	2,63 a b	0,99 a	3,62
M4	0,01 c	2,59 a b	0,95 a	3,55
CV	31,18	11,82	31,61	11,35
MDS	0,12	0,59	0,43	n.s.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 10. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel” 2014-15. Calibrado.

Cultivar	Medidas de la vaina en cm		Peso Vaina en gramos			GRANO	
	Longitud	Anchura	Total	Cubierta	Granos	nº granos/vaina	Peso medio
M5	35,55 a	1,73	46,35 a	37,62 a	8,7 a b	6,90 a b	1,26 b
M1	34,50 a b	1,72	40,65 a b	31,33 a b c	9,3 a b	6,65 a b c	1,40 a b
M3	32,55 b	1,79	43,95 a	33,94 a b	10,0 a	6,20 b c	1,61 a
M2	32,40 b	1,72	42,00 a	33,10 a b	8,9 a b	7,35 a	1,20 b
M6	26,15 c	1,79	34,24 a b	26,65 b c	7,6 a b	5,60 c	1,35 a b
M4	23,70 d	1,71	28,66 b	21,91 c	6,8 b	5,60 c	1,21 b
CV	11,28		10,68	13,03	13,75	13,78	6,85 8,41
MDS	2,18		n.s.	13,17	10,87	3,03	1,12 0,29

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 11. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel” 2015-16. Producción comercial mensual (kg/planta).

CULTIVAR	Total		Comercial			Destrio	
	Kilos	nº vainas	Kilos	nº vainas	Peso medio vaina (gramos)	Destrio	nº vainas
M3	2,72	86,87 a b	2,29 a	69,07 a	33,14 b	0,44 c	17,80 c
M2	2,78	90,20 a b	2,27 a	68,60 a	33,08 b	0,51 b c	21,60 c
M1	2,76	86,87 a b	2,18 a b	64,07 a b	33,92 a b	0,58 b	22,80 b c
M5	2,57	77,20 c	2,05 a b	57,27 b c	35,81 a	0,52 b c	19,93 c
M4	2,44	94,00 a	1,88 b	67,07 a	28,02 c	0,57 b c	26,93 a b
M6	2,59	82,87 b c	1,86 b	54,27 c	34,38 a b	0,73 a	28,60 a
CV	7,23	5,95	9,16	7,44	4,32	13,41	12,05
MDS	n.s.	9,34	0,35	8,59	2,60	0,14	5,03

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 12. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel” 2015-16. Producción comercial mensual (kg/planta).

CULTIVAR	Enero	Febrero	Marzo	Abril	TOTAL
M6	0,09 a	0,85 a	0,81 d	0,11 b	1,86 b
M1	0,00 b	0,49 a b	1,47 b c	0,21 a b	2,18 a b
M5	0,00 b	0,36 b	1,44 b c	0,25 a b	2,05 a b
M3	0,00 b	0,34 b	1,71 a b	0,24 a b	2,29 a
M4	0,00 b	0,25 b	1,42 c	0,21 a b	1,88 b
M2	0,00 b	0,21 b	1,76 a	0,30 a	2,27 a
CV	164,65	61,10	10,85	39,33	9,16
MDS	0,05	0,46	0,28	0,16	0,35

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 13. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel” 2014-15. Calibrado.

Cultivar	Longitud vaina (cm)	Ancho vaina (cm)	Peso Vaina en gramos			GRANO	
			Total	Cubierta	Granos	nº granos/vaina	Peso medio (gr/grano)
M5	32,20 a	1,9 b	45,99	34,35	11,64	6,30	1,85
M3	31,00 a b	1,8 c	26,21	16,92	9,29	6,00	1,55
M2	29,90 b c	1,9 b c	37,94	27,67	10,27	7,35	1,40
M1	29,20 b c	1,8 b c	35,92	25,86	10,06	6,90	1,46
M6	27,90 c	2,1 a	36,14	29,26	6,88	5,50	1,25
M4	24,05 d	1,9 b c	36,90	25,20	11,70	6,80	1,72
			11,93	8,90			
			2,17	1,06			

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 14. Ensayo de cultivares tipo “Cuarentena”. Valoración final.

Campaña	Valoración	C1	C2	C3	C4	C5	C6
2014-15	Prod Comercial			2	2		2
	Peso medio	2		2	2		
	Menor destró		1	1			1
	Precocidad	1	1		1		
	Longitud vaina	1	1		1		
	Nº granos/vaina	1	1	1			
2015-16	Prod Comercial	2			2	2	
	Peso medio		2		2	2	
	Menor destró		1	1		1	
	Precocidad				1	1	1
	Longitud vaina	1	1			1	
	Nº granos/vaina		1	1	1		
TOTAL		8	9	8	12	7	4

Tabla 15. Ensayo de cultivares tipo “Muchamiel”. Valoración final.

Campaña	Valoración	M1	M2	M3	M4	M5	M6
2014-15	Prod Comercial		2	2		2	
	Peso medio		2			2	2
	Menor destró				1	1	1
	Precocidad			1		1	1
	Longitud vaina	1		1		1	
	Nº granos/vaina	1	1				1
2015-16	Prod Comercial	2	2	2			
	Peso medio	2				2	2
	Menor destró		1	1		1	
	Precocidad	1		1			1
	Longitud vaina		1	1		1	
	Nº granos/vaina	1	1		1		
TOTAL		8	10	9	2	12	7

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES TRADICIONALES DE TOMATE DE CANTABRIA EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

García-Méndez, E.¹, Narro, L.¹, Alzugaray, R.², Miguel-Pérez, V.², y López-Sáenz, S.¹

*¹Centro de Investigación y Formación Agrarias de Cantabria (CIFA).

*²Laboratorio Agrícola CIFA.

RESUMEN

Los cultivares tradicionales de tomate de Cantabria se han venido cultivando en pequeños huertos, normalmente para autoconsumo o para mercados locales, y están adaptados a la producción en sistemas de cultivo con un reducido número de insumos. Con el objeto de valorizar dichos cultivares, en el año 2012 se inició un proyecto de financiación regional cuyos principales objetivos son la selección, homogenización y caracterización de cultivares tradicionales de tomate, para que el sector productivo pueda disponer de este material vegetal, pero con características comerciales y competitivas y enfatizando en una alta calidad organoléptica.

En este trabajo, se presentan los resultados obtenidos en el año 2017, donde se ha evaluado el comportamiento agronómico y físico-químico de 5 cultivares tradicionales ('Pesués', 'Luey', 'Liaño', 'Guriezo', 'Molledo') y un cultivar híbrido comercial ('Jack') tanto en un sistema de producción ecológica como al aire libre. Paralelamente en invernadero convencional también se llevó a cabo la caracterización de los cultivares desde un punto de vista sensorial mediante la realización de una cata de consumidores y de ordenación.

Los resultados mostraron que existieron diferencias significativas en la producción, desde 13,5 kg.m⁻² del tomate híbrido 'Jack' hasta 7,4 kg.m⁻² del cultivar 'Pesués' ambos cultivados en ecológico, este último cultivar además tuvo significativamente menor producción cuando se cultivó al aire libre. El análisis físico-químico reveló diferencias entre los cultivares y/o sistemas de cultivo, concretamente en la dureza y textura del fruto, parámetro de color a*, porcentaje de materia seca, conductividad eléctrica, contenido en sólidos solubles, acidez titulable y contenido en licopeno.

En el análisis sensorial, los consumidores detectaron diferencias en todos los caracteres evaluados excepto en la acidez. En la cata de ordenación el cultivar mejor valorado fue "Luey" con diferencias significativas respecto a los otros cultivares evaluados.

Palabras clave: Solanum lycopersicum, producción, análisis físico-químico calidad organoléptica.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate es una de las alternativas hortícolas más empleadas y con más alta rentabilidad en Cantabria y las exigencias para su consumo en fresco son muy elevadas en cuanto a su productividad y calidad del fruto. Los horticultores profesionales, tanto ecológicos como convencionales, utilizan mayoritariamente cultivares híbridos comerciales, sin embargo, existen cultivares tradicionales que están localmente adaptados a nuestra región y que pueden llegar a ser un producto diferenciado dentro de un determinado nicho de mercado.

Estos cultivares tradicionales carecen normalmente de una homogeneidad, así como de un comportamiento agronómico comercial y competitivo. Por este motivo, desde el año 2012 se viene trabajando en el CIFA con un proyecto de financiación regional con objeto de identificar y mejorar cultivares tradicionales de tomate que puedan resultar económicamente viables a los horticultores. Dentro de este proyecto y en base a los resultados obtenidos, se inició un programa de selección intrapoblacional de cinco cultivares tradicionales procedentes de Pesués, Luey, Liaño, Guriezo y Molledo. Los objetivos específicos que se presentan en este trabajo forman parte de este programa de selección y caracterización de dichos cultivares y son los siguientes:

- 1) Evaluar el comportamiento agronómico y físico-químico de los cinco cultivares tradicionales y un cultivar híbrido comercial, tanto en un sistema de producción ecológica como al aire libre.
- 2) Caracterización, en invernadero convencional, de los cultivares tradicionales desde un punto de vista sensorial mediante la realización de una cata de consumidores y de ordenación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Para la realización del ensayo los cultivares empleados fueron los siguientes:

Cultivares	Procedencia/casa comercial
‘Molledo’	BGHZ-CITA
‘Guriezo’	BGHZ-CITA
‘Liaño’	Red de semillas de Cantabria
‘Luey’	Red de semillas de Cantabria
‘Pesués’	CIFA
‘Jack’	Seminis, híbrido comercial

Características de los ensayos

Los ensayos se llevaron a cabo en el año 2017, en las instalaciones del CIFA, en tres sistemas de cultivo: invernadero ecológico, aire libre e invernadero convencional. El ensayo ecológico se realizó dentro de un invernadero de placa semi-

rrígida de policarbonato con ventilación automática, riego automatizado y en una superficie aproximada de 120 m². El ensayo en invernadero convencional, se realizó en un invernadero tipo multitúnel con cubierta de polietileno y paredes de policarbonato, dotado de ventilación cenital, riego por goteo y ocupando una superficie de 240 m² y el ensayo realizado al aire libre ocupó una superficie aproximada de 150 m² (*Fotografía 1*).

Las plantaciones se realizaron el 21 de abril (invernadero ecológico y convencional) y el 9 de mayo (aire libre) y las últimas recolecciones 2 de octubre y el 28 de septiembre respectivamente.

El diseño estadístico adoptado fue de bloques al azar con tres repeticiones con un marco de plantación de 1,20 m entre líneas y 0,30 m entre plantas (3 plantas.m⁻²), excepto en el invernadero convencional donde las poblaciones de cada cultivar se dispusieron en líneas para llevar a cabo la caracterización y selección intrapoblacional.

La poda se realizó a una guía, suprimiendo todos los brotes axilares del tallo principal y las hojas basales conforme fueron envejeciendo. El entutorado fue vertical mediante un hilo de rafia en cada tallo, anudándolo a la planta en la parte inferior y atándolo en la parte superior a los alambres de entutorado.

Previo a la realización del ensayo, se incorporaron fuentes de abono verde (trigo sarraceno y/o veza avena) y para aumentar la biodiversidad a nivel de cultivo se introdujeron plantas acompañantes (compuestas, labiadas y umbelíferas).

Las técnicas culturales seguidas en los tres ensayos, fueron la preparación del terreno con aportación de materia orgánica mediante estiércol, así como la labor de arado y fresadora. Para la eliminación de malas hierbas se realizaron varias escardas manuales por ensayo y se utilizó acolchado plástico para las líneas de plantación y manta antihierba para cubrir los pasillos.

Las aplicaciones fitosanitarias fueron encaminadas fundamentalmente a la prevención del mildiu y botrytis. Para el control de *Tuta absoluta* se utilizaron trampas delta y cromotrópicas negras (en posición horizontal sobre fondo blanco a una dosis de 200 por hectárea), ambas con feromonas. En el control biológico, se utilizó *Nesidiocoris tenuis*, *Adalia bipunctata*, *Aphidius ervi* y *Aphidius colemani*. Semanalmente se evaluó el nivel de plagas y de auxiliares, así como un conteo de placas indicadoras.

Determinaciones

- a) **Caracterización morfológica.** La caracterización de los cultivares fue llevada a cabo mediante la utilización de 24 descriptores internacionales (IPGRI, 1996; Moreno, et al., 2010), donde se evaluaron caracteres de planta, inflorescencia y fruto. Esta caracterización se realizó en el ensayo de invernadero convencional.
- b) **Análisis de la producción de los ensayos realizados en ecológico y aire libre.** Las mediciones se realizaron sobre 12 plantas por variedad y repetición, con dos recolecciones semanales y separando categoría comercial y destriño.

c) **Análisis de la calidad.** Para determinar los parámetros físico-químicos indicadores de calidad, se analizaron 5 tomates de la mezcla de las repeticiones de un mismo cultivar de las plantas ensayadas en ecológico y aire libre y en tres veces a lo largo del ciclo de cultivo.

Los parámetros determinados fueron los siguientes:

- **Color.** Se determinó mediante un colorímetro Minolta (Chroma meter CR400), utilizando el espacio de color CIELAB (1976). Los parámetros estimados fueron: L (luminosidad), a (cambio de verde a rojo) y b (cambio de color de azul a amarillo) y relación a^*/b^* . Para cada muestra se promediaron los valores obtenidos en tres puntos tomados en el ecuador de cada fruto.
- **-Dureza del fruto (firmeza).** Se determinó con un penetrómetro TR TURO-NI SRL usando un puntal de 8 mm. Este parámetro se estimó también en tres puntos del ecuador de cada fruto. El valor para cada una de las muestras se obtuvo promediando los resultados obtenidos.
- **Textura del fruto.** Se determinó mediante una prueba de compresión con un texturómetro TA-XT2. Plus Texture Analyzer con una sonda cilíndrica de 7.95 mm, una distancia de 10 mm y una velocidad de ensayo de 1 mm.s^{-1} . La variable estimada fue la fuerza máxima (Fmax) expresada en Kg.
- **Jugosidad.** Se estimó de acuerdo con Mollendorf *et al.* (1992), pesando el líquido decantado y expresada como porcentaje total del peso.
- **Contenido de sólidos solubles.** Expresado en °Brix, se determinó directamente sobre el zumo mediante un refractómetro digital ATAGO Pal-1.
- **pH.** Se determinó en zumo usando un pH-metro SARTORIUS PB-11.
- **Conductividad eléctrica (CE).** Se determinó directamente en zumo usando un conductímetro CRISON Basic 30. Este parámetro fue expresado como mS.cm^{-1} .
- **Acidez titulable (AT).** Se calculó por valoración con NaOH hasta pH 8,1 con bureta digital, fue expresada como g de ácido cítrico por Kg de peso fresco.
- **Materia seca.** Expresada en porcentaje, se obtuvo secando una parte del triturado en una estufa a 65 °C durante 72 horas.
- **Contenido en Vitamina C (mg. L^{-1})** mediante la utilización de un reflectómetro de tiras reactivas, RQflex 10 Plus (Ariza *et al.*, 2015).
- **Licopeno** siguiendo la metodología propuesta por Fish *et al.* (2002) y estimado como mg. Kg^{-1} de peso fresco.

d) Análisis sensorial

Para conocer la preferencia del consumidor y observar si existían diferencias entre los cultivares analizados con los frutos obtenidos del invernadero convencional, se realizaron dos tipos de pruebas sensoriales: ordenación y un análisis

de consumidores mediante la utilización de una ficha de cata. La prueba de ordenación se realizó una única vez y los cultivares fueron evaluados simultáneamente ordenándose según la preferencia (desde 1 punto el mejor valorado hasta 6 puntos el cultivar peor valorado). En la ficha de cata, los caracteres sensoriales evaluados fueron: a) aspecto externo y apariencia al corte, dentro del aspecto visual, y b) dureza de la piel, grosor de la carne, jugosidad, dulzor, acidez, persistencia olfato-gustativa y valoración global, dentro del aspecto olfato-gustativo. Las puntuaciones de intensidad se asignaron de acuerdo a la siguiente escala: (1) deficiente; (2) regular; (3) bueno; (4) muy bueno; (5) excelente.

Simultáneamente también se realizó una encuesta con el objeto de recabar información general y hábitos de consumo de los participantes de la cata.

Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos en el rendimiento, los parámetros físico-químicos medidos instrumentalmente y los caracteres sensoriales de la ficha de cata, se realizó un análisis de varianza mediante el programa estadístico SPSS. Cuando se apreciaron diferencias significativas se llevó a cabo una separación de medias mediante el test de Duncan con un nivel de significación del 5%.

En las pruebas de ordenación, los resultados se analizaron utilizando el Test de Friedman como prueba estadística no paramétrica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología

En la *Tabla 1* están representados algunos de los resultados obtenidos en la caracterización agronómica y morfológica de los cultivares. La precocidad de maduración osciló entre 84 días de ‘Pesués’ y el híbrido comercial, y 89 días del cultivar ‘Guriezo’. En el peso medio los valores oscilaron entre 277 g de ‘Jack’ y 194 g de ‘Pesués’. En cuanto al número de lóculos (*Fotografía 2*) todos los cultivares presentaron mayoritariamente de 6 a 10 lóculos excepto el cultivar procedente de ‘Pesués’ donde se observó que un 52 % del material presentaba 1 a 5 lóculos, mientras que un 48% de 6 a 10 lóculos.

La forma predominante de todos los cultivares fue achatada excepto ‘Pesués’ que mayoritariamente presentó forma ligeramente achatada. En cuanto al acostillado, ‘Jack’ y ‘Pesués’ presentaron frutos con un acostillado muy ligero, mientras que ‘Guriezo’, ‘Molledo’ ‘Luey’ y ‘Liaño’ presentaron el fruto ligeramente acostillado.

Producción

El análisis estadístico de la producción comercial acumulada de cada cultivar y sistema de cultivo (*Fig. 1*) reveló la existencia de diferencias estadísticamente

significativas. Los valores medios oscilaron entre 13,5 kg.m⁻² del cultivar 'Jack' hasta 7,4 kg.m⁻² del cultivar 'Pesués', ambos cultivados en ecológico. En general las producciones de los cultivares fueron mayores en invernadero ecológico que al aire libre, excepto en los valores obtenidos para 'Pesués', donde se observaron producciones significativamente mayores en el aire libre (10,5 kg.m⁻²) que en el invernadero ecológico (7,4 kg.m⁻²). Por otra parte, dentro del ensayo ecológico, las producciones de los cultivares procedentes de 'Guriezo' y 'Luey' fueron significativamente iguales al híbrido comercial, mientras que en las producciones obtenidas al aire libre no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares de estudio.

En cuanto al porcentaje de destrión, en el ensayo ecológico, fue debido mayoritariamente al pequeño tamaño de los frutos, mientras que en el ensayo realizado al aire libre el porcentaje de destrión observado fue debido también a la aparición a botrytis, malformaciones y daños por tuta (*Fig. 2*)

Calidad

El análisis de varianza realizado para los parámetros físico-químicos medidos instrumentalmente, mostró que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares y/o sistemas de cultivo para el parámetro a* relacionado con el color y Fmax (*Tabla 2*), porcentaje de materia seca y CE (*Tabla 3*) y °Brix, acidez titulable y contenido en licopeno (*Tabla 4*).

Para el parámetro de color a*, los valores medios más bajos se observaron, en general, en el sistema de cultivo al aire libre, excepto para el cultivar procedente de Luey. En cuanto a la textura del fruto (Fmax), se observaron diferencias significativas entre el híbrido comercial cultivado al aire libre (2,7 kg) y el resto de los cultivares.

En las separaciones de medias obtenidas en el porcentaje de materia seca, los valores oscilaron entre 7,3 % del cultivar 'Pesués' cultivado en ecológico y 6,1 % del cultivar procedente de 'Luey' cultivado al aire libre. En relación a la conductividad eléctrica, los valores medios más bajos fueron observados en los cultivares ensayados al aire libre, excepto para los cultivares procedentes de Guriezo y Liaño.

En los resultados obtenidos en el contenido de sólidos solubles (°Brix), los valores medios oscilaron entre 6 y 4,7 de 'Pesués' cultivado en ecológico y al aire libre respectivamente y en la acidez titulable todos los cultivares presentaron los valores más bajos cuando se ensayaron al aire libre. En el contenido en licopeno, las diferencias fueron debidas más a la variedad que al sistema de cultivo, aunque todos los cultivares presentaron valores más altos cuando se ensayaron al aire libre, pero sin diferencias estadísticamente significativas. Los valores medios para este parámetro oscilaron entre 50,6 mg. Kg⁻¹ del cultivar 'Liaño' al aire libre y 29,1 mg. Kg⁻¹ de 'Pesués' cultivado en ecológico.

Análisis sensorial

La prueba de consumidores fue realizada por 50 personas, de las cuales 60% fueron hombres y 40 % mujeres. El rango de edad mayoritario fue mayor de 60 años (44%) y el consumo de tomate entre habitual (54%) y frecuente (34%). Los sectores profesionales fueron consumidores (44%), agricultores (16%), otros (16%) y docentes (14%), mientras que el lugar de compra habitual fue supermercado (22%), autoconsumo (22%), autoconsumo y frutería (16%) y frutería (14 %).

Los resultados obtenidos en la ficha de cata (*Figura 3*) mostraron que existieron diferencias estadísticamente significativas para todos los parámetros evaluados excepto para la acidez. El cultivar procedente de Pesués se diferenció del resto de cultivares en el aspecto y jugosidad, presentando los valores medios más bajos con 2,8 y 3,1 respectivamente. En cuanto a los resultados obtenidos en la valoración global y en la cata de ordenación, el cultivar procedente de Luey fue el mejor valorado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la producción acumulada revelaron la existencia de diferencias significativas entre cultivares y sistemas de cultivo. En invernadero ecológico, las producciones de los cultivares procedentes de Guriezo y Luey fueron iguales que el híbrido comercial, mientras que, en el ensayo de aire libre, las producciones de los cultivares fueron estadísticamente similares.

Los parámetros físico-químicos permitieron también establecer diferencias entre los cultivares y/o sistemas de cultivo, excepto en algunos parámetros de color (L , b^*) jugosidad, pH y contenido en Vitamina C. En general, los valores medios obtenidos en los cultivares para el parámetro de color a^* , CE y acidez titulable, fueron inferiores en el sistema de cultivo de aire libre, al contrario que el contenido en licopeno.

Los análisis sensoriales mostraron que los cultivares no tuvieron la misma valoración por parte de los consumidores. Se establecieron diferencias para todos los parámetros evaluados excepto en la acidez. Del mismo modo, en la mayoría de los casos, los valores medios obtenidos en los cultivares tradicionales fueron estadísticamente similares al híbrido comercial, incluyendo la valoración global y la cata de ordenación donde el cultivar procedente de Luey fue el mejor valorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIZA, M. T.; MARTÍNEZ-FERRI, E.; DOMÍNGUEZ, 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.

CIE. 1976. *Recommendations on uniform color spaces, color differences, equations. Psychometric color terms*. Supplement No. 2 to CIE Publications n. 15. Commission Internationale de l'Eclairage, Colorimetry, Paris.

FISH, W. W.; PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. 2002. *A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents*. J. Food Compos. Anal. 15 309-317.

IPGRI 1996. *Descriptors for Tomato (Lycopersicon sp.)*. IPGRI, Roma Italy.

MORENO, M. M.; MECO, R.; VILLLENA, J.; MANCEBO, I. 2010. *Tomates tradicionales de Castilla la Mancha. Un patrimonio a preservar*. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente (Ed). 275 pp.

VON MOLLENDORF, L. J.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O. T. 1992. *Cold storage influences internal characteristics of nectarines during ripening*. HortScience 27, 1295-1297.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Medio Rural, Pesca y Alimentación del Gobierno de Cantabria.

Agradecemos la colaboración de Juan Peña García, José María Llata Polo y Carlos Murga Somavilla, ya que, sin su ayuda, este trabajo no hubiese sido posible.

FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: ensayo ecológico, convencional y aire libre.



Fotografía 2. Detalle de los cultivares. Número de lóculos.

TABLAS

Tabla 1. Caracteres morfológicos de los cultivares. Mediciones sobre 50 frutos.

Cultivar	Maduración (DTT)	Peso medio (g)	Altura	Anchura	Nº lóculos
Jack	84 días	277,2	66,4	85,2	6 a 10
Pesués	84 días	193,6	60,1	74,3	1 a 5 y 6 a 10
Liaño	86 días	234,5	63,1	80,6	6 a 10
Luey	89 días	249,3	62,9	83,2	6 a 10
Molledo	88 días	255,2	62,0	83,6	6 a 10
Guriezo	88 días	257,61	62,3	83,8	6 a 10

Tabla 2. Parámetros de Color y Firmeza del fruto.

Cultivar	L	a	b	a*/b*	Fmax (Kg)	Firmeza (kg)	
Pesués AL	42,4	13,3	a	23,8	0,6	1,2 a	3,7
Jack AL	43,7	14,7	ab	27,6	0,5	2,7 b	4,1
Molledo AL	45,5	16,2	abc	28,5	0,6	1,2 a	3,7
Liaño AL	44,6	16,5	abc	29,2	0,6	1,1 a	3,4
Guriezo AL	45,0	16,5	abc	28,0	0,6	1,2 a	3,5
Luey AL	45,5	17,3	bc	34,0	0,6	1,0 a	3,4
Guriezo Eco	43,8	17,1	bc	28,6	0,6	0,9 a	3,7

Pesués Eco	42,7	17,3	bc	28,6	0,6	1,1	a	3,4
Molledo Eco	44,0	18,3	bc	36,1	0,6	1,1	a	3,5
Jack Eco	43,3	18,5	bc	28,6	0,7	1,3	a	3,8
Liaño Eco	46,4	18,6	c	30,7	0,6	1,0	a	3,4
Luey Eco	43,7	19,2	c	29,1	0,7	1,0	a	3,6

Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan (5%). AL= aire libre; Eco=ecológico

Tabla 3. Contenido de Materia seca, Jugosidad, pH y CE.

Cultivar	MS (%)	Jugosidad (%)	pH	CE mS cm ⁻¹
Pesués AL	6,2	ab	67,2	4,2
Jack AL	6,7	abcde	68,9	4,1
Molledo AL	7,0	bcd	73,2	4,2
Liaño AL	6,7	abcde	68,4	4,1
Guriezo AL	6,8	abcde	69,8	4,2
Luey AL	6,1	a	67,8	4,2
Guriezo Eco	6,2	abc	75,8	4,1
Pesués Eco	7,3	e	70,5	4,0
Molledo Eco	7,1	de	74,9	4,0
Jack Eco	7,0	cde	76,4	4,0
Liaño Eco	6,4	abcd	74,9	4,0
Luey Eco	7,2	e	76,4	4,0

Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan (5%). AL= aire libre; Eco=ecológico

Tabla 4. Contenido en °Brix, Acidez titulable, Vitamina C y Licopeno.

Cultivar	°Brix	A. titulable (g ác. cítrico. Kg. ⁻¹)	Vitamina C (mg.L ⁻¹)	Licopeno (mg.Kg ⁻¹)
Pesués AL	4,7	a	2,7	143,7
Jack AL	5,1	ab	2,9	164,0
Molledo AL	5,5	cd	2,8	168,3
Liaño AL	5,2	bc	2,6	175,7
Guriezo AL	5,2	bc	2,6	161,3
Luey AL	5,1	ab	2,7	150,3
Guriezo Eco	5,1	ab	3,5	152,3
Pesués Eco	6,0	e	3,7	164,3
Molledo Eco	5,9	de	3,9	170,7
Jack Eco	5,7	de	4,4	153,3
Liaño Eco	5,2	bc	3,8	158,3
Luey Eco	5,9	e	4,1	165,3

Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan (5%). AL= aire libre; Eco=ecológico

FIGURAS

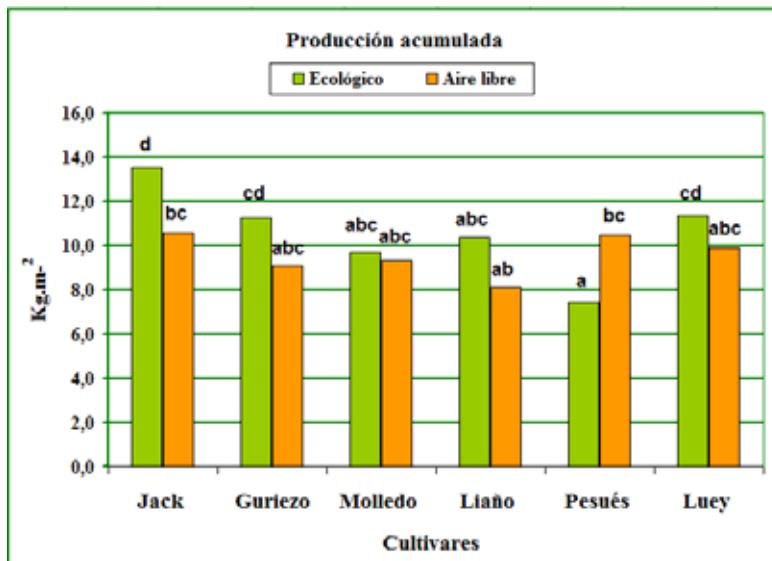


Figura 1. Producción acumulada de cada cultivar y sistema de cultivo.
Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan al nivel del 5%.

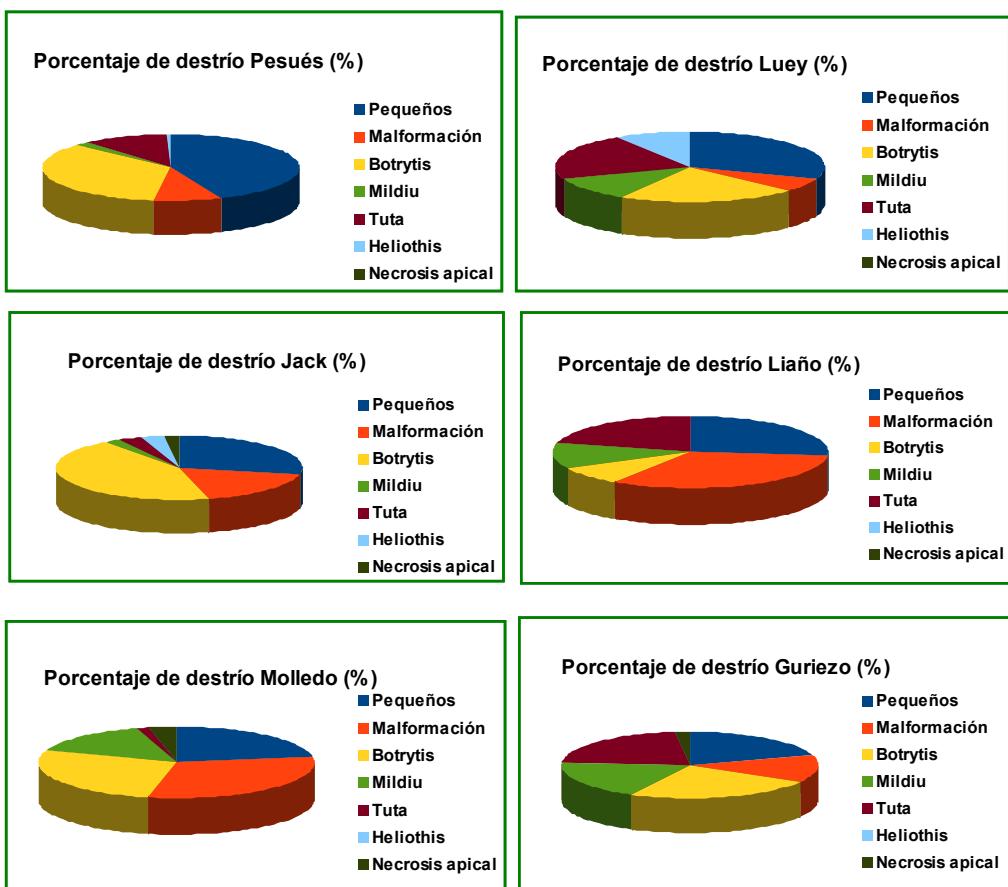


Figura 2. Causas de destrozo (%) de cada uno de los cultivares al aire libre.

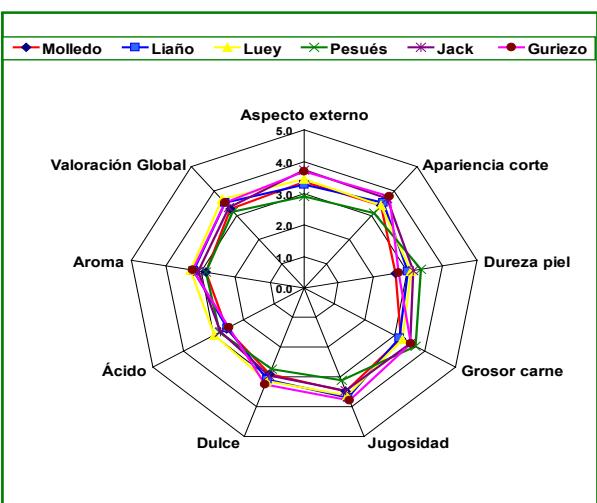
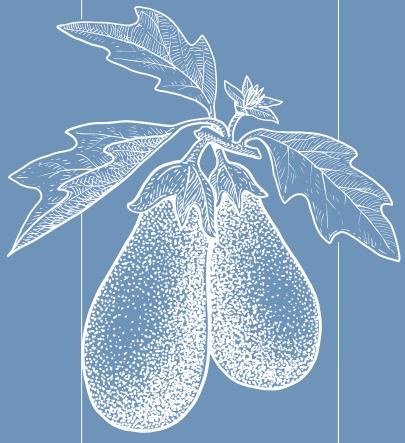


Figura 3. Perfil sensorial de los cultivares ensayados en invernadero convencional



SOLANÁCEAS



ENSAYO DE CULTIVARES DE PIMIENTO AL AIRE LIBRE

Pato Folgoso, A.²; Mínguez Alcaraz, P.¹; López Martínez, M.¹; Condés Rodríguez, L.F.³

*¹CDTA El Mirador, Murcia.

*²OCA Cartagena Mar Menor, Murcia.

*³Servicio de coordinación de OOCAA, Murcia.

RESUMEN

La superficie total dedicada al cultivo de pimiento (sin contar el dedicado a pimiento para pimentón) en la Región de Murcia en el año 2016 fue de 1.370 ha. Esta hortaliza es la segunda, tras el tomate, en ocupar mayor superficie en cultivo protegido, con un total de 1.220 ha. La superficie dedicada a su cultivo al aire libre en ese mismo año fue de 150 has. La principal zona productora de pimiento en la Región de Murcia es la comarca del Campo de Cartagena, donde se cultivan 1.200 ha.

Los pimientos al aire libre se cultivan para complementar en verano la falta de pimiento verde (por el rápido viraje de color del cultivo en invernadero), obteniendo mejores calidades que las conseguidas en invernadero para dichas fechas. Tradicionalmente el cultivo de pimiento al aire libre en esta Región, se realizaba para su aprovechamiento por la industria, pero desde hace unos años, esto ha cambiado y en la actualidad su producción está orientada al consumo en fresco, principalmente para su comercialización en Flow-pack.

Con este ensayo se pretende conocer el comportamiento de los siguientes cultivares del tipo california, en cultivo al aire libre: Bendigo y E20B 30077 F1 (Enza Zaden), Maestral y Cayetano (Fitó), Traviata y Red-Jet (Rijk-Zwaan), Murano (Clause), Valdivia (Hazera), Num 50176 pps (Nunhems) y Pascuale (Akira).

Se realizaron dos cosechas en las semanas 25 y 27.

Tras la recolección se realizaron los siguientes controles:

- Producción (kg.m^{-2}) y porcentaje de producción por categorías.
- Peso medio, longitud y anchura de los frutos.
- Grosor del pericarpio.
- También se realizó un control postcosecha en el que se evaluó la pérdida de peso después de una semana en cámara frigorífica y otra semana más de almacenamiento a condiciones ambientales.

De los resultados se deduce que la variedad más productiva es Maestral con 7,91 kg.m^{-2} siendo Murano la menos productiva con 5,81 kg.m^{-2} .

En lo relativo a postcosecha las variedades que muestran peor comportamiento en cámara frigorífica fueron Bendigo y Valdivia con una pérdida de peso del

3,47 % siendo esta última la que peor se comporta en condiciones ambientales con una pérdida de peso del 15,5 % sobre el peso inicial.

Palabras clave: tipo california, producción, postcosecha.

INTRODUCCIÓN

En España se dedicaron al cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) en el año 2016 un total de 19.468 ha de las cuales 12.641 ha eran de cultivo protegido (Anuario MAPAMA 2016). En la Región de Murcia la superficie dedicada al cultivo de pimiento en el año 2016 fue de 1.370 ha. Esta hortaliza es la segunda, tras el tomate, en ocupar mayor superficie en cultivo protegido, con un total de 1.220 ha. La superficie dedicada a su cultivo al aire libre en ese mismo año fue de 150 ha. En cultivo en invernadero, esta Comunidad es la segunda, tras Andalucía, que más superficie dedica a esta hortaliza. El incremento de la superficie de cultivo de pimiento en la Región de Murcia en el año 2016 fue del 20% con respecto al año anterior y del 11 % comparándolo con la media de los últimos cinco años. La principal zona productora de pimiento en la Región de Murcia es la comarca del Campo de Cartagena, donde se cultivan 1.200 ha (Estadísticas Agrarias Consejería de Agricultura Región de Murcia. Año 2016).

El cultivo de pimiento en la comarca del Campo de Cartagena se realiza casi exclusivamente en invernadero con 1.149 ha. mientras que al aire libre solo se dedican 51 ha. Su cultivo al aire libre se inicia con trasplantes en los meses de febrero y marzo con técnicas de semiforzado.

El principal objetivo de cultivar pimientos al aire libre es para cubrir las necesidades del mercado, que demanda pimientos verdes de calidad en los meses estivales, en los cuales se produce un descenso de la calidad de los pimientos de invernadero, debido a su rápido viraje de color, obteniendo mejores calidades al aire libre que las conseguidas en invernadero para dichas fechas. Además, en esta época del año los costos de producción al aire libre son menores que en invernadero.

Tradicionalmente el cultivo de pimiento al aire libre en esta Región, se realizaba para su aprovechamiento por la industria, pero desde hace unos años, esto ha cambiado y en la actualidad su producción está orientada al consumo en fresco, principalmente para su comercialización en Flow-pack.

En los últimos años se venían realizando plantaciones al aire libre con cultivares procedentes de cultivo protegido, pero que mostraban escasa calidad fuera de los invernaderos. Para su cultivo al aire libre, actualmente, se buscan cultivares que estén especialmente adaptados a los rigores de verano con alta tolerancia al calor y al rajado. Que muestren gran vigor y con una buena cobertura foliar para reducir el porcentaje de frutos asolados. Se pretenden obtener cultivares con buen cuaje continuado, gran producción y alta sanidad y resistencia a todo tipo de condiciones climáticas, de suelo y de manejo.

Mediante la realización de este ensayo se pretende conocer el comportamiento en cultivo al aire libre, de diez cultivares de pimiento california.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó al aire libre sobre una superficie de 450 m² en las instalaciones del Centro de Demostración y Transferencia Agraria “El Mirador” donde se integran como cooperativa de 2º grado las principales cooperativas del Campo de Cartagena (Gregal S.Coop, Hortamira, S.Coop y SAT San Cayetano ALPI). Sus instalaciones están geográficamente situadas a 37°50' de longitud norte y 0°53' 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.

Preparación del terreno: Antes de la realización de este ensayo se realizó un relleno de la parcela para evitar su inundación tras las lluvias. Posteriormente y antes de realizar el trasplante se realizarán dos labores de subsolador, otras dos de rotovator, una aplicación de estiércol, el corte de tierra con tilde para dejar definidos los caballones y, por último, la disposición del acolchado.

Se ensayaron un total de 10 cultivares. Los cultivares plantados se solicitaron a las casas comerciales solicitando aquellos que mostrasen buena adaptación al cultivo al aire libre en la zona. En la siguiente tabla se reflejan los cultivares ensayados.

Cultivar	Casa Comercial
BENDIGO	Enza Zaden
E20B.30077	Enza Zaden
MAESTRAL	Fitó
CAYETANO	Fitó
TRAVIATTA	Rijk-Zwaan
RED-JET	Rijk-Zwaan
MURANO	Clause
VALDIVIA	Hazera
NUM 50176	Nunhems
PASCUALE	Akira seeds

Se realizó la siembra el 8 de febrero de 2017 en un semillero profesional debidamente autorizado y se procedió al trasplante el día 5 de abril. El cultivo se inició con un semiforzado a base de un acolchado con plástico gris oscuro oxo-biodegradable actigris oscuro de 10μ (40 galgas de espesor) y túneles no visitables de agrotextil (manta térmica de 17 g.m⁻²). El trasplante se realizó sobre mesetas de cultivo con riego por goteo empleando un marco de plantación de 1 m entre filas y una separación de 0,20 m entre plantas lo que resultó una densidad de plantación de 50.000 plantas. ha⁻¹. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones y 10 plantas por parcela elemental.

El manejo del cultivo en lo relativo a riego, fertilización, tratamientos fitosanitarios y labores culturales, se realizó de acuerdo con las prácticas habituales de los agricultores de la zona. El suelo es de textura arcillosa con 31,65% de arcilla, 45,48% de arena y 22,50% de limo. La *Tabla 1* refleja el análisis del suelo realizado una vez terminado este ensayo.

En cuanto a la climatología, las *Figuras 6, 7 y 8* muestran las condiciones de temperatura, humedad relativa y precipitaciones habidas, a lo largo de los meses de abril, mayo y junio, en la estación meteorológica TP52, perteneciente a la red de estaciones que dispone el SIAM y que se encuentra en el propio centro.

Riego y abonados: El CDTT 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.h⁻¹. Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizarán sin abono, con una duración de 4 horas el primero y 2.5 horas el segundo. Posteriormente, se realizarán los riegos con un incremento de la conductividad eléctrica de 0.5 mS.cm⁻¹ sobre el agua del pantano (1.1 mS.cm⁻¹) con Ca(NO₃)₂ al 60% y KNO₃ al 40%, acidificando con HNO₃ a pH 6.

Se realizaron dos cosechas en las semanas 25 y 27 de 2017. La producción se cuantificó mediante una báscula Becken BKS-2389 con una precisión de 0.1 g. Tras cada una de las recolecciones, se controló la producción, así como, el número de frutos y el peso de cada fruto. Se realizó una clasificación de los frutos en base a los parámetros comerciales que se aplican en las tres cooperativas integradas en el CDTT El Mirador y que figuran en la *Tabla 2*. Además, se determinaron en una muestra aleatoria de diez frutos de cada cultivar las siguientes características del fruto: longitud y anchura de los mismos y grosor de la pared. Las dimensiones del fruto se determinaron con un calibre Mitutoyo digimatic modelo CD-15D.

También se realizó un control postcosecha seleccionando aleatoriamente 10 frutos que se pesaron el día de su recolección. Se volvieron a pesar después de mantenerse siete días en cámara frigorífica a 6-8 °C y 85-90% de humedad ambiente. Se realizó un nuevo control de peso después de permanecer los frutos siete días más a condiciones de temperatura y humedad ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la producción total del ensayo se muestran en la *Tabla 3*, siendo los cultivares más productivos Maestral (7,91 kg.m⁻²) y Cayetano (7,44 kg.m⁻²), mientras que el cultivar Murano (5,81 kg.m⁻²) es en el que menos producción se obtuvo. El resto de cultivares muestran unas producciones entre 6,09 y 8,89 kg.m⁻². Así mismo en esta tabla se puede observar que Maestral es el cultivar con más producción en la primera semana, mostrando un gran número de frutos cosechados (133) y un más que aceptable peso medio del fruto (178.80 g.)

En la *Tabla 6* se recoge el porcentaje de producción final por categorías comerciales. Pascuale es el cultivar que muestra mejores resultados en las categorías Extra y Primera con un 41,04% de su producción total en estas dos categorías, siendo el cultivar Valdivia en el que peores resultados se obtiene con solo el 17,58%.

Las características del fruto se recogen en la *Tabla 4*. La relación entre la longitud y la anchura en los pimientos tipo california debe estar próxima a la unidad. Los cultivares que mejor arrojan esta relación son Cayetano, Murano y Valdivia, siendo el cultivar Traviatta el que más se aleja de la unidad. Los frutos que presentaron menor grosor de pared fueron los del cultivar Valdivia (5,36 mm), mientras que los de mayor espesor de la misma fueron los de Num 50176 (6,52 mm).

En lo relativo a postcosecha (*Tabla 5*) las variedades que muestran peor comportamiento en cámara frigorífica fueron Bendigo y Valdivia con una pérdida de peso del 3,47 % siendo esta última la que peor se comporta en condiciones ambientales con una pérdida de peso del 15,5 % sobre el peso inicial. Los cultivares que mejor comportamiento presentaron en cámara frigorífica fueron Murano y Num 50176 con una pérdida de peso del 2,68% sobre el peso inicial. El cultivar que menos pérdida de peso presentó tras un periodo de 7 días en cámara y 7 en condiciones ambientales fue Cayetano con una pérdida de peso del 12,18% sobre el peso inicial.

CONCLUSIONES

Maestral es un cultivar muy interesante para su cultivo al aire libre siendo el más productivo a la vez que es en el que más producción se obtuvo en la primera semana.

Los cultivares que tienen más producción de las categorías Extra y Primera son Pascuale, Red- Jet y Num 50176, siendo este último el que más porcentaje muestra de la categoría Extra.

Todos los cultivares muestran unas buenas características del fruto. El que peor relación longitud/anchura muestra es Traviatta. El cultivar que tiene frutos de mayor grosor de pared es Num 50176.

Los cultivares que mejor resultados muestran en cámara frigorífica son Murano y Num 50176 siendo este último junto con Cayetano los que muestran mejores cualidades postcosecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Estadística agraria de Murcia 2015-2016. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. www.carm.es.

GARCÍA, A.; CONDÉS, L. F.; LÓPEZ, R.; LÓPEZ, A. 2006. *Ensayo de nuevas variedades de pimiento tipo california en invernadero.* Programa de Innovación Tecnológica, Horticultura nº 25. Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

MAPAMA. 2016. *Anuario de Estadística.* Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAROTO, J.V.; BAXAULI, C. 2017. *Cultivos hortícolas al aire libre.* Serie Agricultura nº 13. Publicaciones Cajamar Caja Rural 471-508.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado dentro de la Medida 1.2. Actividades de Demostración y Transferencia de Conocimientos, del actual Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de la Región de Murcia, 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 de D.G. de Innovación Agroalimentaria, Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica.

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 CDTT El Mirador ya que sin su aportación no habría sido posible realizar el cultivo.

FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. Vista aérea del CDTT El Mirador.



Fotografía 2. Estado del cultivo semana 25 de 2017.



Fotografía 3. cv Bendigo.



Fotografía 4. cv E20B.30077.



Fotografía 5. cv Maestral.



Fotografía 6. cv Cayetano.



Fotografía 7. cv Traviatta.



Fotografía 8. cv Red-Jet.



Fotografía 9. cv Murano.



Fotografía 10. cv Valdivia.



Fotografía 11. cv Num 50176.



Fotografía 12. cv Pascuale.

TABLAS

Tabla 1. Características del suelo.

Ph (extracto acuoso 1:2, a 25,77°C)	8,13	Potasio asimilable	529,59 ppm
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	1,74 mS.cm ⁻¹	Calcio asimilable	1610 ppm
Cloruros	7,01 meq.L ⁻¹	Magnesio asimilable	952 ppm
Sulfatos	3,77 meq.L ⁻¹	Materia Orgánica	1,59%
Sodio	5,87 meq.L ⁻¹	Carbono orgánico	0,92%
Sodio asimilable	368 ppm	Hierro asimilable	0,539 ppm
Bicarbonatos	1,00 meq.L ⁻¹	Boro asimilable	1,41 ppm
Nitratos	621 ppm	Manganeso asimilable	1,17 ppm
Fosforo asimilable	137 ppm	Cobre asimilable	0,493 ppm
Potasio	1,68 meq.L ⁻¹	Zinc asimilable	5,64 ppm
Calcio	3,73 meq.L ⁻¹	Caliza total	33,60%
Magnesio	5,35 meq.L ⁻¹	Caliza activa	12,50%

Tabla 2. Clasificación por categorías comerciales.

CATEGORIA	ASPECTO	PESO
EXTRA	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 230 g
I	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 200 g
II	Frutos de buena calidad, buen color, buen estado sanitario	+ 230 g
III	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 160 g
IV (Destriño)	Frutos de buena calidad, buen color, buen estado sanitario	+ 200 g
V	Frutos de buena calidad, color uniforme, buen estado sanitario y la forma característica del pimiento California (cuadrado, con tres o cuatro puntas, que se tenga en pie)	+ 130 g
VI	Fruto con peso inferior a 90 g, frutos con exceso de madurez o cualquier otro defecto que los haga sólo útiles para industria.	+ 160 g

Tabla 3. Producción total (kg.m⁻²) por semana y acumulada.

	Sem 25			Sem 27			Acumulado		
	kg.m ⁻²	Nº frutos	Peso medio fruto	kg.m ⁻²	Nº frutos	Peso medio fruto	kg.m ⁻²	Nº frutos	Peso medio fruto
BENDIGO	2,44	74	184,86	4,04	157	144,08	6,48	231	157,14
E20B.30077	2,50	67	204,63	4,11	166	133,55	6,60	233	153,99
MAESTRAL	4,40	133	178,80	3,51	120	157,75	7,91	253	168,81
CAYETANO	3,35	105	165,81	4,09	150	141,73	7,44	255	151,65
TRAVIATTA	3,08	106	168,77	3,81	154	143,31	6,89	260	153,69
RED-JET	3,36	108	186,85	3,26	126	155,24	6,62	234	169,83
MURANO	3,12	117	154,79	2,69	128	121,72	5,81	245	137,51
VALDIVIA	4,19	158	153,92	2,52	125	117,12	6,72	283	137,67
NUM 50176	4,05	129	173,08	2,04	89	141,92	6,09	218	173,08
PASCUALE	2,86	102	173,92	3,62	141	159,08	6,48	243	165,31

Tabla 4. Características de los frutos.

	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Relación longitud/anchura	Grosor pared (mm)
BENDIGO	80,04	87,37	0,92	6,29
E20B.30077	73,33	90,73	0,81	6,15
MAESTRAL	81,85	84,60	0,97	5,73
CAYETANO	85,44	85,79	1,00	5,77
TRAVIATTA	68,94	89,09	0,77	5,57
RED-JET	76,97	88,49	0,87	5,70
MURANO	81,91	81,25	1,01	5,53
VALDIVIA	85,56	84,13	1,02	5,36
NUM 50176	84,42	93,12	0,91	6,52
PASCUALE	79,38	85,26	0,93	5,95

Tabla 5. Post cosecha.

	PESO INICIAL (g)	Peso después de 7 días en cámara	Pérdida de peso (%)	Peso después de 7 días en condiciones ambientales	Pérdida de peso (%)
BENDIGO	216,30	208,80	-3,47	183,40	-15,21
E20B.30077	227,40	218,70	-3,83	194,10	-14,64
MAESTRAL	176,70	171,50	-2,94	152,40	-13,75
CAYETANO	194,60	189,10	-2,83	170,90	-12,18
TRAVIATTA	195,50	188,50	-3,58	166,10	-15,04
RED-JET	196,90	190,90	-3,05	170,70	-13,31
MURANO	182,60	177,70	-2,68	156,60	-14,24
VALDIVIA	181,50	175,20	-3,47	153,30	-15,54
NUM 50176	220,20	214,30	-2,68	191,70	-12,94
PASCUALE	196,20	190,20	-3,06	168,30	-14,22

Tabla 6. Producción total distribuida por categorías comerciales.

VARIEDAD	EXTRA			1 ^a			2 ^a			3 ^a			4 ^a			5 ^a			6 ^a			TOTAL	
	Nº frutos	%	g frutos	Nº frutos	%	g frutos	Nº frutos	%	g frutos	Nº frutos	%	g frutos	Nº frutos	%	g frutos	Nº frutos	%	g frutos	Nº frutos	%	Kg·m ⁻²		
BENDIGO	6530	28	18,0	4480	20	12,3	5620	33	15,5	2500	18	6,9	0,00	210	20	5,8	15060	112	41,5	6,48			
E20B.30077	2980	12	8,3	4960	21	13,8	2950	17	8,2	3920	28	10,9	0,00	3880	36	10,8	7790	119	47,9	6,64			
MAESTRAL	4530	22	10,6	8960	41	21,0	13360	76	31,3	4960	35	11,6	0,00	2060	19	4,8	8840	60	20,7	7,91			
CAYETANO	3970	20	10,3	6010	28	15,5	9790	56	25,3	5080	36	13,1	0,00	3120	29	8,1	10700	86	27,7	7,44			
TRAVIATTA	5100	25	12,8	5360	24	13,4	8610	49	21,5	9050	64	22,6	0,00	4460	42	11,2	7380	56	18,5	6,89			
RED-JET	6130	30	15,4	8030	36	20,2	10360	59	26,1	7480	53	18,8	0,00	2210	20	5,6	5530	36	13,9	6,62			
MURANO	4930	25	14,6	1240	6	3,7	7260	42	21,5	5130	37	15,2	0,00	3980	39	11,8	11150	96	33,1	5,81			
VALDIVIA	4240	22	10,9	2610	12	6,7	7070	41	18,1	7560	54	19,4	0,00	4120	38	10,6	13360	116	34,3	6,72			
NUM 5076	6840	30	18,1	6400	27	17,0	6550	37	17,4	4480	32	11,9	0,00	1660	15	4,4	11801	77	31,3	6,09			
PASCUALE	4720	23	16,7	9210	42	24,3	9920	56	24,7	5880	42	14,6	0,00	2480	23	6,2	7960	57	19,8	6,48			

FIGURAS



Figura 1. Producción total.

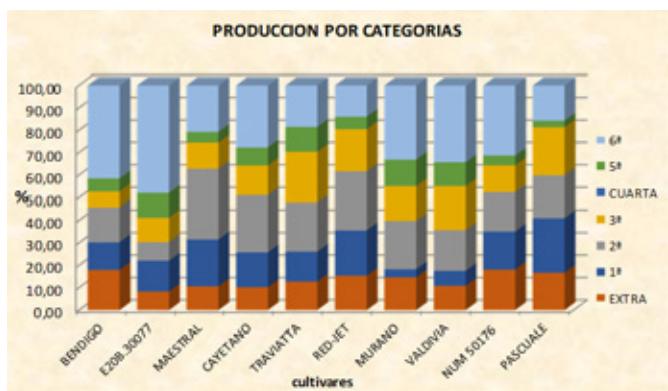


Figura 2. Distribución por categorías de la producción.

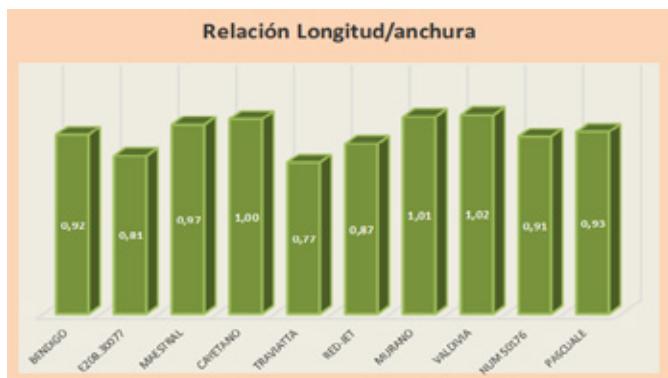


Figura 3. Relación longitud/anchura.



Figura 4. Peso de los frutos en postcosecha.

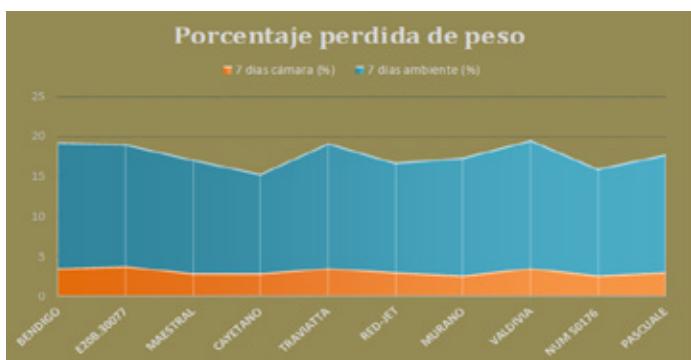


Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso en postcosecha.

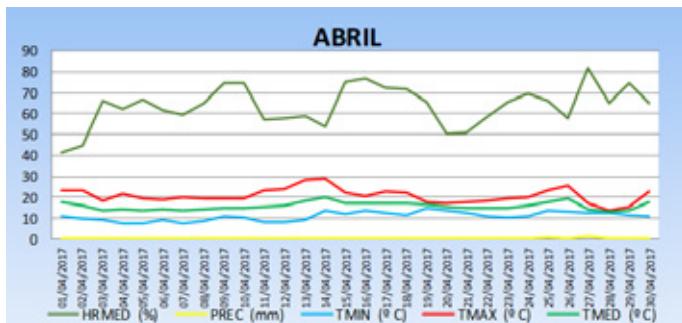


Figura 6. Condiciones climáticas abril.

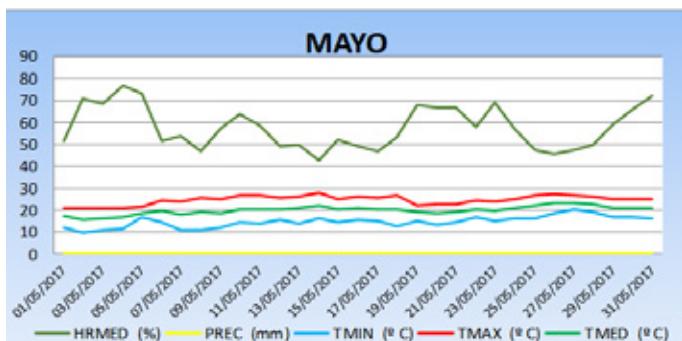


Figura 7. Condiciones climáticas mayo.

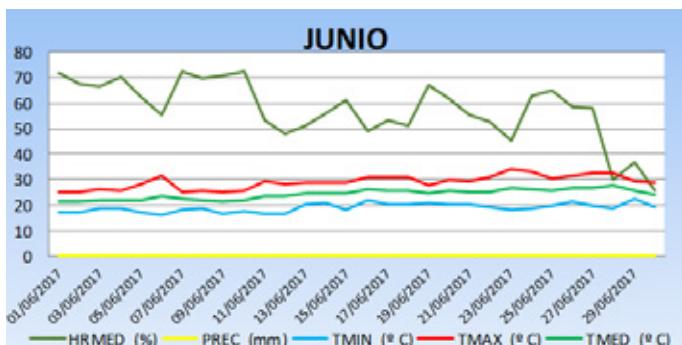


Figura 8. Condiciones climáticas junio.

ENSAYO DE CULTIVARES DE TOMATE DE SABOR EN INVERNADERO. CARÁCTERES DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN

García-Villarrubia, C.; Quiñones, F.; López-Pérez, J.A.

Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA).

Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla la Mancha (IRIAF).

RESUMEN

Actualmente existe en el consumidor una gran demanda por recuperar atributos de calidad organoléptica en los productos hortícolas en general, este hecho tiene una notable incidencia en el caso del tomate en la zona centro peninsular.

Por este motivo, la mejora genética lleva años encaminando sus pasos a ofrecer alternativas que, sin desdeñar los rendimientos, aporten ese plus de sabor y calidad a sus cultivares para poder satisfacer así la demanda de este tipo de productos diferenciales.

En este ensayo se estudiaron un conjunto de 9 cultivares analizando los principales valores de los parámetros físico-químicos y de rendimiento en un cultivo de primavera de invernadero en las instalaciones del Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo, en Guadalajara.

El comportamiento de los cultivares TZ-12-RZ y AR-350993 fue destacado en cuanto a los análisis de sólidos solubles totales y de los cultivares AR-350993 y Montalbán en valores de Vitamina C. En cuanto a los rendimientos, los cultivares Cid y Marino fueron los que obtuvieron los mayores rendimientos. Los mayores calibres los obtuvieron los cultivares Menhegino e Iratí.

Palabras clave: cualidades fruto, parámetros físico-químicos, propiedades organolépticas, calibre fruto

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de cultivares de tomate híbridos ha ido dirigido principalmente a satisfacer un conjunto de demandas de productores y consumidores, para el primero rendimiento, duración, tolerancia ante enfermedades y plagas, etc., para el segundo buena presencia, uniformidad, aspecto impoluto, etc., consiguiendo la genética notables avances en el conjunto de estos aspectos. No obstante, este hecho ha ido en detrimento de las cualidades organolépticas de sabor, aromas, etc. en muchos casos.

Por otra parte, el consumidor actual ha evolucionado, entendiendo el concepto de calidad desde otro prisma diferente al de hace unos años, buscando aspectos diferenciales en los productos alimenticios y conceptos de sabor y aroma tradicionales.

Ante este panorama existen diferentes alternativas prácticas para ofrecer al consumidor lo que está buscando, una de ellas es el empleo de cualidades de los cultivares tradicionales como alternativa de calidad superior en la mejora.

Esta línea de trabajo de la mejora ofrece a productores y consumidores un equilibrio entre calidad como concepto organoléptico y calidad como parámetro productivo, no desdeñando todo el trabajo anterior de mejora en la protección genética del cultivo vía resistencias y tolerancias y no dejando de lado la productividad y la manipulación industrial.

En el presente trabajo se estudian diferentes parámetros de calidad, físicoquímica y productiva de un conjunto de 9 cultivares de distintas tipologías escogidos por sus aptitudes organolépticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cultivares y portainjerto utilizados y sus resistencias a enfermedades y patógenos:

Cultivar	Casa comercial	Descripción fruto	Resistencia*
Montalbán	Akira Seeds	Globoso de calibre grande	Resistencia alta (HR) a Virus del Mosaico del Tomate TMV, <i>Verticillium</i> , Fol:1, 2 y Nematodos
Ricciolo	Akira Seeds	Tipo corazón de buey con hombros verdes	Resistencia/Tolerancia a V FF N y TSW
Cid	Intersemillas	Redondo y ligeramente aplanado, grueso de hombro verde	
Marino	Intersemillas	Fruto grueso, ligeramente aplanado y hombro verde ligero	Resistente a Bronceado del tomate (TSWV), <i>Verticillium</i> , <i>Fusarium</i> y Nematodos
Iratí	Ramiro Arnedo	Tipo Marmande, aplanado y acostillado con cuello verde	
AR-350993	Ramiro Arnedo	Rosado, esférico de calibre grueso	
Meneghino	Rijk Zwaan	Tipo corazón de buey	Resistencia alta (HR) a ToMV;O-2/Ff:A-E/For/Va:O/Vd:O y resistencia intermedia (IR) a Ma/Mi/Mj
TY-12-RZ	Rijk Zwaan	Fruto rosado	Resistencia alta (HR) a ToMV;O-2/Ff:A-E/Fol:O, 1/For/Sbl/Va:O/Vd:O y resistencia intermedia (IR) a TYLCV/Ma/Mi/Mj
Rebelión	Vilmorín	Tomate asurcado de larga vida	Resistencia alta (HR) a Virus del Mosaico del Tomate ToMV, <i>Verticillium</i> y Fol (O)
Portainjerto			
Beaufort F₁	De Ruiter Seeds	Híbrido de tipo indeterminado	HR a Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), <i>Fusarium</i> (Fol:O,1), <i>Fusarium radicis</i> (For), <i>Verticillium</i> (Va/Vd), Corky root (PI) y Nematodos (Ma/Mi/Mj)

*HR: resistencia alta; IR: resistencia intermedia; ToMV: virus del mosaico del tomate; TSWV: Virus del bronceado del tomate; Ff: *Fulvia fulva*; Fol: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*; For: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis*; Va, Vd: *Verticillium albo-atrum*/*Verticillium dahliae*; PI: *Pyrenopeziza lycopersici* Corky root rot; Ma, Mi, Mj: *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica*.

El diseño estadístico establecido fue en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental fue de 6 m², con 18 plantas por plot. Las recolecciones tuvieron lugar tres veces por semana en días alternos, excepto al inicio y al final de la recolección. El momento de recolección se fijó en un grado entre 5-6 según la escala Kleur-Stadia Tomaten (12 colores) del Dutch Central Bureau for Horticultural Auctions.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el paquete SPSS 12.0. Los valores medios de los parámetros estudiados se compararon con el Test de Duncan ($P<0,05$).

La plantación tuvo lugar el 26 de mayo de 2016. El marco de plantación fue de 1 m entre hileras y de 0,33 m entre plantas, conduciéndose a 1 tallo, manteniendo una densidad de 3 plantas. m⁻². Durante el cultivo se procedió a la eliminación de hojas, brotes viejos y chupones. El entutorado se realizó con hilo de rafia y grapa de plástico.

El riego se aplicó mediante goteros integrados de 12 mm de 4 L.h⁻¹. La fertilización de fondo consistió en la aplicación de 80 g·m⁻² del complejo NPK 9-18-27. A los 20 días después de trasplante se comenzó la fertirrigación mediante 1 g·m⁻² cada 10 días de fosfato monoamónico, nitrato magnésico y nitrato potásico hasta entrada en producción, aumentando a 2 g·m⁻² el nitrato potásico durante la recolección. Se aplicó calcio a esta misma dosis cada 15 días.

Los controles de calidad organoléptica y física llevados a cabo fueron:

- **Coeficiente de forma de los frutos:** Para su determinación se midieron con un calibre digital, el diámetro ecuatorial y longitudinal de todas las muestras analizadas en el laboratorio.
- **Dureza (u.d.):** Se ha determinado a partir de la media de tres medidas realizadas en la zona ecuatorial del fruto, con un dinámometro de resorte electrónico (durómetro shore A) para medir la firmeza de frutos. El sistema Durofel (escala de medida de 0 a 100 Unidades Durofel) utilizando en este caso el émbolo de 25 mm² de superficie.
- **Porcentaje de jugosidad (%):** Porcentaje que representa el zumo obtenido tras el licuado de una muestra fresca de los frutos. Se procede al pesado del fruto en cuestión y se licúa con una licuadora convencional recogiendo el jugo en un vaso previamente tarado para obtener el peso neto.
- **Sólidos solubles (°Brix):** El jugo obtenido de la licuadora en el anterior parámetro, se coloca en sendos tubos de centrífuga y se somete a centrifugación (3000 r.p.m.) durante diez minutos. Del líquido sobrenadante obtenido incorporamos con una pipeta pasteur 2 gotas en la cubeta de medida del refractómetro (Digital Reichert r2i300) y realizamos la medida de grados Brix.
- **pH:** Medida potenciométrica de la concentración de protones en disolución. Sobre una muestra de tomate licuado y centrifugado se midió con la ayuda de un pHmetro digital en un vaso de precipitados de 50 ml. Se utilizó pH Meter Basic 20 de Crison con sonda de Temperatura.

- **Acidez (mEq.100 ml⁻¹):** Se determinó como el volumen (ml) de NaOH (0,05 N) necesario para neutralizar 5 ml del líquido resultante de la centrifugación del jugo de los frutos hasta un pH = 7. Se trata de una valoración o titulación, añadiendo gota a gota (intentando que la velocidad de goteo sea constante y que esté alrededor de 50 gotas por segundo) con una bureta de 25 ml.

A partir de este dato de volumen gastado obtenemos los miliequivalentes de base gastada que corresponden o equivalen a los de ácido (ácidos orgánicos libres) del tomate. Para el caso del tomate donde el ácido cítrico suele ser el más abundante.

- **Materia seca (%):** Para obtener el porcentaje de materia seca de los frutos se procedió al pesaje de nuevo de otros frutos y se colocaron sobre unas bandejas troceados en un papel de filtro cada uno por separado. Se introdujeron en un horno con ventilación a unos 85 °C hasta peso constante (aproximadamente 48 horas). Horno utilizado: Estufa de desecación Rowenta E42.
- **Vitamina C (mg. L⁻¹):** Para la determinación de Vitamina C usamos una reacción de oxidoreducción con una disolución de yodo. En este caso el yodo hace de oxidante y la vitamina C que contiene el tomate de reductor (más otras posibles sustancias reductoras que contenga el tomate en disolución). Se procede entonces a una valoración de dicha vitamina sobre 5 ml de jugo, añadiendo con una micropipeta de una cantidad en exceso de una disolución de yodo 0,001M junto a unas gotas de almidón (que haría de indicador). Posteriormente se procede por retroceso y con bureta de 25 ml a la reducción del yodo en exceso tras reaccionar con el jugo de tomate con tiosulfato sódico hasta viraje contrario. (viraje de azul violáceo cuando el yodo molecular permanece en disolución con el almidón, a transparente cuando es reducido).
- **Colorimetría:** Para la medición del color se procede a medir, con la ayuda de un colorímetro o cromómetro que realiza tres disparos de luz sobre la superficie de cada fruto para promediar un valor, previa calibración con un blanco. Es decir, emite una fuente de luz blanca interna que ilumina la superficie, absorbiendo a continuación la luz reflejada en el fondo y procesándola. El espacio de color utilizado en nuestro caso el CIELab (Norma UNE) con iluminante C y con las coordenadas de color L*a*b* que representan:

L*: Claridad o luminosidad (0 negro y 100 blanco)

a*: Componente rojo/verde (rojo positivos y verde negativos)

b*: Componente amarillo/azul (amarillo positivos y azul negativos)

Colorímetro utilizado: Konica minolta CR-400 y procesador DP-400. Mediciones absolutas

Los controles relativos a la medida de la producción consistieron en el pesado de todos los tomates obtenidos en cada parcela elemental, su clasificación y conteo de los comerciales para así obtener los pesos medios de cada calibre y

la producción de cada parcela. Se realizó el calibrado del total de la producción comercial mediante el empleo de una mesa calibradora Greefa (calibres MMM < 47 mm, MM = 47-57 mm, M = 57-67 mm, G = 67-82 mm, GG = 82-102 mm y GGG > 102 mm) determinándose la distribución mensual de los mismos.

Las recolecciones comenzaron el 11 de julio, dando por finalizado el ensayo el 13 de octubre de 2016, realizándose un total de 23 cosechas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los valores de los análisis de calidad organoléptica se observaron diferencias significativas (d.s.e.) obteniendo los mayores valores de °Brix los cultivares TY-12-RZ y AR-350993, con 5,42 y 4,90 °Brix respectivamente; en cuanto a la Acidez total, el cultivar de tomate Rebelión obtuvo el valor más elevado, seguido de Montalbán y Marino.

Se observaron d.s.e en los valores de pH del jugo, obteniendo el valor más ácido el cultivar Marino, seguido de Montalbán.

Respecto a los valores de concentración en Vitamina C encontramos con d.s.e. el cultivar AR-350993 con un valor muy destacado de 34,0 mg.100 g⁻¹ sobre el conjunto de los demás cultivares, seguido por Montalbán con 28,33 mg.100 g⁻¹.

Los cultivares Meneghino y Rebelión obtuvieron los mayores valores en cuanto a porcentaje de Materia seca con 5,37 y 5,29 % respectivamente.

Encontramos también d.s.e en cuanto al conjunto de parámetros colorimétricos analizados obteniendo Meneghino y Montalbán los mayores valores de luminosidad (L). Ricciolo, Irati y Rebelión obtuvieron los mayores valores de matiz (a/b) y Ricciolo y Meneghino los mayores en cuanto a croma.

Se encontraron d.s.e. en los parámetros físicos, obteniendo los mayores valores de porcentaje de jugosidad los cultivares Montalbán y Meneghino, con 88,09 y 80,04 %. Respecto a la dureza, es en general muy baja debido al tipo de tomate ensayado, Rebelión y TY-12-RZ han obtenido los mayores valores ($p < 0.05$).

Las mayores producciones comerciales las obtuvo el cultivar Cid con 10,72 kg·m⁻² seguido de Marino con 10,62 kg·m⁻², encontrándose diferencias entre los cultivares ensayados ($p < 0,05$). Las producciones pueden considerarse bajas debido a las extremas condiciones de calor de ese verano.

En cuanto a la precocidad en el inicio en producción, los cultivares Montalbán y Cid destacan sobre el conjunto del ensayo, obteniendo 4,37 y 4,26 kg·m⁻² el primer mes de producción con d.s.e. entre los distintos cultivares, posteriormente, en el resto de meses del ensayo Rebelión fue el más productivo mensualmente.

En cuanto al número total de frutos por metro cuadrado, los mayores valores fueron los obtenidos por Cid y TZ-12-RZ con 57,9 y 56,9 frutos·m⁻².

Respecto a los pesos medios de los calibres G y superiores, el cultivar Ricciolo obtuvo los valores más altos en los calibres G y GG con 315,5 y 445,8 g respec-

tivamente, mientras que Montalbán obtuvo los valores medios más altos del calibre GGG con 650 g (n.d.s.e.).

Finalmente, los cultivares que presentaron mayores calibres (G y superiores) fueron Irati, AR-350993 y Ricciolo, con valores de 77,6, 69,8 y 68,9 % respectivamente sobre el total de su producción comercial (n.d.s.e.).

CONCLUSIONES

A pesar de ser una campaña en la que las producciones obtenidas fueron bajas, y a la distinta tipología de los cultivares ensayados, encontramos diferencias significativas entre ellos en el conjunto de parámetros estudiados.

Podemos recalcar que los cultivares más productivos han obtenido valores inferiores a la media del conjunto del ensayo en cuanto a °Brix, hecho que contrasta con el caso de los cultivares de fruto rosa, que han obtenido mayores valores en ese parámetro. En cuanto a los cultivares de tipo Marmande se han obtenido rendimientos y °Brix medios, del mismo modo que entre los cultivares tipo corazón de buey.

Es destacable el cultivar Montalbán, por su valor de azúcares, alto contenido en vitamina C, buen color, mayor dureza, precocidad en la entrada en producción, buen calibre y productividad por encima de la media del ensayo. Los cultivares Marino y Cid destacaron principalmente por su productividad.

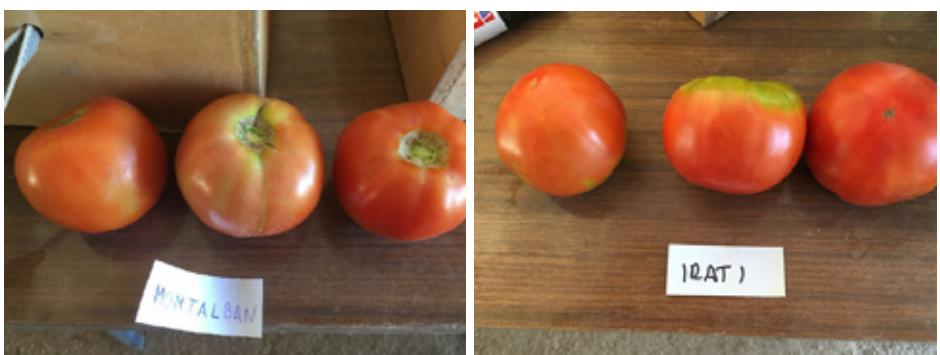
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE MIGUEL, A.; DE LA TORRE, F.; BAIXAULI, C.; MAROTO, J.J.; JORDÁ, M.C.; LÓPEZ, M.M.; GARCÍA-JIMENEZ, J. 2007. *Injerto de hortalizas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- GINER, A.; AGUILAR, J.M.; BAIXAULI, C.; NÁJERA, I.; NÚÑEZ, A. 2012. *Comportamiento agronómico de diferentes portainjertos en cultivo de tomate valenciano*. Fundación Cajamar.
- LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; ARIAS, M.; SANZ, R.; ESCUER, M. 2003. *Alternatives to the methyl bromide in greenhouses crops in Madrid Community*. Bol. San. Veg. Plagas, nº29: 481-489.
- MONSERRAT, A.; LACASA, A.; GUERRERO, M.; BELTRÁN, C.; CANO, A.; ALCÁZAR, S.; ABADÍA, A. 2016. *Estrategias fitosanitarias en tomate*. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.
- SANCHEZ, E.; CATALÁ, M.; MORALES, M.; GOMARIZ, J.; EGEA-SANCHEZ, J.; COSTA, J. 2008. *Caracteres de calidad de diferentes tipos de tomates murcianos*. VIII Congreso SEAE 2008.

FOTOGRAFÍAS



Fotografías 1 y 2.- Cultivares Cid y Marino.



Fotografías 3 y 4.- Cultivares Montalbán e Iratí.



Fotografías 5 y 6.- Plantación y estado general del ensayo.

TABLAS

Tabla 1. Parámetros de calidad fresco/seco.

Calidad	°Brix	Acidez (mEq 100 mL ⁻¹)		pH	Vit. C (mg·100 g ⁻¹)		M. Seca (%)
Cultivar							
MONTALBAN	4,17	c	6,03	ab	4,08	de	28,33
RICCIOLI	4,25	c	4,73	bcd	4,22	c	26,93
IRATI	4,09	c	4,63	cd	4,14	d	23,47
AR-350993	4,90	b	3,93	d	4,38	b	34,00
REBELION	3,97	c	6,17	ab	4,39	a	22,97
TY-12-RZ	5,42	a	4,70	bcd	4,46	a	19,60
MENEGHINO	4,33	c	4,00	d	4,28	c	20,43
CID	3,89	c	5,73	abc	4,10	de	21,87
MARINO	4,25	c	5,87	abc	4,05	e	20,00
Promedio	4,36		5,09		4,23		24,18
Coef. Varianza	11,3		17,1		3,6		4,85
							9,3

Los promedios en columnas con letras diferentes muestran diferencias significativas a p<0,05

Tabla 2. Evaluación de los parámetros colorimétricos.

Evaluación color	L	a	b	Matiz (a/b)	Croma (a ² +b ²) ^{-1/2}
Cultivar					
MONTALBAN	45,99	ab	17,98	bc	19,35
RICCIOLI	42,18	b	22,53	a	18,96
IRATI	43,77	ab	18,69	bc	18,76
AR-350993	43,72	ab	11,97	d	18,67
REBELION	43,01	b	18,36	bc	18,35
TY-12-RZ	44,44	ab	19,12	b	19,77
MENEGHINO	47,67	a	19,54	b	21,00
CID	44,86	ab	15,78	c	19,94
MARINO	44,59	ab	18,69	bc	20,35
Promedio	44,47		18,07		19,46
Coef. Varianza	3,7		15,9		4,5
					16,2
					7,9

Los promedios en columnas con letras diferentes muestran diferencias significativas a p<0,05

Tabla 3. Evaluación de parámetros morfológicos y de dureza exterior.

Morfológicos/ físicos	Coeficiente de forma	% Jugosidad	Dureza (Uds. Durofel)
Cultivar			
MONTALBAN	0,87	c	88,09 a 43,22 bc
RICCIOLLO	1,39	a	51,90 cd 32,56 d
IRATI	0,79	c	65,25 abcd 31,44 d
AR-350993	0,99	bc	48,43 d 38,11 cd
REBELION	0,65	c	64,14 abcd 56,67 a
TY-12-RZ	0,73	c	63,05 bcd 47,33 b
MENEGHINO	1,23	ab	80,04 ab 38,01 cd
CID	0,83	c	74,07 ab 41,99 bc
MARINO	0,84	c	75,31 ab 42,44 bc
Promedio	0,93		67,81 41,31

Los promedios en columnas con letras diferentes muestran diferencias significativas a p<0,05

Tabla 4. Producción comercial en kg.m-2 total.

Rendimiento kg·m ⁻²	TOTAL	TL
Cultivar		
CID	10,72 a	139,8
MARINO	10,62 a	138,5
REBELION	10,54 a	137,4
MONTALBAN	9,07 ab	118,3
MENHEGINO	8,09 ab	105,5
RICCIOLLO	7,77 ab	101,3
IRATI	7,76 ab	101,2
TY-12-RZ	6,87 ab	89,6
AR-350993	5,22 b	68,1
Promedio	7,67	

TL: Índice calculado sobre la media de todos los tratamientos ensayados. En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05

Tabla 5. Producción comercial en Kg·m⁻² obtenida en los distintos meses y producción total acumulada.

Factor de variación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
Cultivar					
MONTALBAN	4,37	a	3,76	0,75	bc
RICCIOLI	3,63	ab	3,43	0,47	c
IRATI	3,19	ab	3,98	0,50	c
AR 350993	1,67	b	3,16	0,29	c
REBELION	3,73	ab	4,83	1,57	a
TY-12-RZ	3,05	ab	2,70	0,99	abc
MENEGHINO	3,97	a	3,46	0,49	c
CID	4,26	a	4,78	1,36	ab
MARINO	3,78	a	5,22	1,33	ab
					0,29
					a

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05

Tabla 6. Número de frutos por m⁻².

Nº Frutos por m ⁻²	TOTAL
Cultivar	
CID	57,9
TY-12-RZ	56,9
MARINO	55,2
MENEGHINO	49,7
MONTALBAN	38,0
PALAMOS	29,6
RICCIOLI	27,7
IRATI	24,9
AR 350993	19,9
Promedio	40,0

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05.

Tabla 7. Peso medio del fruto (g) obtenido por cada calibre.

Calibre peso medio fruto	MMM	MM	M	G	GG	GGG
Cultivar						
MONTALBAN	64,6	114,5	191,0	273,9	381,7	650,0
RICCIOLI	72,8	97,7	205,8	315,5	445,8	587,5
IRATI	63,6	105,9	211,4	309,3	436,9	595,5
AR 350993	58,2	106,7	179,8	311,2	450,7	611,6
REBELION	42,5	94,8	151,4	221,7	--	--
TY-12-RZ	56,3	97,1	153,3	226,5	372,0	--
MENEGHINO	68,6	98,9	163,6	233,0	336,3	--
CID	44,2	100,1	182,2	261,2	333,2	462,5
MARINO	47,8	96,0	175,7	263,6	374,9	534,9

No existen diferencias significativas (n.d.s.e.)

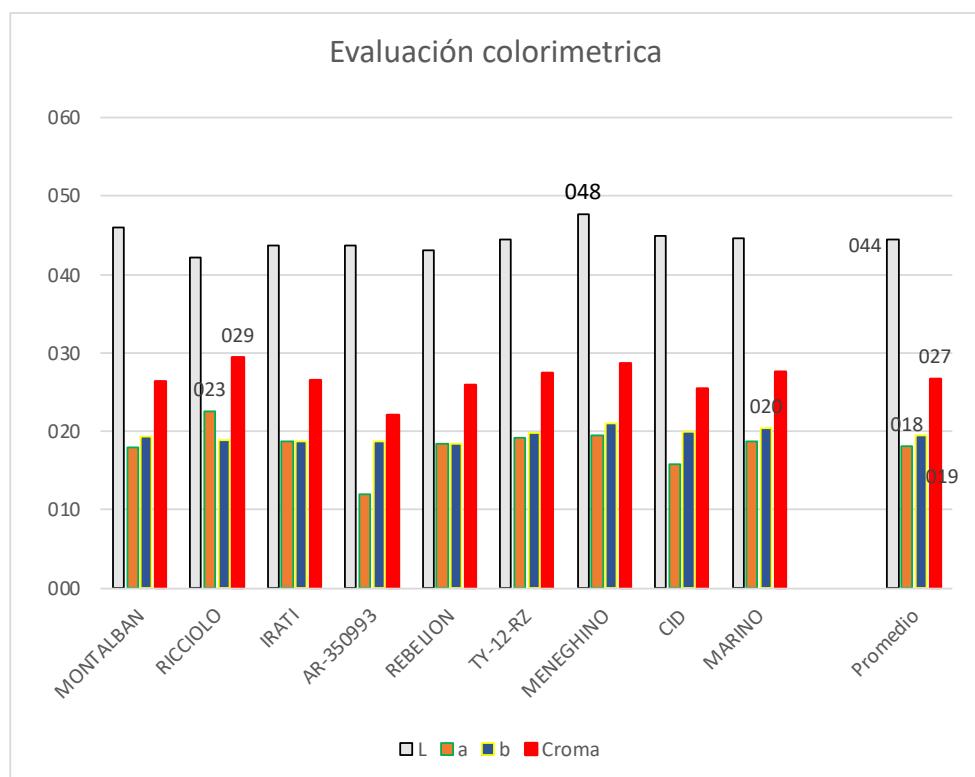
Tabla 8. Porcentaje en peso de cada calibre obtenido por cada cultivar.

Calibre	MMM	MM	M	G	GG	GGG
Cultivar						
MONTALBAN	1,1	6,1	31,9	41,0	16,5	3,4
RICCIOLI	0,6	3,9	26,6	40,6	18,7	9,6
IRATI	1,3	5,1	16,0	26,8	24,9	25,8
AR 350993	2,4	4,8	22,9	24,5	32,0	13,4
REBELION	7,2	30,2	52,1	10,5		
TY-12-RZ	4,1	40,1	43,6	11,8	0,4	
MENECHINO	1,6	13,6	55,0	27,6	2,2	
CID	2,2	11,8	41,4	34,0	10,1	0,6
MARINO	1,2	11,0	36,0	38,3	10,8	2,7

No existen diferencias significativas (n.d.s.e.)

FIGURAS

Figura 1. Evaluación colorimetría. Parámetros a, b, Croma y Luminosidad L.



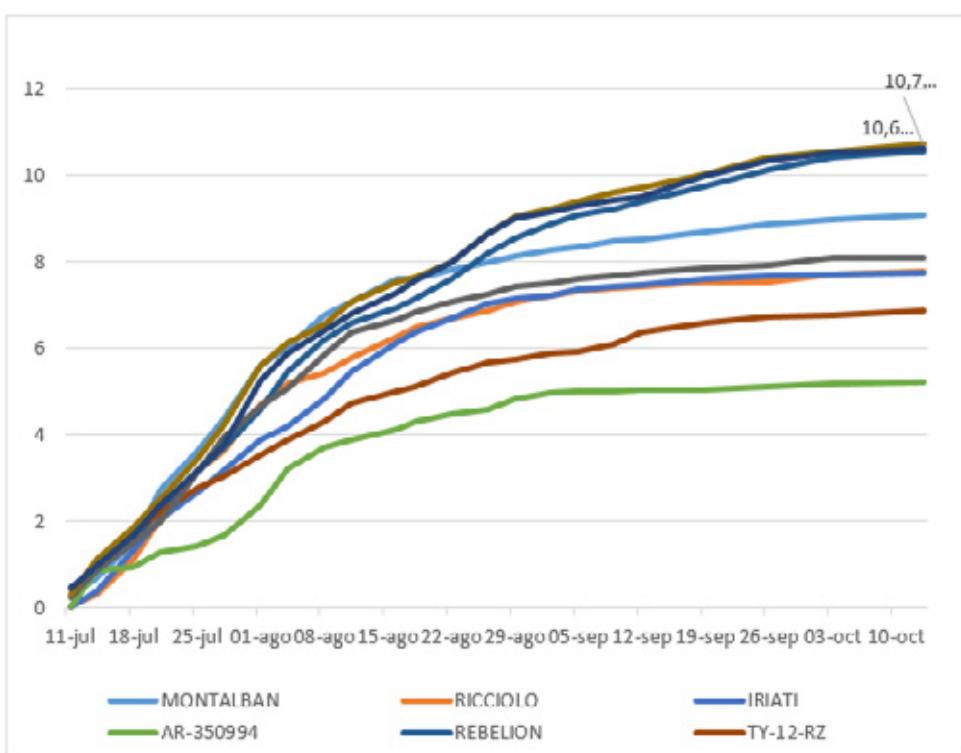


Figura 2. Producción acumulada en los diferentes cultivares expresada en kg.m⁻².

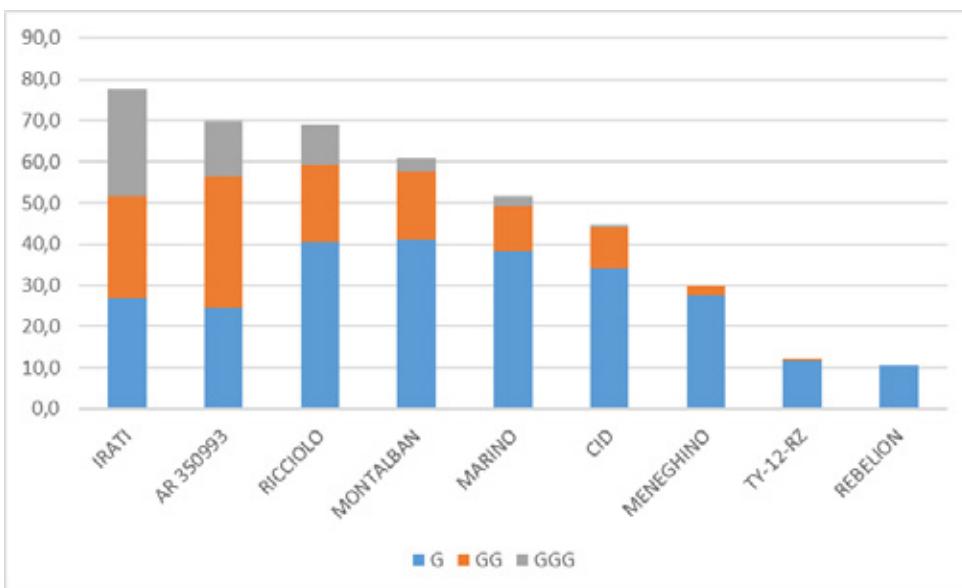


Figura 3. Distribución de calibres G, GG y GGG expresado en porcentaje sobre el total de la producción comercial.

ENSAYO DE PORTAINJERTOS DE TOMATE DE INVERNADERO EN LA ZONA CENTRO PENINSULAR. INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD

García-Villarrubia, C.; Quiñones, F.; López-Pérez, J.A.

Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (CIAPA).

Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla la Mancha (IRIAF).

RESUMEN

El empleo de portainjertos en el cultivo de tomate de invernadero es una de las herramientas existentes para afrontar los problemas ocasionados por la excesiva repetición de cultivos en sistemas intensivos para el control de diversos patógenos de suelo, tanto plagas como enfermedades, siendo ésta práctica una de las menos perjudiciales con el medio ambiente y con la biota del suelo.

En este ensayo se evaluó el comportamiento productivo y cualitativo de diferentes portainjertos sobre un cultivar de tomate asurcido, comparándose con el cultivar sin injertar en un invernadero con cubierta de policarbonato tipo Inverca situado en el Centro de Investigación Apícola y Agroambiental de Marchamalo (Guadalajara).

Aunque los resultados productivos no fueron elevados, debido a las condiciones climatológicas adversas de la campaña del ensayo, se observaron diferencias significativas entre los distintos portainjertos ensayados, los rendimientos de los portainjertos Multifort y Fortamino fueron los mayores y en cuanto a los parámetros de calidad físico-química el portainjerto Actimino obtuvo valores destacados en algunos parámetros, encontrándose d.s.e en casi la totalidad de los análisis realizados.

En cualquier caso, los valores de rendimiento y calidad de todos los portainjertos ensayados fueron netamente superiores a los obtenidos por el testigo sin injertar, lo que confirma una variada gama de material genético de portainjerto de calidad.

Palabras clave: injerto, tomate, nematodos, °Brix, Vitamina C

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas a resolver en los cultivos hortícolas de invernadero desde la prohibición del uso de bromuro de metilo es garantizar suficiente protección fitosanitaria al sistema radicular de dichos cultivos. El empleo de técnicas como la solarización y/o la desinfección con vapor de agua son de difícil aplicación práctica en algunas de las zonas productoras debido a su coste y a la difícil implantación dentro de la rotación de cultivos en los invernaderos de la zona centro peninsular.

Por otra parte, la desinfección química conlleva la destrucción de parte de la biosfera del suelo, siendo parte de ella beneficiosa para nuestros cultivos.

Junto con la biodesinfección, el injerto es una de las herramientas y prácticas más sostenibles, gracias a los continuos avances en la mejora genética por parte de las empresas de semillas, las cuales ofrecen una variada gama de material genético de portainjertos para tomate con diversidad de tolerancias y resistencias combinadas con distinto vigor, resistencias a salinidad, precocidad, resistencia a temperaturas bajas, equilibrio vegetativo/generativo, etc.

Como contrapunto, el empleo de planta injertada eleva los costes respecto a la no injertada, no obstante, es posible manejar este hecho vía densidad de plantación, ya que generalmente muestra un mayor vigor y se puede desarrollar el cultivo mediante conducciones a varios tallos por planta. Otro aspecto clave a contemplar es la posible selección de patógenos virulentos debido al reempleo de material resistente o tolerante.

El objetivo de este ensayo es evaluar el empleo de injerto en tomate estudiando una colección de 11 portainjertos y su influencia sobre la producción y la calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material Vegetal

Portainjerto	Empresa	Vigor	Características portagrano
Actimino	Enza Zaden	Medio	Resistencia alta (HR) a ToMV/Va/Vd/Fol:O,I/For. Resistencia intermedia (IR) a PI/Ma/Mi/Mj y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV:O).
Armstrong	Syngenta	Medio Alto	HR a Ff:1-2/Fol:1,2/For/Verticillium/ToMV:O-2. IR a Nematodos y Corky root rot (PI).
Arnold	Syngenta	Alto	HR a Ft:1-5/Fol:1,2/For/Verticillium/ToMV:O-2. IR a Nematodos y Corky root rot (PI).
Beaufort	De Ruiter Seeds	Bajo	HR a Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), Fusarium (Fol:O,I), Fusarium radicis (For), Verticillium (Va/Vd), Corky root (PI) y Nematodos (Ma/Mi/Mj).
DR-0141-TX	De Ruiter Seeds	Alto	HR a Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), Fusarium (Fol:O,I), Fusarium radicis (For), Verticillium (Va/Vd), Corky root (PI) y Nematodos (Ma/Mi/Mj). Resistencia alta (HR) a ToMV/Ft:A-E/Va/Vd/Fol:O,2/For.
Estamino	Enza Zaden	Alto	Resistencia intermedia (IR) a Ma/Mi/Mj y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV:O).

Fortamino	Enza Zaden	Alto	Resistencia alta (HR) a ToMV/ Ft:A-E/Va/Vd/Fol:O,2/For. Resistencia intermedia (IR) a PI/ Ma/Mi/Mj y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV:O).
Kaiser	Rijk Zwaan	Muy alto	Resistencia alta HR a ToMV:O- 2/Fol:O,1/For/PI/Va:O/Vd:O y resistencia intermedia IR a Ma/ Mi/Mj.
Kardia	Syngenta	Alto	HR a ToMV/Verticillium/Fol:1-2/For e ir a PI/Nematodos.
Maxifort	De Ruiter Seeds	Alto	Resistencia alta (HR) a ToMV, Fusarium (Fol:O,1), Fusarium radicis (For), Verticillium (Va/Vd), Corky root (Pi) y Nematodos (Ma/Mi/Mj).
Multifort	De Ruiter Seeds	Medio	Resistencia alta (HR) a ToMV, Fusarium (Fol:O,2), Fusarium radicis (For), Verticillium (Va/Vd), Corky root (Pi) y Nematodos (Ma/ Mi/Mj).
Cultivar empleado	Empresa		Características
Rebelión	Vilmorín		Resistencia alta (HR) a Virus del Mosaico del Tomate ToMV, Verticillium y Fol (O).

*HR: resistencia alta; IR: resistencia intermedia; ToMV: virus del mosaico del tomate; TSWV: Virus del bronceado del tomate; Ff: *Fulvia fulva*; Fol: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*; For: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis*; Va, Vd: *Verticillium albo-atrum*/*Verticillium dahliae*; PI: *Pyrenopeziza lycopersici* Corky root rot; Ma, Mi, Mj: *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica*.

El diseño estadístico establecido fue en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental fue de 6 m², con 18 plantas por parcela.

La plantación tuvo lugar el 26 de mayo de 2016. El marco de plantación fue de 1 m entre hileras y de 0,33 m entre plantas, conduciéndose a 1 tallo, manteniendo una densidad de 3 plantas. m⁻². Durante el cultivo se procedió a la eliminación de hojas, brotes viejos y chupones. El entutorado se realizó con hilo de rafia y grapa de plástico.

El riego se aplicó mediante goteros integrados de 12 mm de 4 L.h⁻¹. La fertilización de fondo consistió en la aplicación de 80 g.m⁻² del complejo NPK 9-18-27. A los 15 días después de trasplante se comenzó la fertirrigación mediante la aplicación de 1 g.m⁻² semanal de fosfato monoamónico, nitrato magnésico y nitrato potásico hasta la entrada en producción, aumentando a 2 g.m⁻² el nitrato potásico durante la recolección. Se aplicó calcio a esta misma dosis cada 15 días.

Se midió la producción (comercial) mensual y total de cada uno de los tratamientos descartándose el destriño (deformados, rajados, cicatriz estilar, etc.). Se realizó el calibrado del total de la producción comercial, determinándose la distribución mensual de los mismos.

En tres recolecciones durante el ciclo de cultivo se controlaron los siguientes parámetros de calidad: Dureza determinada con el sistema Durofel, medidas de la altura y diámetro, Sólidos solubles mediante refractómetro, pH, Materia seca, Vitamina C, °Brix, y parámetros de color (L, a, b, Matiz a/b, Croma) de una muestra de 5 frutos por cada parcela elemental y recolección analizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las recolecciones comenzaron el 11 de julio, dando por finalizado el ensayo el 13 de octubre de 2016, realizándose un total de 23 cosechas.

En cuanto a la distribución de las producciones se encontraron diferencias estadísticamente significativas (d.e.s.). Las mayores obtenidas en el mes de julio, fueron las obtenidas por los portainjertos Multifort y Fortamino. En los meses de agosto y septiembre fueron Multifort y Actimino los que mostraron valores más altos de la producción acumulada.

La producción comercial más alta al final del cultivo las obtuvo el portainjerto Multifort con 15,56 kg.m⁻² seguido de Fortamino con 14,74 kg.m⁻², obteniendo la menor producción el testigo sin injertar con 9,4 kg.m⁻², con d.e.s. entre los portainjertos ensayados.

Respecto al número total de frutos obtenidos por cada portainjerto, los mayores valores fueron los obtenidos por Actimino y Fortamino sin diferencias significativas entre ellos.

En cuanto a los calibres, los portainjertos que mayores porcentajes de frutos del calibre mayoritario (M) obtuvieron fueron Estamino 55,46 % y Arnold 55,30 %, en cuanto a calibres G y superiores los valores más altos fueron para Kardia con un 32,4 % y Armstrong 23,9 % (n.d.s.).

Se observan d.e.s. en los valores de los análisis de calidad, obteniendo los mayores valores de °Brix los portainjertos Actimino y Multifort; en cuanto a la Acidez total, Actimino y Estamino tuvieron los valores más altos. También se observaron d.e.s. en los valores de pH del jugo, obteniendo el mayor valor Fortamino. Finalmente, el cultivar Rebelión obtuvo el mayor valor de Materia seca, seguido de Estamino.

Sin diferencias significativas encontramos los mayores valores en concentración de Vitamina C en Actimino y Kaiser y de dureza exterior a Actimino y Maxifort.

Finalmente se observan d.e.s. en cuanto al valor de la Luminosidad, obteniendo Actimino y Maxifort los mayores valores.

CONCLUSIONES

En el presente ensayo se encontraron diferencias estadísticamente significativas para un gran conjunto de los parámetros estudiados.

En conjunto podemos afirmar que todos los portainjertos ensayados han mostrado valores superiores al testigo sin injertar para la práctica totalidad de los parámetros estudiados.

Respecto al grupo de portainjertos de productividad media, podemos destacar Kaiser que, ofreciendo unos datos de rendimiento medios, también ha mostrado datos de °Brix y concentración en Vitamina C superiores a la media del ensayo.

Podemos afirmar que el grupo de los portainjertos más productivos han obtenido además los mayores valores en un conjunto de parámetros de calidad como el contenido en sólidos solubles, concentración en Vitamina C, etc. destacando por tanto los portainjertos Actimino y Multifort en estos aspectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE MIGUEL, A.; DE LA TORRE, F.; BAIXAULI, C.; MAROTO, J.J.; JORDÁ, M.C.; LÓPEZ, M.M.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. 2007. *Inseto de hortalizas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

GINER, A.; AGUILAR, J.M.; BAIXAULI, C.; NÁJERA, I.; NUÑEZ, A. *Comportamiento agronómico de diferentes portainjertos en cultivo de tomate valenciano*. 2012. XLII Seminario de Técnicos y Especialistas en horticultura, nº:XLII: p23.

LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; ARIAS, M.; SANZ, R.; ESCUER, M. 2003. *Alternatives to the methyl bromide in greenhouses crops in Madrid Community*. Bol. San. Veg. Plagas, nº29: 481-489.

MONSERRAT, A.; LACASA, A.; GUERRERO, M.; BELTRÁN, C.; CANO, A.; ALCÁZAR, S.; ABADÍA, A. 2016. *Estrategias fitosanitarias en tomate*. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

SÁNCHEZ, E.; CATALÁ, M.; MORALES, M.; GOMÁRIZ, J.; EGEA-SÁNCHEZ, J.; COSTA, J. 2008. *Caracteres de calidad de diferentes tipos de tomates murcianos*. VIII Congreso SEAE 2008.

FOTOGRAFÍAS



Fotografías 1 y 2. Portainjertos Actimino y Multifort.

TABLAS

Tabla 1. Producción comercial en Kg.m-2 total

Rendimiento kg.m ⁻²	Total	TG	TL
Portainjerto			
MULTIFORT	15,56	a	115,2
ACTIMINO	14,90	ab	110,3
FORTAMINO	14,74	ab	109,1
KARDIA	14,72	ab	109,0
ARMSTRONG	14,48	ab	107,2
ARNOLD	13,84	abc	102,5
MAXIFORT	13,80	abc	102,2
KAISER	13,41	abc	99,3
DR-0141-TX	13,39	abc	99,1
ESTAMINO	13,27	ab	98,3
BEAUFORT	10,54	bc	78,0
REBELIÓN SIN INJERTAR (T)	9,41	c	69,7
Promedio	13,51		
Coeficiente de Varianza	13,4		

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05. TG: Índice calculado respecto al testigo; TL: Índice calculado sobre la media de todos los tratamientos ensayados

Tabla 2. Producción comercial en Kg·m⁻² obtenida en los distintos meses y producción total acumulada.

Factor de variación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Portainjerto					
Rebelión sin injertar	4,33 bc	3,72	1,21 b	0,14 b	9,41 c
Actimino	6,19 ab	6,12	2,24 ab	0,35 ab	14,90 ab
Armstrong	5,22 abc	6,39	2,45 a	0,43 ab	14,48 ab
Arnold	5,42 abc	5,67	2,13 ab	0,62 ab	13,84 abc
Beaufort	3,73 c	4,83	1,57 ab	0,42 ab	10,54 bc
DR-0141-TX	5,12 abc	6,01	1,82 ab	0,44 ab	13,39 abc
Estamino	5,25 abc	5,85	1,81 ab	0,36 ab	13,27 ab
Fortamino	6,28 ab	5,83	2,32 ab	0,32 ab	14,74 ab
Kaiser	5,75 abc	5,38	1,90 ab	0,37 ab	13,41 abc
Kardia	5,65 abc	6,63	1,95 ab	0,48 ab	14,72 ab
Maxifort	5,53 abc	6,06	1,76 ab	0,44 ab	13,80 abc
Multifort	6,46 a	6,47	2,18 ab	0,45 ab	15,56 a

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05.

Valores de Agosto no mostraron diferencias significativas

Tabla 3. Número de frutos mensual y total obtenido por cada portainjerto.

Número de frutos mensual	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Portainjerto					
Rebelión sin injertar	33,87	35,47	18,40	2,87	90,60
Actimino	43,07	43,93	21,40	3,67	112,07
Armstrong	34,87	42,93	20,20	4,00	102,00
Arnold	34,80	38,87	18,60	5,73	98,00
Beaufort	32,47	38,13	17,93	3,93	92,47
DR-0141-TX	33,20	41,73	16,60	4,73	96,27
Estamino	36,60	53,07	15,80	3,60	109,07
Fortamino	43,27	40,60	23,00	3,53	110,40
Kaiser	42,80	39,93	21,07	5,47	109,27
Kardia	33,93	41,93	18,20	5,13	99,20
Maxifort	36,67	41,20	14,53	4,13	96,53
Multifort	42,80	42,40	18,80	4,80	108,80

No existen diferencias significativas (n.s.)

Tabla 4. Porcentaje en peso de cada calibre obtenido por cada portainjerto.

Calibre	MMM	MM	M	G	GG	GGG
Portainjerto						
Rebelión sin injertar	8,60	37,60	33,86	19,59	0,36	
Actimino	4,22	28,62	47,91	17,56	1,70	
Armstrong	2,05	19,27	54,79	21,15	2,74	
Arnold	2,52	21,90	55,30	18,71	1,32	0,24
Beaufort	7,19	30,16	52,11	10,54		
DR-0141-TX	2,45	26,63	49,52	19,59	1,49	0,32
Estamino	3,59	25,75	55,46	13,07	2,13	
Fortamino	3,90	29,22	50,27	15,58	1,02	
Kaiser	4,57	24,11	51,55	17,38	2,38	
Kardia	1,73	18,32	47,59	28,21	3,20	0,94
Maxifort	2,17	25,10	52,18	18,61	1,75	0,20
Multifort	2,93	20,63	53,45	20,11	2,68	0,19

No existen diferencias significativas (n.s.)

Tabla 5. Porcentaje de calibres gruesos G y superiores obtenido por cada portainjerto.

Calibre	G	GG	GGG	Total
Portainjerto				
Kardia	28,21	3,20	0,94	32,4
Armstrong	21,15	2,74		23,9
Multifort	20,11	2,68	0,19	23,0
DR-0141-TX	19,59	1,49	0,32	21,4
Maxifort	18,61	1,75	0,20	20,6
Arnold	18,71	1,32	0,24	20,3
Rebelión sin injertar	19,59	0,36		19,9
Kaiser	17,38	2,38		19,8
Actimino	17,56	1,70		19,3
Fortamino	15,58	1,02		16,6
Estamino	13,07	2,13		15,2
Beaufort	10,54			10,5

Tabla 6. Peso medio del fruto (g) obtenido por cada calibre

Peso medio por calibre	MMM	MM	M	G	GG	GGG
Portainjerto						
Rebelión sin injertar	43,88	91,37	128,59	215,36	266,00	
Actimino	45,78	105,00	155,28	223,14	314,17	
Armstrong	46,59	95,19	154,14	218,84	314,37	
Arnold	50,27	91,79	155,25	221,40	313,67	500,00
Beaufort	42,46	94,77	151,40	221,72		
DR-0141-TX	46,32	99,18	154,78	232,30	298,70	644,00
Estamino	52,00	100,27	154,50	229,81	353,00	
Fortamino	58,10	106,22	154,00	239,99	323,57	
Kaiser	45,47	88,08	150,68	229,83	325,47	
Kardia	51,08	93,90	171,70	224,50	294,33	518,50
Maxifort	47,68	107,25	153,95	230,46	328,18	410,00
Multifort	55,13	100,49	160,08	227,75	368,35	437,00

No existen diferencias significativas (n.s.)

Tabla 7. Parámetros de calidad fresco/seco.

Calidad	°Brix	Acidez		pH	Vit. C	M. Seca (%)
Portainjerto						
Rebelión sin injertar	4,05	abc	4,97	c	4,27	c
Actimino	4,60	a	8,27	a	4,48	ab
Armstrong	3,97	abc	6,07	bc	4,46	ab
Arnold	4,05	abc	4,63	c	4,39	b
Beaufort	3,85	c	6,77	abc	4,49	a
DR-0141-TX	4,01	abc	6,63	abc	4,51	a
Estamino	4,41	abc	7,13	ab	4,51	a
Fortamino	4,42	abc	5,77	abc	4,55	a
Kaiser	4,56	ab	4,87	c	4,46	ab
Kardia	4,09	bc	6,27	abc	4,22	c
Maxifort	4,13	abc	6,07	bc	4,30	c
Multifort	4,60	a	5,23	bc	4,54	a

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05. No existen diferencias en Vit. C

Tabla 8. Evaluación de los parámetros colorimétricos.

Evaluación color	L	a	b	Matiz (a/b)		
Portainjerto						
Rebelión sin injertar	40,91	b	20,87	a	18,66	1,12
Actimino	43,61	a	19,97	abc	18,35	1,09
Armstrong	42,43	ab	18,74	abc	18,58	1,01
Arnold	41,95	ab	18,06	abc	18,56	0,97
Beaufort	43,00	ab	18,36	abc	18,35	1,00
DR-0141-TX	41,55	ab	17,97	bc	18,50	0,97
Estamino	42,26	ab	17,76	bc	17,95	0,99
Fortamino	42,16	ab	17,01	c	18,16	0,94
Kaiser	42,27	ab	16,90	c	17,78	0,95
Kardia	41,98	ab	18,76	abc	18,67	1,00
Maxifort	43,54	ab	19,02	abc	18,52	1,03
Multifort	42,97	ab	17,87	bc	18,43	0,97

n.s. n.s

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05

Tabla 9. Evaluación de parámetros morfológicos y de dureza exterior.

Morfológicos/físicos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Coeficiente de forma	Dureza (Uds. Durofel)		
Portainjerto						
Rebelión sin injertar	42,88	cd	68,18	b	0,63	52,00
Actimino	50,74	abcd	73,63	ab	0,69	51,67
Armstrong	48,27	abcd	73,58	ab	0,66	52,89
Arnold	45,26	d	66,75	b	0,66	48,67
Beaufort	49,71	abc	77,00	a	0,65	54,67
DR-0141-TX	43,92	d	66,54	b	0,66	54,44
Estamino	48,51	bcd	71,97	ab	0,67	47,67
Fortamino	51,60	ab	81,61	ab	0,63	51,11
Kaiser	51,50	abcd	74,25	ab	0,69	51,44
Kardia	43,94	abcd	73,32	b	0,60	54,89
Maxifort	55,20	ab	81,12	ab	0,68	47,78
Multifort	56,19	a	82,67	a	0,68	51,89

n.s.

n.s

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias significativas a p<0,05

FIGURAS

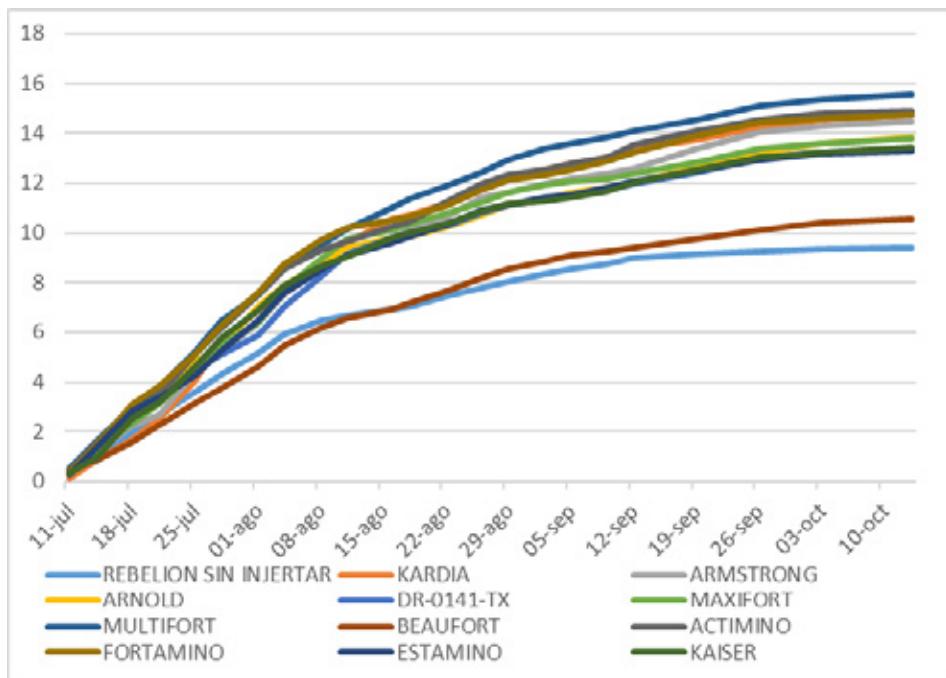


Figura 1. Producción acumulada expresada en kg.m⁻².

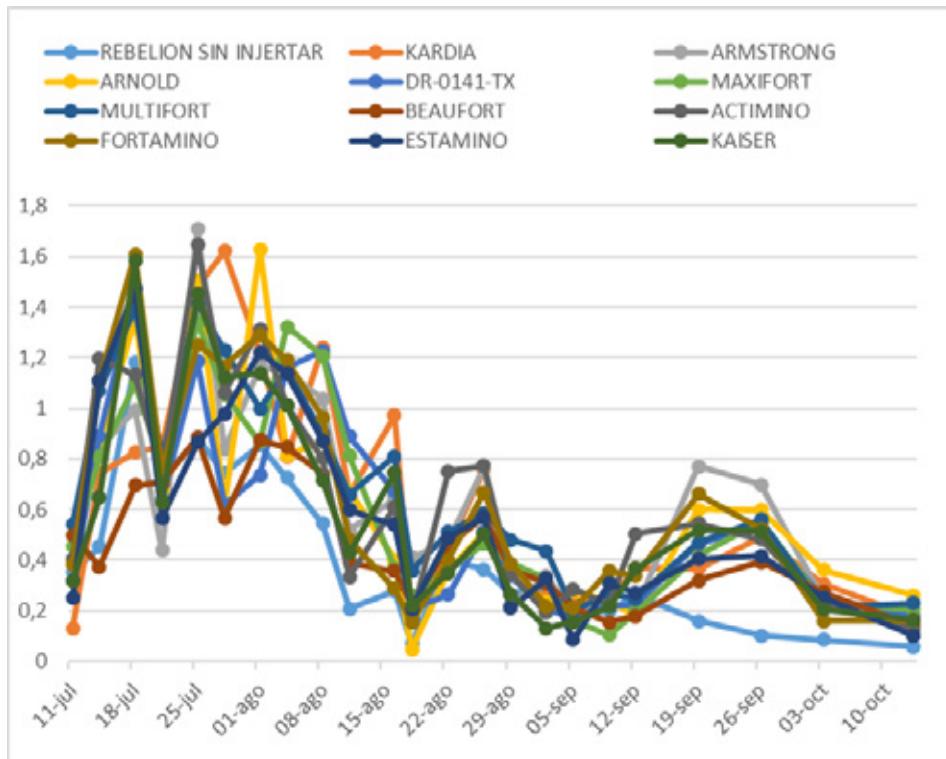


Figura 2. Evolución de la producción de cada portainjerto en kg.m⁻².

COMPORTAMIENTO DE ONCE PORTAINJERTOS FRENTE AL NEMATODO FORMADOR DE NÓDULOS *Meloidogyne incognita*

López-Pérez, J.A., García-Villarrubia Bernabé, C.

Centro de Investigación Apícola y Agroambiental (CIAPA).

Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla la Mancha (IRIAF).

RESUMEN

La limitación del uso de agroquímicos por su repercusión ambiental, ha llevado a la búsqueda de alternativas no químicas para el manejo de fitoparásitos. El uso del portainjerto en cultivos hortícolas ha permitido reducir considerablemente la utilización de herramientas químicas. En el caso de los nematodos fitoparásitos, la utilización de patrones portadores del gen de resistencia *Mi* ha contribuido a la reducción del uso de nematicidas y a mejorar el rendimiento de este cultivo. En este experimento se evaluó la incidencia del nematodo *Meloidogyne incognita* en once patrones sobre los que se injertó tomate Rebelión. Se pretende evaluar el potencial de estos patrones para multiplicar las poblaciones del fitoparásito. 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 patrón 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 el sistema radicular. Excepto en el caso de Kardia, las raíces de los patrones mostraron un incremento de volumen y de peso en comparación con el del tomate Rebelión sin injertar, que mostró un sistema radicular más reducido. Los índices de nodulación de todas las raíces fueron, en la mayoría de los casos, muy elevados salvo en Actimino, que mostró menor daño en sus raíces. Por otro lado, los patrones que menos contribuyeron a multiplicar las poblaciones de nematodo fueron Actimino, Estamino y Arnold, mientras que Beaufort resultó el patrón que más multiplicó las poblaciones por el número de huevos encontrados asociados a sus raíces. Los mejores resultados se han obtenido del patrón Actimino, con un menor índice de nodulación, lo que indica que un menor número de juveniles fueron capaces de penetrar en la raíz y parasitarla. El menor éxito en la parasitación de la raíz contribuye a que madure un menor número de hembras y por lo tanto se produzca un menor número de huevos. Se confirma que los patrones resistentes, que inicialmente no eran parasitados, acaban siéndolo en cultivos que permanecen en el mismo suelo de forma prolongada y reiterada a lo largo de los años.

Palabras clave: tomate, resistencia vegetal, poblaciones virulentas, multiplicación, patógeno

INTRODUCCIÓN

La limitación del uso de agroquímicos por su impacto ambiental, ha llevado a la búsqueda de alternativas no químicas para el manejo de fitoparásitos. El uso del portainjerto en cultivos hortícolas ha permitido reducir considerablemente la utilización de fumigantes químicos. En el caso de los nematodos fitoparásitos, son varios los patrones que se utilizan por ser resistentes, desde variedades silvestres a otras mejoradas por cruzamiento donde se incorporan los genes que confieren la resistencia, como es el caso de los patrones portadores del gen de resistencia *Mi*.

Diversos estudios han permitido describir cómo actúa este gen, no sólo ante nematodos como se creía inicialmente, sino ante un estrés biótico variado, lo cual le confiere resistencia a varios patógenos (McDowell y Woffenden, 2003) como al áfido de la patata *Macrosiphum euphorbiae* (Rossi *et al.* 1998) y a los biotipos B y Q de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Nombela *et al.*, 2003).

Su incorporación ha contribuido a la reducción del uso de nematicidas y a mejorar el rendimiento y duración de este cultivo. Es una buena herramienta que debe usarse en combinación con otras técnicas que permitan reducir las poblaciones del patógeno ya que su uso repetido lleva a que consiga parasitar las raíces. Esta rotura de la resistencia se puede deber a varios factores, temperaturas en suelo superiores a 28 °C no permiten expresar fenotípicamente la resistencia (Dropkin, 1969), aunque en los últimos años se ha visto que la planta soporta mayores temperaturas hasta verse comprometida su resistencia (Verdejo-Lucas *et al.* 2009, 2013). Por otro lado, la reiteración del monocultivo puede ocasionar que, tras varias generaciones del patógeno, se seleccionen formas virulentas capaces de parasitar a la planta resistente (López-Pérez *et al.* 2006; Talavera *et al.* 2009; Verdejo-Lucas *et al.* 2012).

Por ello, es de sumo interés conocer la contribución por parte de las plantas resistentes a la multiplicación del patógeno, ya que, aunque la planta consigue sobrevivir hasta el final del cultivo, deja en el suelo un inóculo mayor que afectará a la siguiente campaña, llegando a inutilizar la ventaja del uso de patrones resistentes (Talavera *et al.* 2012). En este trabajo se estudiará la respuesta de algunos 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 *Meloidogyne incognita*. Se estudiará tolerancia y capacidad multiplicativa del patógeno, así como la fenología de las raíces.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este experimento se evaluó la incidencia del nematodo *M. incognita* en once patrones sobre los que se injertó tomate Rebelión. El estudio se desarrolló en un invernadero con un suelo naturalmente infestado por poblaciones virulentas, capaces de parasitar plantas portadoras del gen *Mi*, debido al cultivo en campañas previas de cultivares resistentes en el mismo suelo. 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 generados 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 y Barker, 1973).

Patrones utilizados y sus resistencias a enfermedades y patógenos

Tomate	Casa comercial	Resistencia*
Injerto		
Rebelión	VILMORIN	HR: ToMV, Verticillium/Fol:O
Portainjertos		
Armstrong	SYNGENTA	HR: Ff:1-5/Fol:1,2/For/Verticillium/ ToMV:O-2, IR: Nematodos/PI
Arnold	SYNGENTA	HR: Ff:1-5/Fol:1,2/For/Verticillium/ ToMV:O-2, IR: Nematodos/PI
Kardia	SYNGENTA	HR: ToMV/Verticillium/Fol:1-2/For IR: PI/Nematodos
DR-0141-TX	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(O,1)/For/Vd/PI/ Ma,Mj
Maxifort	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(O,1)/For/Va, Vd/PI/ Ma, Mi, Mj
Multifort	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(O,1)/For/Va, Vd/PI/ Ma, Mi, Mj
Beaufort	De Ruiter	HR: ToMV/Fol(O,1)/For/Va, Vd/PI/ Ma, Mi, Mj
Actimino	ENZA ZADEN	HR: ToMV/Va/Vd/Fol:O,1/For IR: PI/Ma,Mi,Mj/TSWV
Estamino	ENZA ZADEN	HR: ToMV/Ff:1-5/Va/Vd/Fol:O-2/For IR: TSWV/Ma,Mi,Mj
Fortamino	ENZA ZADEN	HR: ToMV/Ff:1-5/Va/Vd/Fol:O-2/For IR: TSWV/PI/Ma,Mi,Mj
Kaiser	RIJK ZWAAN	HR: ToMV:O-2/Fol:O,1/For/PI/Va:O/ Vd:O. IR: Ma,Mi,Mj

*HR: resistencia alta; IR: resistencia intermedia; ToMV: virus del mosaico del tomate; TSWV: Virus del bronceado del tomate; Ff: *Fulvia fulva*; Fol: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*; For: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis*; Va, Vd: *Verticillium albo-atrum*/*Verticillium dahliae*; PI: *Pyrenopeziza lycopersici* Corky root rot; Ma, Mi, Mj: *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el estudio del comportamiento de las raíces de los distintos patrones se recogen en la *Tabla 1*. Todas las plantas estudiadas estaban infestadas por el nematodo formador de nódulos.

En relación a los índices de nodulación (*Fig. 1*), en general fueron muy elevados debido al largo período de duración del cultivo y a la presencia de altas poblaciones del nematodo en el suelo del invernadero. A pesar de esto, Armstrong y Actimino presentaron algunas raíces con el índice menor (IN = 2), y junto a Kardia, Arnold y Beaufort fueron los únicos patrones que presentaron alguna raíz con IN < 5. En conjunto, Actimino y Arnold mostraron los valores más bajos.

Con respecto al peso de las raíces (*Fig. 2*), Rebelión sin injertar muestra el peso menor, pero hay otros patrones con peso estadísticamente similar. El tamaño y peso de la raíz está condicionado por numerosos factores, pero es importante la precocidad y éxito de la parasitación, ya que afectará a su posterior desarrollo. Los patrones ofrecen resistencia a la parasitación, por lo que pocos de los juveniles infectivos tendrán éxito en su ataque, lo cual permite que ésta se establezca, desarrolle y proliferen raicillas secundarias, que son las primeras que se ven afectadas en plantas susceptibles. Cuando los nematodos son numerosos y consiguen mermar la funcionalidad de la raíz, la planta puede responder con un crecimiento mayor para compensar. En nuestro ensayo, las raíces de Armstrong, DR-0141-TX, Maxifort, Multifort, Beaufort y Estamino doblan el peso de la raíz de Rebelión y el resto de los patrones pesan al menos un 50% más.

Todas las raíces estudiadas presentaron masas de huevos (*Fig. 3*), lo que indica que la parasitación fue eficaz. Los juveniles penetran en la raíz y pasan a formar hembras maduras capaces de producir nuevos huevos, que se muestran agrupados en forma de masa de huevos. Arnold, Multifort, Actimino y Estamino mostraron los valores más bajos, la multiplicación de las poblaciones fue menor en estas raíces. En el otro extremo se encuentra Beaufort que, en comparación con los patrones antes mencionados, duplica el número de huevos por gramo de raíz. Nuestros resultados confirman que el patrón Beaufort contribuye al aumento de las poblaciones de *Meloidogyne* spp., como indicaron Lopez-Pérez *et al.* (2006) para *M. incognita* y Cortada *et al* (2008) para *M. javanica*.

En cuanto al número de plantas muertas, Rebelión y Beaufort fueron las más afectadas, por encima del 20% de sus plantas murieron, aunque no se puede asociar al daño producido por el nematodo.

Los resultados obtenidos en este ensayo pueden diferir ante poblaciones de *M. incognita* no virulentas, donde con toda seguridad, aparecerían raíces sin nódulos o con IN más bajos.

CONCLUSIONES

En general, los resultados indican que Multifort, Fortamino y Kaiser, muestran un comportamiento similar al tomate sin injertar, ya que no hay diferencias sig-

nificativas en ninguno de los parámetros estudiados. Beaufort es el patrón que más contribuye a multiplicar las poblaciones, no solo por tener el mayor inóculo por unidad de raíz (n^o huevos. g raíz $^{-1}$), sino que, además, es el que presenta un mayor sistema radicular (peso raíz) y, por lo tanto, incrementa aún más las poblaciones. Nuestros resultados indican que, ante el mismo inóculo inicial presente en el invernadero, las raíces de los portainjertos Arnold, Actimino, Estamino y Multifort portaron la menor cantidad de huevos en comparación con el resto.

En conjunto, el mejor comportamiento se obtuvo de los patrones Actimino y Arnold, ya que son los que menor IN y número de huevos tuvieron y un volumen de raíz medio. Todo ello contribuye a no incrementar en exceso las poblaciones para la siguiente campaña, aunque siempre es recomendable incluir un tratamiento que reduzca las poblaciones como una biofumigación o un abono verde.

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.
- DROPKIN, V.H. 1969. *The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to Meloidogyne reversal by temperature*. Phytopathology 59, 1632-1637.
- 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.
- McDOWELL, J.M.; WOFFENDEN B.J. 2003. *Plant disease resistance genes: recent insights and potential applications*. TRENDS in Biotechnology 21, 178-183.
- NOMBELA G.; WILLIAMSON V.M.; MUÑIZ M. 2003. *The root-knot nematode resistance gene Mi-1.2 of tomato is responsible for resistance against the whitefly Bemisia tabaci*. Molecular Plant-Microbe Interactions 16, 645-9.
- ROSSI M.; GOGGIN, F.L.; MILLIGAN, S.B.; KALOSHIAN, I.; ULLMAN, D.E.; WILLIAMSON, V.M. 1998. *The nematode resistance gene Mi of tomato confers resistance against the potato aphid*. Proc. Natl. Acad. Sci. 95, 9750-9754.
- TALAVERA, M.; SAYADI, S.; CHIROSA-RIOS, M.; SALMERÓN, T.; FLOR-PEREGRIN, E.; VERDEJO-LUCAS, S. 2012. *Perception of the impact of root-knot nematode induced diseases in horticultural protected crops of south-eastern Spain*. Nematology 14, 517-527.
- 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.; BLANCO, M.; CORTADA, L.; SORRIBAS, F.J. 2013. *Resistance of tomato rootstocks to Meloidogyne arenaria and Meloidogyne javanica under intermittent elevated soil temperatures above 28 °C*. Crop Prot. 46, 57-62.

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.

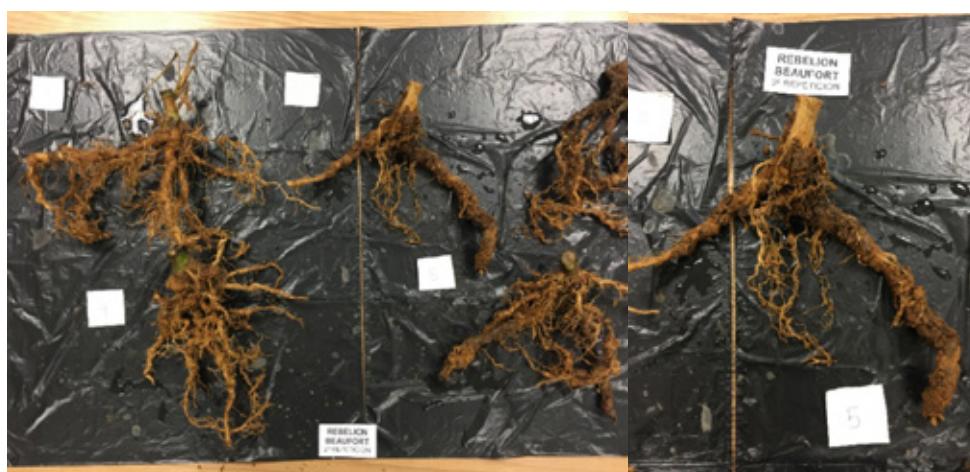
AGRADECIMIENTOS

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.

FOTOGRAFÍAS



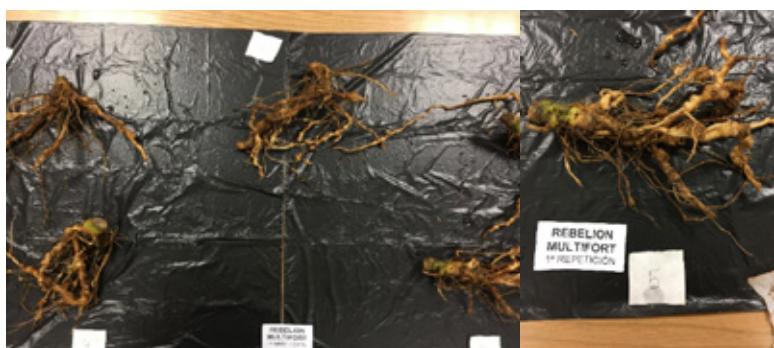
Fotografía 1. Raíces tomate Rebelión sin injertar y detalle de una raíz.



Fotografía 2. Raíces patrón Beaufort y detalle de una raíz.



Fotografía 3. Raíces patrón Actimino y detalle de una raíz.



Fotografía 4. Raíces patrón Multifort y detalle de una raíz.

TABLAS

Tabla 1. Incidencia de *M. incognita* en los patrones ensayados*

Tomate	Índice nodulación (n = 54)	% plantas IN < 5	Nº huevos. g raíz ⁻¹ (n = 15)	Peso raíz (g) (n = 15)	Plantas muertas (n = 54)
Injerto					
Rebelión	8,6 ± 0,1	e	0	418.133,3 ± 69.321,5	ab
Portainjertos					
Kardia	7,7 ± 0,2	cd	9,3	329.333,3 ± 59.113,0	ab
Armstrong	7,6 ± 0,2	bc	11,1	396.640,0 ± 56.061,6	ab
Arnold	6,8 ± 0,3	ab	18,5	235.200,0 ± 32.669,7	a
DR-0141-TX	8,4 ± 0,1	de	0	389.066,7 ± 61.241,1	ab
Maxifort	8,3 ± 0,1	cde	0	350.346,7 ± 54.529,2	ab
Multifort	8,6 ± 0,1	e	0	281.546,7 ± 34.523,1	a
Beaufort	8,2 ± 0,1	cde	1,9	565.813,3 ± 54.108,4	b
Actimino	6,4 ± 0,3	a	24,1	249.706,7 ± 42.139,6	a
Fortamino	8,2 ± 0,1	cde	0	418.133,3 ± 54.039,0	ab
Estamino	8,0 ± 0,2	cde	0	292.533,3 ± 63.617,8	a
Kaiser	8,2 ± 0,1	cde	0	403.466,7 ± 60.812,1	ab

*Valor medio ± Error Estándar. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas de acuerdo al Test HSD de Tukey (p < 0,05).

FIGURAS

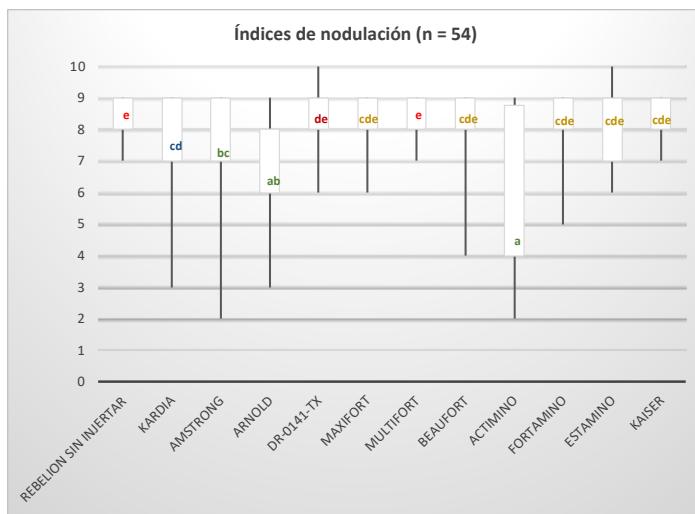


Figura 1. Índices de nodulación en una escala de 0 a 10 (Bridge y Page 1980).

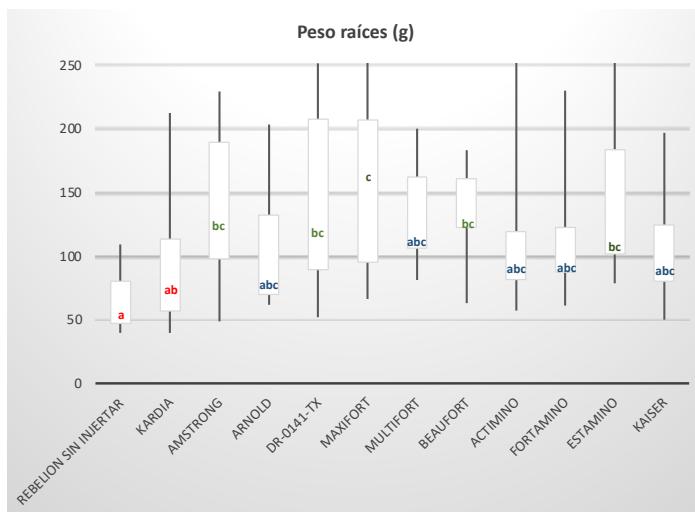


Figura 2. Promedio del peso de 15 raíces de los diferentes portainjertos estudiados.

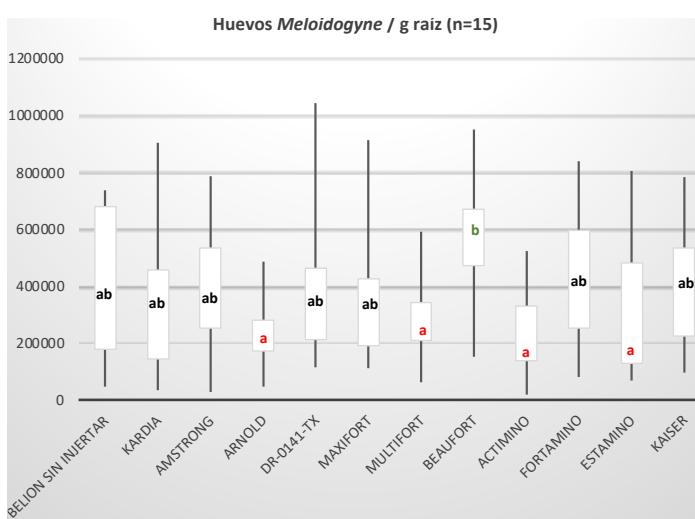


Figura 3. Promedio del número de huevos por gramo de raíz (n=15).

EFFECTO DE NOVIHUM® SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN CULTIVOS DE PIMIENTO Y TOMATE EN INVERNADERO

Carricando Martínez, I.¹; Del Río-Celestino, M.²; Font, R.²; Schroeder, H.³; Werthwein, A.³; Castillo-Martínez, P.³; Baeza Cano, R.⁴; García-García, M.C.⁴

*¹ Unica Group.

*² Laboratorio Agroalimentario de Córdoba.

*³ Novihum Technologies.

*⁴ Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

Tomate y pimiento son los cultivos de solanáceas más importantes a nivel mundial, con una producción que sobrepasa los 200.000 millones de kilos. En Almería, importante zona productora extratemprana, se realiza cultivo de primor protegido, ocupando ambos cultivos más de dos tercios del total de las 30.000 ha de invernadero que posee la provincia.

La fertilización es un importante requerimiento agronómico que en la actualidad debe cumplir con exigencias legislativas relativas al respeto ambiental; por ello, las industrias trabajan en fertilizantes con un empleo cada vez más sostenibles. NOVIHUM® es un abono orgánico mineral de nitrógeno. NOVIHUM® se produce a base de lignito en un proceso de amonólisis oxidativa; se trata de un abono de lenta liberación que contiene un 62% de sustancias húmicas y un 3,9% de nitrógeno.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto que un suelo tratado con el humus NOVIHUM® tiene sobre la producción y la calidad físico-química (peso fresco, peso seco, índice de forma, índice de madurez, color, textura, dulzor, pH y acidez), y en especial aquellos caracteres relacionados con propiedades beneficiosas para la salud del consumidor (ácido ascórbico, carotenoides, compuestos fenólicos), en frutos de tomate y pimiento, así como su comparativa con diversas materias orgánicas.

Palabras clave: lignito, nitrógeno, lenta liberación

INTRODUCCIÓN

Tomate y pimiento son los cultivos de solanáceas más importantes a nivel mundial, con una producción que sobrepasa los 200.000 millones de kilos. En Almería, importante zona productora extratemprana, se realiza cultivo de primor protegido, ocupando ambos cultivos más de dos tercios del total de las 30.000 ha de invernadero que posee la provincia.

La fertilización es un importante requerimiento agronómico del que directamente depende la productividad y la calidad de la cosecha y, en la actualidad, debe cumplir con exigencias legislativas relativas al respeto ambiental en pro de una mayor sostenibilidad de los sistemas agrarios. Es de resaltar la legislación existente sobre *Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitratos procedentes de Fuentes Agrarias*. Por ello, las industrias trabajan en nuevos fertilizantes que cumplan estos requisitos.

En este contexto, se están realizando ensayos de aplicación de NOVIHUM®, una novedosa materia orgánica con nitrógeno de lenta liberación, en diferentes sectores agrícolas de España: frutos rojos, vid, frutales..., aportando en este estudio la información objetiva obtenida de los ensayos de tomate y pimiento en invernadero realizados en explotaciones particulares y centros de investigación, respectivamente.

Objetivo General. Estudiar los efectos de la aplicación del fertilizante NOVIHUM® en la cosecha de las dos principales hortalizas, tomate y pimiento, del sistema de cultivos enarenados en invernadero de Almería.

Objetivo Específico 1. Ensayo de NOVIHUM® y vermicompost aplicado en cultivo de **tomate** durante la campaña de primavera 2017 y la consecutiva campaña de otoño 2017/18. Análisis de producción y calidad de fruto.

Objetivo Específico 2. Ensayo de NOVIHUM®, vermicompost y estiércol aplicado en cultivo de **pimiento** durante la campaña de otoño 2017/18. Análisis de producción y calidad de fruto.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Material y métodos Objetivo 1: TOMATE

1.1. Datos agronómicos y análisis de producción

Como material vegetal se utilizó un cultivar de tomate tipo kumato. El ensayo se realizó en un invernadero comercial de 4.650 m² de superficie, localizado en Alhama de Almería (Almería). La plantación se realizó el 24/02/2017, con una densidad de plantación de 1 planta.m⁻². La fertirrigación fue homogénea y convencional. Los tratamientos consistieron en la aplicación al suelo del producto NOVIHUM®, granulado concentrado de humus estable producido a través de una modificación química de lignito, a dosis 184 g.m⁻² en la mitad del invernadero y se consideró zona tratada con vermicompost la restante mitad, a la cual el agricultor aportó 283 g.m⁻² de RECIFERTIL (vermicompost). A continuación, se volvió a plantar el mismo cultivar el 29/07/17 y no se aplicaron ninguna de las materias orgánicas aportadas en el primer ensayo.

Los datos de producción fueron aportados por la comercializadora, previa separación en campo de los tratamientos ensayados y entrega a la misma. Los frutos fueron tipificados en sus diferentes calibres comerciales.

1.2. Análisis de calidad físico-química de los frutos

Muestreo: Los frutos de tomate fueron cosechados manualmente de diferentes alturas de las plantas (baja, media y superior) en tres fechas diferentes de recolección (31 de mayo, 14 de junio y 28 de junio de 2017). Estos fueron cosechados en la madurez comercial correspondiente a este tipo de cultivar de tomate, rompiente (*breaker*), e inmediatamente después fueron transportados al laboratorio de Postcosecha (45 km) en el Centro IFAPA La Mojonera. Para cada tratamiento y fecha de recolección, 18 tomates fueron recogidos correspondiendo a 3 tomates de 6 plantas diferentes; las determinaciones de la calidad se realizaron individualmente en cada fruto de tomate.

Parámetros analizados:

Peso y calibre: el peso del fruto se determinó con una balanza digital de precisión; los resultados se expresaron en gramos. Los diámetros verticales y horizontales se midieron utilizando un calibre digital.

Peso seco: el peso seco del fruto se determinó mediante un liofilizador previa congelación a -80°C, determinándose el porcentaje de humedad a partir de la diferencia peso fresco-peso seco. Índice de forma: El índice de forma (IF) que determina las dimensiones y la morfología del fruto se determinó por la razón entre el diámetro medio vertical y el horizontal.

Color: el color se determinó en la piel y en la pulpa mediante un espectrocolorímetro portátil, a través de la escala CIE L*, a* y b*, realizando tres lecturas en la zona ecuatorial del fruto separadas aproximadamente 120° para la piel y en la pulpa, de acuerdo con Centurión *et al.*, (2008).

Firmeza: la firmeza se determinó con un analizador de textura, con una velocidad de penetración de 2mm.s⁻¹ y una deformación de los frutos de 10mm y una sonda metálica de 4mm de diámetro.

Acidez titulable y pH: tanto el pH como la acidez titulable (% ácido cítrico, mayoritario en tomate y pimiento maduro) se determinaron con el jugo de frutos triturados, mediante un potenciómetro según método de la AOAC (1990).

Sólidos solubles totales: se midieron con el jugo de frutos licuados y decantados con un refractómetro digital. Índice de madurez: se calculó a partir del cociente Sólidos solubles totales/Acidez Titulable. Ácido ascórbico: la determinación se realizó según la técnica de titulación volumétrica de óxido reducción en medio ácido a partir del fruto fresco; se aplicó el método detallado en Blanco-Díaz *et al.*, (2014). Las valoraciones se efectuaron con titulador automático.

Licopeno: para su determinación se utilizó el método descrito por Fish *et al.* (2002). El contenido de licopeno se estimó usando la absorbancia a 503nm.

Fenoles totales: el contenido en fenoles se determinó mediante el ensayo de Folin y Ciocalteau (Nicoletto *et al.*, 2013) utilizando la absorbancia leída a 765nm mediante un espectrofotómetro UV-Visible.

1.3. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos para cada uno de los parámetros estudiados se realizó un análisis de varianza (ANOVA). En todos los casos, cuando hubo diferencias estadísticamente significativas, se procedió a la comparación de medias por el método de Tukey ($p<0,05$). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software Statistix 8.0.

2. Material y métodos Objetivo 2: PIMIENTO

2.1. Datos agronómicos y análisis de producción

Como material vegetal se utilizó el pimiento comercial cv. Melchor. El ensayo se realizó en un invernadero experimental de IFAPA La Mojónera, de 1.000 m² de superficie, localizado en el T.M. de La Mojónera, provincia de Almería. La plantación se realizó el 08/09/2017, con una densidad de plantación de 2 plantas.m⁻². La fertirrigación fue homogénea y convencional. Los tratamientos consistieron en la aplicación al suelo del producto NOVIHUM® a dosis 250 g.m⁻², vermicompost a dosis 600 g.m⁻², estiércol a dosis 1.650 g.m⁻² y testigo.

Los pimientos cosechados fueron pesados para cada tratamiento y repetición por personal especializado. Los frutos fueron tipificados en sus diferentes calibres comerciales.

2.2. Análisis de calidad físico-química de los frutos

Muestreo: Los frutos de pimiento fueron cosechados manualmente en la época de mayor producción y en su madurez comercial, en color rojo. Se recolectaron y analizaron 3 frutos de pimiento para cada tratamiento y repetición.

Parámetros analizados: los parámetros y la metodología para analíticas físico-químicas y nutricionales coinciden con las del apartado 1.2.

2.3. Análisis estadístico

Coincidente con el apartado 1.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados Objetivo 1: TOMATE

Las producciones de tomate obtenidas en la primera campaña fueron similares con las aportaciones de Vermicompost (7.40 kg.m⁻²) y Novihum (7.25 kg.m⁻²), siendo más elevado el porcentaje de I-G para la parcela donde se aplicó Novihum (*Tabla 1*). Ambas aportaciones, por tanto, muestran un efecto igualado en la producción de frutos. Los datos de producción en la segunda campaña (otoño

2017/18) demuestran una clara ventaja ($+1.04 \text{ kg.m}^{-2} = 10.400 \text{ kg.ha}^{-1} = +14,8\%$) en la parcela con aplicación de Novihum (8.05 kg.m^{-2}) en comparación con Vermicompost (7.01 kg.m^{-2}) (*Tabla 2*), lo cual subraya el efecto del producto NOVIHUM® a medio/largo plazo.

En relación a los análisis de calidad de fruto, en general, no se obtuvieron diferencias significativas en los parámetros que a continuación se relacionan, indicando el intervalo de resultados obtenido: Peso fresco (PF) medio de fruto: 78.99-129.13 g; Índice de forma: 0.81-0.85; Peso seco (PS) medio de fruto: 7.08-8.00 g; Textura: 20.98-22.94 N; Ácido cítrico: 0.53-0.74 g.100 g⁻¹ PF; pH: 3.70-4.14; Vit. C: 11.05-15.81 g. 100 g⁻¹ PF; Licopeno: 0.64-1.04 g.100 g⁻¹ PF; Fenólicos: 20.05-27.98 g.100 g⁻¹ PF. Los datos de color obtenidos son los propios de los cultivares tipo Kumato y no varían significativamente entre tratamientos.

Sí se ha podido comprobar un efecto positivo del producto NOVIHUM® en el contenido total de sólidos solubles, expresado en °Brix, un criterio importante para determinar la calidad del tomate (*Fig. 1*).

2. Resultados Objetivo 2: PIMIENTO

Los datos de producción reflejados en la *Figura 2* (producción comercial) demuestran el efecto positivo del aporte de materia orgánica en el suelo. Tanto con la aplicación de estiércol (6.48 kg.m^{-2}) como de NOVIHUM® (6.53 kg.m^{-2}) el incremento en la producción es significativamente superior comparado con las parcelas testigo, esto es, sin aporte de materia orgánica (5.60 kg.m^{-2}). El incremento alcanzado con NOVIHUM® supone $0.93 \text{ kg.m}^{-2} = 9.300 \text{ kg.ha}^{-1}$), un plus del 16.6%. El tratamiento con Vermicompost obtuvo una producción intermedia de 5.91 kg.m^{-2} .

En relación a los análisis de calidad de fruto, en general, no se obtuvieron diferencias significativas en los parámetros que a continuación se relacionan, indicando el intervalo de resultados obtenido: Peso fresco medio de fruto: 236.81-240.93 g; Textura: 16.69-19.64 N; Carotenos: 1.53-1.77 mg.g⁻¹ PS.

Los mayores valores en °Brix (9.60) y pH (5.22) se obtuvieron en el Testigo. Los tratamientos Novihum y Testigo alcanzaron significativamente los mayores valores de Ácido cítrico 0.43 y 0.47 g. 100 g⁻¹ PF, respectivamente.

La Vit. C y los Fenólicos obtuvieron sus mayores valores para el tratamiento Novihum (259.42 g.100 g⁻¹ PF y 15.15 mg.g⁻¹ PS, respectivamente), importantes compuestos antioxidantes del pimiento (*Fig. 3*).

Los datos de color obtenidos son los propios de los cultivares tipo Melchor, siendo similares en todos los tratamientos a excepción del Testigo, que significativamente obtuvo, en general, valores inferiores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA, 414-420.
- BLANCO-DÍAZ, M.T.; DEL RÍO-CELESTINO, M.; MARTÍNEZ-VALDIVIESO, D.; FONT, R. 2014. *Use of visible and near-infrared spectroscopy for predicting antioxidant compounds in summer squash (Cucurbita pepo ssp pepo)*. Food Chem. 164:301-308.
- CENTURIÓN, A.R.; SOLÍS, S.; SAUCEDO, C.; BÁEZ, R.; SAURI, E. 2008. *Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (Hylocereus undatus) durante su desarrollo*. Rev. Fitotec. Mex. 31: 1-5.
- FISH, W.W.; PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K. 2002. *A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents*. J. Food Compos. Anal. 15(3): 309-317.
- NICOLETTTO, F.; TOSINI, P.; SAMBO, P. 2013. *Effect of grafting and ripening condition on some qualitative trait of “Cuore di bue” tomato fruits*. J. Sci. Food. Agr. 93:1397-1403.

TABLAS

Tabla 1. **Datos de producción total, tipificación y cálculo de diferencias del ensayo de TOMATE 2017 - campaña 1 -**

TIPIFICACIÓN	I-G	I-M	I-MM	I-3M	III	Destrio	Producción (kg.m ⁻²)
Vermicompost	0,51	3,98	1,91	0,05	0,91	0,03	7,40
Novihum	0,63	3,82	1,83	0,02	0,91	0,03	7,25
Diferencia (%)	23,2	-4,0	-4,4	-56,0	0,1	0,1	-2,1

Tabla 2. **Datos de producción total, tipificación y cálculo de diferencias del ensayo de TOMATE 2017/2018 - campaña 2 -**

TIPIFICACIÓN	I-G	I-M	I-MM	I-3M	Verde	III	Destrio	Producción (kg.m ⁻²)
Vermicompost	0,56	4,10	1,54	0,17	0,02	0,57	0,02	7,01
Novihum	0,66	4,70	1,75	0,19	0,04	0,69	0,03	8,05
Diferencia (%)	+17,5	+14,2	+13,2	+12,7	+50,4	+18,6	+45,3	+14,3

FIGURAS

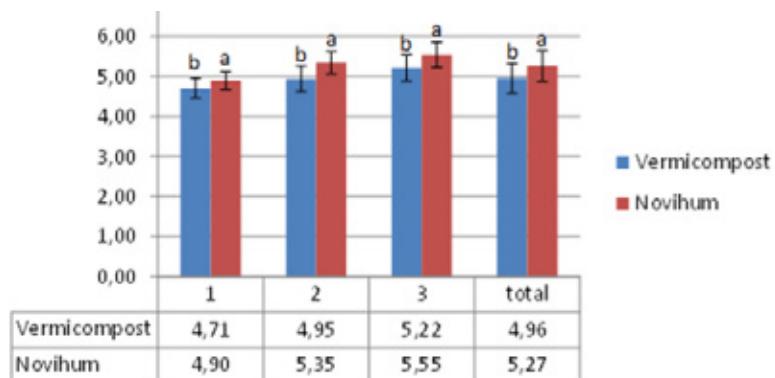


Figura 1. Contenido en Sólidos Solubles de los frutos de tomate ensayados bajo tratamiento con Vermicompost y con Novihum. Barras y valores medios con la misma letra indican diferencia no significativa entre tratamientos para cada una de las tres recolecciones. Prueba Tukey ($P<0.05$).

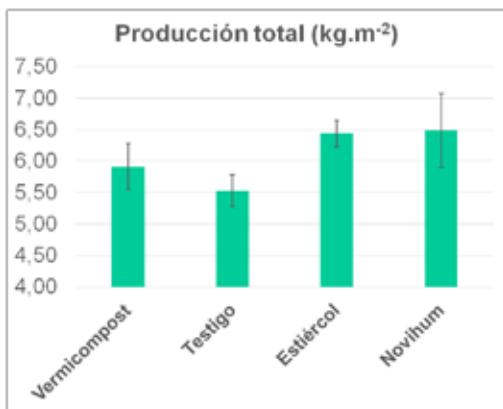


Figura 2. Datos de producción del ensayo de PIMENTO 2017/2018. Barras y valores medios con la misma letra indican diferencia no significativa entre tratamientos para cada las tres recolecciones. Prueba Tukey ($P<0.05$).

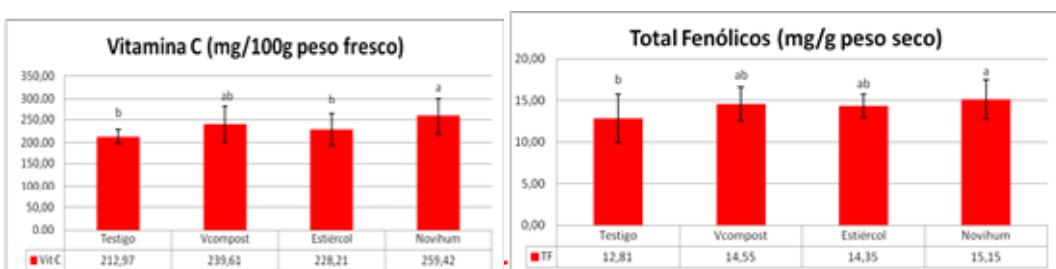


Figura 3. Contenido en Vitamina C y total de fenólicos en los frutos de pimiento ensayados bajo diferentes tratamientos. Barras y valores medios con la misma letra indican diferencia no significativa entre tratamientos para cada una de las tres recolecciones. Prueba Tukey ($P<0.05$).

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE PAPA BLANCA EN LA ZONA NORESTE DE TENERIFE. CAMPAÑA 2017

Rodríguez Padrón, S.²; Santos Coello, B.¹; Bentabol Manzanares, A.¹; Ríos Mesa, D. J.^{1,2}.

*¹ Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

*² Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

El cultivo de la papa en Tenerife sigue teniendo una gran importancia al ser el tercer cultivo en importancia en cuanto a superficie, detrás del plátano y la viña, tratándose de la principal actividad agraria de las medianías altas de la isla. Una de las principales actuaciones de experimentación agraria del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife es el estudio del comportamiento agronómico de los cultivares existentes en el mercado y su adaptación a las condiciones de cada zona productora. Por ello se ha realizado en la campaña 2017 un estudio de los cultivares comerciales disponibles en Canarias, que puede permitir conocer los nuevos cultivares y su comportamiento de las mismas en nuestras condiciones. Se estudiaron 11 cultivares de papa blanca teniendo como testigo a Druid, ya que es uno de los más que han tenido una mayor aceptación y distribución en Canarias. La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, en el municipio de La Laguna (NE de la isla), a una altura de 554 msnm. Las labores de cultivo tales como riego, abonado y tratamientos fitosanitarios fueron los habituales en la zona, todos amparados bajo la normativa de Producción Integrada de Canarias. El ensayo se sembró el día 19 de febrero de 2017. La recolección se hizo entre el 1 y el 26 de junio. Los datos evaluados en el ensayo fueron la duración del cultivo, la producción total y comercial, el tamaño de los tubérculos, el porcentaje de materia seca y se realizó una cata para intentar evaluar la calidad organoléptica. Libertie y Saggita, entre los cultivares de piel blanca, y Manitou entre los de piel roja tuvieron un buen comportamiento, con valores de producción similar a los del testigo, un ciclo más corto y resultados en la prueba de cata similares o mejores.

Palabras clave: cultivares comerciales, *Solanum tuberosum*, Canarias.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa en Tenerife sigue teniendo una gran importancia al ser en 2016 el tercer cultivo en importancia en cuanto a superficie, detrás del plátano y la viña, tratándose de la principal actividad agraria de las medianías altas de la isla, especialmente en la vertiente Norte y en San Miguel, Granadilla y Vilaflor

en el Sur. El sector de la papa se ha visto afectado en los últimos años por la situación social que vive el mundo rural, existiendo una tendencia a la incorporación de nuevas explotaciones, aunque siguen existiendo problemas como la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), los bajos precios de venta y la falta de relevo generacional.

Una de las principales actuaciones de experimentación agraria del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife es el estudio del comportamiento agronómico de los cultivares existentes en el mercado y su adaptación a las condiciones de cada zona productora. Por ello se ha realizado en la presente campaña un estudio de los cultivares comerciales disponibles en Canarias, que puede permitir a los agricultores y agricultoras conocer los nuevos cultivares y su comportamiento en nuestras condiciones (afección de plagas y enfermedades, producción, etc.).

MATERIAL Y MÉTODOS

En este ensayo se estudiaron 11 cultivares de papa blanca, teniendo como testigo a Druid, ya que es uno de los cultivares que en los últimos años ha tenido una mayor aceptación y distribución en Canarias. Valor y Sunset son cultivares que ya han sido probadas en otros ensayos de campañas pasadas (Díaz *et al.*, 2013) pero se han repetido este año, debido a sus buenos resultados y a su diferenciación en la duración del ciclo de cultivo.

La siguiente tabla muestra las principales características de los cultivares ensayados:

Cultivar	Color piel	Empresa productora
Alibaba	Roja	IPM
Divaa	Blanca	Caithness
Druid	Roja	IPM
Fandango	Blanca	IPM
Libertie	Blanca	Caithness
Manitou	Roja	Agrico
Royal	Blanca	Danespo
Sagitta	Blanca	HZPC
Sunset	Roja	Cygnet
Valor	Blanca	Caithness
Vanilla	Blanca	IPM

La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección de Ingeniería Agraria, en el municipio de La Laguna, a una altura de 554 msnm. La parcela utilizada está situada en la finca Tahonilla Baja.

Las labores de cultivo tales como riego, abonado y tratamientos fitosanitarios fueron los habituales en la zona, todos amparados bajo la normativa de Pro-

ducción Integrada de Canarias (BOC nº 157 de 13.8.2004), recibiendo todos los cultivares el mismo trato agronómico. En la siembra se aportó como abonado de fondo 93 gramos.m⁻² de un abono complejo 20-10-10. A finales de marzo se aportó en cobertura sulfato potásico a razón de 27 gramos.m⁻². Esto supuso unos aportes totales de 186 UF.ha⁻¹ de N, 93 UF.ha⁻¹ de P₂O₅ y 228 UF.ha⁻¹ de K₂O.

En el ensayo se recurrió a un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones y 11 tratamientos, correspondientes a los cultivares. El tamaño de la parcela experimental fue de 10,8 m² (5 surcos de 3,6 m de largo y 0,75 m de ancho). Las 33 parcelas experimentales y los 3 bloques se separaron por unos pasillos de 0,75 m de ancho, para facilitar la toma de datos y evitar el efecto borde. El número de papas por surco experimental fue el mismo para cada tratamiento y repetición. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la diferencia significativa menor (LSD), utilizando el programa Stastitix 10.

El ensayo se sembró el día 19 de febrero de 2017. Para la siembra se utilizaron tubérculos partidos longitudinalmente desde la yema principal. La siembra se hizo de forma manual con la ayuda de un motocultor para realizar el asurcardo y el tapado, con una profundidad media de 15 cm. La recolección se hizo de forma semimecanizada, entre el 1 y el 26 de junio.

Los controles de datos evaluados en el ensayo fueron:

- **Duración del ciclo de cultivo:** Se determinó la fecha en que se alcanzó el 50 % de senescencia de las plantas en cada parcela experimental.
- **Incidencia** de plagas y enfermedades según cultivares.
- **Producción total y comercial.** Se pesó la producción antes y después de determinar los destíos en cada parcela experimental.
- **Destíos.** Se determinó el destío por daños mecánicos en la recolección, incidencia de sarna común (*Streptomyces scabies*), de polillas (*Tecia solanivora* y *Pthorimaea operculella*) y de verdeo.
- **Calibrado.** Se calibró toda la producción por bloques y cultivar, con una tabla calibradora. Las papas se clasificaron en 5 tamaños: menores de 20 mm, entre 20 y 40 mm, entre 40 y 60 mm, entre 60 y 80 mm y mayor de 80 mm.
- **Prueba de Cata.** Se realizó una cata a ciegas con las papas obtenidas en el ensayo, con el objetivo de evaluar la calidad organoléptica y su aptitud tanto para frito como guisado. Se celebró en La Casa de la Miel en El Sauzal, el día 21 de julio de 2017. Para ello acudieron ocho catadores pertenecientes al papel habitual de cata. Todas los cultivares de papas se guisaron y frieron en las mismas condiciones. La puntuación fue sobre 10.

Se tomaron datos de temperatura y humedad durante la experiencia, registrados en la estación agrometeorológica de la Escuela Politécnica Superior. Los datos de la temperatura se presentan en la *Figura 1*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración del ciclo de cultivo

En la *Tabla 1* se presenta la duración del ciclo de cultivo. Fandango, Royal, Libre-
te, Divaa, Sagitta y Manitou se pudieron englobar dentro de un ciclo corto, al
recogerse a los 102 días de la siembra (3 meses y 12 días). Valor, Alibaba, Vanilla
y Druid se recogieron a los 112 días (3 meses y 22 días) mientras que Sunset se
recolectó a los 127 días (4 meses y 7 días).

Estos datos deben tomarse con precaución ya que los cultivares testigo en la
misma zona han tenido ciclos mayores, de más de 133 días (Cubas, 2009). Las
altas temperaturas registradas al final del periodo de cultivo pudieron influir en
la menor duración del ciclo, ya observada en nuestras condiciones (Diaz *et al.*,
2013).

Producciones

En la *Figura 2* se presentan las producciones totales y comerciales. El cultivar
más productivo fue Druid, con 53.530 kg.ha⁻¹, seguida por Libertie con 52.371
kg.ha⁻¹. Sagitta, Alibaba, Fandango, Royal, Manitou, Valor, Vanilla y Sunset tu-
vieron unas producciones entre 50.000 y 40.000 kg.ha⁻¹. Por el contrario, Divaa
se quedó en una producción inferior a los 40.000 kg.ha⁻¹. Como suele ser normal
los cultivares de ciclo corto obtuvieron una producción total algo inferior que
las más tardías.

En lo referente a la producción comercial, los resultados fueron bastante simi-
lares, salvo por el caso de dos cultivares con problemas de destríos. Druid tam-
bién fue el cultivar más productivo, con 49 t.ha⁻¹, seguido de Libertie con 43
t.ha⁻¹. Fandango y Manitou obtuvieron producciones entre 35 y 40 t.ha⁻¹. Royal,
Alibaba, Divaa, Vanilla, Fandango y Valor rondaron las 30 t.ha⁻¹. Sunset tuvo una
producción comercial muy baja, de 17 t.ha⁻¹, debido a la alta incidencia de sarna
que se comentará en el apartado de destríos. Alibaba también bajó bastante su
producción comercial por los problemas de sarna.

Estadísticamente hablando, la producción total y comercial de Fandango, Li-
bertie, Alibaba y Sagitta fue similar a la del testigo Druid. Royal, Valor, Vanilla,
Sunset y Manitou tuvieron una producción estadísticamente más baja que la
del testigo.

Destríos

En la *Tabla 2* se presentan los destríos registrados. El principal problema fue la
sarna común, seguido a bastante distancia por los daños mecánicos. Los daños
producidos por las polillas en este ensayo fueron muy bajos, alcanzando a un
porcentaje máximo del 2%. Por otro lado, los daños cuantificados por verdeo
llegaron al 3%. Sunset tuvo más de la mitad de su producción total como destró.

Alibaba, Valor y Royal estuvieron en el entorno del 30%. Por el contrario, Druid y Libertie se quedaron por debajo del 10% de producción no comercial.

Sunset tuvo una alta sensibilidad a la sarna, con un 52% de destriño seguido de Alibaba y Valor (25 y 23% respectivamente). Por el contrario, Druid, Libertie, Divaa, Sagitta y Manitou tuvieron menos del 5% de producción dañada por esta enfermedad (*Fig. 3*). Estos valores concuerdan con las tolerancias.

Calibres

En la *Figura 4* se presentan los calibres obtenidos durante el ensayo. Generalmente, se obtuvieron calibres de gran tamaño, predominando aquellos entre los 60 y 80 mm y muy poca presencia de “papa de arrugar”, (muy poca cantidad de papas con calibres en el entorno o por debajo de 40 mm). En lo referente a los calibres extremos, Valor, Libertie y Sunset obtuvieron un 15 y un 18% de calibres mayores de 80mm. Por otro lado, ningún cultivar tuvo tubérculos por debajo de 20 mm y con un porcentaje en calibres de 20-40 mm muy bajo en todos, en torno a 1 - 2%.

Pueden distinguirse claramente dos grupos: Valor, Druid, Sagitta, Royal y Libertie tuvieron un claro dominio del calibre 60-80 mm. Alibaba, Divaa, Manitou y Vanilla tuvieron un comportamiento similar, con un porcentaje similar de papas de calibre 40-60 mm y 60-80 mm.

Características de postcosecha

En la *Tabla 3* se presentan los resultados de la cata, con la puntuación de 0 a 10 y la clasificación. En cuanto a papa guisada, Sagitta, Manitou, Vanilla y Fandango superaron los 7 puntos, seguidos de Alibaba. En papa frita, el mejor cultivar fue Sagitta, seguido de Vanilla, Manitou y Sunset.

Sagitta, Manitou y Vanilla consiguieron los mejores resultados globales tanto en guisado como en frito, con muy buenas puntuaciones. Los cultivares que obtuvieron las más bajas puntuaciones globales fueron Sunset en guisado y Fandango en frito.

CONCLUSIONES

Sunset fue el cultivar con una mayor duración de ciclo, en concreto 127 días, mientras que Fandango, Royal, Libertie, Divaa, Sagitta y Manitou apenas pasaron de los 100 días. El resto de cultivares estuvieron cerca de los 120 días.

Libertie con una producción total de 52 t.ha⁻¹ se comportó productivamente de forma muy similar al testigo, Druid con la mayor producción del ensayo, 53 t.ha⁻¹. El cultivar que menor producción obtuvo fue Divaa con una producción de 37 t.ha⁻¹.

En cuanto a la producción comercial, Druid y Libertie quedaron a la cabeza, con 49 y 47 t.ha⁻¹, respectivamente, seguidos por Sagitta con 43 t.ha⁻¹, sin diferencias

estadísticas entre ellos. Sunset, y en menor medida Alibaba y Valor, tuvieron un fuerte descenso de la producción comercial debido a problemas de destrozo por sarna.

En cuanto a calibres, por lo general fueron grandes: Libertie y Valor tuvieron más del 60% de la producción con calibres mayores a 60 mm. Asimismo Valor presentó en torno al 20% de su producción con calibres mayores a 80mm. Alibaba, Divaa, Manitou y Vanilla tuvieron más del 45% de las papas con calibres comprendidos entre 40 y 60 mm.

Los cultivares que presentaron las mejores características organolépticas, tanto para frito como para guisado, fueron Sagitta, Manitou y Vanilla.

Libertie y Sagitta, entre los cultivares de piel blanca, y Manitou entre los de piel roja tuvieron un buen comportamiento, con valores de producción similar a los del testigo, un ciclo más corto y resultados en la prueba de cata similares o mejores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUBAS, F. 2009. *Testaje de variedades de papa blanca*. Benijos. La Orotava. Campaña 2009. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 13 p. Disponible en línea en:

http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_238_L_testaje_papa_Orotava.pdf

DIAZ, C.; SANTOS, B.; RÍOS, D. 2013. *Variedades de papa blanca 2013*. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 10 p.

Disponible en línea en: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_514_papa%20sur%202013.pdf

INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA ISTAC. 2018. *Sector Primario*. Disponible en línea en:

http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de esta publicación son parte del Trabajo de Fin de Grado de Sergio González Padrón para la obtención del título de Grado en Ingeniería Agraria y del Medio Rural en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna. Los autores agradecen especialmente la colaboración de Ángeles Camacho, Miguel Santos y el resto del personal de la Escuela Politécnica Superior, el apoyo del personal de la Casa de la Miel así como la participación de las casas comerciales PEP Sur Marketing SL, Agrolon Sur S.L. y Bejuka SL.

TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los cultivares en función de la duración del ciclo de cultivo.

Ciclo corto (90-110 días)	Ciclo intermedio (110-140 días)
Fandango (102 días)	Valor (112 días)
Royal (102 días)	Alibaba (112 días)
Libertie (102 días)	Vanilla (112 días)
Diva (102 días)	Druid (112 días)
Sagitta (102 días)	Sunset (127 días)
Manitou (102 días)	

Tabla 2. Destriño total y causas principales.

Cultivar	Destriño total	Causa de destriño			
		Daños mecánicos	Verdeo	Polilla	Sarna
		% peso producción total			
Alibaba	33,8	8,3	0,1	0,2	25,2
Diva	15,2	12,4	0,7	0,4	1,6
Druid	9,0	6,4	0,0	1,5	1,0
Fandango	21,6	11,9	3,3	1,9	4,5
Libertie	8,6	7,0	0,7	0,0	1,0
Manitou	16,5	12,8	0,5	0,0	3,2
Royal	27,4	11,2	1,1	2,2	12,8
Sagitta	13,1	8,6	2,4	0,1	2,0
Sunset	58,0	5,2	0,9	0,0	52,0
Valor	30,6	6,8	0,1	0,5	23,2
Vanilla	23,2	11,9	2,8	0,0	8,5

Tabla 3. Resultados de la cata de papas.

Cultivar	Forma de cata			
	Guisado		Frito	
	Clasificación	Puntuación	Clasificación	Puntuación
Alibaba	4º	6,9	5º	7,0
Diva	8º	5,8	8º	6,6
Druid	7º	6,0	4º	7,1
Fandango	3º	7,0	10º	5,2
Libertie	8º	5,8	9º	6,2
Manitou	2º	7,2	3º	7,4
Royal	5º	6,8	6º	6,5
Sagitta	1º	7,5	1º	7,8
Sunset	9º	5,4	3º	7,4
Valor	6º	6,3	7º	6,4

Vanilla	3°	7,0	2°	7,5
---------	----	-----	----	-----

FIGURAS

TEMPERATURAS MEDIA, MÁXIMA Y MÍNIMA

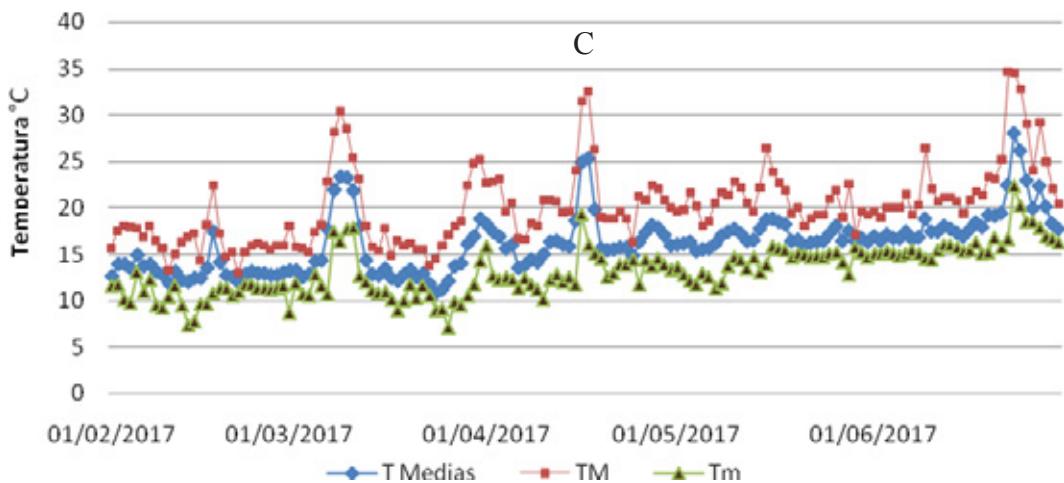


Figura 1. Temperaturas diarias registradas.

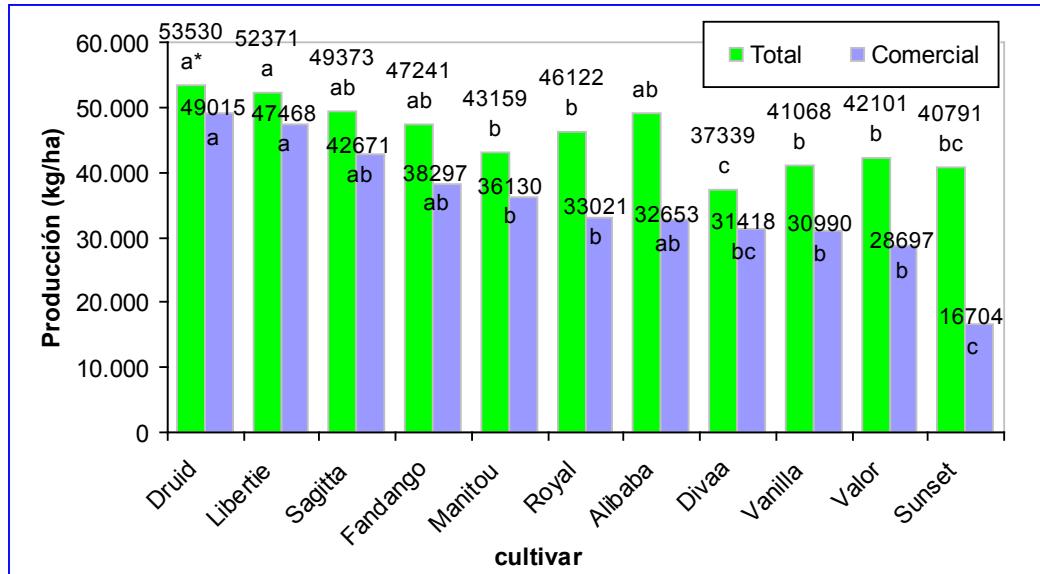


Figura 2. Producciones totales y comerciales, ordenadas de mayor a menor p. comercial. (*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%).

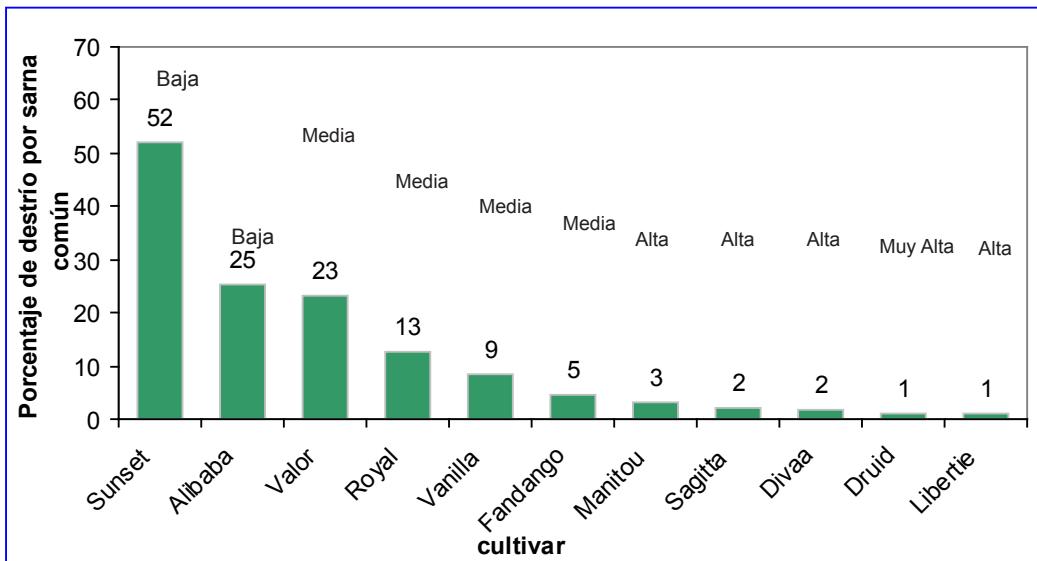


Figura 3. Destri o causado por sarna común, ordenado de mayor a menor. Se señala la tolerancia declarada por la casa comercial a la sarna.

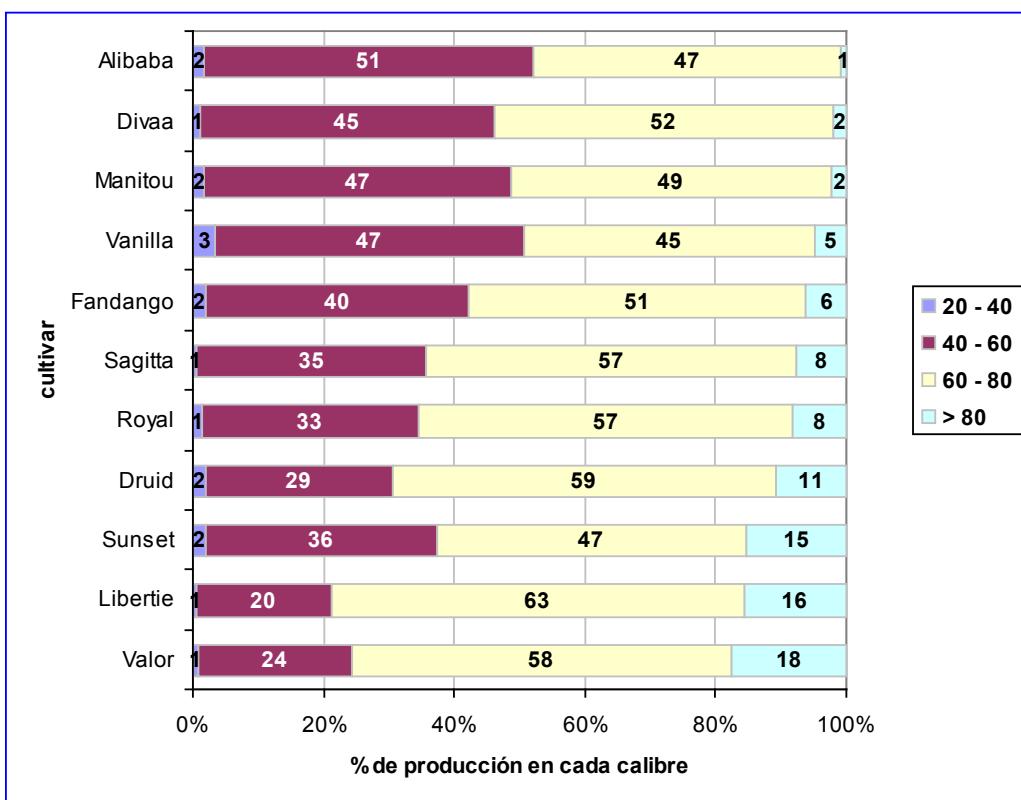


Figura 4. Distribución de calibres de los cultivares ensayados.

COMPORTAMIENTO VARIETAL DEL TOMATE DE INDUSTRIA EN EL BAJO GUADALQUIVIR

Cermeño-Sacristán, P.; Romero-Solís, M.J.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro Las Torres, Sevilla.

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 de la Vega del Guadalquivir a fin de discernir cuales son los cultivares con mayor rendimiento productivo y/o una mayor calidad final.

Se han estudiado 13 cultivares de tomate: UG-124, MOSSINO, LYCOSTAR, SVTM-9300, BAGIO, PRESTO ROSSO, TOP-224, ENCINA, OLIVENZA, ZAFRA, CLX-38290, FANDANGO y SVTM-8844. El ensayo se 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, destío, materia seca, humedad, firmeza, dureza, °Brix, pH, acidez titulable, vitamina C, licopeno, clorofila y color.

El cultivar que obtuvo mayor rendimiento fue MOSSINO sobrepasando las 100 t. ha⁻¹. ENCINA fue el cultivar con menor rendimiento 59,8 t. ha⁻¹. CLX-38290 obtuvo mayor firmeza en el fruto mientras que OLIVENZA alcanzó la mayor dureza. El mayor contenido de sólidos solubles totales se determinó en OLIVENZA con 5,3 grados brix. TOP-224 registró el pH más elevado 4,67 y el mayor contenido en Vitamina C (13,2). La mayor acidez titulable se registró en PRESTO ROSSO.

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; Arazuri *et al.*, 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 °Brix. En la mayor parte de las variedades este indicador se sitúa entre 4,5 y 7,5 °Brix, y puede estar influenciado por factores como el clima, el riego, el estado de madurez de los frutos y otros. Para el caso del puré, las pastas y concentrados de tomate este parámetro oscila entre 5 y 18 °Brix.

El índice de acidez (pH). Para la producción industrial de puré de tomate, el pH del zumo se sitúa normalmente entre 4,2 y 4,4, siendo muy raro que se superen estos valores. La acidez titulable influye sobre el sabor del fruto, suele oscilar entre 3,5 y 4,0 g.L⁻¹ de zumo.

El objetivo de este ensayo es evaluar el rendimiento y la calidad de nueve cultivares de tomate de industria en la zona del Bajo Guadalquivir.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han elegido 13 cultivares de tomate de industria procedente de diferentes casas comerciales: UG-124, MOSSINO, LYCOSTAR, SVTM-9300, BAGIO, PRESTO ROSSO, TOP-224, ENCINA, OLIVENZA, ZAFRA, CLX-38290, FANDANGO y SVTM-8844.

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 27 abril y 24 agosto de 2017. El ciclo del cultivo fue de 120 días.

Se estableció como diseño experimental el modelo de bloques al azar con 3 repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de 360 m², la superficie total del ensayo 11.880 m², y el marco de plantación de 0,22m x 1,50m. El consumo de agua en riego por goteo fue determinado según evapotranspiración y precipitaciones.

Los parámetros medidos fueron: Producción total; calibre mediante pie de rey; sólidos solubles totales mediante refractómetro digital; licopeno y clorofila mediante espectofotómetro (Núñez Aguilar *et al*, 2005); pH mediante pH-metro; acidez titulable mediante volumetría ácido-base (Boekenoogen, 1964); color mediante colorímetro; croma, $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$; índice de color: ($IC = 1000 \times a / (L \times b)$); tono angular, $H = \text{arctg} (b/a)$; Dureza mediante durómetro y firmeza mediante penetrómetro. El análisis estadístico se realizó un análisis de varianza ANOVA al 95% de nivel de confianza y estudio de la mínima diferencia significativa LSD, mediante el software Statistix v. 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variedades más productivas en el ensayo fueron MOSSINO con 102.519 Kg. ha^{-1} y TOP con 94.779 Kg. ha^{-1} , apreciándose diferencias significativas entre ellas (*Fig. 1*). En cuanto a la producción en materia seca (*Fig. 2*), destaca nuevamente el cultivar MOSSINO con 11,5 Kg. ha^{-1} . No apreciándose diferencias muy relevantes entre el resto de cultivares.

Los parámetros físicos considerados que describen al tomate son: calibre, firmeza, dureza y color. El calibre en el tomate destinado a industria no es un parámetro relevante como en el caso del tomate para consumo en fresco. Los cultivares ensayados (*Fig. 8*) no han sobrepasado los 48 mm de calibre, resaltando a CLX-38290 y SVTM-8840 como los cultivares de mayor calibre. La dureza del fruto (*Fig. 4*) oscila de 263 a 354 Shore. OLIVENZA es el cultivar que presenta mayor dureza. El color se ha estudiado desde tres aspectos diferentes: croma, índice de color y tono. En el croma (*Fig. 12*) resaltan los cultivares LYCOSTAR y TOP-224 con valores en torno a 45. El índice de color (*Fig. 13*) destaca significativamente el cultivar TOP-224. Respecto al tono (*Fig. 14*), los valores del cultivar ENCINA sobrepasaron significativamente al resto de cultivares.

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 4,35 a 4,65, aunque el intervalo no es demasiado amplio, sí se establecen diferencias significativas entre TOP 224 y ENCINA 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 (*Fig. 7*) oscila de 4,6 a 5,8 °Brix, siendo ZAFRA y OLIVENZA los cultivares que alcanzaron mayor valor significativamente. El contenido de clorofila y licopeno (*Fig. 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. Los cultivares con mayor contenido en licopeno fueron TOP 224, CLX-38290 y OLIVENZA, mientras que el de menor contenido en clorofila fue SVTM-8840. La acidez titulable fue menor significativamente en el cultivar SVTM-9300 mientras que TOP-224 fue el que mayor contenido en vitamina C alcanzó.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCON, A. 2013. *Calidad poscosecha 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.; 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” Environmental Technology, Clemont-Ferrand, France 6-8 September 2010. p 208.
- 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 Symposium on the processing tomato.
- BALDWIN, E.A.; GOODNER, K.; PLOTTO, A. 2008. *Interaction of volatiles, sugars, and acids on perception of tomato aroma and flavor descriptors*. Journal of Food Science, 73: 294-307.
- BARTELL, D.M.; BEAULIEU, J.C.; SHEWFELT, R. 2010. *Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing*. Crit. Rev. Food Science, 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. p 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 (Lycopersicum 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. Guanajuato. pp 340-345
- 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

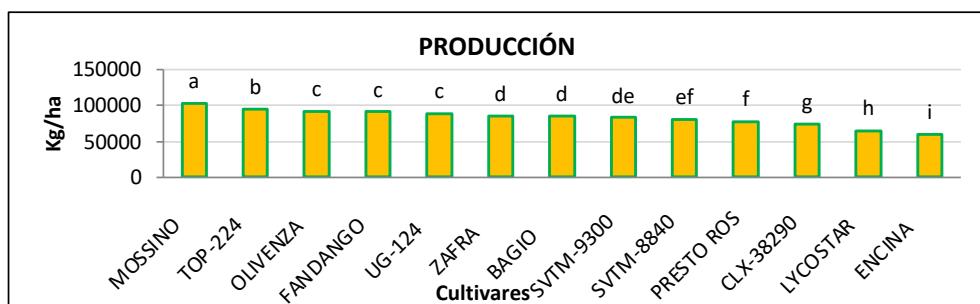


Figura 1. Producción total de tomate.

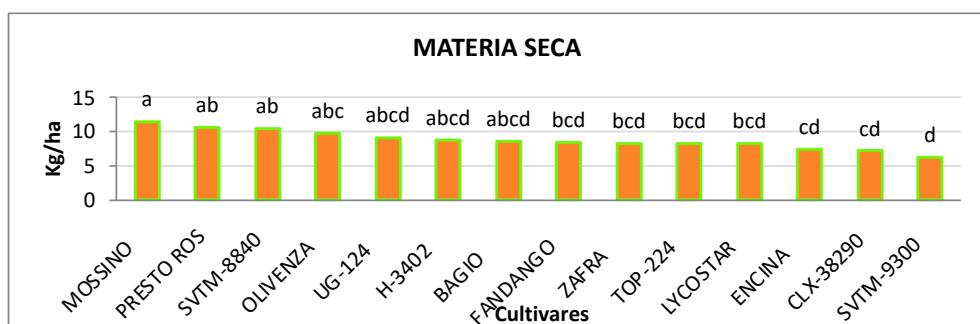


Figura 2. Producción total expresada en materia seca de fruto.

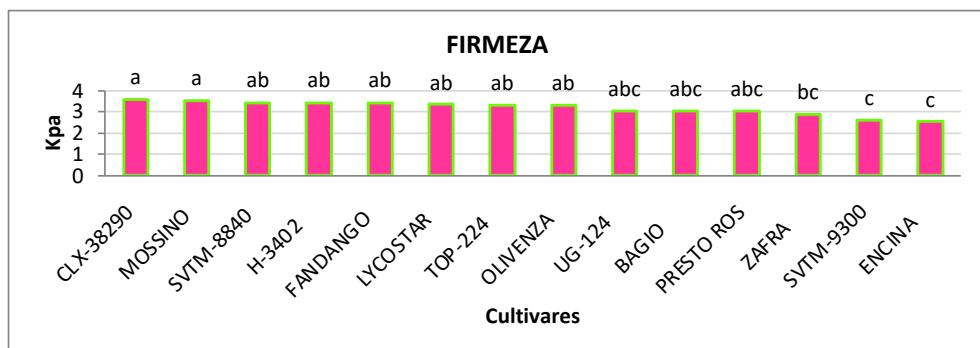


Figura 3. Firmeza del fruto.

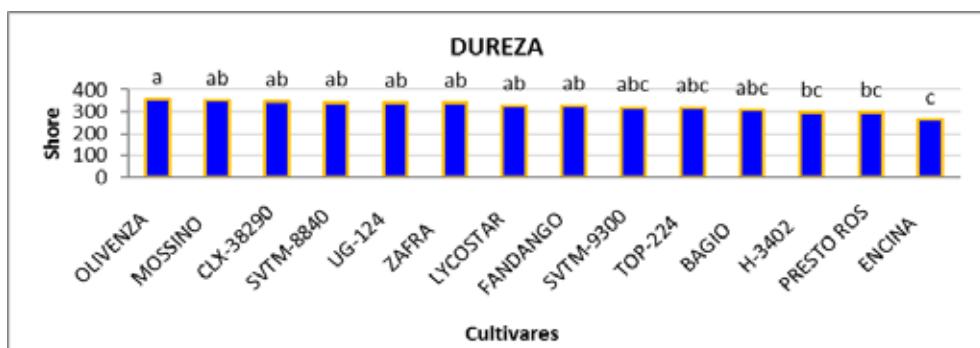


Figura 4. Dureza del fruto.

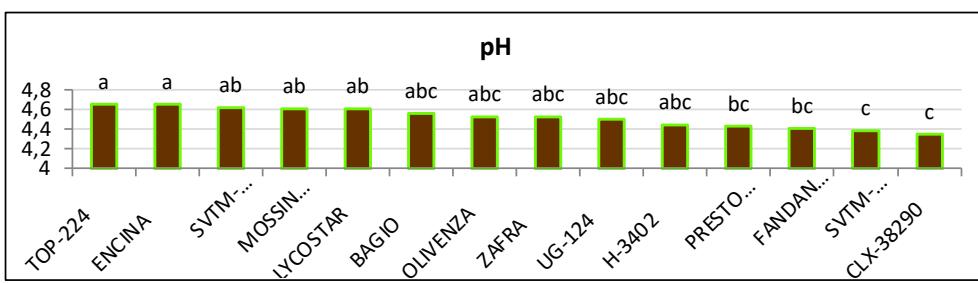


Figura 5. pH del zumo del fruto.

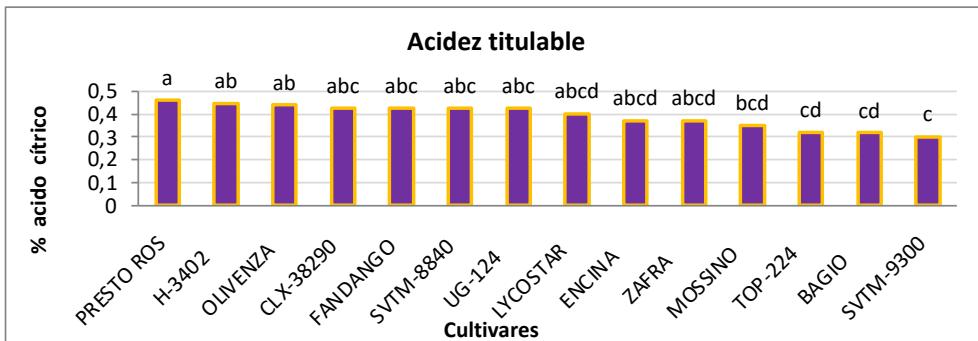


Figura 6. Acidez titulable.

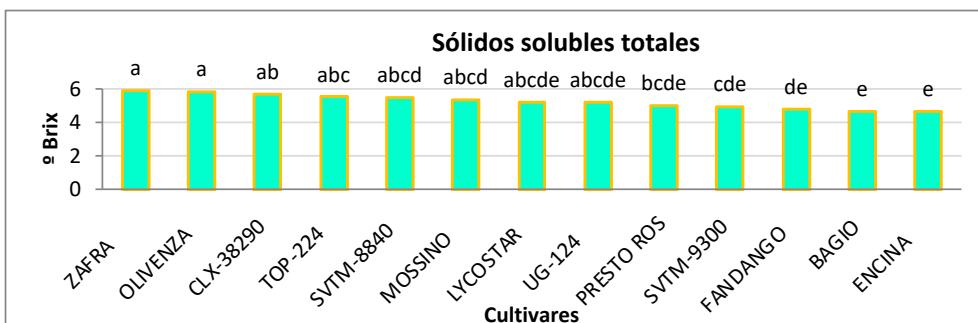


Figura 7. Sólidos solubles totales.

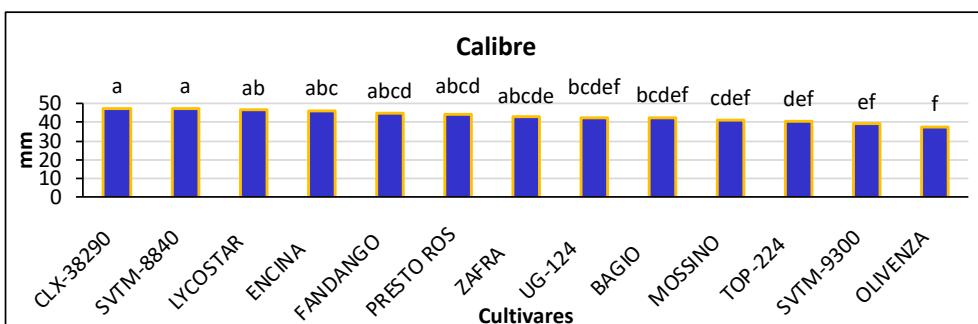


Figura 8. Calibre de los frutos.

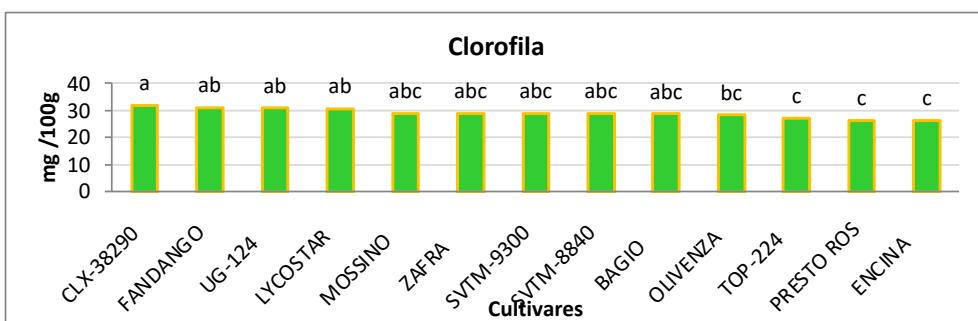


Figura 9. Contenido de clorofila en el fruto.

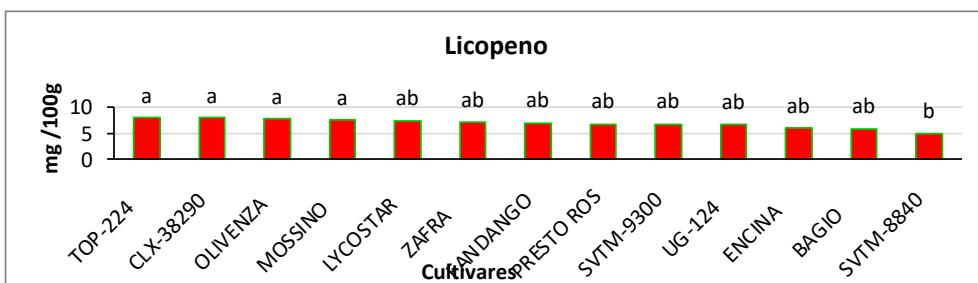


Figura 10. Contenido de licopeno en el fruto.

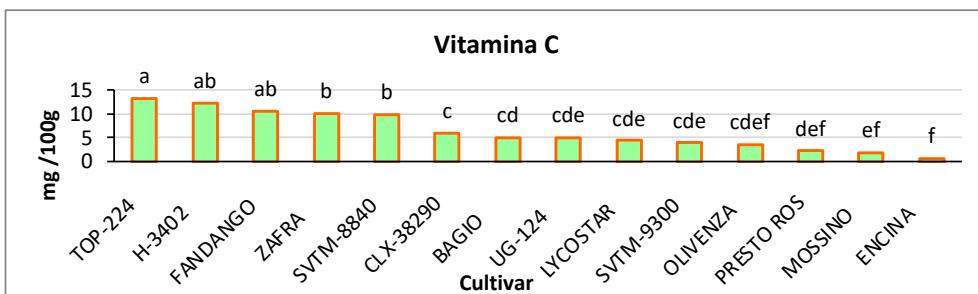


Figura 11. Contenido de vitamina C en el fruto.

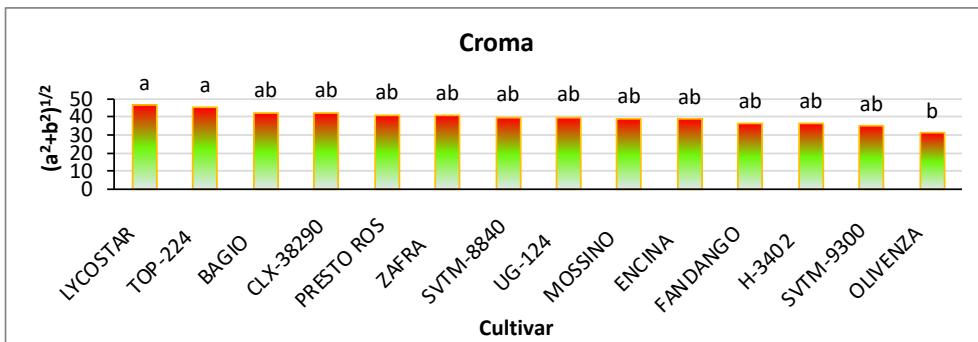


Figura 12. Determinación del color mediante croma.

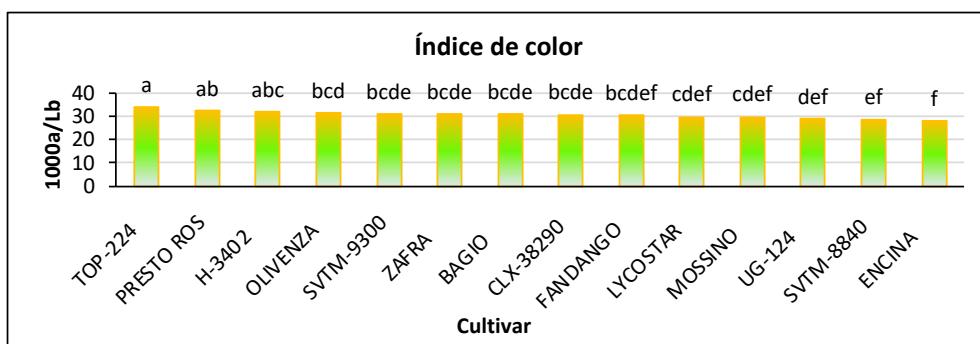


Figura 13. Índice de color en tomate.

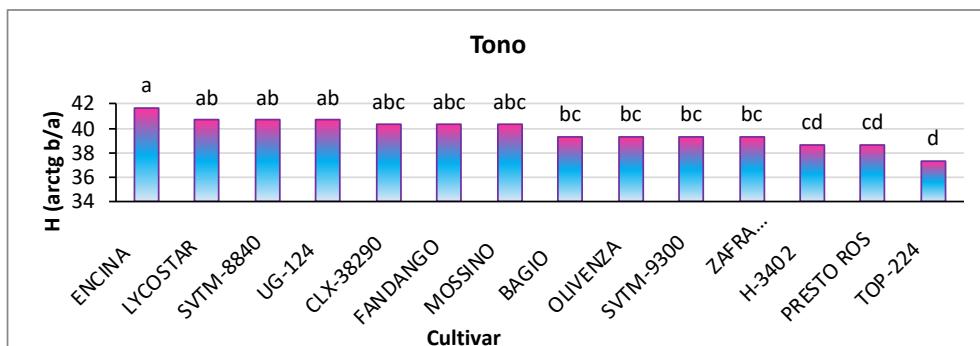


Figura 14. Determinación del color mediante el tono.

DESCRIPCIÓN DE CULTIVARES DE DIFERENTES TIPOS DE TOMATE PRODUCIDOS EN INVERNADERO SOBRE FIBRA DE COCO

Varó, P.¹; Del Amor, F.M.²; Molina, E.

¹Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre Pacheco, Murcia.

²Dpto. de Producción Vegetal y Agrotecnología. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, Murcia.

RESUMEN

En este ensayo se pretende conocer el comportamiento de diferentes cultivares de distintos tipos de tomate para consumo en fresco, producidos 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, multitúnel de 4 m de altura a la canal. Con cubierta de polietileno térmico de 800 galgas y ventilación cenital y lateral.

La siembra se realizó el 17 de noviembre de 2016 y la plantación el 30 de enero de 2017, sobre tablas de fibras de coco reutilizadas, provenientes de un cultivo anterior de pimiento. El suelo está cubierto por malla antihierbas de color blanco. El agua de drenaje de las tablas de fibra de coco, es recogida mediante una canal de polietileno dispuesto debajo de la tabla y un contenedor de poliespan, donde se aloja la tabla, posteriormente se conduce a un depósito acumulador, para ser reutilizada para riego de setos y arbolado del Centro.

Para el aporte de la fertirrigación, se utilizan goteros de botón autocompensantes netafin de 4 L.h⁻¹, con micro tubo y piqueta a cada planta.

Se evalúa el comportamiento de 18 cultivares de tomate de diferentes tipos cherry, pera, canario y grueso, de diversas casas comerciales. 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 muestran los frutos de 3 plantas de cada variedad, de los que se determina: peso, forma, color, °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 el 21 de julio.

Podemos destacar entre los cultivares tipo cherry, Tastino, TC-013, Genio y Petrarca por su sabor y producción. Del tipo cilíndrico el cultivar Romanella. En cuanto a las lisas y asurcadas, destacan en producción Hibisco, TG-035 y Sigfri-

do. Los cultivares con frutos de mayor tamaño son Flor de baladre, Muchamiel y Sergio. Aspectos reseñables del cultivar Flor de Baladre, es su coloración rosada y del Muchamiel su forma asurcada, ambos con buen sabor, pero con menor producción que los híbridos.

Palabras clave: °Brix, vigor, fisiopatías y sabor

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 muy 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 varios cursos de formación para el empleo del área técnica para los 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 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, a la vez de realizar las labores de cultivo mediante las prácticas, durante el desarrollo de los cursos y dentro del ciclo de cultivo del tomate.

Para la toma de datos se muestran tres plantas por cultivar, de las que se determina peso, forma, color, °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, para su cultivo en esta zona así puede ser más fácil, según el mercado donde se destine la producción, elegir el cultivar. 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 antihierbas de color blanco 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 las instalaciones del Centro el 17 de noviembre de 2016. La heterogeneidad de las variedades, por ser semillas de muestra y de las no hibridas (Flor de baladre, Muchamiel y Cebralin), obtenidas por nosotros, provocó mermas en algunos cultivares y diferencias en el tamaño y sistema radicular. Una vez trasplantadas, el enraizamiento fue muy bien y el crecimiento fue normal, disminuyendo las diferencias de tamaño del semillero.

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 12 filas.

Se disponen 3 plantas por tabla de fibra de coco.

Cultivares utilizados en el ensayo:

VARIEDAD	TIPO	CASA COMERCIAL
HIBISCO	LISO MEDIANO	CLAUSE
BOMFADO	CILÍNDRICO	RIJK ZWAAN
CARDYNA	CILÍNDRICO	CLAUSE
ROMANELLA	CILÍNDRICO	SYNGENTA
NANCY	CHERRY	RIJK ZWWAN
CHERRY	CHERRY	FITO
GENIO	CHERRY	CLAUSE
TASTINO	CHERRY	GAUTIER
LANDOLINO	CHERRY	SYNGENTA
PETRARCA	CHERRY	SYNGENTA
CEBRALIN	CHERRY	ESTANDAR
TC-013	CHERRY	MERIDIEM
FLOR DE BALADRE	GRUESO	ESTANDAR
MUCHAMIEL	GRUESO	ESTANDAR
SERGIO	GRUESO CUELLO VERDE	CLAUSE
INTYSAR	GRUESO	GAUTIER
SIGFRIDO	GRUESO	SYNGENTA
TC-035	GRUESO	MERIDIEM

El trasplante se realiza el 30 de enero de 2017, quedando los cultivares de tomate dispuestos según croquis (*Tabla 1*).

Para el aporte de la fertirrigación, se utilizan goteros de botón autocompensantes de 4 l.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 12 riegos de 5 minutos y 12 de 4 minutos, en mayo. 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 20 y 25 %.

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 dos colmenas, a mediados de marzo y otra a finales de abril.

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 julio.

Los tratamientos fitosanitarios realizados son:

- Tratamiento a la estructura del invernadero con Iprodiona y Abamectina, el 16 de enero, antes de la plantación.
- Oxamilo vía riego (15 febrero).
- Bacillus thuringiensis (29 de mayo).

RESULTADOS

Se evalúa el comportamiento de 18 cultivares de tomate, ocho de cherry, tres de pera, seis gruesos y una acostillada, de diferentes casas comerciales.

A mediados de marzo, hubo una rotura del plástico de un sector del invernadero, provocada por rachas de viento, lo que pudo influir en el desarrollo vegetativo de las plantas.

Para realizar la descripción de los cultivares, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

	PLANTA	HOJA	RACIMO	FRUTO ASPECTO	FRUTO CARACTERÍSTICAS
Vigor		Tacto	Forma	Color	Grados Brix
Aspecto		Color	Bifurcaciones	Hombros	Textura pulpa
		Foliolos	Frutos	Forma	Semillas
		Fisiopatías	Nº al despuente	Peso	Carpelos
				D-Ecuatorial	Grosor carpelar
				D-Cenital	Fisiopatías
				Relación DE/DC	Sabor

Se recolectaron muestras de los primeros 3 racimos para determinar las características de los frutos. Para obtener los datos de sabor y °Brix, se hace una cata de 3 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, comparando los cultivares entre sí.

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 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 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 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 5*, se describe el aspecto del fruto, color, forma, peso, presencia de hombros, diámetro ecuatorial y cenital,

En la *Tabla 6*, se describen las características de los frutos, grados brix, textura, semillas, número de carpelos, fisiopatías y sabor.

En la *Tabla 7*, se indica la producción estimada por planta, según número y peso de frutos de los primeros 7 racimos. (Datos obtenidos de los frutos de los primeros 3 racimos).

Para la toma de datos se muestrean los frutos de 3 plantas de cada variedad, de los que se mide, el peso, forma, color, °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 precoz, dando por finalizada la recolección el 21 de julio.

De los resultados obtenidos con los **cultivares del tipo cherry**, podemos decir que las variedades menos vigorosas son **NANCY** y **CEBRALIN**.

La vegetación más densa ha sido la de **PETRARCA** y **LANDOLINO**.

Los racimos con mayor número de frutos han sido los de los cultivares **TASTY-NO** y **FITO**.

Predomina la forma esférica del fruto, excepto el **LANDOLINO** que es alargado-aperado. Todos los cultivares son de fruto rojo excepto **CEBRALIN**.

Los mayores pesos unitarios son los tomates de **NANCY** y **PETRARCA**, y los menos pesados son **TASTYNO, CEBRALIN** y **LANDOLINO**.

El fruto más dulce es del cultivar **TASTYNO**, y el menos dulce **CEBRALIN** que a su vez destaca como el más crujiente y el más sabroso.

Las variedades más productivas son **Cherry de FITO** y **TASTYNO**, y las de menor producción **CEBRALIN** y **NANCY**.

Todos los cultivares son híbridos, excepto **CEBRALIN**.

De los **cultivares de tipo cilíndrico**, se ha comportado como la variedad más vigorosa y vegetación más densa **BOMFADO**.

Los racimos con mayor número de frutos han sido los del cultivar **CARDYÑA**.

Los mayores pesos unitarios son los tomates de **BOMFADO**.

La variedad más productiva es **CARDYNA**.

Todos los cultivares presentan blossom, siendo la menos afectada **ROMANELLA**.

De los del **tipo liso y asurcado**, de los siete cultivares de tomate de forma aplastada, cabe destacar:

Los cultivares de mayor vigor **FLOR DE BALADRE** e **INTYSAR**, destacando este último por la vegetación densa y compacta.

Todos los tomates son de color rojo, excepto **FLOR DE BALADRE** que es rosado, y todos son lisos a excepción de **MUCHAMIEL** que es asurcado.

Los frutos de mayor peso son los de **FLOR DE BALADRE, SEGIO** y **MUCHAMIEL**, siendo **HIBISCO** de tamaño mediano-pequeño.

FLOR DE BALADRE, MUCHAMIEL y **SERGIO** no presentan blossom, el resto si en mayor o menor porcentaje.

FLOR DE BALADRE y **MUCHAMIEL** son los cultivares con tomates de mayor sabor, y coincide que ambos cultivares son no híbridos.

CONCLUSIONES

El objetivo del ensayo es ver el comportamiento varietal de diferentes tipos de tomate cultivados en fibra de coco en invernadero, en la zona del Campo de Cartagena, donde estamos utilizando cultivares híbridos y no híbridos.

Hay datos subjetivos que se han obtenido por la cata y apreciación visual del grupo de trabajo, lo que puede dar lugar a diferencias en los resultados.

Se ha intentado hacer una extensa descripción de cada cultivar, que viene expresada en las tablas y, además, como conclusión se realiza por cada cultivar una descripción de su comportamiento, acompañada de fotografías del fruto y hoja.

Destacamos el buen comportamiento de las variedades no híbridas en cultivo hidropónico en fibra de coco en invernadero.

Podemos destacar entre los cultivares tipo cherry, Tastino, TC-013, Genio y Petrarca, por su sabor y producción.

Del tipo cilíndrico el cultivar Romanella al ser la menos afectada por blossom.

En cuanto a las lisas y asurcadas, destacan en producción Flor de Baladre, Muchamiel e Intysar.

Los cultivares con frutos de mayor tamaño son Flor de baladre, Muchamiel y Sergio.

Es de destacar Flor de Baladre por su coloración rosada y junto con Muchamiel por su forma asurcada.

Ambos con buen sabor, pero con menor producción total que los híbridos. Se han adaptado bien al cultivo hidropónico bajo invernadero.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto 17 TP-10, cofinanciado por la Región de Murcia y el FEADER a través del PDR.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Tastino.



Fotografía 2. Meridiem TC-13.



Fotografía 3. Genio.



Fotografía 4. Petrarca.



Fotografía 5. Romanella.



Fotografía 6. Flor de Baladre.



Fotografía 7. Muchamiel.



Fotografía 8. Sergio.

TABLAS

Tabla nº 1. Croquis de plantación.

TC - 013	NANCY	CHEERRY	LANDOLINO	ROMANELLA	HIBISCO	TG = 035	SERGIO	INTSAR	SIGFRIDO	MUCHAMIEL	FLOR DE BALADRE
TASTINO	GENIO	PETRARCIA	CEBRALIN	CARDINA	BOFADO						

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
TASTYNO	Alto	Aireado
TC-013	Muy alto	Denso
NANCY	Medio-alto	Aireado
GENIO	Muy alto	Denso
PETRARCA	Alto	Muy denso-compacto
FITO	Muy alto	Aireado
LANDOLINO	Muy alto	Muy denso-compacto
CEBRALIN	Medio-alto	Aireado

VARIEDADES CILINDRO-PERA	VIGOR	ASPECTO
CARDYNA	Alto	Aireado
ROMANELLA	Alto	Denso
BOMFADO	Muy alto	Compacto

VARIEDADES LISAS	VIGOR	ASPECTO
HIBISCO	Medio-alto	Denso
TG-035	Medio	Denso
SERGIO	Medio	Denso
INTYSAR	Alto	Denso
SIGFRIDO	Medio-alto	Denso
FLOR DE BALADRE	Alto	Muy denso-compacto

VARIEDADES ACOSTILLADA	VIGOR	ASPECTO
MUCHAMIEL	Alto	Denso

Tabla 3. Descripción de las hojas.

VARIEDADES CHERRY	TAMAÑO	TACTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
TASTYNO	Grande	Suave	Verde	Normales	Ligera
TC-013	Grande	Suave	Verde	Normales	No
NANCY	Mediana	Menos suave	Verde ligero	Muy peciolado	Brote seco
GENIO	Grande	Menos suave	Verde	Normales	No
PETRARCA	Grande	Suave	Verde intenso	Subdivididos	No
FITO	Grande	Suave	Verde intenso	Peciolados	No
LANDOLINO	Muy grande	Suave	Verde claro	Grandes	No
CEBRALIN	Pequeña	Coriaceo	Verde oscuro	Pequeños	Epinastia

VARIEDADES CILINDRO - PERA	TAMAÑO	TAUTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
CARDYÑA	Alargada	Meno suave	Verde	Con espinulas	No
ROMANELLA	Corta-ancha	Suave	Verde claro	Grandes	No
BOMFADO	Grande	Algo coriacea	Verde	Normales	No
VARIEDADES LISAS	TAMAÑO	TAUTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
HIBISCO	Normal	Algo coriacea	Verde intenso	Grandes	No
TG-035	Grande	Suave	Verde	Grandes	No
SERGIO	Grande	Menos suave	Verde ligero	Peciolado	No
INTYSAR	Pequeña	Coriaceo	Verde intenso	Normales	No
SIGFRIDO	Ancha	Menos suave	Verde	Peciolado	No
FLOR DE BALADRE	Grande	Suave	Verde claro	Grandes	No
VARIEDAD ACOSTILLADA	TAMAÑO	TAUTO	COLOR	FOLIOLOS	FISIOPATÍAS
MUCHAMIEL	Grande	Suave	Verde	Grandes	No

Tabla 4. Descripción del racimo.

VARIEDADES CHERRY	FORMA	BIFURCACIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
TASTYNO	Abanico-espigas	4-5	+ de 100	9
TC-013	Espiga	2-3	40-50	9
NANCY	Espiga	3-4	50-60	6
GENIO	Espiga	2-3	40-50	9
PETRARCA	Espiga	2	35-45	9
FITO	Abanico-espigas	4-5	70-90	9
LANDOLINO	Espiga	3-4	45-55	9
CEBRALIN	Abanico-espigas	3	25-35	9
VARIEDADES CILINDRO PERA	FORMA	BIFURCACIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
CARDYÑA	Racimo	2-3	9-11	9
ROMANELLA	Racimo	No	6-8	9
BOMFADO	Racimo	NO	6-8	9

VARIEDADES LISAS	FORMA	BIFURCACIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
HIBISCO	Racimo	2	6-8	8
TG-035	Racimo	No	4-5	8
SERGIO	Racimo	No	4-5	8
INTYSAR	Racimo	No	5-6	9
SIGFRIDO	Racimo	No	4-5	9
FLOR DE BALADRE	Racimo	2	4-6	9

VARIEDAD ACOSTILLADA	FORMA	BIFURCACIONES	FRUTOS RACIMO	RACIMOS AL DESPUNTE
MUCHAMIEL	Racimo	No	4-6	9

Tabla 5. Descripción del aspecto del fruto.

VARIEDADES CHERRY	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g.	D-ECUAT. mm.	D-CENIT. mm.	RELACIÓN DE/DC
TASTYNO	Rojo intenso	No	Esférica	13,6	29,1	26,6	0,91
TC-013	Rojo intenso	No	Esférica	19,7	32,7	30,7	0,04
NANCY	Rojo normal	No	Esférica	20,8	34,2	33,4	0,98
GENIO	Rojo intenso	No	Esférica-aplastado	19,2	34,1	29,7	0,87
PETRARCA	Rojo intenso	Ligeros	Esférica-aplastado	20,3	36,7	32,3	0,88
FITO	Rojo pálido	No	Esférica	18,7	32,1	31,6	0,98
LANDOLINO	Rojo intenso	No	Alargado-aperado	17,0	29,0	36,8	1,27
CEBRALIN	Verde dorado	No	Esférica-alargado	16,2	28,4	31,2	1,10

VARIEDADES PERA	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g.	D-ECUAT. mm.	D-CENIT. mm.	RELACIÓN DE/DC
CARDYÑA	Rojo intenso	No	Cilíndrico	94,6	50,3	70,8	1,41
ROMANELLA	Rojo	No	Cilíndrico	113,7	50,8	86,3	1,70
BOMFADO	Rojo intenso	No	Cilíndrico	116,4	42,0	72,0	1,71

VARIEDADES LISAS	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g.	D-ECUAT. mm.	D-CENIT. mm.	RELACIÓN DE/DC
HIBISCO	Rojo intenso	No	Aplastado	128,3	66,6	47,2	0,71
TG-035	Rojo	Si	Aplastado	192,5	78,3	58,3	0,74
SERGIO	Rojo	Si	Aplastado	232,8	78,4	62,5	0,80
INTYSAR	Rojo intenso	No	Aplastado	175,8	74,3	54,8	0,74
SIGFRIDO	Rojo	Si	Aplastado	167,7	86,4	61,9	0,72
FLOR DE BALADRE	Rosado intenso	No	Aplastado	239,9	86,9	63,9	0,74

VARIEDAD ACOSTILLADA	COLOR	HOMBROS	FORMA	PESO g.	D-ECUAT. mm.	D-CENIT. mm.	RELACIÓN DE/DC
MUCHAMIEL	Rojo pálido	Si	Aplastado	213,8	86,3	62,3	0,72

VARIEDADES CHERRY	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm.	FISIO-PATIAS	SABOR
TASTYNO	10,6	Crujiente, densidad media Menos crujiente, densidad media	Patentes	2	4	No	Dulce
TC-013	9,3	crujiente, densidad media Poco crujiente, poco densa	Visibles	2	4-5	No	Dulce equilibrado
NANCY	9,1	Crujiente, densidad media	Poco visibles	2	4-5	No	Dulce equilibrado
GENIO	9,3	Crujiente, densidad media	Poco visibles	2	4-5	No	Dulce equilibrado
PETRARCA	9,3	Crujiente, densidad media	Visibles	2	4	No	Dulce equilibrado
FITO	9,1	Crujiente, densa	Patentes	2	4	No	Dulce equilibrado
LANDOLINO	8,9	Crujiente, densidad media	Visibles	2	4	No	Equilibrado
CEBRALIN	7,0	Crujiente, pulpa floja	Poco visibles	2	4-5	No	Buena relación azucar-ácido. Muy agradable

VARIEDADES PERA	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm.	FISIO-PATIAS	SABOR
CARDYÑA	6,3	Crujiente, densa	Escasa	2	8-9	Si	Algo insípido
ROMANELLA	6,6	Crujiente, densa	Escasa	3	7-8	Si	Algo insípido
BOMFADO	5,9	Crujiente, densa	Escasa	3	8-9	Si	Algo insípido

VARIEDADES LISAS	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm.	FISIO-PATIAS	SABOR
HIBISCO	8,6	Firme, pulpa densa	Poco patentes	4	7-8	Si	Equilibrado, agradable
TG-035	6,7	Firme, pulpa densa	Escasas	Multicarpelar	9-10	Si	Equilibrado, agradable
SERGIO	5,2	Firme y densa	Patentes	Multicarpelar	9-10	No	Algo soso
INTYSAR	5,2	Firme y densa	Muy visibles	4	9-10	Ligera	Poco sabor
SIGFRIDO	6,5	Firme y densa	Muy visibles	Multicarpelar	8-9	Si	Agradable
FLOR DE BALADRE	6,0	Muy carnosa, no muy firme	Escasas	Multicarpelar	10-11	No	Intenso. Muy agradable

VARIEDAD ACOSTILLADA	GRADOS BRIX	TEXTURA PULPA	SEMILLA	Nº CARPELOS	GROSOR CARPELAR mm.	FISIO-PATIAS	SABOR
MUCHAMIEL	5,8	Carnosa, firme	Escasas	Multicarpelar	9-10	No	Intenso. Agradable

Tabla 7. Producción estimada por planta, según número y peso de frutos de los primeros 7 racimos. (Datos obtenidos de los frutos de los primeros 3 racimos).

VARIEDADES CHERRY	Kg/Planta
TASTYNO	12,2
TC-013	8,0
NANCY	6,9
GENIO	7,8
PETRARCA	7,3
FITO	13,7
LANDOLINO	7,7
CEBRALIN	4,4

VARIEDADES CILINDRO PERA	Kg/Planta
CARDYNA	8,5
ROMANELLA	7,2
BOMFADO	7,3

VARIEDADES LISAS	Kg/Planta
HIBISCO	7,2
TG-035	7,7
SERGIO	7,4
INTYSAR	7,9
SIGFRIDO	7,5
FLOR DE BALADRE	10,8

VARIEDAD ACOSTILLADA	Kg/Planta
MUCHAMIEL	9,6

ETIOLOGÍA DE LA “TRISTEZA DEL PIMIENTO” EN LOS INVERNADEROS DEL SURESTE DE ANDALUCÍA

De Cara-García, M.¹; Aguilera-Lirola, A.²; Fernández-Plaza, M.¹; Gómez-Vázquez, J.¹

*¹ Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojonería, Almería.

*²S.C.A. Campoadra, Almería.

RESUMEN

Durante los años 2016-18 se muestrearon un total de 64 invernaderos con plantas de pimiento enfermas con síntomas de marchitez y muerte, ocasionada por una necrosis de las raíces y de la base del tallo, síntomas que en el cultivo de pimiento se asocian a la enfermedad conocida como “La Tristeza del pimiento”. *Phytophthora capsici* se consideró el agente causal responsable en el 23,4% de los invernaderos. *Pythium aphanidermatum*, puede explicar la enfermedad en el 10,9% de los invernaderos. Mientras que la acción conjunta de ambos patógenos se detectó en el 3,1% de éstos. Todos los aislados de *P. capsici* y *P. aphanidermatum* inoculados fueron patógenos, aunque los síntomas causados por este último no provocaron la muerte de las plantas y fueron más leves que los originados por *P. capsici*. Ningún otro patógeno fúngico conocido se aisló en el resto (62,5%) de los invernaderos y, excepto en uno de ellos donde existió un episodio de encharcamiento, en el resto no pareció que el manejo del riego fuera equivocado. Para saber si la causa de la enfermedad en éstos podía ser atribuida a fallos en el manejo del cultivo, se realizó un experimento con suelos, esterilizados y no esterilizados, de la zona de desarrollo de la raíz de plantas enfermas procedentes de cuatro de estos invernaderos. Los resultados obtenidos, al existir diferencias importantes entre los síntomas mostrados por las plantas cultivadas en suelos esterilizados y no, parecen indicar que la causa que provocó los síntomas en tres de ellos es biótica.

Palabras clave: pimiento, etiología, tristeza, *Phytophthora capsici* y *Pythium aphanidermatum*

INTRODUCCIÓN

La información que existe mundialmente sobre la enfermedad de la “Seca o Tristeza del pimiento” causada por *Phytophthora capsici* es extensa desde que Leonian en 1922 la describiera por primera vez. Su epidemiología y sus posibilidades de control en otros países han sido minuciosamente detalladas (Erwin y Ribeiro, 1996; Hausbeck y Lamour, 2004; Mannon y Chuanxue, 2008; Stirling *et al.*, 2004). Otros grupos españoles han estudiado también la problemática del cultivo en diferentes zonas productoras, en el Valle del Ebro, Galicia, País Vasco, Comunidad Valenciana, Extremadura y Murcia (Alfaro y Vegh, 1971; Andrés et

al., 2003; Berra y Laucirica, 1994; Larregla, 2003. Larregla *et al.*, 2009; Palazón y Palazón, 1989; Silvar *et al.*, 2006; Tello y Lacasa, 2004). Se concluye que el síndrome de la Tristeza, no siempre está asociado a *P. capsici*, al igual que ocurría en el sudeste (Cuadrado y Gómez, 1983), y que otras causas bióticas como *Pythium aphanidermatum*, *Phytophthora nicotianae* y *Verticillium dahliae* o abióticas, como una asfixia del sistema radicular, pueden estar implicadas en la zona de cultivo de la vega de Adra. Recientemente, aunque en principio no parece estar relacionado con La Tristeza, se detectó una nueva enfermedad, que causada por *Fusarium oxysporum* produjo importantísimas pérdidas en un semillero comercial de la zona (Pérez-Hernández *et al.*, 2014). El conocimiento de la etiología del síndrome de La Tristeza es fundamental para intentar abordar su control.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para conocer la importancia y distribución geográfica de las enfermedades de suelo del pimiento se realizaron prospecciones fitopatológicas en explotaciones comerciales en la zona de la vega de Adra en el sureste de Andalucía. Las prospecciones fueron parcialmente dirigidas, visitando explotaciones con plantas enfermas con síntomas en las raíces y base del tallo. En cada una de las explotaciones visitadas se anotaron el nombre de la persona responsable, la situación de la finca, la procedencia del agua utilizada para el riego y su sistema de almacenamiento, las características principales del sistema de cultivo, los datos del cultivo y la presencia o ausencia de plantas enfermas. Cuando se detectaron plantas enfermas, se anotaron los síntomas observados, la distribución de las plantas enfermas y se estimó su porcentaje. Para la detección y el aislamiento de *Phytophthora* y de otros hongos patógenos, como *Pythium* spp. o *Fusarium* spp., se sembraron tejidos de las raíces y del tallo con síntomas, sobre un medio selectivo con harina de maíz y los antibióticos pimaricina, ampicilina y rifampicina (P5ARP), el medio de cultivo general patata-dextrosa-agar (PDA) y sobre el semiselectivo de Komada. Para las Pytiáceas se han utilizado también trampas vegetales con pétalos inmaduros de clavel, y para la detección de otros hongos, parte del sistema radicular de las plantas se observó con el microscopio óptico y estereoscópico. Los hongos crecidos en las placas de Petri fueron preliminarmente clasificados. Cuando los aislados pertenecieron a géneros presuntamente patógenos, fueron aislados, purificados y conservados. Se conservaron más de 120 aislados pertenecientes a los géneros *Phytophthora*, *Pythium* y *Fusarium*. Posteriormente, algunos de los aislados se identificaron y caracterizaron molecular y morfológicamente.

La caracterización molecular se realizó mediante el análisis de secuencias de ADN genómico de la región ITS. Para ello se realizaron cultivos de punta de hifa de los aislados seleccionados sobre medio líquido patata dextrosa durante 10 días en agitación, y a una temperatura aproximada de 25°C. Una vez cultivados, se extrajo el ADN siguiendo el protocolo del kit “E.Z.N.A. Fungal DNA Kit” (Omega Biotech, USA). Estos ADNs se amplificaron mediante la técnica de la

reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando los marcadores ITS5 e ITS4. Después de verificar la amplificación de la región deseada mediante su observación en gel de agarosa, los productos de la PCR fueron purificados con el kit de purificación “High Pure PCR Product Purification Kit” (Roche, Alemania) y posteriormente secuenciados utilizando el servicio de secuenciación del Instituto de Biología Molecular de la Universidad Politécnica de Valencia. Las secuencias de las regiones obtenidas se editaron utilizando el programa BioEdit y se alinearon con las secuencias de la base de datos GenBank.

Los experimentos para evaluar la patogenia de los aislados obtenidos en la prospección y conocer la etiología biótica y/o abiótica de la enfermedad en determinados invernaderos comerciales se realizaron en un invernadero de ambiente semicontrolado de tipo túnel con cubierta de policarbonato, dotado de ventilación lateral y de refrigeración por pantalla de evaporación de agua “cooling system” y de automatismos para su gestión, situado en el Centro IFAPA La Mojonera. En todos los experimentos se utilizó como sustrato vermiculita contenida en contenedores de 1l de capacidad. Como sistema de riego se utilizó un depósito de 1m³ de capacidad donde se preparó la solución final de riego. Mediante una bomba y con la ayuda de un reloj programable la solución nutritiva fue aportada con un sistema de goteros de 2,4 L.h⁻¹ con microtubo y piqueta a cada planta. En los experimentos se utilizó agua de 0,5 a 0,6 dS.m⁻¹ de conductividad eléctrica (CE).

Para evaluar el poder patógeno de una selección de los aislados obtenidos se realizaron dos experimentos. Las siembras directas de las semillas de pimiento cv. Melchor se realizaron el 17 de julio de 2015 para el experimento de plantas y el 27 de julio para el de plántulas. Se colocaron dos y seis semillas por contenedor. En el primero se inocularon 56 aislados sobre plántulas con 1-3 hojas verdaderas, mientras que en el segundo se inocularon 24 aislados, que resultaron patógenos en el experimento anterior sobre plantas con 4-6 hojas verdaderas.

Las inoculaciones sobre plántulas se realizaron el 7 de agosto, a los 11 días después de la siembra (dds) y el 20 de agosto sobre plantas a los 35 dds. El inóculo estuvo compuesto por un triturado en agua destilada del cultivo puro de los distintos aislados de *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp. a ensayar, crecidos hasta quedar la placa de Petri de 90 mm de diámetro con 20 ml de medio de cultivo LBA, completamente cubierta por la colonia fúngica. Se utilizó una placa de Petri cada diez plantas. El volumen de agua destilada utilizado para el triturado de cada placa de Petri fue de 500 mL. El diseño experimental utilizado fue en cuatro bloques completos al azar. Las parcelas elementales estuvieron constituidas por seis plántulas crecidas en un contenedor o por cuatro plantas en dos contenedores. Como testigos se usaron un mismo número de plantas sin inocular.

Para conocer si la causa de la enfermedad en algunos de los invernaderos en los que no se había detectado ningún hongo patógeno sobre pimiento podía ser atribuida a fallos en el manejo del riego o del cultivo, se realizó un experimento consistente en cultivar plantas de pimiento del cv. Melchor sobre contenedores

rellenados con vermiculita a los que se le habían añadido 50 ml de suelo, esterilizados o no, procedentes de la zona de desarrollo de la raíz de 4 plantas enfermas de cada uno de los cuatro invernaderos estudiados. Los invernaderos estudiados se codificaron como I-47, I-49, I-M11 y I-M12. La esterilización del suelo se realizó en autoclave a 120°C durante 30 minutos y 3 veces en días consecutivos. En este caso el diseño experimental utilizado fue factorial de parcelas divididas en cuatro bloques completos al azar, con parcelas elementales constituidas por cuatro plantas crecidas en dos contenedores. El factor principal con cuatro niveles estaba constituido por los suelos procedentes de los cuatro invernaderos, mientras que el factor secundario con nueve niveles lo constituyan los contenedores con los suelos esterilizados y no esterilizados de la zona explorada por las raíces de cuatro plantas y, como testigo, un contenedor contenido sólo vermiculita.

Las siembras de las semillas se realizaron, en la segunda quincena de abril directamente sobre los contenedores y colocando dos semillas por contenedor.

El poder patógeno de los aislados inoculados o el conocimiento de la etiología biótica y/o abiótica de la enfermedad se valoró midiendo el peso seco de las plantas y mediante observaciones semanales de los síntomas detectados en las plantas, generalmente necrosis en la base del tallo, marchitez y muerte, procediendo posteriormente al reaislamiento de los patógenos. Las comparaciones entre medias se realizaron por la diferencia mínima significativa (LSD), empleando el paquete estadístico Statistix (Version 9; Analytical Software, Tallahassee, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestrearon un total de 64 invernaderos. El porcentaje de plantas enfermas fue muy variable, en 24 de ellos la enfermedad afectó al 5-30% de las plantas, mientras que en siete invernaderos superó el 50%, ocasionando daños económicos muy importantes. En los 33 invernaderos restantes la enfermedad solo se observó en algunas plantas aisladas o en porcentajes inferiores a los 5%, generalmente distribuidas en uno o varios rodales en el invernadero, no teniendo una importancia económica relevante. La mayoría de las explotaciones se encontraron situadas en el término municipal de Adra, zona particularmente dedicada al cultivo del pimiento y que utiliza el agua procedente del embalse de Beníñar o del Rio Adra, cuyas aguas parecen proceder sobre todo de las pérdidas que se producen de forma incontrolada por las grietas en el subsuelo del citado embalse.

Con respecto al poder patógeno de los aislados, en el primer experimento sólo 24 aislados de los 56 inoculados resultaron patógenos sobre plántulas. 16 pertenecieron a *P. capsici* mientras que los ocho restantes pertenecieron a *P. aphanidermatum*. En el segundo experimento los 24 aislados inoculados fueron patógenos sobre plantas. Todos los aislados de *P. capsici* causaron síntomas

graves y generalizados afectando a un porcentaje muy elevado de las plantas inoculadas, y ocasionando casi siempre, la muerte de éstas. También, todos los aislados inoculados de *P. aphanidermatum* fueron patógenos, causando un menor crecimiento de las plantas y marchitez, generalmente reversible de las plantas. Síntomas que ocasionados por una necrosis de la raíz principal y de las secundarias, fueron más leves que los originados por *P. capsici* y no causaron la muerte masiva de las plantas.

Si analizamos los resultados de las prospecciones, de los análisis realizados a las plantas enfermas y de los experimentos de patogenicidad, en conjunto, podemos inferir las siguientes deducciones: *P. capsici* se puede considerar el agente causal responsable en el 23,4% de los invernaderos de pimiento muestreados. La enfermedad, sobre todo cuando esta afectó a un importante número de plantas, estuvo asociada frecuentemente a fuertes lluvias y a episodios de entradas de agua del exterior hacia dentro del invernadero. *P. aphanidermatum*, recientemente citado como patógeno de plantas adultas de pimiento en el sureste (de Cara *et al.*, 2017), puede explicar la enfermedad en el 10,9% de los invernaderos. Mientras que la acción conjunta de ambos patógenos se detectó en el 3,1% de éstos. Ningún otro patógeno fúngico conocido se aisló en el resto (62,5%) de los invernaderos. Y excepto en uno de ellos, donde existió un episodio de encharcamiento, en el resto no pareció que el manejo del riego fuera equivocado. En siete de los invernaderos (10,9%), los síntomas de “Tristeza” estuvieron asociados a plantas con síntomas de PMMoV (Virus del moteado suave del pimiento), y futuros trabajos deberán demostrar la implicación del virus en la muerte de las plantas. En el 50% de los invernaderos la causa de la enfermedad es desconocida, a pesar de que en cuatro de éstos el porcentaje de plantas enfermas superó el 50%.

Los resultados del experimento realizado para conocer la etiología biótica o abiótica de la enfermedad se detallan en la *Tabla 1*. En la primera valoración de síntomas realizada a los 38 dds cuando las plantas tenían entre 9 y 12 hojas verdaderas, ninguna de las plantas mostró síntomas aéreos o radiculares. Los primeros síntomas, de necrosis en la base del tallo, raíz principal y marchitez se detectaron a los 50 dds, y cuando se finalizó el experimento, a los 72 dds, en 85 plantas se detectaron síntomas. Como se puede observar en tres de los invernaderos estudiados, en el I-47, I-M11 y I-M12, existieron diferencias importantes y significativas entre los síntomas mostrados por las plantas con respecto al I-49. Al igual que también en éstos tres invernaderos existieron diferencias entre los síntomas mostrados por las plantas cultivadas en suelos autoclavados y no autoclavados. Los síntomas se detectaron en las cuatro plantas crecidas en los suelos de los invernaderos I-47 y I-M12 y en tres de las plantas del I-M11. Los síntomas de marchitez y muerte fueron observados en pocas plantas, y el síntoma más frecuente fue el de una necrosis de la raíz principal y en menor medida de las secundarias. En ninguna de las plantas del testigo se detectaron síntomas.

Los resultados obtenidos parecen indicar que la causa que provocó los síntomas en tres de los cuatro invernaderos estudiados, al eliminarse en gran medida

con el autoclavado del suelo, es biótica. Además, los resultados indican la lenta evolución de la enfermedad, ya que sus síntomas no se detectaron en la primera evaluación de síntomas generalizados o radiculares que se realizó a los 38 dds, cuando las plantas tenían 10-12 hojas verdaderas. Esta lenta evolución de la enfermedad podría estar dando una validez parcial a determinados experimentos realizados para conocer la etiología de la enfermedad (como por ejemplo: el experimento de patogenicidad sobre plántulas), ya que algunos de éstos se finalizaron antes de los 50-60 dds. Futuros experimentos de inoculación con hongos pertenecientes a los géneros *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. y *Fusarium* spp. deberán plantearse bajo esta nueva perspectiva.

CONCLUSIONES

La enfermedad conocida como “La Seca o Tristeza del pimiento” es una enfermedad importante en los cultivos de invernadero del sureste andaluz.

Phytophthora capsici, agente causal de la enfermedad en otras zonas y países sólo se detectó en el 26,5% de los invernaderos, mientras que *Pythium aphanidermatum*, puede explicar la enfermedad en el 10,9%. Todos los aislados de ambas especies resultaron patógenos reproduciendo los síntomas observados en las explotaciones comerciales. Ningún otro patógeno fúngico conocido se aisló en el resto (62,5%) de los invernaderos.

Sin embargo, los resultados obtenidos, en un experimento realizado con suelos procedentes de varios invernaderos, parecen indicar que la causa que de la enfermedad en tres de éstos sea biótica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, A.; VEGH, I. 1971. *La “Tristeza” o “Seca” del pimiento producida por Phytophthora capsici Leonian*. Anales del INIA, Serie Protección Vegetal 1: 9-42.
- ANDRÉS, J. L.; RIVERA, A.; FERNÁNDEZ, J. 2003. *Phytophthora nicotianae pathogenic to pepper in Northwest Spain*. Journal of Plant Pathology 85: 91-98.
- BERRA, D.; LAUCIRICA, M. 1994. *Presencia de Phytophthora cryptogea y P. capsici en los cultivos de pimiento de Bizkaia afectados por la “tristeza”*, en: VII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Sitges(España), 18-21 de octubre. Resúmenes de ponencias y pósteres del congreso: 40.
- DE CARA-GARCÍA, M.; PÉREZ-HERNÁNDEZ, A.; AGUILERA-LIROLA, A.; GÓMEZ-VÁZQUEZ, J. M. 2017. *First Report of Root Rot and Stunting Caused by Pythium aphanidermatum on Sweet Pepper (Capsicum annuum L.) in Southeastern Spain*. Plant disease Vol. 101, nº 6, 1059.
- ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. The American Phytopathological Society, St.Paul (USA), 562 pp.

- HAUSBECK, M. K.; LAMOUR, K. H. 2004. *Phytophthora capsici on Vegetable Crops: Research Progress and Management Challenges*. Plant Disease 88: 1292-1302.
- LARREGLA, S. 2003. *Etiología y epidemiología de la “Tristeza” del pimiento en Bizkaia: su control*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, 756 pp.
- LARREGLA, S.; PÉREZ, E.; JUARISTI, B.; NÚÑEZ, M. 2009. *Valoración de la agresividad de una colección de cepas de Phytophthora capsici aisladas en cultivos de pimiento del País Vasco*. Actas de Horticultura 54: 208-209.
- MANNON, E.; GALLEG, L.; CHUANXUE HONG. 2008. *Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprints*. APS Press. St. Paul, Minnesota 55121, USA. 158 pp.
- PALAZÓN, C.; PALAZÓN, I. 1989. *Estudios epidemiológicos sobre la «tristeza» del pimiento en la zona del Valle Medio del Ebro*. Bol. San. Veg. Plagas, 15:233-262.
- PEREZ-HERNANDEZ, A.; SERRANO-ALONSO, Y.; AGUILAR-PEREZ, M. I.; GOMEZ-UROZ, R. M.; GÓMEZ-VÁZQUEZ, J. M. 2014. *Damping-Off and Root Rot of Pepper Caused by Fusarium oxysporum in Almería Province, Spain*. Plant disease Vol. 98, nº 8, 1159.
- SILVAR, C.; MERINO, F.; DÍAZ, J. 2006. *Diversity of Phytophthora capsici in Northwest Spain: analysis of virulence, metalaxyl response, and molecular characterization*. Plant Disease 90: 1135-1142.
- STIRLING, G. R.; EDEN, L. M. A; ASHLEY, M. G. 2004. *Sudden wilt of capsicum in tropical and subtropical Australia: a severe form of Pythium root rot exacerbated by high soil temperatures*. Australasian Plant Pathology, 33, 357-366.
- TELLO, J.; LACASA, A. 2004. *Las enfermedades de origen edáfico y su control en los pimentonares del campo de Cartagena*. Phytoma-España 157: 17-26.
- VAN DER PLAATS-NITERINK, A. J. 1981. *Monograph of the genus Pythium*. Studies in Mycology Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn 21, 1-242.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PP.AVA.AVA201601.7, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Síntomas de “La Seca o Tristeza del pimiento” en un invernadero comercial del sureste de Andalucía.



Fotografía 2. Síntomas producidos por *Phytophthora capsici* sobre plantas de pimiento en inoculación artificial.



Fotografía 3. Síntomas producidos por *Pythium aphanidermatum* sobre plantas de pimiento en inoculación artificial.



Fotografía 4. Vista general del experimento realizado con suelos procedentes de varios invernaderos.

TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de plantas con síntomas crecidas en los suelos de los invernaderos.

CODIGO FINCA	CODIGO RIZOSFERA	BLOQUE	SINTOMAS (%)	PESO SECO (g)
I-47			31.25 AB	43.93 AB
I-49			2.78 C	46.92 A
I-M11			21.53 B	46.94 A
I-M12			36.11 A	43.61 B
		1	28.47 A	55.72 A
		2	21.53 A	56.01 A
		3	22.92 A	41.55 B
		4	18.75 A	28.11 C
I-47	1		62.50 BC	24.10 O
I-47	1 Auto	9	0.00 D	56.08 ABC
I-47	2		68.75 BC	24.67 NO
I-47	2 Auto		0.00 D	59.89 A
I-47	3		75.00 B	34.09 KLMNO
I-47	3 Auto		0.00 D	60.12 A
I-47	4		75.00 B	24.76 NO
I-47	4 Auto		0.00 D	58.78 A
I-47	Testigo		0.00 D	52.87 ABCDE
I-49	1		0.00 D	25.73 MNO
I-49	1 Auto		12.50 D	56.68 ABC
I-49	2		6.25 D	40.95 FGHIJKL
I-49	2 Auto		6.25 D	49.82 ABCDEFG
I-49	3		0.00 D	38.70 HIJKL
I-49	3 Auto		0.00 D	59.15 A
I-49	4		0.00 D	35.17 JKLMN
I-49	4 Auto		0.00 D	60.26 A
I-49	Testigo		0.00 D	55.85 ABC
I-M11	1		75.00 B	36.23 IJKLM
I-M11	1 Auto		0.00 D	53.64 ABCD
I-M11	2		50.00 C	44.71 EFGHIJ
I-M11	2 Auto		0.00 D	46.31 CDEFGHI
I-M11	3		68.75 BC	43.88 EFGHIJK
I-M11	3 Auto		0.00 D	57.69 AB
I-M11	4		0.00 D	51.25 ABCDEF
I-M11	4 Auto		0.00 D	41.90 FGHIJKL
I-M11	Testigo		0.00 D	46.88 CDEFGH
I-M12	1		62.50 BC	32.75 LMNO
I-M12	1 Auto		0.00 D	49.89 ABCDEFG
I-M12	2		75.00 B	39.86 GHIJKL
I-M12	2 Auto		0.00 D	50.17 ABCDEFG
I-M12	3		62.50 BC	42.56 FGHIJKL
I-M12	3 Auto		12.50 D	50.98 ABCDEF
I-M12	4		100.00 A	33.00 LMNO
I-M12	4 Auto		12.50 D	45.20 DEFGHIJ
I-M12	Testigo		0.00 D	48.09 BCDEFGH

FIGURAS

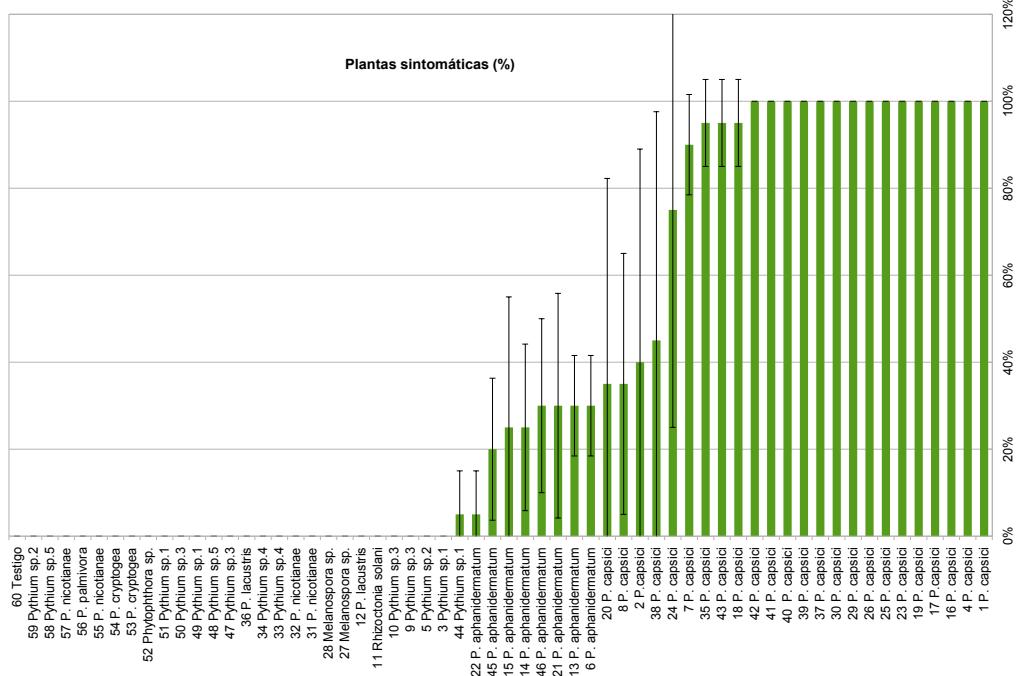


Figura 1. Patogeneidad de diversos aislados de *Pythium* spp. y de *Phytophthora* spp. sobre plántulas. Porcentajes de plántulas con síntomas.

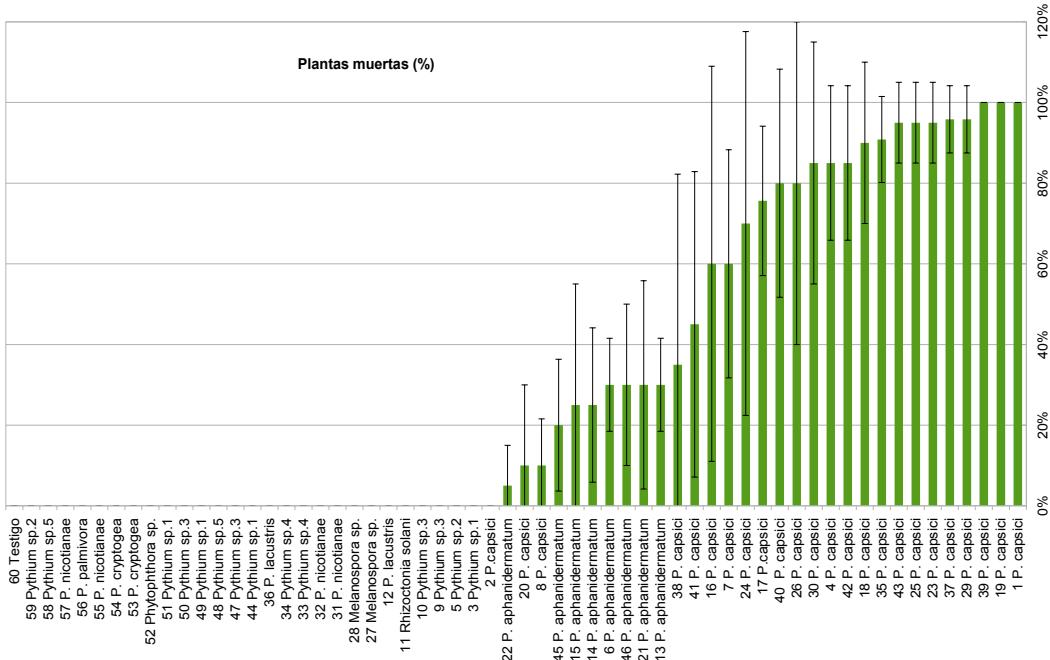


Figura 2. Patogeneidad de diversos aislados de *Pythium* spp. y de *Phytophthora* spp. sobre plántulas. Porcentajes de plántulas muertas.

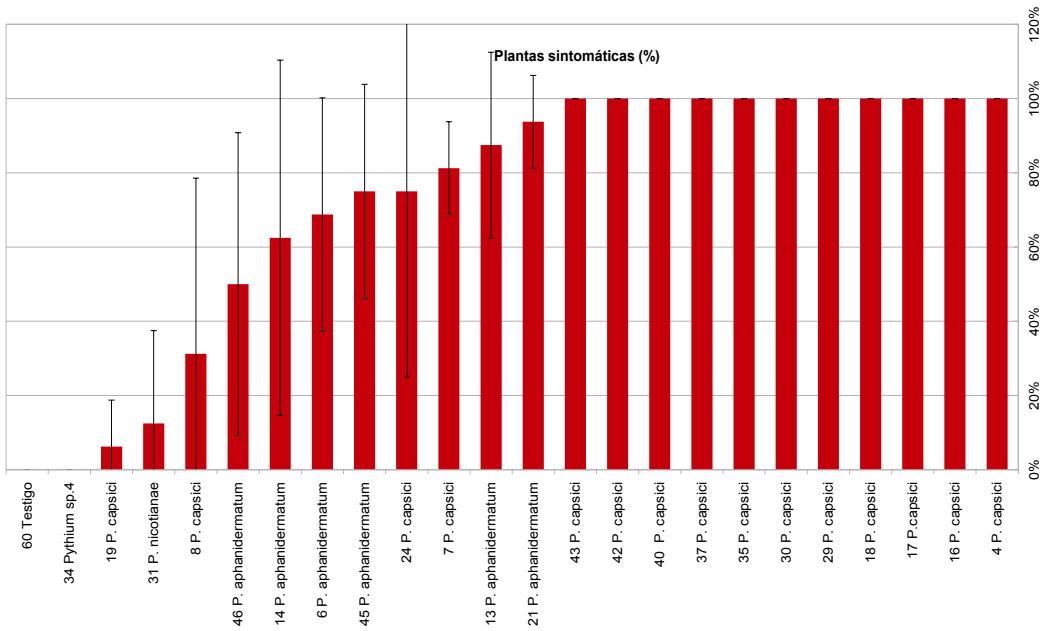


Figura 3. Patogeneicidad de diversos aislados de *Pythium* spp. y de *Phytophthora* spp. sobre plantas. Porcentajes de plantas con síntomas.

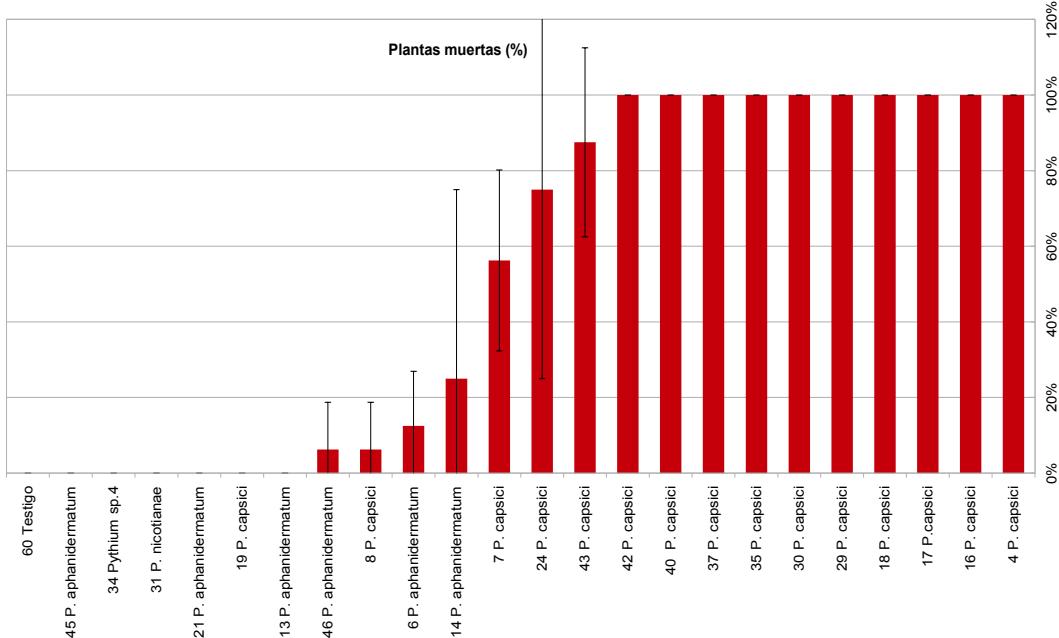


Figura 4. Patogeneicidad de diversos aislados de *Pythium* spp. y de *Phytophthora* spp. sobre plántulas. Porcentajes de plantas muertas.

INFLUENCIA DE LA HORA DE RECOGIDA DE MUESTRAS SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATO, POTASIO, CALCIO Y C.E. EN SAVIA EN CULTIVO DE TOMATE

Martín, E.¹; Cánovas, G.¹; Castillo, P.²; García-García, M.C.¹, Fernández, M.M.¹

*¹ Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro La Mojonera, Almería.

*² Distribuciones Industriales y Científicas S.L. (DICSA).

RESUMEN

En cultivos hortícolas intensivos donde se utilizan grandes cantidades de fertilizantes, es necesario ajustar la fertilización mineral a las necesidades reales de los cultivos de manera que se eviten impactos ambientales negativos debidos a la lixiviación de nutrientes y se consiga un ahorro económico para el agricultor al no utilizar más fertilizantes de los necesarios. Para ello es necesario contar con herramientas de diagnóstico que permitan su uso en campo y así conocer en tiempo real el estado nutricional del cultivo. El análisis de savia es uno de los métodos que puede identificar si la concentración de nutrientes en el cultivo es adecuada o por el contrario existen deficiencias o toxicidades y así ajustar las necesidades de nutrientes en cultivos hortícolas en invernadero y mejorar la gestión en tiempo real del aporte de fertilizantes mediante fertirrigación. El objetivo de este trabajo es conocer si la hora de la toma de muestra para realizar análisis de savia en cultivo de tomate influye en los valores de nitrato, potasio, calcio y conductividad eléctrica (CE) obtenidos. Para ello se recogieron muestras a cuatro horas distintas a lo largo de la mañana (8:30; 10:00; 11:30 y 13:00 horas) en un cultivo de tomate bajo invernadero. La toma de muestras se realizó cogiendo aleatoriamente 16 hojas jóvenes completamente desarrolladas, distribuidas a lo largo de todo el invernadero. El tiempo transcurrido entre la toma de muestra y la extracción de savia y posterior análisis fue de aproximadamente treinta minutos, realizándose la extracción de savia de los pecíolos mediante una pequeña prensa manual y la medida de la concentración de nitratos, potasio, calcio y CE mediante equipos rápidos de análisis Laquatwin. Observamos que no todos los parámetros analizados se comportan de igual forma. La conductividad eléctrica y la concentración de nitrato y calcio en savia no se ven influenciados por la hora de recogida de las muestras, siendo el potasio el único elemento analizado que varía en función de la hora de recogida de las muestras.

Palabras clave: invernadero, nutrición, análisis rápido

INTRODUCCIÓN

En cultivos hortícolas intensivos donde se utilizan grandes cantidades de fertilizantes, es necesario ajustar la fertilización mineral a las necesidades reales de los cultivos de manera que se eviten impactos ambientales negativos debidos a la lixiviación de nutrientes y se consiga un ahorro económico para el agricultor al no utilizar más fertilizantes de los necesarios. Para ello es necesario contar con herramientas de diagnóstico que permitan su uso en campo y así conocer en tiempo real el estado nutricional del cultivo.

El análisis de savia es uno de los métodos que puede identificar si la concentración de nutrientes en el cultivo es adecuada o por el contrario existen deficiencias o toxicidades y así ajustar las necesidades de nutrientes en cultivos hortícolas en invernadero y mejorar la gestión en tiempo real del aporte de fertilizantes mediante fertirrigación.

Si bien, a la hora de recoger las muestras para determinar correctamente la concentración de nutrientes en savia presentes en el cultivo, es necesario tener en cuenta que la concentración de elementos minerales contenidos en la savia puede variar en función de numerosos parámetros, por lo que los rangos de concentración encontrados son muy amplios y dificultan su interpretación. Entre otros factores puede influir la radiación solar, la hora del día, la temperatura y humedad relativa del medio ambiente, el estado de madurez de la hoja, la edad y el estado de desarrollo de la planta (Burgueño, 1999; Cadahía, 2008; Hochmuth, 2015; Llanderal *et al.*, 2017).

En cuanto a qué hora se deben recoger las muestras para hacer el análisis de savia no existe un criterio claro. La mayoría de los trabajos dicen que se deben recoger las hojas por la mañana, Peña *et al.* (2015) indican que se debe muestrear a primera hora de la mañana, Burgueño (1999) y Llanderal *et al.* (2017) entre las 9 y las 11 de la mañana, y otros autores recomiendan que las tomas de muestras se realicen en días soleados y entre las 10:00 y las 12:00 horas (Scaife y Stevens, 1983; Coltman, 1987).

El objetivo de este trabajo es conocer si la hora de la toma de muestra para realizar análisis de savia en cultivo de tomate influye en los valores de nitrato, potasio, calcio y conductividad eléctrica (CE) obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se realizó sobre un cultivo de tomate cv. 74-339RZ (Rijk Zwaan Ibérica) trasplantado el día 31/1/17 en un invernadero multitúnel situado en la finca experimental del Centro IFAPA La Cañada (Almería). La toma de muestras se hizo en época de recolección, el día 25/5/17 (114 días después del trasplante). Se recogieron tres muestras, compuestas cada una de ellas de 16 hojas jóvenes completamente desarrolladas, distribuidas al azar a lo largo de todo el invernadero a las 8:30, 10:00, 11:30 y 13:00 horas.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa tomadas en el interior del invernadero en las horas a las que se realizó el muestreo se muestran en la siguiente tabla:

Hora	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
8:30	23,8	55,3
10:00	28,8	50,3
11:30	33,2	39,0
13:00	34,8	39,9

El tiempo transcurrido entre la toma de muestra y la extracción de savia y posterior análisis fue de aproximadamente treinta minutos, realizándose la extracción de savia de los pecíolos mediante una pequeña prensa manual y la medida de la concentración de nitratos, potasio, calcio, C.E. y pH mediante equipos rápidos de análisis Laquatwin.

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de la varianza (test ANOVA) y la comparación de medias con el test de mínima diferencia significativa (LSD) con un nivel de significación del 5%, con el programa estadístico Statgraphics 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Figura 1* se muestra la concentración de nitrato en savia a las diferentes horas en las que se realizó el muestreo, no observándose diferencias significativas entre las distintas horas a las que se realizó. Si bien, a las 13:00 horas el contenido de nitrato en savia había disminuido con respecto a las horas centrales de la mañana donde se obtuvieron los valores de nitrato más altos en savia (11:30) (*Fig. 1*).

En el caso del potasio, si se obtuvieron diferencias significativas en la concentración de dicho elemento en savia en los diferentes muestreos (*Fig. 2*). El nivel más bajo de potasio se mostró en el muestreo realizado a las 13:00 horas, apareciendo diferencias significativas con los valores obtenidos a las 10:00 y a las 11:30 horas, momento en el que la concentración de potasio también fue mayor. Los niveles más altos de K⁺ se alcanzaron, al igual que el nitrato, a las 11:30 horas.

Por el contrario, la concentración de calcio en savia en las horas centrales de la mañana (10:00 y 11:30 horas) es cuando presentaba valores más bajos mostrando diferencias significativas con las concentraciones obtenidas en el primer muestreo (8:30 horas). Comportándose de una manera totalmente diferente al resto de elementos analizados donde en todos los casos los valores más altos se obtuvieron entre las 10:00 y las 11:30 horas (*Fig. 3*).

Los valores de conductividad eléctrica en savia no presentaron diferencias significativas en función de la hora de la toma de muestras (*Fig. 4*). Si bien, tal y como se ve en la *Figura 1* a las 10:00 y 11:30 horas es cuando la planta de tomate tiene unos niveles mayores de CE en savia. De igual manera ocurre para el pH donde a las 10:00 y 11:30 horas se obtienen los valores más altos (*Fig. 5*), pero en este caso si existieron diferencias significativas entre los valores obtenidos a las horas centrales de la mañana (10:00 y 11:30) y los obtenidos a primera hora (8:30) y a última hora (13:00).

CONCLUSIONES

Observamos que no todos los parámetros analizados se comportan de igual forma. La conductividad eléctrica y la concentración de nitrato en savia no se ven influenciados por la hora de recogida de las muestras, sin embargo, la concentración de potasio, calcio y el pH si varían en función de la hora de recogida de las muestras.

En función de los resultados obtenidos recomendamos recoger las muestras siempre a la misma hora. En nuestras condiciones de cultivo, para hacer el seguimiento de la concentración de nutrientes en savia del cultivo de tomate, parece que preferiblemente se debe muestrear entre las 10:00 y las 11:30 horas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURGUEÑO, H. 1999. *La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico*. Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el Valle de Culiacan, SIN., México.
- CADAHIA, C. 2008. *Fertirrigación. La savia como índice de fertirrigación en cultivos agroenergéticos, hortícolas, frutales y ornamentales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 256 pp.
- COLTMAN, R.R. 1987. *Yield and sap nitrate responses of fresh market field tomatoes to simulated fertilization with nitrogen*. J. Plant Nutr. 10, 16991704.
- HOCHMUTH, G. 2015. *Plant petiole sap-testing for vegetable crops*. Document CIR1144, Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension.
- LLANDERAL, A.; GARCÍA-CAPARRÓS P.; CONTRERAS, JUANA I.; LAO, M. TERESA; SEGURA, M. LUZ. 2017. *La savia como herramienta de diagnóstico nutricional para mejorar la gestión del fertiriego en cultivos hortícolas*. I Jornadas de transferencia hortofrutícola CIAIMBITAL. Tema 9: 189-204.
- PEÑA, M.T.; THOMPSON, R.B.; GALLARDO, M.; PADILLA, F.M. 2015. *Optimización de la fertilización nitrogenada en cultivos de invernadero con técnicas de monitorización en suelo y planta*. Horticultura 321: 22-25.
- SCAIFE, A.; STEVENS, K.L. 1983. *Monitoring sap nitrate in vegetable crops: comparison of test strips with electrode methods, and effects of time of day and leaf position*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 14, 761-771.

FIGURAS

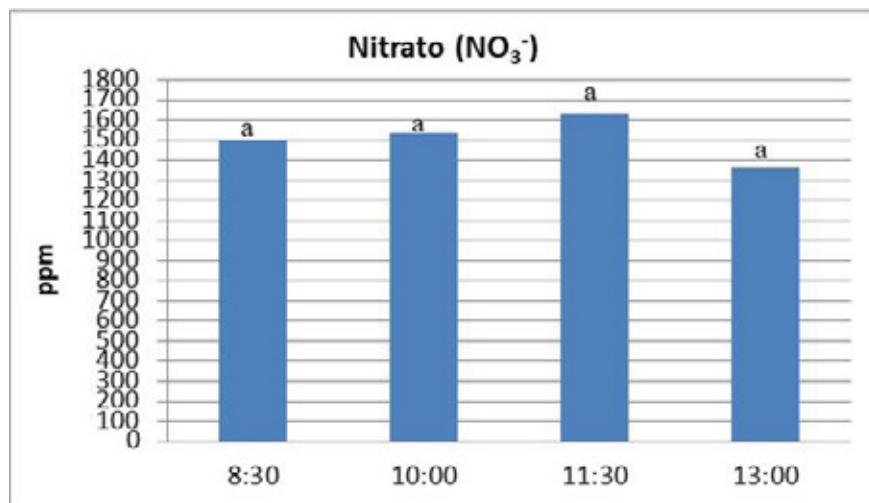


Figura 1. Concentración de nitrato en savia a las diferentes horas en las que se realizó el muestreo.

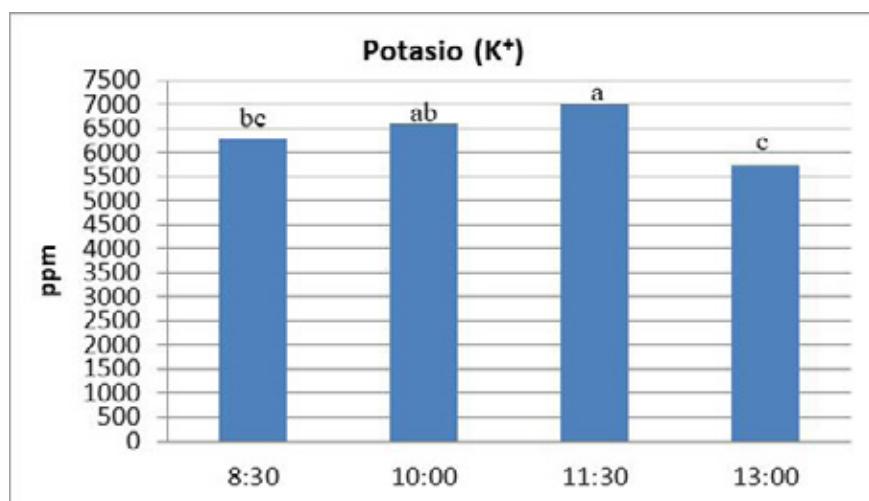


Figura 2. Concentración de potasio en savia a las diferentes horas en las que se realizó el muestreo.

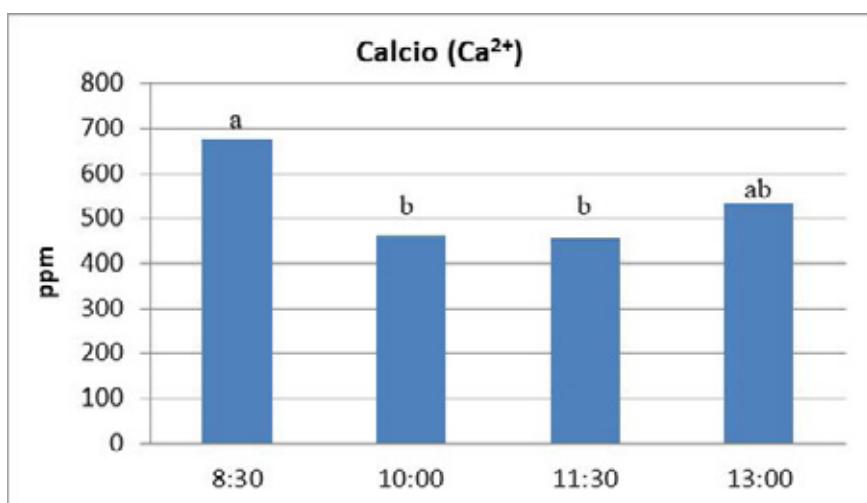


Figura 3. Concentración de calcio en savia a las diferentes horas en las que se realizó el muestreo.

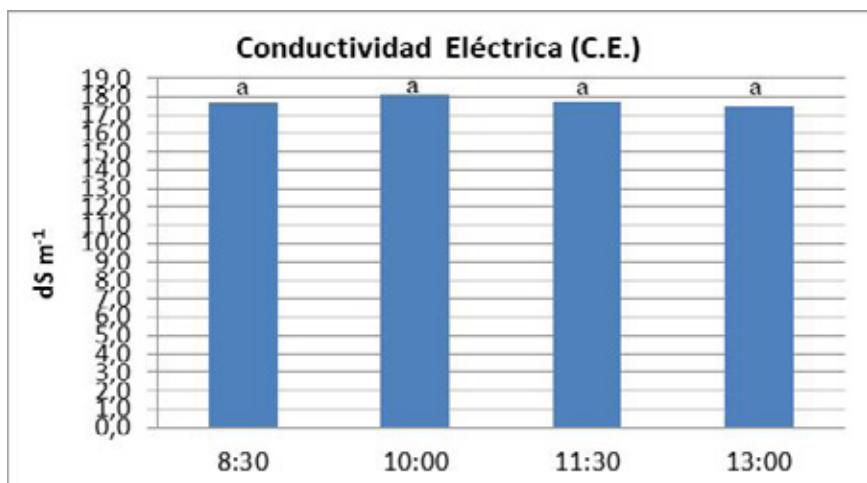


Figura 4. Conductividad Eléctrica en savia a las diferentes horas en las que se realizó el muestreo.

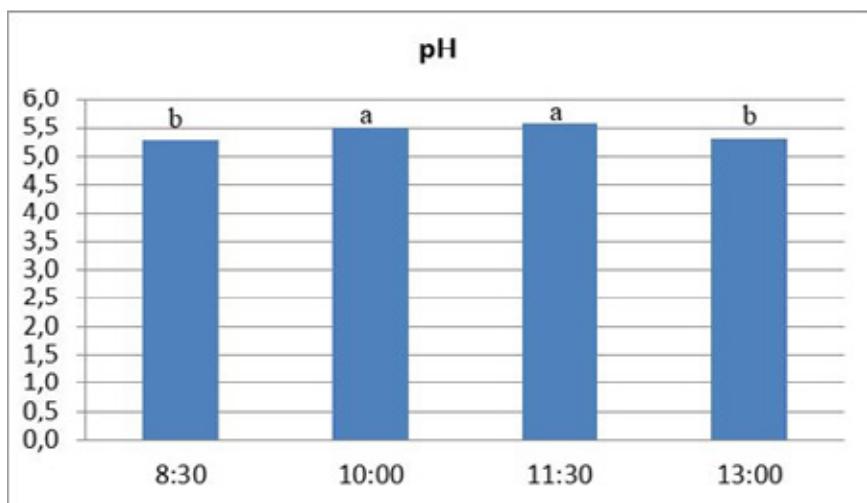


Figura 5. pH en savia a las diferentes horas en las que se realizó el muestreo.

INFLUENCIA DEL TIPO DE TOMATE SOBRE LOS NIVELES DE NITRATO, POTASIO Y CALCIO EN SAVIA

Martín, E.¹; Cánovas, G.¹; Castillo, P.²; Fernández, M.M.¹

*¹ Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro La Mojonera, Almería.

*² Distribuciones Industriales y Científicas S.L. (DICSA).

RESUMEN

Para realizar una fertilización mineral más eficiente y ajustada a las necesidades reales de los cultivos es necesario diagnosticar correctamente el estado nutricional de los mismos. Para ello contamos con varias herramientas analíticas como son los análisis químicos del tejido vegetal, savia, suelo y solución de suelo. El análisis de savia, junto con el análisis foliar, puede ser una herramienta importante para el seguimiento del desarrollo de un cultivo en relación con la aplicación y manejo de los nutrientes. Las principales ventajas del análisis de savia son la rapidez con la que se puede obtener un diagnóstico en campo, viéndose menos afectado por los fenómenos de concentración y dilución de la muestra que el análisis foliar y la elevada sensibilidad para modificar las concentraciones de los nutrientes ante diferentes situaciones nutritivas, permitiendo obtener una mayor información para un problema de nutrición en concreto. El objetivo de este trabajo es conocer qué niveles de nitrato, potasio, calcio y conductividad eléctrica (CE) en savia podemos encontrar, en cultivos de tomate bajo invernadero en Almería, y determinar si el tipo de tomate puede influir en los mismos, a fin de poder establecer unas recomendaciones orientativas que permitan dar fiabilidad y utilidad al análisis de savia. Para ello se tomaron datos en 3 invernaderos de tomate de diferente tipo: tipo cherry (cv. Melite), tipo ramo (cv. Bigram) y tipo coctel ramo (cv. Bacco). En los 3 invernaderos se realizó la misma fertirrigación y manejo del cultivo y estaban situados en fincas colindantes. La toma de muestras se realizó siempre a primera hora de la mañana, cogiendo aleatoriamente 16 hojas jóvenes completamente desarrolladas, distribuidas a lo largo de todo el invernadero. Una vez cogidas las muestras, se trasladaron al laboratorio y se realizó la extracción de savia de los pecíolos mediante una pequeña prensa manual, midiendo la concentración de nitratos, potasio, calcio y CE mediante equipos rápidos de análisis Laquatwin. Observamos que las tendencias en los parámetros analizados son las mismas en los tres tipos de tomate, si bien las concentraciones de nitratos, potasio, calcio y CE en savia si difieren entre los tipos de tomate muestreados. Las concentraciones en savia se encontraban, en función del desarrollo del cultivo, entre 1500-5350 ppm de nitrato, 3000-7750 ppm de potasio, 200-1700 ppm de calcio y 12,5-25,5 dS.m⁻¹ de CE.

Palabras clave: invernadero, nutrición, análisis rápido

INTRODUCCIÓN

Para los cultivos hortícolas bajo invernadero la técnica de aplicación de fertilizantes más empleada es la fertirrigación a través del riego localizado por goteo. Esta técnica consiste en aplicar a las plantas los nutrientes disueltos en el agua de riego en la zona donde se concentran las raíces. De esta manera se puede ajustar la cantidad de agua y concentración de nutrientes aplicados al cultivo durante todo el período de desarrollo del mismo, de una manera eficiente. Pero, además, para realizar una fertilización mineral más eficiente y ajustada a las necesidades reales de los cultivos es necesario diagnosticar correctamente el estado nutricional de los mismos. Para ello contamos con varias herramientas analíticas entre las cuales podemos destacar: los análisis químicos del tejido vegetal, savia, suelo y solución de suelo (Westerman, 1990).

El análisis de savia, junto con el análisis foliar, puede ser una herramienta importante para el seguimiento del desarrollo de un cultivo en relación con la aplicación y manejo de los nutrientes (Hochmuth *et al.*, 1991). Las principales ventajas del análisis de savia son la rapidez con la que se puede obtener un diagnóstico en campo, viéndose menos afectado por los fenómenos de concentración y dilución de la muestra que el análisis foliar y la elevada sensibilidad para modificar las concentraciones de los nutrientes ante diferentes situaciones nutritivas, permitiendo obtener una mayor información para un problema de nutrición en concreto (Cadahía, 2008).

Sin embargo, aunque existen niveles de referencia para cultivos hortícolas en enarenados de Almería (Cadahía, 2008), actualmente se está trabajando y definiendo nuevos niveles para el diagnóstico nutricional mediante análisis de savia en las condiciones de los cultivos hortícolas desarrollados en invernaderos de Almería (Peña-Fleitas *et al.*, 2015; Llanderal, 2017), ya que todavía hay quien sigue utilizando como referencia datos de zonas como Florida, California o México (Hochmuth, 2015; Spectrum Technologies, Inc, 2009; Burgeño, 1999).

El objetivo de este trabajo es conocer que niveles de nitrato, potasio, calcio y conductividad eléctrica (CE) en savia podemos encontrar, en cultivos de tomate bajo invernadero en Almería, y determinar si el tipo de tomate puede influir en los mismos, a fin de poder establecer unas recomendaciones orientativas que permitan dar utilidad al análisis de savia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el período de recolección de la campaña 2016/2017 (ciclo otoño-invierno) se ha realizado el seguimiento de la concentración de nitrato (NO_3^-), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y conductividad eléctrica (CE), en savia, en tres invernaderos de tomate de diferentes tipos. Concretamente, se han tomado muestras en un invernadero de tomate tipo cherry (cv. Melite), en otro de tomate tipo ramo (cv. Bigram) y en un tercero que tenía tomate tipo coctel ramo (cv. Bacco).

En los tres cultivares se realizó la misma fertirrigación, siendo la solución nutritiva aportada la misma. El manejo de cultivo también fue el mismo para todos los cultivares, estando estos situados en la misma finca, en invernaderos colindantes. La fecha de trasplante fue el día 15 de agosto de 2016.

La toma de muestras se realizó en todos los invernaderos a primera hora de la mañana (entre las 8:00 y las 9:00 horas) y con una periodicidad entre 15-21 días. Se cogían tres muestras, compuestas cada una de ellas por 16 hojas jóvenes completamente desarrolladas, distribuidas al azar en cada uno de los invernaderos. Una vez cogidas las muestras de las hojas, se llevaban al laboratorio donde se separaba el limbo foliar del pecíolo, y se extraía la savia de los pecíolos mediante una pequeña prensa manual. También se tomaron muestras de la solución nutritiva (SN) aplicada a los tres cultivares, recogiendo una muestra compuesta de todos los riegos aplicados entre cada dos muestreos de hojas.

La concentración de nitrato (NO_3^-), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y conductividad eléctrica (CE), tanto en la savia como en la solución nutritiva, se midió mediante equipos rápidos de análisis Laquatwin.

Con los datos obtenidos, en cada uno de los días en los que se realizó un muestreo, se realizó un análisis de la varianza (test ANOVA) y la comparación de medias con el test de mínima diferencia significativa (LSD) con un nivel de significación del 5%, con el programa estadístico Statgraphics 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Figura 1* se muestra la concentración de nitrato en savia en cada uno de los cultivares evaluados y en la solución nutritiva media aplicada a los tres cultivares. Como puede verse el aporte de NO_3^- en la solución nutritiva ha estado entre 420 y 750 ppm durante el periodo de tiempo muestreado. Si nos fijamos en la concentración de nitrato en savia observamos que el cultivar Melite (tipo cherry) presentó durante la fase de recolección una concentración de nitrato en savia entre 2300 y 5000 ppm con una concentración media de 3982 ppm, el cultivar Bigram (tipo ramo) obtuvo niveles entre 2500 y 5350 ppm con un valor medio de 3627 ppm, y el cultivar Bacco (tipo coctel ramo) mostró una concentración mínima de 1500 ppm, máxima de 4500 ppm y media de 2973 ppm de nitrato en savia, mostrándose diferencias significativas entre los diferentes tipos de tomate a lo largo de la fase de cultivo analizada (*Fig. 1*). Fijándonos en la concentración media de nitrato de la solución nutritiva y en la media de la concentración en savia de los tres cultivares, no parece existir relación en el periodo muestreado entre la concentración de nitrato en la solución nutritiva y en savia, ya que incrementos de nitratos en la solución nutritiva no implican aumentos de nitrato en savia.

Los valores de nitrato obtenidos en savia, en general, son ligeramente inferiores a los niveles obtenidos por otros autores, en Almería, en cultivo de tomate cv. Ramyle en invernadero donde Peña-Fleitas *et al.* (2015) obtuvieron niveles de

suficiencia de 4650 ppm de NO_3^- en savia y Llanderal (2017) unas concentraciones medias en periodo de recolección de 5546 ppm de NO_3^- en savia. Los valores de referencia obtenidos en Florida en la época de recolección están entre 3100 y 4000 ppm (Hochmuth, G., 2015). Mientras en México, para el cultivo de tomate, determinan que valores de NO_3^- en savia de 3750 ppm pueden considerarse cercanos a niveles de carencia y niveles de 5750 ppm muestran concentraciones para un crecimiento óptimo del cultivo, habiendo tendencia a concentraciones superiores que indiquen un exceso de aplicación de fertilizantes (Burgueño, H., 1999).

La concentración de potasio en solución nutritiva ha estado entre 120 y 800 ppm durante el periodo de tiempo muestreado (*Fig. 2*). En savia, el cultivar Melite (tipo cherry) y el cultivar Bigram (tipo ramo) obtuvieron niveles mínimos en savia de 3100 ppm de potasio y concentraciones máximas de 6350 ppm con una concentración media a lo largo del periodo muestreado de 4797 ppm en el cv. Melite y de 4309 ppm en el cv. Bigram, mientras que en el cultivar Bacco (tipo coctel ramo) la concentración de potasio en savia estuvo entre 3000 y 7750 ppm con una media de 4918 ppm (*Fig. 2*). En general, la tendencia en los tres cultivares fue similar a lo largo del periodo de cultivo muestreado, si bien se mostraban diferencias significativas entre cultivares. Fijándonos en los valores de potasio en la solución nutritiva media y en la media de la concentración en savia de los tres cultivares, parece que tampoco existe una relación en el periodo muestreado entre la concentración de K^+ en la solución nutritiva y en savia, al igual que pasaba con el nitrato.

Las concentraciones de potasio en savia, en los tres tipos de tomate, son en general más altas que las obtenidas en Florida que están entre 3500 y 5000 ppm (Hochmuth, G., 2015), y que los niveles obtenidos en México 3300-4500 ppm (Burgueño, H., 1999) y similares a los 4584 ppm de K^+ en savia obtenidos por Llanderal (2017) en tomate cv. Ramyle en periodo de recolección, en invernadero en Almería.

En cuanto a la concentración de calcio en savia obtenida en los tres cultivares también existen diferencias significativas entre ellos (*Fig. 3*). El cultivar Melite (tipo cherry) presentó niveles entre 300 y 1200 ppm con un valor medio de 745 ppm, el cultivar Bigram (tipo ramo) obtuvo para el mismo periodo de cultivo concentraciones entre 250 y 1700 con un promedio de 1026 ppm y el cultivar Bacco (tipo coctel ramo) entre 200 y 1200 ppm, con una media de 753 ppm de Ca^{2+} en savia. Estos valores son muy superiores a los obtenidos en México, donde niveles de 200 ppm ya se consideran concentraciones adecuadas para un crecimiento óptimo del cultivo (Burgueño, H., 1999), pero muy inferiores al valor promedio de 5546 ppm de Ca^{2+} obtenidos por Llanderal (2017) en tomate cv. Ramyle. El aporte de calcio a través de la solución nutritiva a lo largo del periodo de muestreo estuvo entre 85 y 220 ppm, observándose que no existe relación entre la concentración de calcio en la solución nutritiva y la obtenida en savia, ya que incrementos o disminuciones de calcio en la solución nutritiva no siempre implican aumentos o descensos en los niveles en savia.

Con respecto a los valores de CE en savia (*Fig. 4*) el cultivar Melite presentó concentraciones mínimas de 13,8 y máximas de 25,0 dS.m⁻¹, el cultivar Bigram obtuvo niveles entre 12,6 y 24,3 dS.m⁻¹ y el cultivar Bacco entre 13,5 y 25,6 dS.m⁻¹, valores de CE mayores a los obtenidos en México (11-15 dS.m⁻¹) (Burgueño, H., 1999). En la solución nutritiva los valores de conductividad eléctrica a lo largo del tiempo muestreado han estado entre 3,6 y 5,8 dS.m⁻¹, no existiendo relación entre la conductividad eléctrica en la solución nutritiva media y la obtenida en savia, al igual que pasaba con el resto de elementos analizados.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos durante la última fase del ciclo de cultivo de tomate (periodo de recolección) en las condiciones de Almería en invernaderos tipo parral, existen diferencias en las concentraciones de nitratos, potasio, calcio y CE en savia entre los distintos tipos de tomate o cultivares, por lo que cada cultivar presenta concentraciones de nutrientes diferentes en el mismo periodo de tiempo. Este hecho dificulta obtener recomendaciones generales para el cultivo de tomate.

No existe relación entre los aportes de nutrientes mediante la solución nutritiva y las concentraciones de dichos elementos obtenidas en savia. Hay que seguir trabajando para obtener unas recomendaciones orientativas para tomate y conocer los niveles de NO₃⁻, K⁺, Ca²⁺ y CE en savia que podemos encontrarnos en las condiciones de cultivo de invernaderos de Almería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURGUEÑO, H. 1999. *La fertirrigación en cultivos hortícolas con acondicionamiento plástico. Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el Valle de Culiacan*, SIN., México.
- CADAHIA, C. 2008. *Fertirrigación. La savia como índice de fertirrigación en cultivos agroenergéticos, hortícolas, frutales y ornamentales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 256 pp.
- HOCHMUTH, G. 2015. *Plant petiole sap-testing for vegetable crops*. Document CIR1144, Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension.
- HOCHMUTH, G.J.; MAYNARD, D.; VAVRINA, C.; HANLON, E. 1991. *Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida*. Florida Cooperative Extension Service SS-VEC-42.
- LLANDERAL, A. 2017. *Estudio de métodos de diagnóstico y evaluación de los parámetros nutricionales en sistemas de cultivo hortícola intensivo como base para un manejo más sostenible de la fertirrigación*. Tesis doctoral, Universidad de Almería.
- PEÑA-FLEITAS, M.T.; GALLARDO, M.; THOMPSON, R.B.; FARNESELLI, M.; PADILLA, F.M. 2015. *Assessing crop N status of fertigated vegetable crops using plant and soil monitoring techniques*. Annals of Applied Biology, 167: 387-405.

SPECTRUM TECHNOLOGIES, INC, 2009. Cardy Nitrate NO_3^- Meter, Product Manual, Item 2305G.

WESTERMAN, R.L. 1990. *Soil testing and plant analysis*. Ed. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. pp. 757.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Transforma (PP.TRA. TRA201600.9) “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible”, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, “Andalucía se mueve con Europa”.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Presa manual utilizada para la extracción de la savia de los pecíolos del cultivo de tomate.



Fotografía 2. Equipos rápidos de análisis Laquatwin utilizados para medir la concentración de nutrientes (Ca^{2+} , K^+ , NO_3^-), y CE en savia.

FIGURAS

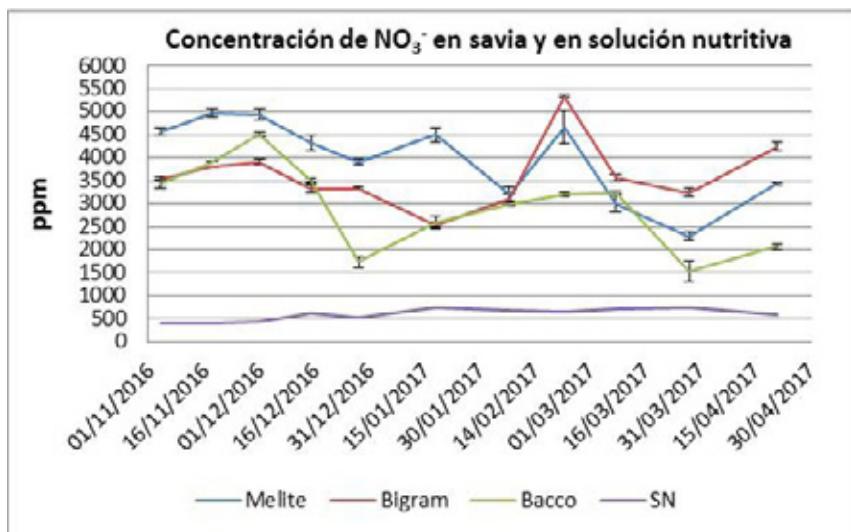


Figura 1. Concentración de nitrato (NO_3^-) en savia en los tres cultivares de tomate y en solución nutritiva.

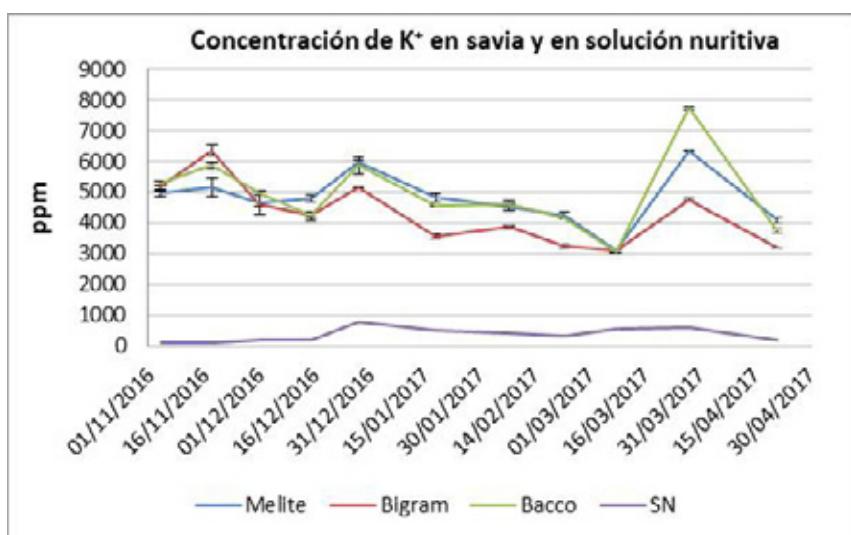


Figura 2. Concentración de potasio (K⁺) en savia en los tres cultivares de tomate y en solución nutritiva.

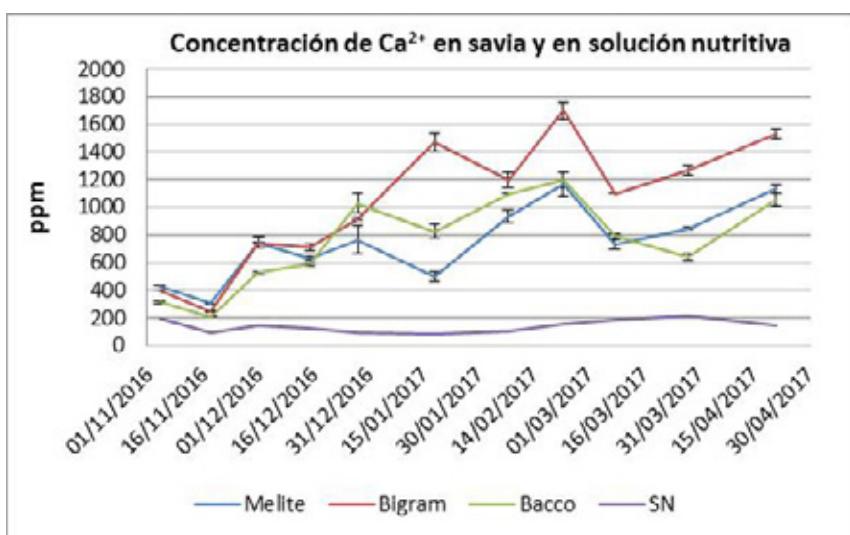


Figura 3. Concentración de calcio (Ca^{2+}) en savia en los tres cultivares de tomate y en solución nutritiva.

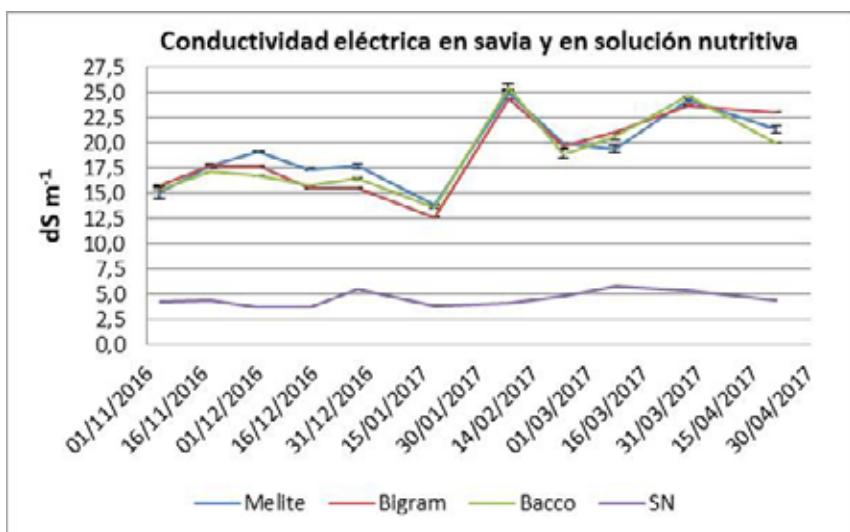


Figura 4. Conductividad eléctrica (CE) en savia en los tres cultivares de tomate y en solución nutritiva.

EVALUACION AGRONÓMICA Y DE CALIDAD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE PATATA ENSAYADOS EN ARAGON. CAMPAÑA 2017

Bruna-Lavilla, P.

Centro de Transferencia Agroalimentaria, Zaragoza.

RESUMEN

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.

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 La Almunia, media estación, con $60.374 \text{ kg.ha}^{-1}$ de media del testigo (Agria), destacaron varios cultivares por sobrepasar lo sobre todo Hermes (124%).

En el ensayo de cultivares de patata para consumo, con una media del ensayo de $70.451 \text{ kg.ha}^{-1}$, destacaron los cultivares Spectra (128%) y Loane (125%).

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: agroindustria, frito, consumo

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 des-

tinar (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 más homogéneas posibles, con la intención de que los resultados sean lo más 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 está 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	PROCEDENCIA	
KINGSMAN	PEP	
ADATO	AGRICO	
CONSTANCE	AGRICO	
ESMEE	AGRICO	
FANDANGO	PEP	
JAERLA	ALAVESA DE PATATAS	
LOANE	GERMICOPA	
MADELEINE	AGRICO	
MONALISA	ALAVESA DE PATATAS	
MONDEO	PLANTERA	CONSUMO
NOHA	GERMICOPA	
PASSION	VANRIJN	
RED PONTIAC	ALAVESA DE PATATAS	
RUDOPHLH	AGRICO	
SPECTRA	AGRICO	
TORNADO	PEP	
TOUAREG	VANRIJN	
YONA	GERMICOPA	
605/4/W/11	CAITHNESS	
658.06.2	STATION DE RECHERCHE DU COMITE NORD	
AGRIA imp.	AGRICO	
AGRIA nal.	ALAVESA DE PATATAS	
ALICANTE	AGRICO	
ANTARCTICA	PEP	
BABYLON	AGRICO	
CRESCENDO	VANRIJN	
FONTANE	AGRICO	
G08TT18006	GERMICOPA	FRITO
GRAVITY	PEP	
HERMES	ALAVESA DE PATATAS	
LADY AMARILLA	MEIJER	
LIONHEART	PEP	
LYONESS	EUROPLANT	
OMEGA	EUROPLANT	
SORENTINA	EUROPLANT	
AGRIA 2 cascос/tub.	AGRICO	

*En negrita cultivares testigo

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

ENSAYO	LA ALMUNIA
Fecha de siembra	16/03/2017
Fecha de recolección	09/08/2017
Densidad de siembra	47.214 plantas.ha ⁻¹
Marco de plantación	0.75 m x 0,28 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 tubérculos. 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 destriño, comparándolos con el cultivar testigo que es el utilizado normalmente en la zona.

Se utiliza semilla certificada. A ser posible de calibre 28/35 que se planta entera (en el caso de ser de calibre mayor se trocea), y a ser posible, prebrotada.

Se aplican las técnicas de cultivo usuales en la zona, siempre que sean las adecuadas.

Calidad de patata de consumo

Los controles de aptitud para la cocción han sido realizados por los técnicos de NEIKER – Tecnalia (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.

Estas mismas muestras son evaluadas por una empresa comercializadora de patata para fresco evaluando los siguientes parámetros: mermas, donde se incluyen tierra, malformaciones, cortes-golpes, verdes, podridas, plagas, pelonas, virus y

otras mermas; calibres, distinguiendo entre calibre demasiado grande, demasiado pequeño (granalla) y óptimo; y calidad de lavado tomando como referencia el índice de calidad del CNIPT (Organización Interprofesional de Patata para Fresco de Francia) (*Tabla 5*).

Calidad de frito, chips

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.

Estas pruebas se realizan, por un lado, a nivel de Centro Tecnológico en NEIKER y, por otro lado, con un almacenista de la zona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ensayo de consumo (*Tablas 1-5*), la media en producción comercial, fue de 70.451 kg.ha⁻¹. Tomando como índice de referencia 100 del testigo de la zona, Red Pontiac, destacaron en producción, sobre todo los cultivares Spectra y Loane con un 128% y 125% de producción sobre el testigo, respectivamente. Otros cultivares como Fandango (117), Madeleine (115) y Touareg (111) estuvieron bastante por encima del testigo.

En cuanto a la aptitud para la cocción, tal como se ve en la *Tabla 4* que recoge los análisis realizados en el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (NEIKER) los cultivares Jaerla, Passion, Rudolph, Spectra, Tornado y Touareg, resultaron los más aptos.

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 el ensayo de cultivares para frito (*Tablas 6-10*), la media en producción comercial, fue de 61.716 kg.ha⁻¹. Tomando como índice de referencia 100 del testigo de la zona, Agria, varios cultivares lo superaron en producción.

En cuanto a la calidad de frito, tal como se ve en la *Tabla 9*, Gravity, Sorentina y Omega fueron los que obtuvieron la mejor puntuación, tomando como referencia ambas valoraciones.

CONCLUSIONES

La realización de los ensayos del pasado año 2017 fue bastante complicada, llegando incluso a eliminar el ensayo de frito tardío-conservación que se realiza tradicionalmente desde hace más de 15 años en la zona de Teruel.

En el ensayo de La Almunia, la fecha de siembra se retrasó en exceso debido al alargamiento del cultivo anterior, brócoli, por lo que algunos cultivares no desarrollaron del todo bien su ciclo, sobre todo los más tardíos. De ahí los resultados productivos tan bajos de las Agrias, y sobre todo su baja calidad de frito.

De los resultados de este año destacamos algunos cultivares nuevos que podrían ser interesantes como Spectra y Loane en consumo, o Go8TT18006 y 658.06.2 en frito, que seguiremos evaluando en los próximos años.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las casas comerciales 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-Tecnalia, Almáñes Bonel, y Patatas Gómez por su aportación a estos ensayos con los controles, pruebas y análisis de calidad de los cultivares ensayados.

FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. Vista general del ensayo en siembra (16-3-2017).



Fotografía 2. Vista general del ensayo (8-5-2017).



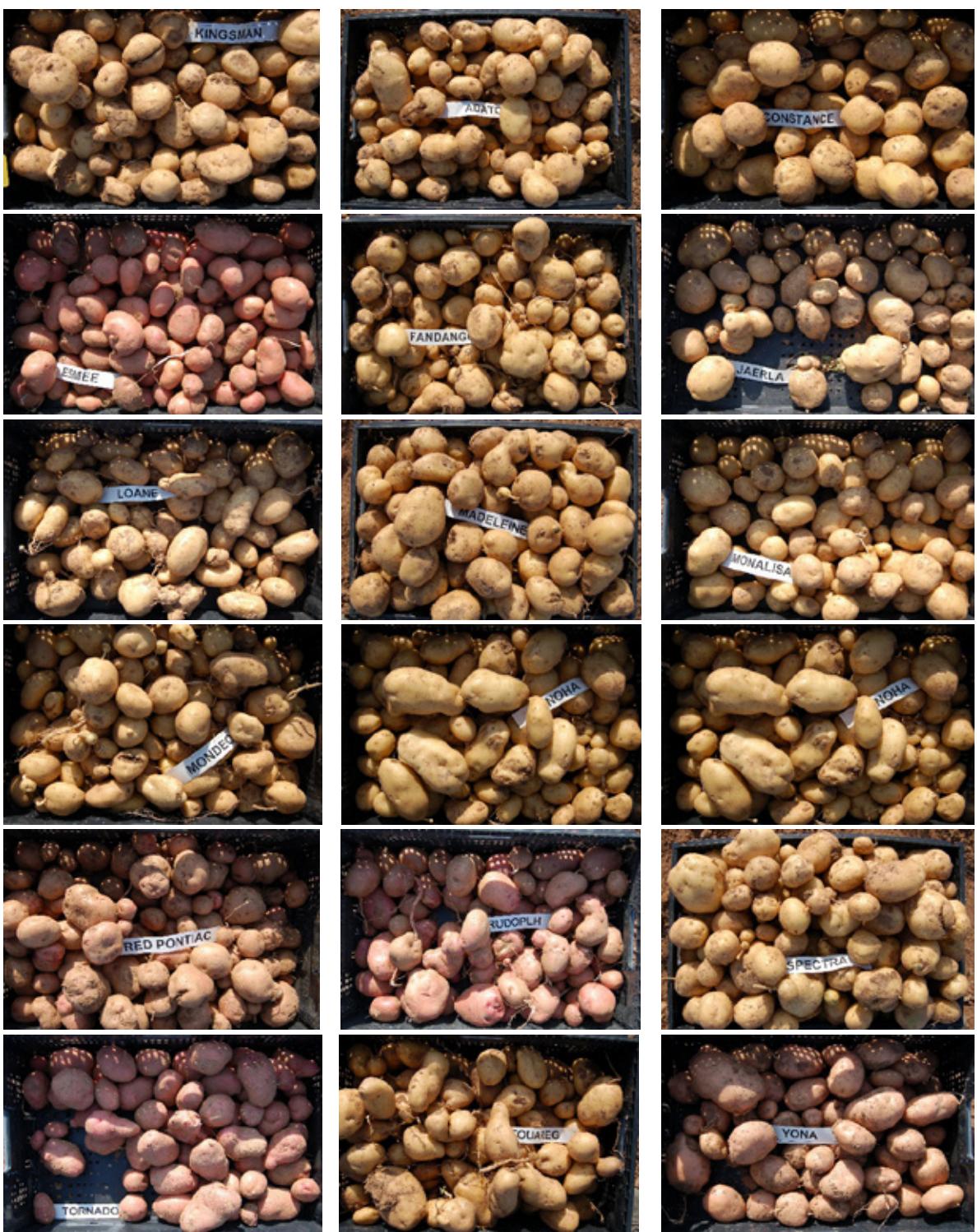
Fotografía 3. Vista general del ensayo en recolección (8-8-2017).



Fotografía 4. Diferencias de frito en los cultivares estudiados en pruebas para industria de frito.



Fotografía 5. Cultivares estudiados en el ensayo de frito.



Fotografía 6. Cultivares estudiados en el ensayo de consumo.

Fotografía 7. Pruebas de lavado en los cultivares de consumo estudiados (abajo)





TABLAS

Tabla 1. Datos de producción. Cultivares para mercado fresco. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	Prod. Comercial (kg.ha ⁻¹)	% sobre testigo	Tub. /plant	Prod / planta	Peso med. Tuberc.
SPECTRA	93.166	128	11	1,973	181
LOANE	91.189	125	9	1,931	209
FANDANGO	84.897	117	12	1,798	155
MADELEINE	83.356	115	8	1,766	220
TOUAREG	80.797	111	6	1,711	294
RUDOPHL	77.431	106	8	1,640	193
CONSTANCE	75.830	104	8	1,606	214
RED PONTIAC	72.771	100	10	1,541	158
ADATO	69.634	96	9	1,475	159
NOHA	67.209	92	7	1,424	202
PASSION	66.270	91	10	1,404	145
TORNADO	65.545	90	9	1,388	154
ESMEE	65.316	90	8	1,383	169
MONDEO	63.578	87	8	1,347	163
MONALISA	57.155	79	5	1,211	225
JAERLA	51.933	71	6	1,100	179
KINGSMAN	51.227	70	7	1,085	146
YONA	50.805	70	5	1,076	211
PROMEDIO	70.451	97	8	1,519	188

Tabla 2. Distribución de la producción por calibres en porcentaje de peso.
Cultivares para mercado fresco. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	40mm<>60mm	60 mm<>80 mm	>80 mm
KINGSMAN	50	38	12
ADATO	54	40	6
CONSTANCE	13	49	38
ESMEE	55	33	12
FANDANGO	39	39	22
JAERLA	28	43	29
LOANE	28	41	31
MADELEINE	16	35	48
MONALISA	31	47	22
MONDEO	39	51	9
NOHA	29	40	31
PASSION	71	23	6
RED PONTIAC	35	36	28
RUDOPHL	31	35	33
SPECTRA	28	35	38
TORNADO	48	28	24
TOUAREG	17	36	47
YONA	29	47	23
PROMEDIO	36	39	26

Tabla 3. Características de los cultivares para consumo. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	MATERIA SECA (%)	ALMIDON (%)	DENSIDAD (g/cm ³)
KINGSMAN	15,97	8,82	1,06
ADATO	18,56	11,48	1,07
CONSTANCE	15,74	8,58	1,05
ESMEE	15,41	8,24	1,05
FANDANGO	15,90	8,75	1,06
JAERLA	15,49	8,33	1,05
LOANE	19,20	12,13	1,07
MADELEINE	14,81	7,62	1,05
MONALISA	16,57	9,43	1,06
MONDEO	21,79	14,79	1,08
NOHA	18,15	11,06	1,07
PASSION	17,54	10,43	1,06
RED PONTIAC	17,35	10,23	1,06
RUDOPHL	17,26	10,14	1,06
SPECTRA	16,83	9,70	1,06
TORNADO	15,89	8,73	1,06
TOUAREG	18,06	10,96	1,07
YONA	16,98	9,86	1,06
PROMEDIO	17,08	9,96	1,06

Tabla 4. Valoración de la aptitud para cocción. Cultivares para mercado fresco. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	VALORACION	APTITUD
KINGSMAN	AAA3A7D	No apto
ADATO	CBB2A1A	No apto
CONSTANCE	BAA1A1A	Hervido
ESMEE	BBA1A4B	No apto
FANDANGO	BAA1A1A	Hervido
JAERLA	AAA1A1B	Ensaladilla
LOANE	CBB2A1A	No apto
MADELEINE	BAA3A1A	Hervido
MONALISA	CBA3A1A	No apto
MONDEO	BAA3A1A	No apto
NOHA	BAA2A1A	Hervido
PASSION	AAA2A1A	Ensaladilla
RED PONTIAC	BBA3A1C	No apto
RUDOPHL	AAA2A1B	Ensaladilla
SPECTRA	AAA2A1A	Ensaladilla
TORNADO	AAA2A1A	Ensaladilla
TOUAREG	AAA2A1A	Ensaladilla
YONA	BBB3A1A	No apto

Tabla 5. Valoración de la aptitud para lavado. Cultivares para mercado fresco. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	MERMAS (%)	CALIBRES (%)			CALIDAD CNIPT
		Grande	Granalla	Optimo	
KINGSMAN	55	4	4	37	5
ADATO	51	3	3	43	6
CONSTANCE	31	4	4	61	7
ESMEE	45	7	0	48	7
FANDANGO	38	2	2	58	6
JAERLA	35	4	20	41	5
LOANE	46	10	10	34	5
MADELEINE	52	7	8	41	6
MONALISA	31	8	6	55	6
MONDEO	30	3	3	64	6
NOHA	33	2	1	64	7
PASSION	41	4	16	39	5
RED PONTIAC	43	8	8	41	5
RUDOPHL	28	10	5	57	6
SPECTRA	52	16	16	16	6
TORNADO	27	3	6	64	6
TOUAREG	53	10	0	37	5
YONA	23	6	2	69	6

Tabla 6. Datos de producción. Cultivares para industria de frito. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	Prod. Comercial (kg./ha.)	% sobre testigo	Tub. / plant	Prod /planta	Peso med. Tuber.(1)
HERMES	74.870	124	30	9	1,586
LIONHEART	71.286	118	44	9	1,510
ANTARCTICA	69.672	115	78	13	1,476
G08TT18006	68.951	114	31	8	1,460
658.06.2	67.393	112	52	7	1,427
FONTANE	65.587	109	29	6	1,389
CRESCENDO	63.557	105	23	6	1,346
ALICANTE	62.581	104	62	11	1,325
OMEGA	61.079	101	59	10	1,294
AGRIA 2 cascос/tub.	60.447	100	45	7	1,280
AGRIA imp.	60.374	100	48	7	1,279
BABYLON	60.373	100	49	8	1,279
GRAVITY	60.061	99	59	10	1,272
AGRIA nal.	59.310	98	66	9	1,256
LADY AMARILLA	55.450	92	75	9	1,174
605/4/W/11	54.712	91	82	10	1,159
LYONESS	54.120	90	69	9	1,146
SORENTINA	41.060	68	66	7	0,870
PROMEDIO	61.716	102	54	9	1,307

Tabla 7. Distribución de la producción por calibres en porcentaje de peso. Cultivares para frito. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	40mm<>60mm	60 mm<>80 mm	>80 mm
605/4/W/11	82	15	3
658.06.2	41	38	21
AGRIA imp.	48	30	23
AGRIA nal.	66	24	11
ALICANTE	62	34	4
ANTARCTICA	78	20	2
BABYLON	49	39	12
CRESCENDO	23	31	46
FONTANE	29	53	18
G08TT18006	31	52	17
GRAVITY	59	39	2
HERMES	30	44	26
LADY AMARILLA	75	25	0
LIONHEART	44	42	14
LYONESS	69	24	7
OMEGA	59	34	7
SORENTINA	66	32	2
AGRIA 2 cascос/tub.	45	36	19
PROMEDIO	53	34	13

Tabla 8. Características de los cultivares para frito. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	MATERIA SECA (%)	ALMIDON (%)	DENSIDAD (g/cm ³)
605/4/W/11	19,44	12,37	1,07
658.06.2	20,50	13,47	1,08
AGRIA imp.	18,76	11,69	1,07
AGRIA nal.	18,03	10,93	1,07
ALICANTE	23,73	16,79	1,09
ANTARCTICA	15,50	8,33	1,05
BABYLON	18,73	11,65	1,07
CRESCENDO	16,95	9,82	1,06
FONTANE	20,02	12,98	1,07
G08TT18006	21,35	14,34	1,08
GRAVITY	20,64	13,61	1,08
HERMES	21,97	14,98	1,08
LADY AMARILLA	18,44	11,36	1,07
LIONHEART	15,83	8,67	1,05
LYONESS	18,83	11,75	1,07
OMEGA	22,80	15,83	1,09
SORENTINA	21,91	14,91	1,08
AGRIA 2 cascос/tub.	19,68	12,63	1,07
PROMEDIO	19,62	12,56	1,07

Tabla 9. Valoración del color de los chips. Cultivares para frito. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	NEIKER		BONEL
	25/08	24/08	
605/4/W/11	7		4
658.06.2	6		4
AGRIA imp.	5		3
AGRIA nal.	7		3
ALICANTE	7		5
ANTARCTICA	6		2
BABYLON	3		3
CRESCENDO	3		4
FONTANE	7		5
G08TT18006	8		6
GRAVITY	8		8
HERMES	8		5
LADY AMARILLA	8		6
LIONHEART	7		4
LYONESS	4		2
OMEGA	8		7
SORENTINA	9		7
AGRIA 2 cascос/tub.	6		2

Tabla 10. Valoración de la aptitud para cocción. Cultivares para frito. Ensayo de La Almunia - Zaragoza.

CULTIVAR	VALORACION	APTITUD
605/4/W/11	BBB1A1A	Hervido
658.06.2	BBA1A4B	No apto
AGRIA imp.	BBA1A1A	Hervido
AGRIA nal.	AAA2A1B	Ensaladilla
ALICANTE	DAD4A4B	No apto
ANTARCTICA	AAA3A2B	No apto
BABYLON	BAA2A1A	Hervido
CRESCENDO	BAA3A4C	No apto
FONTANE	BAB3A1A	No apto
G08TT18006	BAC2A1A	Hervido
GRAVITY	DBA4A1A	No apto
HERMES	BBB2A1A	Hervido
LADY AMARILLA	BBA2A1A	Hervido
LIONHEART	AAA3A1A	No apto
LYONESS	AAB2A2B	Hervido
OMEGA	BBC3A1A	No apto
SORENTINA	BBB2A1A	Hervido
AGRIA 2 cascос/tub.	AAB2A1A	Hervido

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO DE LA GAMA DE PIMIENTOS CULTIVADOS EN INVERNADEROS DE ALMERÍA

García-García, M.C.; Toledo-Martín, E.M.; Gómez, P.; Font, R.; Del Río-Celestino, M.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

El pimiento (*Capsicum annuum L.*) es una de las especies hortícolas más populares a nivel mundial, utilizándose tanto en forma de hortaliza como de especia. Esta hortícola presenta un amplio rango de tipologías con diversidad de características nutricionales y sensoriales. El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar la calidad físico-química y nutricional del fruto de 6 tipologías de pimiento cultivadas en Almería. Los parámetros físico-químicos estudiados fueron: firmeza, pH, sólidos solubles, ácido málico, color, grosor, longitud, diámetro, peso de fruto y de semilla. Los parámetros nutricionales con capacidad antioxidante estudiados fueron: contenido total en carotenoides, clorofillas a y b, compuestos fenólicos y ácido ascórbico. Los resultados obtenidos mostraron una gran variabilidad físico-química y nutricional para las tipologías estudiadas, siendo de gran interés para el sector hortofrutícola. Los pimientos tipo snack fueron los que presentaron el contenido en sólidos solubles más alto y peso de semilla más bajo; los pimientos de color verde presentaron los valores de pH más altos; los pimientos picantes presentaron un alto contenido en ácido málico y los pimientos tipo lamuyo y california destacaron como cabía esperar en peso, longitud, diámetro y grosor de fruto. En relación a la calidad nutricional, los pimientos de color rojo presentaron un alto contenido en carotenoides totales, mientras que los pimientos de color verde destacaron por su alto contenido en compuestos fenólicos totales y clorofila a. Respecto al contenido en ácido ascórbico fueron las tipologías italiano verde y lamuyo rojo los que presentaron los contenidos más altos.

Palabras clave: firmeza, °Brix, carotenos, fenólicos, ascórbico

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum L.*) es una de las especies hortícolas bajo invernadero con mayor superficie cultivada, localizándose casi la mitad de la producción en Almería, Alicante y Murcia. En Almería el cultivo de pimiento es el segundo en importancia tanto en superficie cultivada como en producción tras el cultivo de tomate. La superficie dedicada al cultivo de pimiento en la provincia de Almería en el año 2012 superó las 8.000 has con una producción de 541.870 t (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2013).

Los pimientos presentan una amplia variabilidad sensorial y nutricional, muchos de ellos con unas marcadas propiedades antioxidantes e importantes efectos biológicos (Howard *et al.*, 2000). Entre los caracteres sensoriales destacan

la textura, tamaño, color, grosor de la pared, cantidad de semillas, acidez y °Brix. Respecto a los niveles de los compuestos nutricionales, en el fruto destacan los niveles de carotenoides, vitamina A, vitamina C y compuestos fenólicos beneficiosos para la salud (Bosland y Votava, 2000; Rodríguez-Burrueto y Nuez, 2006).

El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar la calidad físico-química y nutricional del fruto de 6 tipologías de pimiento cultivadas en Almería.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

El material vegetal consistió en una colección de 6 tipos varietales de *C. annuum* procedentes de centrales hortofrutícolas de la provincia de Almería: pimiento tipo snack amarillo, naranja, rojo; tipo picante rojo, naranja, amarillo, verde; lamuyo rojo; california rojo, verde, amarillo; padrón; italiano verde y rojo. Los frutos se analizaron tanto en fresco como liofilizado. Los frutos se obtuvieron al mismo tiempo a partir de una Central Hortofrutícola.

Metodología

Para la determinación de los parámetros físicos y sensoriales se utilizaron los frutos en fresco y para la determinación de los parámetros nutricionales se utilizó el producto liofilizado procedente de frutos frescos. Para la liofilización se utilizó el modelo Lyoquest (Testar) a partir de los frutos previamente congelados a -80°C. Los frutos de pimiento presentaron un rango de humedad del 84-90%.

Los métodos utilizados para los parámetros físicos y nutricionales fueron: a) Para la medida de la firmeza se utilizó un texturómetro (Texture Analyser TAXT Plus, Stable Micro Systems Texture Analyzer, Surrey, UK) equipado con platos paralelos. Cada fruto fue comprimido 5 mm. a una velocidad de 10 mm.s⁻¹; b) Contenido en sólidos solubles (°brix) mediante un refractómetro digital (Smart-1, Atago, Japón); c) pH se determinó mediante un titulador automático (Metrohm, Compact Titrosampler) a partir del zumo filtrado del fruto; d) acidez del fruto mediante titulación (Metrohm, Compact Titrosampler) con una solución de NaOH 0.1 N; e) el color del fruto fue determinado mediante un espectrofotómetro CM-700d (Konica Minolta Sensing Americas. Inc. NJ. USA). Las coordenadas cromáticas estimadas fueron: L*, a* y b*, ángulo hue (h) y croma (c); f) Grosor, Longitud y diámetro del fruto fueron determinados mediante un calibre digital; g) peso fruto y semilla fueron pesados en una balanza digital mod. Mettler Toledo; h) Contenido de carotenoides y clorofilas a y b se llevó a cabo mediante el método de Liechtenthaler modificado (Liechtenthaler, 1987); i) contenido en compuestos fenólicos totales se realizó aplicando el método descrito por Folin y Ciocalteau (1927); j) Contenido en ácido ascórbico se realizó según la técnica de titulación volumétrica de óxido reducción en medio ácido utilizando el titulador automático (Metrohm, Compact Titrosampler).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se muestran los valores medios de firmeza, peso de fruto, peso de semilla, longitud, diámetro, grosor, °Brix, pH, ácido málico, y los parámetros de color como son croma (c) y ángulo hue (h).

En el caso de la firmeza destacaron los de tipo picante (naranja, verde y amarillo), y california amarillo con valores >20 N (*Tabla 1*) los resultados están dentro del rango previamente publicado con 1,42-38,74 N (Penchaiya *et al.*, 2009).

Con respecto al peso de fruto destacó el tipo lamuyo con una media superior a 400 g seguido del tipo California con un peso medio superior a 200 g. Los pimientos de tipo snack fueron los que presentaron un menor peso de semilla (*Tabla 1*). Los dos tipos de pimiento, lamuyo y california también mostraron mayor diámetro de fruto y grosor presentando diferencias significativas con el resto de los tipos de pimiento ensayados, los valores obtenidos para pimiento tipo california (6,1-8 mm) son similares a los obtenidos por otros autores previamente con 6,0 mm (López *et al.*, 2013) y 8,8 mm (Rubio *et al.*, 2009). En longitud destacó los pimientos tipo italiano con un valor medio > 200 mm (*Tabla 1*).

Con respecto a los °Brix destacan el tipo snack con valores >10° Brix y los de menor contenido en sólidos solubles fueron los tipos de pimiento italiano, california y picante en su variedad verde. Los resultados obtenidos para el tipo california están dentro del rango de los previamente publicados, con valores comprendidos entre 3,6 y 8,9 °Brix (Penchaiya *et al.*, 2009), así como para el tipo california verde y rojo, (5,3 y 9,6, respectivamente) (Rubio *et al.*, 2009).

En relación a los valores obtenidos para el pH, los valores más altos los mostraron las variedades de color verde (*Tabla 1*). Los de tipo picante amarillo y naranja fueron los que más alto contenido en ácido málico presentaron (*Tabla 1*).

Los pimientos de tipo picante naranja y amarillo fueron los que mostraron el valor más alto del parámetro croma (c) y los de valor más bajo fueron el California verde y el pimiento padrón (*Tabla 1*). Para el parámetro h, destacaron los de tipo padrón y california verde (>128) y el de tipo lamuyo rojo los que presentaron el valor más bajo (*Tabla 1*).

Los parámetros nutricionales analizados se muestran en la *Tabla 2*. Con respecto al contenido de carotenoides destacan los de tipo rojo, siendo el de tipo picante rojo el de mayor valor. Estos resultados son similares a los encontrados en estudios realizados previamente sobre distintos tipos de variedades de *C. annuum* (116,9-4.575,6 µg.g⁻¹ peso seco) (Burns *et al.*, 2003; Rodríguez-Burrueto *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2012; Ignat *et al.*, 2013). Sin embargo, también se han descrito contenidos de carotenoides totales más altos que superaron 13000 µg.g⁻¹ peso seco (Hornero *et al.*, 2000; Hanson *et al.*, 2004,).

El contenido en compuestos fenólicos totales fue más alto en los pimientos tipo italiano verde, california verde y padrón. El pimiento tipo italiano rojo presentó el contenido más bajo (*Tabla 2*). El intervalo de variación para este parámetro (10,2-17,6 mg.g⁻¹ peso seco) fue superior a los publicados previamente por Ro-

dríguez-Burrueto *et al.* (2006) (3,35-13,1 mg.g⁻¹ peso seco). Sin embargo, fueron inferiores al rango obtenido en otro estudio previo con valores comprendidos entre 17,8 y 36,2 mg.g⁻¹ peso seco (Howard *et al.*, 2000).

Tabla 1. Media y error estándar de los parámetros físico-químicos que se determinaron para cada tipo de pimiento.

Tipos de pimiento	Firmeza N	Peso Fruto (g)	Peso semilla (g)	Longitud mm	Diámetro mm	Grosor mm	ºBrix	pH	Málico %	h	C
Picante naranja	26,2±4,4 a	8,9±0,6 g	2,8±0,1 fg	107,8±6,5 g	24,5±1,4 g	21±0,1 gh	7,0±0,8 de	5,2±0,1 def	0,3±0,1 ab	66,5±1,0 e	62,0±1,0 a
Picante amarillo	20,6±2,4 ab	11,3±1,6 g	3,3±0,1 def	125,0±4,9 d	28,2±0,5 fg	2,0±0,1 h	8,4±0,5 cd	5,0±0,1 f	0,4±0,0 a	77,6±1,3 d	62,4±0,8 a
Picante verde	23,5±5,5 ab	20,5±1,7 fg	3,0±0,1 efg	142,7±3,2 c	31,1±0,6 ef	2,5±0,1 fg	5,9±0,5 ef	6,0±0,2 b	0,1±0,0 ghi	126,5±0,6 ab	23,9±0,5 e
Picante rojo	16,2±2,1 abcd	21,6±2,1 efg	2,7±0,1 fg	152,3±5,2 c	31,3±1,0 ef	2,7±0,1 f	9,1±0,2 bc	5,0±0,1 ef	0,3±0,0 bcde	31,5±0,6 hi	48,0±0,9 c
Padrón	6,9±1,0 d	13,6±1,3 g	3,9±0,2 de	75,4±4,6 ghi	24,4±1,0 g	1,4±0,1 i	7,5±0,6 cd	6,6±0,2 a	0,1±0,0 ghi	129,2±0,6 a	19,9±1,1 f
Snack naranja	12,3±1,1 bcd	36,9±2,1 e	2,6±0,1 fg	86,8±1,4 fg	38,4±1,2 d	3,7±0,1 de	10,5±0,1 ab	5,4±0,0 cdef	0,3±0,0 bcd	58,3±0,4 f	53,9±0,8 b
Snack amarillo	16,2±1,7 abcd	29,5±1,3 ef	2,7±0,2 fg	72,9±3,5 hi	35,0±1,0 de	4,0±0,1 d	10,1±0,2 ab	5,5±0,0 cde	0,2±0,0 cdef	74,6±0,7 d	55,5±1,3 b
Snack rojo grande	11,9±1,4 bcd	35,2±2,0 ef	3,2±0,2 efg	86,3±2,5 fg	36,4±1,2 d	4,5±0,2 c	11,3±0,2 a	5,5±0,0 cd	0,3±0,0 bc	34,3±1,6 gh	48,0±1,1 c
Snack rojo pequeño	16,3±1,4 abcd	12,5±1,4 g	0,8±0,4 g	60,5±3,1 i	23,9±0,7 g	3,3±0,1 e	11,0±0,3 a	5,4±0,0 cdef	0,3±0,0 abc	35,0±0,6 g	53,4±0,7 b
California amarillo	20,8±1,6 ab	303,5±17,8 b	7,3±0,4 a	96,4±2,6 ef	99,9±3,2 a	8,0±0,3 a	8,4±0,3 cd	5,5±0,0 cd	0,2±0,0 defg	85,6±0,3 a	45,2±2,1 c
California verde	18,5±2,3 abcd	221,0±17,8 c	4,9±0,8 c	91,3±2,0 efg	88,9±3,6 b	6,1±0,2 b	5,1±0,4 f	6,2±0,0 b	0,1±0,0 j	129,7±1,5 a	16,4±2,0 f
California rojo	19,5±1,1 abc	289,5±19,0 b	6,4±1,4 b	102,5±0,9 ef	100,0±5,2 a	6,6±0,4 b	8,4±0,3 cd	5,5±0,1 cd	0,2±0,0 defg	32,3±0,3 ghi	34,0±0,8 d
Lamuyo rojo	12,5±2,7 bcd	428,4±17,5 a	19,4±13,1 b	177,1±9,2 b	97,0±1,9 a	6,2±0,0 b	7,3±0,1 de	5,8±0,1 bc	0,2±0,0 fgh	30,2±0,9 i	31,1±1,3 d
Italiano verde	8,6±0,1 cd	140,7±24,1 d	4,2±0,4 cd	237,9±13,4 a	49,8±4,5 c	3,9±0,4 d	5,0±0,2 f	6,1±0,1 b	0,1±0,0 hi	125,3±1,0 b	24,4±1,6 e

Nota: Diferentes letras dentro de cada columna indica diferencias significativas ($p<0,05$) según el Test Duncan

Tabla 2. Media y error estándar de los parámetros nutricionales: compuestos fenólicos, clorofila a, clorofila b, carotenos y ácido ascórbico.

Tipos de pimiento	Fenol mg/g	Clorofila a µg/g	Clorofila b µg/g	Carotenos µg/g	Ácido Ascórbico mg/g
Snack amarillo	13,1±0,4 c	61,8±10,1 c	94,7±13,9 bc	588,5±51,7 de	7,5±0,3 cd
Snack naranja	11,8±0,5 cd	64,0±23,2 c	94,9±35,4 bc	614,3±29,1 d	7,1±0,4 d
Snack rojo	12,3±0,3 cd	115,3±44,7 c	196,6±78,9 abc	894,2±40,6 c	7,3±0,2 d
California amarillo	12,3±0,2 cd	58,2±10,2 c	99,3±20,2 bc	375,3±11,5 de	8,6±0,3 bcd
California rojo	13,8±0,3 bc	23,3±4,5 c	40,5±6,4 abc	970,8±89,1 c	8,7±0,4 bcd
California verde	16,3±0,6 a	731,1±144,4 b	605,4±229,6 abc	289,5±27,9 c	9,6±0,4 ab
Lamuyo rojo	15,6±0,8 ab	183,0±50,0 c	179,4±64,1 abc	913,7±34,1 c	10,7±0,5 a
Italiano verde	17,6±0,6 a	845,0±31,2 b	502,1±49,6 ab	333,6±7,7 de	10,9±0,8 a
Padrón	16,1±0,5 a	1151,3±52,1 a	539,3±6,3 a	496,5±1,3 de	8,3±0,6 bcd
Picante naranja	15,5±0,3 ab	47,6±4,3 c	50,7±7,6 c	1158,2±25,7 c	8,7±0,4 bcd
Picante rojo	13,1±0,3 c	97,1±7,4 b	539,5±402,5 abc	4081,5±173,6 a de	7,4±0,7 cd
Picante verde	12,9±0,2 c	898,4±34,3 b	419,3±19,1 abc	389,6±16,2 de	4,4±0,5 e
Italiano rojo	10,2±0,1 d	149,9±47,3 c	169,8±76,8 abc	1790,2±198,6 b	9,4±0,2 abc

Nota: Diferentes letras dentro de cada columna indica diferencias significativas ($p<0,05$) según el Test Duncan

Respecto al contenido en ácido ascórbico, el tipo italiano verde y lamuyo rojo fueron los que presentaron los valores medios más elevados con $>10 \text{ mg.g}^{-1}$ peso seco (Tabla 2). El rango obtenido para el contenido de ácido ascórbico ($4,4\text{-}10,9 \text{ mg.g}^{-1}$ peso seco) está dentro de los descritos por Bosland y Votava (2000), Nuez *et al.* (2003) y Howard *et al.* (2000), con valores de $3,1$ a $18,8 \text{ mg.g}^{-1}$ peso seco. Sin embargo, nuestro rango fue superior al publicado por Rodríguez-Burrueto *et al.* (2006) con valores de $3,6$ a $6,9 \text{ mg.g}^{-1}$ peso seco (Tabla 2).

En el caso de la clorofila a, destacaron el padrón como el tipo de pimiento con el contenido más alto seguido de las variedades de color verde de los tipos picante, italiano y california con valores $>700 \text{ µg.g}^{-1}$ peso seco, presentando todas ellas diferencias significativas con el resto de pimientos (Tabla 2). En clorofila b los tipos california verde, picante rojo y padrón los que presentaron valores $> 530 \text{ µg.g}^{-1}$ peso seco (Tabla 2).

Para el caso de la clorofila a y b, los pimientos verdes alcanzaron valores de clorofila a ($>700 \text{ µg.g}^{-1}$ peso seco) superiores a los que se obtuvieron anteriormente (Burns *et al.*, 2003) sin embargo para la clorofila b los contenidos fueron similares a los obtenidos en estudios previos. Recientemente se han publicado valores para ambas clorofilas superiores ($3.000,3\text{-}26.004,4 \text{ µg.g}^{-1}$ peso seco en el caso de la clorofila a y $6.616,3\text{-}44.673,8 \text{ µg.g}^{-1}$ en el caso de la clorofila b) (Costache *et al.*,

2012) a los obtenidos en este estudio ($23,3$ - $1.151,3 \mu\text{g.g}^{-1}$ peso seco para la clorofila a y $40,5$ - $605,4 \mu\text{g.g}^{-1}$ peso seco para la clorofila b).

CONCLUSIONES

Este trabajo ha mostrado la existencia de una amplia variabilidad para componentes de calidad físico-química y nutricional en variedades de pimiento de diferentes tipologías (pimiento snack amarillo, naranja, rojo, pimiento picante rojo, naranja, amarillo, verde, pimiento lamuyo rojo, pimiento california rojo, verde, amarillo; pimiento padrón, pimiento italiano verde y rojo) cultivadas en Almería.

En este sentido, los pimientos tipo snack fueron los que presentaron el contenido en sólidos solubles más alto y peso de semilla más bajo (dato a tener en cuenta para su uso gastronómico); los pimientos de color verde, independientemente de su tipología fueron los que presentaron mayores valores de pH; los pimientos picantes presentaron un alto contenido en ácido málico y los pimientos tipo lamuyo y california destacaron como cabía esperar en peso, longitud, diámetro y grosor de fruto.

En cuanto a la calidad nutricional, los pimientos de color rojo presentaron un alto contenido en carotenoides totales, mientras que los pimientos de color verde destacaron por su alto contenido en compuestos fenólicos totales y clorofila a. Respecto al contenido en ácido ascórbico fueron las tipologías italiano verde y lamuyo rojo los que presentaron los contenidos más altos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

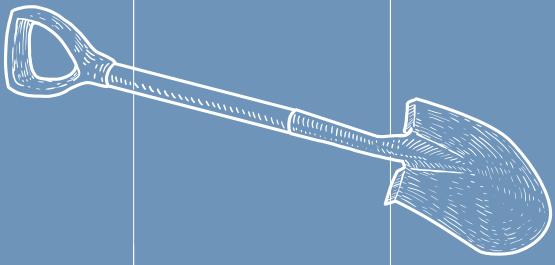
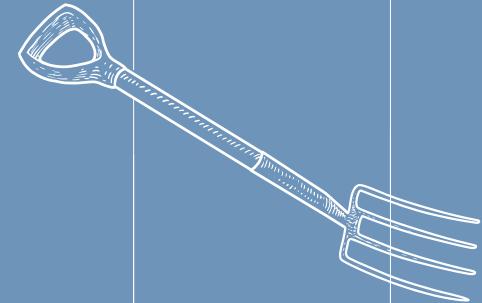
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. 2000. *Peppers: vegetable and spice capsicums*. Cabi, Nueva Cork.
- BURNS, J.; FRASSER, P.D.; BRAMLEY, P.M. 2003. *Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables*. Phytochemistry, 62: 939-947.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA 2013. <http://www.faece.es/index.php/archivo/documentacion/126-frutas-y-hortalizas/1632-avance-de-la-campaña-horticola-de-almeria-2012-2013-fuente-capma.html>.
- COSTACHE, M.A.; CAMPEANU, G.; NEATA, G. 2012. *Studies concerning the extraction of chlorophyll and total carotenoids from vegetables*. Romanian Biotechnological Letters 17, No.5.
- FOLIN, C.; CIOCALTEU, V. 1927. *Tyrosine and tryptophan determination in protein*. Journal of Biological Chemistry, 73: 627-650.
- HANSON, P. M.; YANG-RAY, Y.; LIN, S.; TSOU, S.C.S.; LEE, T.C.; WU, J.; SHIEH, J.; GNIFFKE, P.; LEDESMA, D. 2004. *Variation for antioxidant activity and an-*

- tioxidants in a subset of AVRDC-the World Vegetable Center Capsicum core collection.* Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, 2(3): 153-166.
- HERNÁNDEZ, M.; ORTIZ, A.; HERNÁNDEZ, M.D.; CHAMORRO, G.; DORANTES, L.; NECOECHEA, H. 2012. *Antioxidant, antinociceptive, and antiInflammatory effects of Carotenoids extracted fromdried pepper (Capsicum annuum L.).* Journal of Biomedicine and Biotechnology. Volume 2012, Article ID 524019.
- HOWARD, L.R.; TALCOTT, S.T.; BRENES, C.H.; VILLALON, B. 2000. *Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (Capsicum species) as influenced by maturity.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48 (5): 1713-1720.
- IGNAT, T.; SCHMILOVITCH, Z.; FEFÖLDI, J.; BERNSTEIN, N.; STEINER, B.; EGOZI, H.; HOFFMAN, A. 2013. *Nonlinear methods for estimation of maturity stage, total chlorophyll, and carotenoid content in intact bell peppers.* Biosystems engineering, 114: 414-425.
- LICHTENTHALER, H.K. 1987. *Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes.* Methods in Enzymology, 148: 350-382.
- LÓPEZ, A.; FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P. 2013. *Physical characteristics and mineral composition of two pepper cultivars under organic, conventional and soilless cultivation.* Scientia Horticulturae, 150: 259-266.
- NUEZ, F.; GIL-ORTEGA, R.; COSTA, J. 2003. *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes.* Mundiprensa, Madrid.
- PENCHAIYA, P.; BOBELYN, E.; VERLINDEN, B.E.; NICOLAÏ, B.M.; SAEYS, W. 2009. *Non-destructive measurement of firmness and soluble solids content in bell pepper using NIR spectroscopy.* Journal of Food Engineering, 94: 267-273.
- RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A.; NUEZ, F. 2006. *Mejora de la calidad en el pimiento.* En: *Mejora genética de la calidad de plantas*, Llacer, G., Díez, M.J., Carrillo, J.M., Badenes, M.L. (eds.). Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. 361-381.
- RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A.; RAIGÓN, M.D., NUEZ, F. 2006. *Variación de compuestos nutricionales en una colección de tipos y varietales de pimiento (Capsicum annuum).* III Congreso de Mejora genética de plantas 2006, Valencia. Actas de horticultura SECH 45, 91-92.
- RUBIO, J.S.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; RUBIO, F.; MARTÍNEZ, V. 2009. *Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K⁺ and Ca²⁺ fertilization.* Scientia Horticulturae, 119: 79-87.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto PP.AVA.AVA201301.8 (IFAPA, Junta de Andalucía) y fondos FEDER FSE.

TÉCNICAS DE CULTIVO



PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO DEL TOMATE BAJO DIFERENTES CUBIERTAS DE INVERNADERO

López-Marín, J.¹; del Amor, F.M.¹; Gálvez, A.¹; Brotons-Martínez, J.M.²

¹Dpto. Hortofruticultura. IMIDA, Murcia.

²Dpto. Estudios Económicos y Financieros. UMH.

RESUMEN

El tomate (*Lycopersicum sculentum* L.) es una de las hortalizas más consumidas en todo el mundo, siendo además la más común dentro de la dieta Mediterránea. La intensificación de la horticultura y la ampliación del calendario de producción han incrementado el cultivo de tomate bajo invernadero. En los últimos años han aparecido en el mercado diferentes tipos de plásticos para la agricultura desarrollados para alterar el espectro de radiación que entra dentro del invernadero, unas veces filtrando y en otros casos intensificando determinadas bandas de la misma. El objetivo del estudio fue evaluar la producción del tomate cultivado bajo diferentes cubiertas y analizar la rentabilidad de la producción, bajo cada una de ellas. Este trabajo consistió en el estudio, en 6 invernaderos tipo túnel con una superficie de 100 m² del efecto de distintos tipos de cubiertas de plástico, Larga Duración Experimental (LDe), Polietileno Térmico Comercial (PeTc), Ultravioleta A 100% Experimental (UVA100%), Antitérmico (Anti NIR), Larga Duración Comercial (LDc), Ultravioleta A 90 % Experimental (UVA90%), que diferían en las propiedades de absorción de la radiación solar sobre la producción del cultivo. Además, con estos datos se valoró económicamente los distintos tratamientos en función de los precios medios de los últimos años de la Consejería de Agricultura de la Región de Murcia y una encuesta a la red de Mercas cuyo objeto era determinar el precio semanal de cada calibre. Se controlaron los costes de producción de cada una de las alternativas y se obtuvo el valor actual neto de la producción y el valor anualizado. El rendimiento superior se obtuvo con la cubierta UVA100% (24.856,04 €/año), seguida de la UV90% y PeTc (18.931,49 y 16.205,53 €/año), siendo las LDe y Anti NIR las que ofrece un resultado inferior (3.954,93 y 10.480,40 €/año).

Palabras clave: precios, rendimiento, radiación, temperatura, calibre

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más popular y difundida a nivel mundial. Su demanda aumenta continuamente, y con ella su cultivo, producción y comercio. En la actualidad, el comercio internacional del tomate está localizado en dos áreas concretas con alto poder adquisitivo: La Unión Europea y Estados Unidos. Los principales países que suministran a la Unión Europea son, principalmente, España con 1,004 millones de toneladas, Holanda con 1,013, y Turquía y Marruecos

con 0,547 y 0,457 millones de toneladas respectivamente (FAOSTAT, 2016). Los precios más competitivos de países como Marruecos y Turquía implican que el cultivo del tomate en el sureste español no sea tan rentable como hasta hace unos pocos años. Mano de obra más barata, condiciones laborales precarias, autorización por parte de la Comunidad Europea del uso de ciertos plaguicidas en los países terceros que tiene prohibido su uso en ella, etc., están desequilibrando poco a poco la balanza en favor de dichos países emergentes.

Es por ello muy importante reducir los insumos y aumentar los rendimientos económicos de los cultivos a la vez que se producen productos de alta calidad. Cabe destacar la elección del tipo de invernadero, y la tecnología e implementos de cultivo utilizados dentro del ecosistema productivo, ya que estos van a influir no solo en el rendimiento sino también en el incremento o reducción de los niveles de ciertos compuestos nutricionales contenidos en el fruto (López-Marín *et al.*, 2013).

Actualmente, los materiales de cubierta son una parte esencial en la productividad de los cultivos en invernadero, de tal forma que con la ayuda de este tipo de filmes se consigue crear un microclima en el que se modifican tanto las condiciones de temperatura y humedad relativa como la calidad y cantidad de radiación lumínica que pueden ser beneficiosas para las plantas. Esto unido a la introducción de otras tecnologías de cultivo novedosas, como el uso de materiales fotoselectivos de cubierta, posibilitan la mejoría de los rendimientos (Del Amor *et al.*, 2008). Estas películas fotoselectivas son también utilizadas para lograr otros aspectos como la reducción de los requerimientos de pesticidas (Fenoll *et al.*, 2007; Fenoll *et al.*, 2008), mediante la absorción espectral selectiva para el control de plagas (Antignus *et al.*, 1998), el alargamiento de los tallos en flores (Mascarin *et al.*, 2013), así como la extensión del período de crecimiento y el retraso de la maduración del fruto (Möller *et al.*, 2010; Raveh *et al.*, 2003). En el espectro de la luz hay cuatro tipos de bandas de radiación que, de acuerdo con el rango de longitud de onda que ocupan, tienen diferentes efectos en los cultivos protegidos; de menor a mayor rango de radiación se encuentra la ultravioleta (UV), de 180 a 380 nm, de 400 a 700 la fotosintéticamente activa (PAR), de 800 a 1100 la infrarroja cercana (NIR), y de 1100 en adelante, hasta alrededor de los 4000 la infrarroja lejana (IR). Cada uno de estos rangos de radiación, y también dentro de una consideración muy genérica, repercute en el ambiente, nivel poblacional de insectos perjudiciales, fotosíntesis en plantas, calidad en fruto, etc., de forma diferente.

Otro factor a considerar a la hora de estudiar la influencia de los materiales de cubierta es la difusión de la radiación, fundamental para que se pueda llevar a cabo una buena distribución de la radiación solar en el interior del invernadero (Hemming *et al.*, 2008; Abdel-Ghany y Al-Helal, 2010). También es importante analizar las temperaturas que pueden provocar aumento o disminución de la calidad de los frutos generados en los invernaderos (López-Marín *et al.*, 2016), y que a veces son más importantes que el propio espectro de luz, como demuestran algunos trabajos realizados en tomate por Riga *et al.*, 2008.

Por tanto, la elección de la cubierta del invernadero puede influir no sólo en la calidad nutricional de los frutos sino también en su número y tamaño, y esto tendrá un efecto inmediato sobre su rendimiento económico, que se puede calcular a partir del valor de la inversión necesaria y el adecuado descuento de los flujos netos de caja. Estos últimos se obtienen como diferencia entre los ingresos previstos y los costes. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue conocer qué cubierta de plástico proporcionaba un mayor rendimiento económico en el cultivo de tomate bajo invernadero. Para ello se evaluó la producción del tomate cultivado bajo diferentes cubiertas, y se analizó la rentabilidad de la producción para cada una de ellas. Dado que los precios por calibre no figuran en los registros oficiales, se planteó una encuesta entre los representantes de los Mercas y agricultores para su estimación. Por último, se analizó el origen de las diferencias de valor entre las dos campañas: cambios en producción, calibres y precios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han llevado a cabo en la finca experimental Torreblanca, del IMIDA, geográficamente situada a 37° 45' de longitud norte y 0° 59' de latitud oeste, en la comarca del Campo de Cartagena, distante a unos 4 km del litoral del Mar Menor. Las plantas de tomate utilizado han sido de la variedad 'Brenda' (Gautier semillas). Se realizaron dos años de ensayos, en el primero se trasplantaron las plantas el 19 de enero de 2011, y en el segundo, el 12 de enero de 2012. La densidad de plantación fue de 25.000 plantas/ha, con un marco de plantación de 100 cm entre líneas y 40 cm entre plantas. El cultivo fue llevado a cabo siguiendo las prácticas culturales comúnmente utilizadas para este tipo de tomate.

Los experimentos se llevaron a cabo en 6 invernaderos tipo túnel modelo Kyoto. Cada unidad de cultivo o invernadero presenta una anchura de 5,55 m, 18,00 m de largo y 2,70 m de altura en la cumbre, resultando una superficie utilizable de 100 m². Los invernaderos se encuentran independientes, separados unos de otros 5 m.

Tipos de materiales de cubierta empleados:

- Larga Duración Experimental (LDe)
- Polietileno Térmico Comercial (PeTc)
- Ultravioleta A 100% Experimental (UVA100%e)
- Antitérmico (Anti NIR)
- Larga Duración Comercial (LDc)
- Ultravioleta A 90 % Experimental (UVA90%e)

Se caracterizaron las cubiertas mediante medidas de radiación y de temperatura. Registrándose la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y la radiación global mediante sensores modelo Quantum (LI-COR Inc.), y las radiaciones ultravioleta A y B con sensores Delta OHM, modelo HD2102.2. La temperatura fue controlada por datalogger con sondas marca Testo, modelo 177-H1.

Se realizaron 9 recolecciones en cada uno de los años de estudio, iniciándose el primero y segundo el 21/4 y 10/5, respectivamente, finalizando las recolecciones el 20/6 y 4/7. Los tomates se cosecharon en su punto óptimo de recolección, siendo pesados y clasificados en categorías comerciales y no comerciales (sololeados, podredumbre de tejido, etc.). Los frutos comerciales se clasificaron en distintos calibres según su diámetro ecuatorial en GG (+82 mm), G (67-81 mm), M (57-66mm), y MM (47-56mm) (DOCE, 2000).

Precios. Los precios medios semanales se han obtenido a partir de la información facilitada por la Consejería de Agricultura (CARM, 2017). Una encuesta entre los agricultores y la red de Mercas de la región, ha permitido obtener la relación entre los precios de cada calibre y los precios medios facilitados por la Consejería.

Estimación de los ingresos. Se ha aplicado el método del coste beneficio (Mishan, 1982; Mao, 1986; Ballesteros, 2000) y se ha obtenido el ingreso semanal de cada cubierta para cada calibre para una hectárea como el producto de la producción por calibre y el precio semanal de cada calibre.

Estimación de los costes. Los costes (por hectárea) se han separado en costes de estructura y costes anuales (Hood y Snyder, 1999, Engindeniz y Tüzel, 2002). Los primeros se han clasificado en costes de instalación del invernadero, de riego y de cubierta con vidas útiles de 24, 9 y 3 años respectivamente. Por su parte, los anuales se han clasificado en fijos y variables.

Rendimiento neto anualizado. Equivale al rendimiento neto anual que permite obtener el valor neto actual de la explotación. Su expresión es la siguiente (Welch, 2009), donde NPV es el valor neto actual, i es la tasa de descuento y R la vida útil de la explotación.

$$NY = \frac{NPV \cdot i}{1 - (1+i)^{-R}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1*, están representadas las radiaciones totales, PAR, y ultravioletas A (UVA) y B (UVB), tanto en valores netos como en porcentaje de transmisión que entra en el interior del invernadero con respecto al exterior. Se pueden observar diferencias entre las distintas cubiertas, siendo compuesta por el material Anti-NIR el que provoca una mayor reducción de la cantidad de radiación que entra en su interior; esta es seguida por el material de cubierta LDe, mientras que los dos materiales más permeables a la radiación son las de Ultravioleta A al 100 (UVA100%) y 90% (UV90%).

En cuanto a las temperaturas medias en los dos años de estudio (*Figuras 1a y 1b*), se pueden observar pequeñas diferencias, siendo estas mayores a partir de la semana 16.

En la *Figura 2* se muestra la evolución de los precios para las semanas en las que ha habido recolección desde abril a junio, periodo en el que transcurre la producción de tomate en la zona de Región de Murcia, los datos han sido obtenidos a través de la Consejería de Agricultura de la Región de Murcia y de la encuesta a los agricultores y a la red de Mercas de la región. Dicha figura muestra la evolución por calibres, observándose que el calibre G es el que presenta un precio superior, muy seguido por el calibre GG, y a continuación el calibre M, siendo el calibre MM el que muestra precios más inferiores. Conviene indicar que los precios descienden desde principio de campaña hasta la semana 23 (principio de junio), manteniéndose el resto del año en esos niveles con un ligero repunte al final de campaña.

En la *Figura 3* se muestra la producción media de las campañas analizadas para cada uno de los tratamientos usados. Como puede comprobarse, la cubierta con el material experimental UVA100% presenta una mayor producción seguida del UVA90% y PeTc (los datos para el año 2011 son similares y no se muestran).

En la *Figura 4*, se muestra el valor de la producción total (producto de la producción semanal por su precio, por calibres) para cada una de las cubiertas por calibres. El calibre G es el que aporta la mayor parte de los ingresos, debido fundamentalmente a su mayor precio. El calibre GG suele aportar unos ingresos algo superiores al M, pero siempre bastante inferiores al G. Por último, la aportación del calibre MM es muy reducida, debido a su pequeño tamaño y bajo precio.

La estructura de costes se muestra en la *Tabla 2*, se pueden observar diferencias entre los diferentes materiales de cubierta, aunque éstas no tienen relevancia. Con respecto a los costes anuales (*Tabla 3*), la única diferencia por cubierta es debida a los costes de recolección, motivado porque en unos invernaderos se han producido más recolecciones que en otros.

En cuanto al rendimiento anualizado (*Fig. 5*), se ha considerado la tasa de descuento utilizada del 6,35%, resultado de la suma del tipo libre de riesgo 2,83% (Rendimiento del Bono del estado a 10 año de 18 de septiembre de 2015) más una prima de riesgo del 2,83%, promedio de diferentes estudios como lo de Dimson *et al.* (2007), Shiller (2000), Wilson and Jones (2002), y Damodaran (2002) entre otros. Los cálculos se han realizado con los valores medios de las dos campañas analizadas. Como puede comprobarse en la figura siguiente, es la cubierta UVA100%, la que presenta un rendimiento superior (23.247 €/ha), seguido de la UVA90% (17.385). La que presenta un rendimiento inferior es la LDe (2.911).

CONCLUSIONES

Del análisis de la producción se desprende que, en ambas campañas, la cubierta con el material experimental UVA100% es la que presenta una mayor producción seguida del UVA90% y PeTc. Esto es coherente con el hecho de que estas cubiertas son las que permiten el paso de mayores cantidades de radiación PAR al interior del invernadero.

Las cubiertas más rentables para cultivo de tomate con producción desde enero a junio, en la zona del Sureste español son las UVA100% y UVA90%, de baja permeabilidad a la radiación UVA, ya que se obtienen las mayores producciones, siendo su valor actual neto el mejor.

El rendimiento neto anualizado permite determinar el rendimiento que en promedio obtendría un agricultor cada año durante la vida útil del invernadero. Como puede comprobarse, es en la cubierta UVA100% y UV90% en las que se obtienen un rendimiento mayor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-GHANY, A.M.; AL-HELAL, I.M. 2010. *Characterization of solar radiation transmission through plastic shading nets*. Sol. Energ. Mat. Sol. Cells, 94: 1371-1378.
- ANTIGNUS, Y.; LAPIDOT, M.; HADAR, D.; MESSIK, Y.; COHEN, S. 1998. *UV-absorbing screens serve as optical barriers to protect crops from virus and insect pests*. J. Econ. Entomol., 91, 1401-1405.
- BALLESTERO, E. 2000. *Economía de la empresa agraria y alimentaria*. Mundiprensa, Madrid, 416 pp.
- CARM. 2017. Consejería de Agricultura de la Región de Murcia. Disponible en <https://caamext.carm.es/esamweb/faces/vista/seleccionPrecios.jsp>. Access: 27 February 2017.
- DEL AMOR, F.M.; LÓPEZ, J.; GONZÁLEZ, A. 2008. *Effect of Photoselective Sheet and Grafting Technique on Growth, Yield and Mineral Composition of Sweet Pepper Plant*. J. Plant Nutrition, 31: 1108-1120.
- DIMSON, E.; MARSH, P.; STAUNTON, M. 2007. *The Worldwide Equity Premium: A Smaller Puzzle*. En: *Handbook of investments: Equity risk premium* (Ed. R Mehra). Elsevier. 467-514.
- ENGINDENIZ, S.; TUZEL, Y. 2002. *The Economic Analysis of Organic Greenhouse Tomato Production: A Case Study for Turkey*, Agro Food Industry Hi-Tech, 13(5):26-30
- FENOLL, J.; CAMACHO, M.M.; LÓPEZ, J.; HELLÍN, P.; GONZÁLEZ, A.; FLORES, P. 2008. *Dissipation rates of procymidone and azoxystrobin in greenhouse brown lettuce and under cold storage conditions*. Int. J. Environ. Anal. Chem. 88: 737-746.
- FENOLL, J.; LÓPEZ, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P.; GONZÁLEZ, A. 2007. *Simplified Multiresidue the Determination of Pesticide Residues in Lettuce by Gas Chromatography with Nitrogen-Phosphorus Detection*. Anal Bioanal Chem 389, 643-651.
- HEMMING, S.; DUECK, T.; JANSE, J.; VAN NOORT, F. 2008. *The effect of diffuse light on crops*. Acta Hort., 801: 1293-1300.
- HOOD, K.; SNYDER, R. 1999. *Budget for Greenhouse Tomatoes*. Extension Service of Mississippi State University, Mississippi, 6 p.

- LÓPEZ-MARÍN, J.; PORRAS, I.; ROS, C.; BROTONS-MARTÍNEZ, J.M. 2016. *Study of the performance of sweet pepper (Capsicum annuum) crop in greenhouses with the use of shading*. ITEA-Inf. Tec. Econ. Ag., 112(1): 57-71.
- MAO, J.C.T. 1986. *Análisis financiero*. El Ateneo, Mexico D.F
- MASCARINI, L.; LORENZO, G.A.; BURGOS, M.L. 2013. *Photocontrol of productivity and stem elongation of three Rosa x hybrida L. cultivars under photoselective films*. Rev. FCA. UNCUYO, 45(1): 11-25.
- MISHAN, E.J. 1982. *Cost-Benefit Analysis*. Georges Allen & Onwin Ltd., London.
- MÖLLER, M.; COHEN, S.; PIRKNER, M.; ISRAELI, Y.; TANNY, J. 2010. *Transmission of short-wave radiation by agricultural screens*. Biosystem Engineering, 107: 317-327.
- RAVEH, E.; COHEN, S.; RAZ, T.; YAKIR, D.; GRAVA, A.; GOLDSCHMIDT, E.E. 2003. *Increased growth of Young citrus trees under reduced radiation load in a semi-arid climate*. J. Exp. Bot. 54: 365-373.
- RIGA, P.; ANZA, M.; GARBISU, C. 2008. *Tomato quality is more dependent on temperature than on photosynthetically active radiation*. J. Sci. Food Agric., 88: 158-166.
- SHILLER, R.J. 2000. *Irrational exuberance*. Princeton University Press. Princeton. Nueva Jersey.
- WELCH, I. 2009. *Corporate Finance: An Introduction*. Prentice Hall, New York.
- WILSON, J.W.; JONES, C.P. 2002. *An analysis of the S&P500 Index and Cowles's Extensions: Price Indexes and Stock Returns, 1870-1999*. J. Bus. 75(3): 505-533.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación FEDER 14-20-08 financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia.

TABLAS

Tabla 1. **Transmisión de la radiación en los distintos materiales evaluados.**

	Total		PAR		UVA		UVB	
	W/m ²		μE/m ² /s		10 ⁻³ (W·m ²)		10 ⁻³ (W·m ²)	
	Neta	%	Neta	%	Neta	%	Neta	%
LDe	961,9	77,41	1503	76,51	431,9	35,53	1161	74,56
PETc	1025	86,99	1809	85,78	35,8	5,92	1848	69,31
UVA100%e	1048	89,88	1836	90,65	0	0	2118	69,87
Anti NIR	705,6	64,38	1258	62,4	7,9	0,51	1219,4	34,1
LDc	1042	87,19	1786	88,22	13,9	1,29	2207	74,41
UV90%e	1060	89,09	1846	90,75	179,7	10,97	4921	77,65

Tabla 2. Costes de estructura del cultivo de tomate en invernadero (ha).

Concepto	LDe	PETc	UVA100%e	Anti NIR	LDc	UV90 %e
Instalación invernadero	44.888,96	44.888,96	44.888,96	44.888,96	44.888,96	44.888,96
Movimiento de tierras:						
7.191,39						
Hormigones: 7.300,40						
Estructura: 17.485,80						
Cerramientos y carpintería: 12.031,20						
Seguridad y salud:						
880,18						
Movimiento de tierras:						
7.191,39						
Riego por goteo						
Instalación riego						
(Manga portagotero integrado	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00
autocompensante, 10 años)						
Plástico cubierta térmico 36 meses 800gg, 2.500 kg)	5.250,00	6.000,00	5.750,00	5.500,00	5.250,00	5.750,00
Total	54.738,96	55.488,96	55.238,96	54.988,96	54.738,96	55.238,96

Tabla 3. Costes anuales (ha).

	LDe	PETc	UVA100%e	Anti NIR	LDc	UV90%e
Costes fijos	13.435	13.435	13.435	13.435	13.435	13.435
Fitosanitarios (incluye insectos auxiliares)	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600
Suministros	900	900	900	900	900	900
Costes personal (o recolección)	6.435	6.435	6.435	6.435	6.435	6.435
Arrendamiento tierras	500	500	500	500	500	500
Costes variables	13.060	13.210	13.670	13.182	13.376	13.514
Semilla +semillero (sin injerto)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Fertilización	4.300	4.300	4.300	4.300	4.300	4.300
Costes recolección	1.360	1.510	1.970	1.482	1.676	1.814
Agua	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Energía	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300
Total	26.495	26.645	27.105	26.617	26.811	26.949

FIGURAS

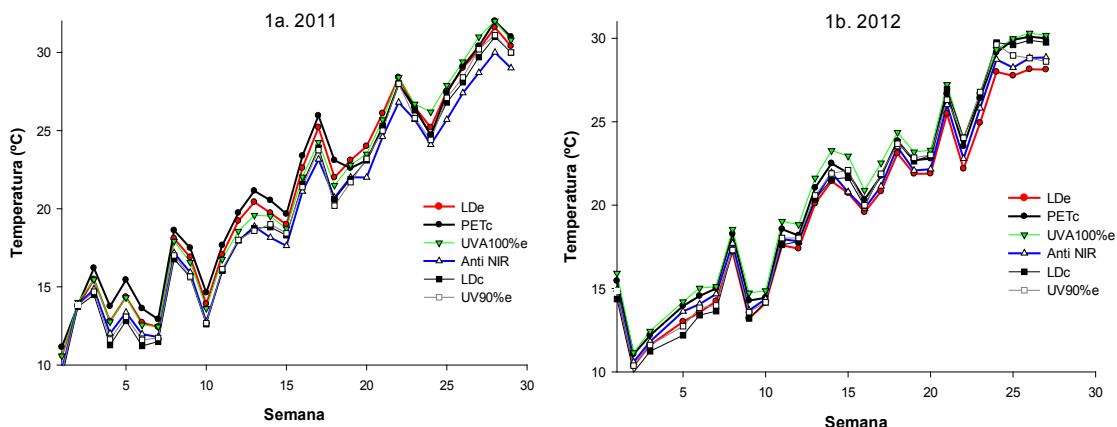


Figura 1. Temperaturas medias en el interior de los invernaderos bajo diferentes materiales de cubierta en las dos campañas de estudio.

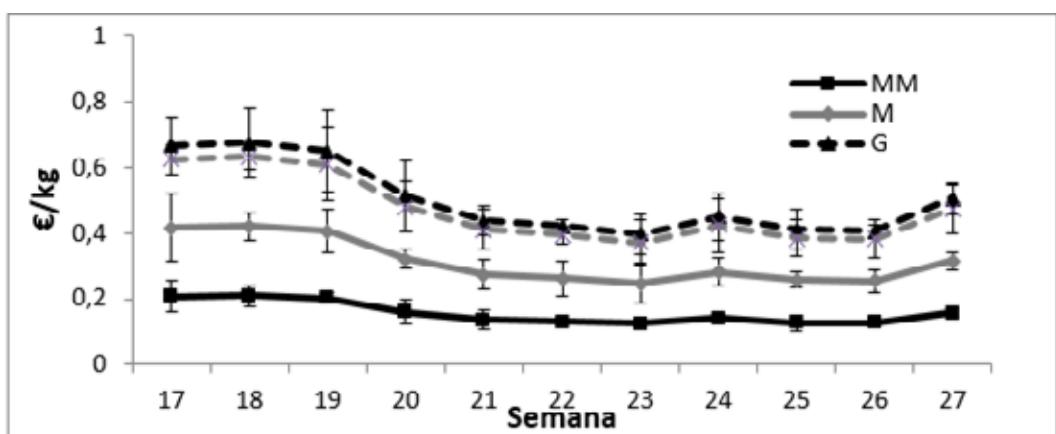


Figura 2. Evolución de los precios por calibre (valores medios ±SE) a partir de Consejería de Agricultura (CARM, 2017).

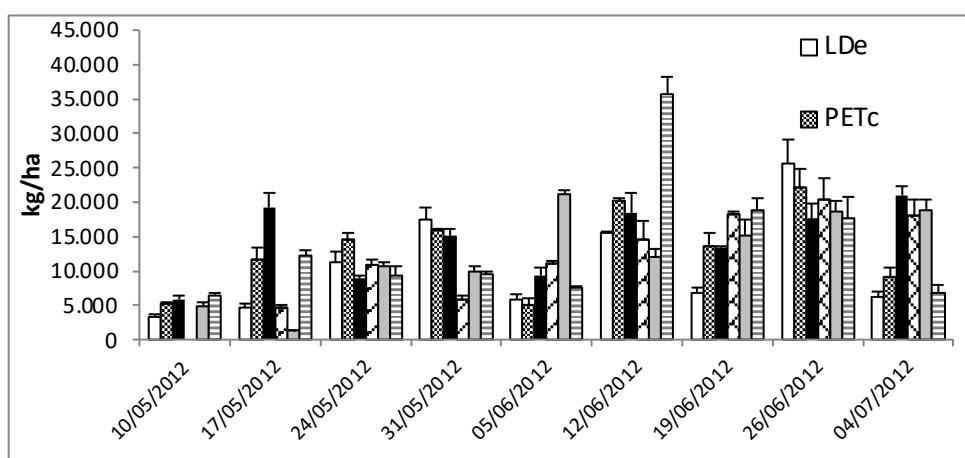


Figura 3. Producción semanal por hectárea, media de los dos años estudiados (valores medios ±SE).

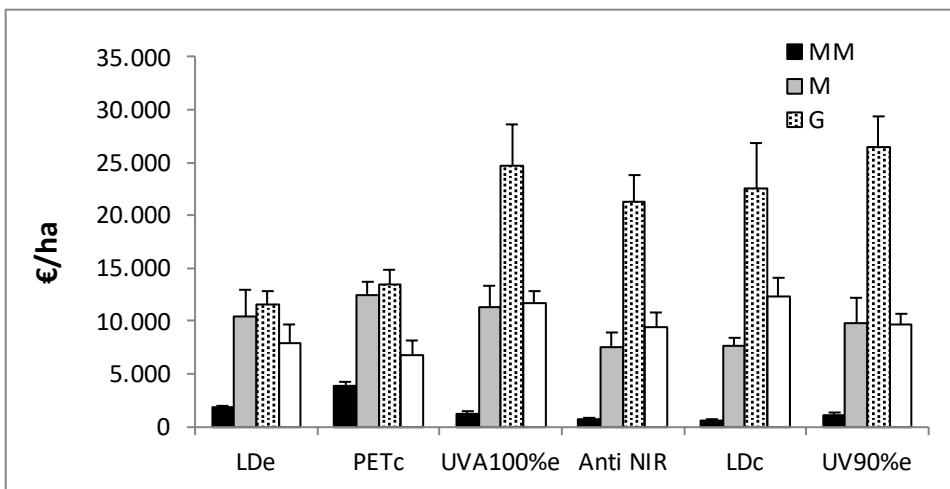


Figura 4. Valor de la producción total para cada cubierta según calibres (media de las dos campañas).

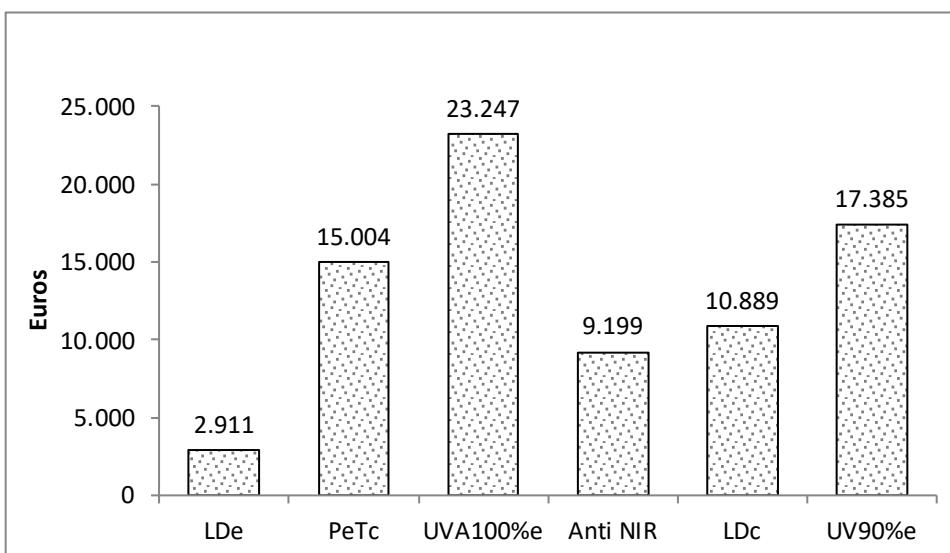


Figura 5. Rendimiento anualizado en Euros.ha⁻¹.

INFLUENCIA DE LAS MALLAS FOTOSELECTIVAS EN LA CALIDAD DE LOS FRUTOS DE PIMIENTO EN EL SUDESTE ESPAÑOL

López-Marín, J.¹; Brotons-Martínez, J.M.²; Gálvez, A.¹; Otalora-Alcón, G.¹; del Amor, F.M.¹

¹Dpto. de Hortofruticultura, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Murcia.

²Dpto. de Estudios Económicos y Financieros. Universidad Miguel Hernández, Alicante.

RESUMEN

Las mallas de sombreo disponibles actualmente son fabricadas de diferentes materiales, presentando distintos porcentajes de transmisión, absorción y reflexión de la luz, aunque, la mayoría de las mallas utilizadas con ese fin son negras y poco fotoselectivas. Estas nuevas mallas plásticas con propiedades ópticas especiales representan un nuevo enfoque para mejorar el aprovechamiento de la radiación solar en los cultivos agrícolas. Se ha demostrado que las de color rojo y perla aumentan notablemente la productividad del cultivo, mejoran la calidad del fruto y reducen las infecciones por plagas y enfermedades. Sin embargo, el sombreo de la malla a veces ralentiza la maduración del fruto durante su crecimiento. Por ello se realizó este ensayo, en donde se analizó la relación entre la radiación y temperaturas alcanzadas en cada cubierta, y la evolución de los parámetros de color del fruto del pimiento, así como los parámetros de calidad. Las mallas de sombreo fotoselectivas experimentadas fueron: Roja 30 %, Gris Perla 30%, Plata 30 %, Negra 35 %, y como testigo, uno sin malla. La evolución del color del fruto del pimiento a lo largo de la maduración, estuvo directamente relacionada con la intensidad de radiación que reciben los pimientos, dependiendo del tipo de malla. Pero cuando los pimientos alcanzan la maduración (color rojo), el color de los mismos no presenta diferencias significativas entre los diferentes tipos de mallas analizadas.

Palabras clave: Hue, Chroma, carotenos, fenoles, *Capsicum annum* L.

INTRODUCCIÓN

Las altas temperaturas que se dan durante el verano, producen dificultades y reducción en el cuajado de los frutos de pimiento (*Capsicum annum* L.) y como consecuencia se presenta un descenso del rendimiento y de la calidad de las producciones. Hoy en día se han incorporado nuevos materiales en el manufacturado de estas mallas, teniendo como resultado la aparición de una permeabilidad distinta a la radiación incidente de cada tipo aparecido, lo que se ha traducido en una incidencia en el cultivo de diferentes porcentajes de trasparencia, absorción y reflexión a la luz, aunque aún continúen siendo negra y reducidamente fotoselectivas las utilizadas en esta técnica de cultivo (López-Marín *et al.*, 2012).

Últimamente están apareciendo otras mallas coloreadas, cada una de las cuales modifica específicamente el espectro de luz transmitida en las regiones ultravioleta, visible y rojo lejano, intensificando su contenido relativo de dispersión de luz difusa, afectando sus efectos térmicos (región infrarroja), en función de los aditivos cromáticos de sus elementos constituyentes y del diseño del tejido (Oren-Shamir *et al.*, 2001; Shahak *et al.*, 2014). Estas nuevas mallas plásticas con propiedades ópticas especiales representan un nuevo enfoque para mejorar el aprovechamiento de la radiación solar en los cultivos agrícolas (Ganelevin, 2008).

Estudios realizados muestran el efecto positivo de las mallas de sombreo en la calidad de los frutos de pimiento, sin embargo, la sombra producida por la malla ralentiza la maduración del fruto, para conseguir su color idóneo.

Si bien, la evolución del color en las diferentes variedades de pimiento ha sido estudiada por diferentes autores como Gomez-Ladron de Guevara, y Pardo Gonzalez (1996), no existen estudios de la evolución del color de frutos de pimiento que se cultivan bajo mallas de sombreo fotoselectivas. Es por ello que en este trabajo nos planteamos como objetivos, analizar la relación entre la radiación y temperaturas alcanzadas bajo cada cubierta, y la evolución de los parámetros de color del fruto de pimiento, así como la influencia de dichas cubiertas sobre la producción, precocidad y parámetros de calidad.

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 37°45' de longitud norte y 0°59' de latitud oeste, en la comarca del Campo de Cartagena perteneciente a la Región de Murcia. El material vegetal utilizado ha sido pimiento tipo California, de la variedad Traviatta (Rijk Zwaan). 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. El caudal nominal de los emisores fue de 2,2 L.h⁻¹. El abonado se distribuyó por fertirrigación.

El experimento se llevó a cabo durante dos ciclos de cultivo, en los años 2015 y 2016. En los dos años el trasplante al invernadero se realizó los últimos días de marzo y el cultivo finalizó la primera semana de agosto.

Las mallas fueron colocadas sobre estructuras de invernaderos tipo túnel, modelo Kioto, de 5,50 m de ancho, 9,5 m de largo y 2,5 m de altura. En cada invernadero se instaló una malla fotoselectiva diferente con un 30 % de sombreo, excepto en uno de ellos que se utilizó como testigo, y se dejó al aire, sin malla. Los tratamientos fueron: sin malla, mallas de coloración perla, roja, plata y negra.

La radiación fotosintéticamente activa (PAR) y radiación global fueron medidas mediante sensores modelo Quantum (LI-COR Inc.), y las radiaciones ul-

travioleta A y B con sensores Delta OHM, modelo HD2102.2. La temperatura fue controlada por datalogger con sondas marca Testo, modelo 177-H1 (Onset, Massachusetts, USA).

La calidad de la producción comercial se evaluó de acuerdo a las prácticas comerciales de la zona, descartándose los frutos con desordenes fisiológicos (solados, blossom-end-rot, etc.) que no eran comerciales. Se evaluaron 20 frutos por tratamiento elegidos aleatoriamente (4 por réplica del material vegetal) para medir la calidad de la fruta.

Los parámetros analizados para valorar la calidad del fruto se consideraron en dos grupos diferentes: parámetros organolépticos (firmeza, jugosidad, pH, biomasa, contenidos en sólidos solubles, acidez titulable y color) y propiedades antioxidantes (carotenoides y fenoles totales).

La firmeza fue medida mediante un penetrómetro, Penefel. Para realizar el resto de análisis, se procedió a homogeneizar las muestras mediante una licuadora-trituradora convencional durante 1 min, Thermomix. Una muestra de 45 g se centrifugó, a 9000 g durante 25 min 4 °C, mediante una centrifuga 5810 R. Del sobrenadante, se extrajeron, los sólidos solubles y la acidez titulable. El contenido en sólidos solubles (°Brix) se determinó usando un refractómetro (Reichert Analytical Instrument, Depew, New York, USA). La acidez titulable se determinó con un valorador automático (Titroline easy, Schott, Mainz, Germany).

Los fenoles totales se determinaron mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu usando el ácido gálico como material de referencia según la metodología de Kähkönen *et al.*, 1999. Los contenidos en licopeno y β-caroteno se determinaron según la metodología de Nagata & Yamashita, 1992.

La medida del color de la superficie externa del fruto del pimiento se realizó con un espectrofotómetro portátil (CM-700d Konica Minolta, Inc., Tokio, Japón), en el espacio de color CieLab, con iluminante D65 y ángulo de observador de 10°. Se tomaron nueve lecturas de cada fruto. En cada lectura se midieron las coordenadas colorimétricas L*, a* y b*, y el índice de color ($IC = a \cdot 1000 / L \cdot b$) de Jiménez-Cuesta *et al.* (1981).

El diseño experimental fue en bloques al azar. Cada tratamiento (invernadero) tenía tres bloques y 10 plantas en 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 Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Figura 1* se muestra la evolución de las temperaturas máximas, medias y mínimas, durante el periodo de crecimiento y maduración de los pimientos.

Del análisis de la evolución de las temperaturas mínimas (*Fig. 1a*) se desprende que las diferencias entre los cinco tipos de cubiertas son poco significativas. En

cuanto a las temperaturas medias (*Fig. 1b*), empiezan a aparecer ciertas diferencias en las cubiertas, siendo la de color perla, la que presenta una temperatura mayor, y la de coloración negra, la que presenta una menor temperatura. Las mayores diferencias se alcanzan al considerar las temperaturas máximas (*Fig. 1c*). Hasta el mes de junio las máximas temperaturas se alcanzan en la cubierta color perla, seguida de la sin malla. Sin embargo, durante la primera quincena de julio la que presenta mayores temperaturas es en el cultivo sin malla, seguida de la perla. En el último tramo objeto de análisis es la malla roja la que presenta valores térmicos superiores. Los valores mínimos se alcanzan generalmente con la cubierta de color negro. Por último, con respecto a la radiación global (*Fig. 1d*), los mayores valores se alcanzan en ausencia de malla, seguida de la cubierta roja, y es la cubierta negra la que alcanza menores valores de radiación global.

En cuanto a la evolución del color, se ha analizado la evolución del IC* y su relación con las temperaturas y radiaciones bajo los diferentes tipos de tratamientos, así como el comportamiento del Chroma y del Hue Angle durante la maduración de los pimientos.

Las correlaciones de las coordenadas colorimétricas con las temperaturas máximas, medias y mínimas, son en general bastante bajas (datos no mostrados). Por este motivo se ha procedido a analizar las correlaciones del índice de color con las radiaciones Global, UVA, UVB y PAR (promedio diario de 14 días). Se puede observar que las mejores correlaciones se han obtenido para aquellos muestreros en los que el IC* mostraba mayores diferencias entre cubiertas. Así, para los 112 días después del trasplante se han obtenido los valores que se muestran en la *Figura 2*.

Como puede apreciarse en la *Figura 2*, valores superiores del IC* de color se corresponden con mayores valores de radiación. En todos los casos la correlación es elevada, superior a 0,8.

En la *Figura 3* se puede ver los valores de Chroma, en las primeras tomas de datos este parámetro se encuentra situado en el cuarto cuadrante cerca del ángulo de 120°, ya que la coordenada a* al inicio es negativa (color verde), y la coordenada b* presenta valores entre 15 y 20 (colores amarillos), aunque no se manifiestan porque están enmascarados con el verde de la clorofila, que viene indicado por la coordenada a*. En las siguientes tomas de datos, el Chroma aumenta dado que la coordenada a* empieza a tomar valores positivos (el fruto se vuelve rojo) y la coordenada b* decrece porque a medida que el pimiento va madurando disminuye el color amarillo.

De los datos expuestos se puede concluir que la evolución del color de la superficie del fruto a lo largo de la maduración, está directamente relacionada con la intensidad de radiación que reciben los pimientos, dependiendo del tipo de malla. Pero cuando los pimientos alcanzan la maduración (color rojo), el color de los mismos no presenta diferencias significativas por tipo de malla, por lo que se puede concluir que el tipo de malla no influye en la coloración final.

Con respecto a la producción se puede observar, en la *Figura 4*, la producción acumulada. Todos los invernaderos con malla estudiados tienen mayor producción que el cultivado al aire. También ocurre lo mismo con otras variedades de pimientos (Ayala Tafoya, *et al.*, 2015) y con mallas aluminizadas (Ferreira Degis, *et al.*, 2014). El invernadero con malla color perla es el que presenta mayores producciones con $4,63 \text{ kg.m}^{-1}$, seguido por el invernadero con cubierta negra con $3,70 \text{ kg.m}^{-1}$. Todos ellos con producciones muy superiores al invernadero sin malla (al aire libre), donde sólo se alcanzan $1,87 \text{ kg.m}^{-1}$. Otro aspecto a tener en cuenta es que, en el invernadero protegido por malla perla, se adelanta la producción 10 días; y que, además, entre la primera y la segunda recolección se obtienen $1,83 \text{ kg.m}^{-1}$, superior al resto de cubiertas.

Y finalmente en cuanto a los valores de calidad observados en los diferentes parámetros analizados, el mayor peso, así como el tamaño del fruto se corresponden con la malla de coloración perla y negra, tanto en frutos recolectados en maduración en verde (*Tabla 1*) como en rojo (*Tabla 2*). En la firmeza de los frutos recolectados en verde, se observa que es mayor en la malla de color roja, ello puede ser debido a que, aunque en todas las mallas los frutos estaban en punto óptimo de recolección con respecto al color, en este tratamiento los frutos estuvieran menos maduros. En cuanto al espesor del pericarpio, en los frutos de maduración en verde, no se observan diferencias, siendo en la malla de coloración negra donde se presenta un mayor espesor tanto en maduración en verde como en rojo (*Tablas 1 y 2*). En la acidez titulable, no se observan diferencias entre los distintos tratamientos, cuando la recolección se realiza en verde, sin embargo, en frutos recolectados en rojo, es mayor en los de la malla de coloración perla. Los sólidos solubles, tienen mayores valores en los frutos observados al aire libre tanto en maduración color verde como en rojo (*Tablas 1 y 2*). Esta tendencia también fue observada por Díaz-Pérez, (2014), en frutos de plantas de pimientos que se cultivaban bajo sombreo. Esta disminución de los sólidos solubles con un mayor nivel de sombra en el cultivo puede ser el resultado del efecto de dilución causado por un posible aumento en el estado del agua del fruto y la planta, como resultado de la disminución de la transpiración de la planta y del fruto en condiciones de sombra (Díaz- Pérez, 2014).

CONCLUSIONES

Las diferencias entre las temperaturas mínimas que se alcanzan en el interior de cada invernadero son poco significativas. Aunque en el mes de julio, las diferencias son más notables en las temperaturas máximas, en las mallas de coloración Perla. La evolución del color del fruto durante su maduración está influenciada por la cantidad de radiación que recibe en función del tipo de malla y no de las temperaturas.

El cultivo con una cubierta de malla tipo Perla, con sombreo 30%, es el que presenta una mayor producción total y comercial que en el resto de invernaderos. Con respecto a la calidad de los frutos, no se observan diferencias destacables entre las distintas mallas evaluadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYALA-TAFOYA, F.; YÁÑEZ-JUÁREZ, M.G.; PARTIDA-RUVALCABA, L.; RUIZ ESPINOSA, F.H.; CAMPOS-GARCÍA, H.; VÁSQUEZ-MARTÍNEZ, O.; VELÁZQUEZ-ALCARAZ, T.; DÍAZ-VALDÉS, T. J. 2015. *Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreo fotoselectivo* ITEA. 111 (1), 3-17.
- 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 Phytophthora capsici Leon.)*. HortScience 49, 891-900.
- FERREIRA, D.; BECERRA, R.; ROSA, Q.S. 2014 *Effects of light intensity modification by reflective aluminized screenhouse on sweet pepper growth and yield*. Eng. Agríc., Jaboticabal.34 (4):626-635.
- GANELEVIN, R. 2008. *World-wide commercial applications of colored shade nets technology (Chromatinet ®)*. Acta Hortic. 770: 199-203.
- GOMEZ-LADRON DE GUEVARA R.; PARDO-GONZALEZ J.E. 1996. *Evolution of Color during the Ripening of Selected Varieties of Paprika Pepper (Capsicum annuum L.)*. J. Agric. Food Chem. 44, 2049-2052.
- JIMÉNEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTÍNEZ-JÁVEGA, J.M. 1981. *Determination of a color index for citrus fruit degreening*. Proc. Int. Soc. Citriculture. 750-753.
- KÄHKÖNEN, M.P.; HOPIA, A.I.; VUCRELA, H.J.; RAUHA, J.P.; PIHLAJA, T.S.; HEINONEN, M. 1999. *Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds*. J. Agric. Food Chem. 47: 3954-3962.
- LÓPEZ-MARÍN, J.; GÁLVEZ, A.; CONESA, A.; MARTÍNEZ-NICOLÁS, J.; GONZÁLEZ, A. 2012. *Comportamiento fisiológico del pimiento en invernadero bajo diferentes condiciones de sombreo*. Actas de Horticultura.60:337-342.
- NAGATA, M.; YAMASHITA, I. 1992. *Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit*: Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish: 39(10): 925-928.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.E.; SPIEGEL, E., NISSIM-LEVI, A., RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y.E., SHAHAK, Y. 2001. *Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of Pittosporum variegatum*. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 76: 353-361.
- SHAHAK, Y. 2014. *Photoselective netting: an overview of the concept, R & D and practical implementation in agriculture*. Acta Hortic. 1015, 155-162.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación FEDER 14-20-08 financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia.

TABLAS

Tabla 1. Valores de calidad en frutos pimiento en recolección en verde.

Parámetros	Sin malla	Perla	Roja	Plata	Negra
Peso (g)	213,23±10,91 ^a	268,03±6,84 ^b	200,6±6,62 ^a	250,45±7,63 ^b	250,7±7,34 ^b
Largo (mm)	90,05±4,04 ^a	98,73±3,68 ^a	84,6±1,86 ^a	88,71±3,44 ^a	90,09±4,17 ^a
Ancho (mm)	86,78±2,13 ^{ab}	91,61±2,02 ^b	81,84±2,05 ^a	88,82±2,19 ^{ab}	86,9±1,4 ^{a,b}
Firmeza (kg.cm⁻²)	3,79±0,19 ^a	4,16±0,22 ^a	6,24±2,52 ^a	4,29±0,1 ^a	4,42±0,11 ^a
Pericarpio	6,32±0,24 ^a	7,27±0,32 ^a	7,22±0,51 ^a	7,18±0,4 ^a	7,52±0,25 ^a
AT (%A. Cítrico)	0,08±0,02 ^a	0,08±0,04 ^a	0,09±0,03 ^a	0,08±0,05 ^a	0,08±0,03 ^a
TSS (%)	5,97±0,19 ^c	4,75±0,06 ^a	5,52±0,12 ^{bc}	5,18±0,10 ^{ab}	4,75±0,13 ^a
pH	5,92±0,06 ^c	5,72±0,06 ^{bc}	5,67±0,05 ^{ab}	5,61±0,07 ^a	5,69±0,03 ^{bc}
Biomasa (%)	7,54±0,39 ^{bc}	6,72±0,11 ^{cd}	7,93±0,26 ^d	7,5±0,15 ^{bc}	6,21±0,12 ^a

Media ± SE. Valores seguidos de la misma letra en cada fila indican que no existen diferencias significativas entre ellos de acuerdo con el Test de Tukey al 5%

Tabla 2. Valores de calidad en frutos pimiento en recolección en rojo.

Parámetros	Sin malla	Perla	Roja	Plata	Negra
Peso (g)	217,17±15,52 ^a	254,32±9,91 ^{ab}	225,88±7,69 ^a	246,57±8,20 ^a	293,00±6,51 ^b
Largo (mm)	84,13±3,38 ^a	90,59±3,14 ^{a,b}	86,69±1,48 ^a	92,45±2,9 ^{ab}	102,44±4,03 ^b
Ancho (mm)	88,88±2,36 ^a	93,27±1,2 ^a	90,98±2,26 ^a	91,71±2,76 ^a	92,87±1,38 ^a
Firmeza (kg.cm⁻²)	5,46±0,19 ^a	4,73±0,18 ^{ab}	4,69±0,22 ^{ab}	4,53±0,08 ^{ab}	4,09±0,18 ^b
Pericarpio	6,14±0,45 ^a	6,53±0,26 ^a	6,31±0,26 ^a	6,93±0,35 ^a	8,75±0,22 ^b
AT (%A. Cítrico)	0,25±0,03 ^a	0,42±0,06 ^b	0,27±0,03 ^a	0,26±0,01 ^a	0,24±0,04 ^a
TSS (%)	10,43±0,3 ^b	9,85±0,11 ^{ab}	10,12±0,13 ^{ab}	9,73±0,15 ^{ab}	9,42±0,1 ^a
pH	5,37±0,02 ^b	5,33±0,01 ^b	5,28±0,02 ^b	5,07±0,02 ^a	5,31±0,06 ^b
Biomasa (%)	10,03±0,29 ^a	9,33±0,19 ^a	9,51±0,18 ^a	8,91±0,30 ^a	10,4±0,35 ^a

Media ± SE. Valores seguidos de la misma letra en cada fila indican que no existen diferencias significativas entre ellos de acuerdo con el Test de Tukey al 5%

FIGURAS

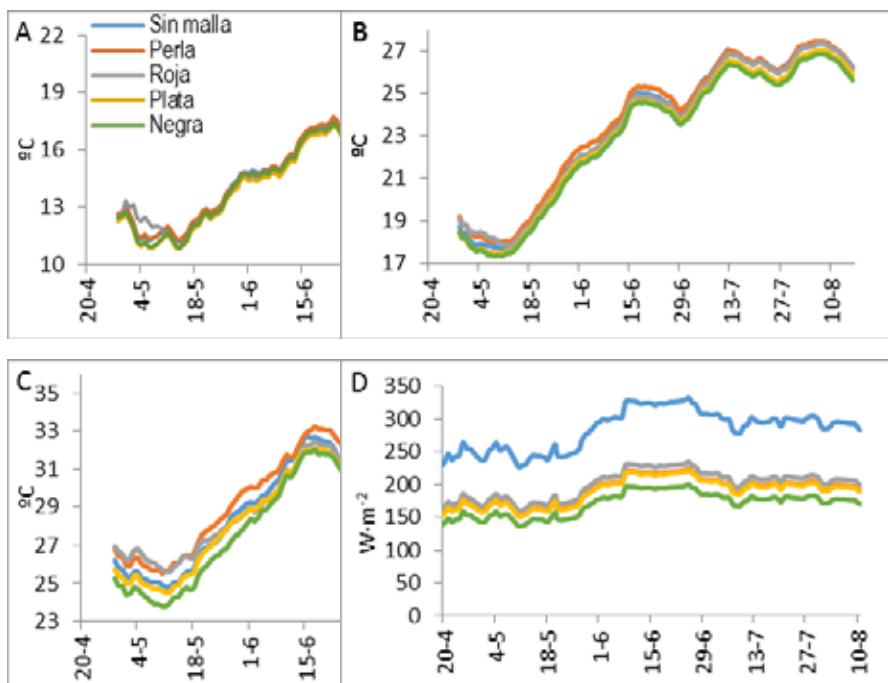


Figura 1. Evolución de las temperaturas mínimas(A), medias (B), máximas (C) y radiación global (D).

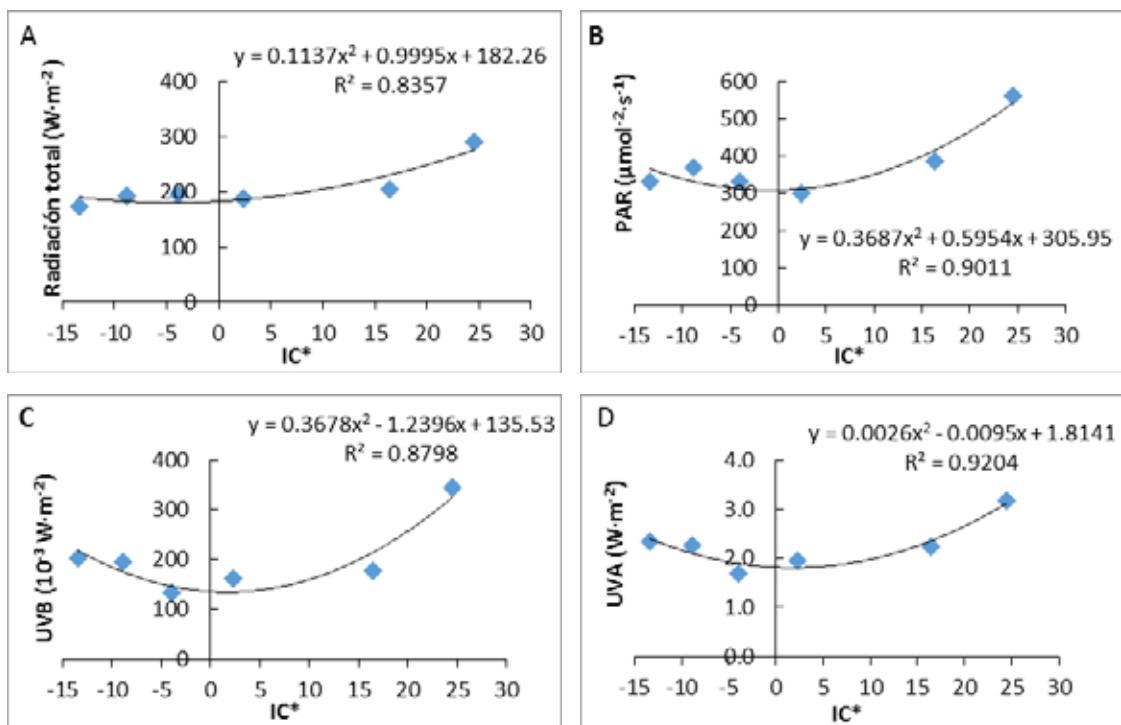


Figura 2. Correlaciones entre el índice de color y las diferentes radiaciones, total (A), Radiación fotosintéticamente activa (B), UVB (C), y UVA (D).

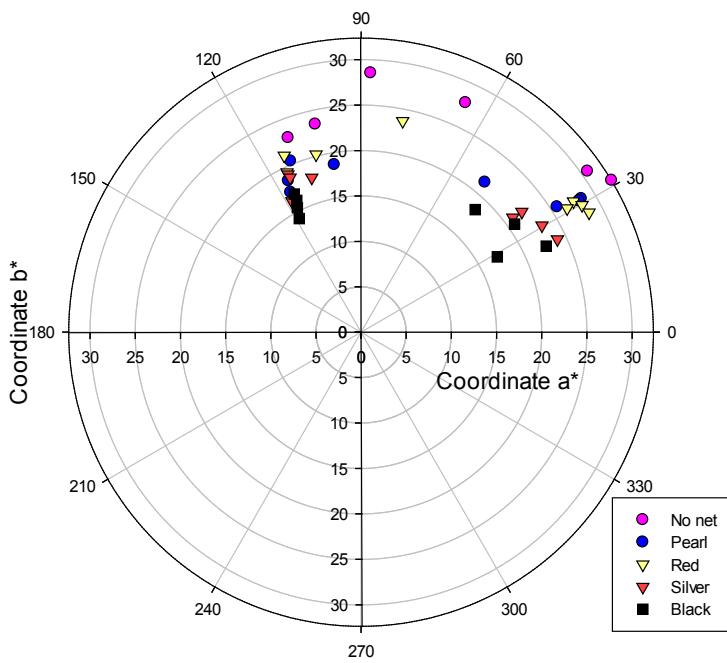


Figura 3. Evolución del índice Croma del color de la corteza de los pimientos en los invernaderos con diferentes mallas.

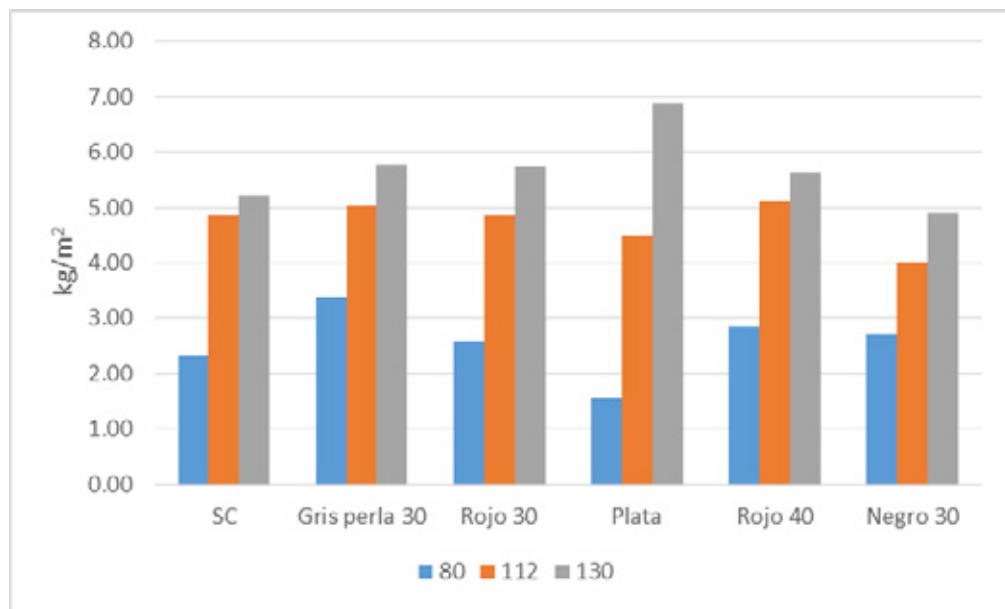


Figura 4. Evolución producción comercial acumulada ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$).

ENSAYO DE CUBIERTAS PROTECTORAS EN CULTIVO DE MELÓN

Mínguez Alcaraz, P.; López Martínez, M.¹; Pato Folgoso, A.²; Condés Rodríguez, L.F.³

*¹CDTA El Mirador, Murcia.

*²OCA Cartagena Mar Menor, Murcia.

*³Servicio de coordinación de OOCCAA, Murcia.

RESUMEN

El melón es la 4^a hortaliza por importancia en la Región de Murcia, con una superficie cultivada de 5.300 ha. en el año 2016 y con una producción de 228.243 t. (Estadísticas Agrarias Consejería de Agricultura Región de Murcia. Año 2017).

Para los trasplantes realizados al aire libre en los meses de febrero y marzo el cultivo del melón requiere de sistemas de protección. El sistema de protección más empleado en la comarca del Campo de Cartagena es el agrotextil (cubierta flotante de polipropileno no tejido de 17 - 20 g.m⁻²) sin arcos, pero este resulta insuficiente en los meses más fríos. Como alternativa al agrotextil se proponen otros materiales como el plástico multiperforado y el plástico de doble capa con ventilaciones.

El material utilizado fue dos cultivares de melón: Kirene (tipo galia) y Magenta (tipo cantalupo).

El trasplante se realizó el 15 de febrero siendo necesario replantar el cultivar Magenta el 1 de marzo. El marco de plantación fue de 2 m entre línea por 0,80 m entre plantas lo que equivale a una densidad de plantación de 6.250 plantas por hectárea.

Los tratamientos llevados a cabo fueron:

- T₀: Cubierta con agrotextil P 17 sin arcos
- T₁: Cubierta con plástico multiperforado sin arcos
- T₂: Cubierta con plástico doble capa en tunelillos con arcos

Se realizaron controles sobre los siguientes parámetros:

- Producción
- Precocidad
- Calibres y número de frutos
- °Brix y dureza de la pulpa.

Los resultados muestran una producción superior en el tratamiento T₁ con 6,24 kg·m⁻² Kirene y 6,26 kg·m⁻² Magenta. En lo referente a calidades, en el que mejores resultados se obtienen es el T₁ con un 64,08% de la producción en los calibres 4 y 5 para Kirene, mientras que para el cultivar Magenta se obtiene un 56,96% de la producción en los calibres 3 y 4 en el T₀.

En Kirene se obtienen los mejores resultados de 14,2 °Brix en los tratamientos T₁ y T₂ mientras que en Magenta se consiguen 12,2 y 12,9 °Brix respectivamente.

Palabras clave: galia, cantalupo, producción, °Brix, dureza

INTRODUCCIÓN

La superficie ocupada por el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) en España en el año 2016 fue de 20.686 ha con una producción de 649.767 t. La Comunidad Autónoma que dedicó mayor superficie a este cultivo fue Castilla La Mancha (7.460 ha) seguida de la Región de Murcia (5.300 ha) y de Andalucía (4.313 ha) (Anuario MAPAMA 2016). El melón es la 4^a hortaliza por importancia en la Región de Murcia, con una superficie cultivada de 5.300 ha en el año 2016 y con una producción de 228.243 t. (Estadísticas Agrarias Consejería de Agricultura Región de Murcia. Año 2017).

Para los trasplantes realizados al aire libre en los meses de febrero y marzo, el cultivo del melón requiere de sistemas de protección. Estos son muy diversos debido al amplio rango de cultivares existentes y a las diferentes condiciones climáticas existentes en las zonas de cultivo. El sistema de protección más empleado en la comarca del Campo de Cartagena es el agrotextil (cubierta flotante de polipropileno coextruido de 17 – 20 g·m⁻²) sin arcos, que eleva ligeramente la temperatura en la parte aérea de la planta; los incrementos térmicos oscilan entre 2 o 3 grados, que pueden resultar insuficiente en los meses más fríos. Como alternativa al agrotextil se proponen otros materiales como el plástico polietileno microporoso de 500 a 800 orificios circulares por m² de 1 cm de diámetro; estas perforaciones evitan la condensación. Otra de las alternativas es el plástico doble capa (Multitech) con ventilaciones laterales y central que se irán retirando paulatinamente.

Mediante la realización de este ensayo se pretende conocer el comportamiento de los tres sistemas de protección del cultivo con trasplante en meses fríos, así como evaluar su incidencia en la precocidad, producción y calidad de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó al aire libre sobre una superficie de 900 m² en las instalaciones del Centro de Demostración y Transferencia Agraria “El Mirador” donde se integran como cooperativa de 2º grado las principales cooperativas del Campo de Cartagena (Gregal S.Coop, Hortamira S.Coop y SAT San Cayetano ALPI). Sus instalaciones están geográficamente situadas a 37°50' de longitud norte y 0°53' 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.

Preparación del suelo: Antes de la realización de este ensayo se procedió a modificar la parcela donde se pretendía realizar el ensayo, debido a que esta parcela se inundaba con las lluvias. Para ello se realizó un relleno de la misma y su posterior nivelación: Una vez realizada la nivelación y antes del trasplante se efectuaron dos labores de subsolador, otras dos de fresadora, una aplicación de estiércol, el corte de tierra con tilde para dejar definidos los caballones y, por último, la disposición del acolchado.

El material utilizado fue dos cultivares de melón: Kirene (tipo galia) sobre una superficie de 468 m² fraccionados en tres bloques (156 m² cada bloque), y Magenta (tipo cantalupo) en una superficie de 432 m² sobre 3 bloques de 144 m² cada uno.

La duración del semillero fue de 55 días desde su germinación, realizándose el trasplante el día 15 de febrero de 2017, siendo necesario replantar el cultivar Magenta el 1 de marzo. El marco de plantación fue de 2 m entre línea por 0,80 m entre plantas lo que equivale a una densidad de plantación de 6.250 plantas por hectárea. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones.

Los tratamientos llevados a cabo fueron:

- T₀: Cubierta con agrotextil P 17 sin arcos.
- T₁: Cubierta con plástico multiporoso sin arcos.
- T₂: Cubierta con plástico doble capa en tunelillos con arcos.

El manejo del cultivo en lo relativo a riego, fertilización, tratamientos fitosanitarios y labores culturales, se realizó de acuerdo con las prácticas habituales de los agricultores de la zona. El suelo es de textura franco-arcilloso-arenoso con 48% de arcilla, 26% de arena y 26% de limo. Las características del mismo se muestran en la *Tabla 1*.

Riego y abonados: El CDTT 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.h⁻¹. Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizaron sin abono, con una duración de 4 horas el primero y 2.5 horas el segundo. Posteriormente, se programan los riegos con un incremento de la conductividad eléctrica de 0.2 mS.cm⁻¹ sobre el agua del pantano (1.1 mS.cm⁻¹) con Ca(NO₃)₂ y una vez que había presencia de frutos en la planta se incorporó KNO₃ y se incrementó la conductividad eléctrica a de 0.5 mS.cm⁻¹ acidificando con HNO₃ a pH = 6. En el engorde de los frutos se aportó Mg(NO₃)₂.

En el cultivar Kirene se efectuaron 5 recolecciones realizándose la primera el día 14 de junio de 2017 y la última el día 30 del mismo mes. En el cultivar Magenta se realizó la primera recolección el día 16 de junio y la última el día 7 de julio de 2017, llevándose a cabo un total de seis recolecciones.

Se realizaron controles sobre los siguientes parámetros:

- Producción
- Precocidad
- Calibres y número de frutos
- °Brix y dureza de la pulpa

Todos los frutos fueron contabilizados tanto los comerciales como los destrios. Se realizó una clasificación de los frutos en base a los parámetros comerciales que se aplican en las tres cooperativas integradas en el CDTT El Mirador y que figuran en la *Tabla 3* para el cultivar Kirene y en la *Tabla 4* para Magenta. De la primera recolección se muestraron en el cultivar Kirene un total de 60 frutos, 20 por repetición, mientras que para el cultivar Magenta se muestraron 15 frutos por repetición. De estas muestras se obtuvieron los parámetros de dureza de la pulpa, con un penetrómetro TURONI con punta de 8 mm, y °Brix, con un refractómetro digital ATAGO modelo PAL. El resto de los frutos se contabilizaron en palots en función del cultivar y de la repetición y fueron llevados a una cooperativa para su correcta clasificación y determinación de la producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo de cultivo para el cultivar Kirene desde su trasplante a la primera recolección fue de 119 días con un periodo de recolección de 16 días. En Magenta este ciclo fue de tan solo 108 días con un periodo de recolección de 21 días.

La *Tabla 4* muestra la producción obtenida (kg.m^{-2}), observándose que para el cultivar Kirene se obtienen mejores resultados con el tratamiento T_1 , mientras que para Magenta es el T_0 quien arroja mayor producción.

En Kirene los mejores calibres (4 y 5) se obtienen con el Tratamiento T_1 (64.9%) como se aprecia en la *Tabla 5*. En la *Tabla 6* se puede observar que para Magenta los calibres de mayor calidad se obtienen bajo manta (T_0).

El cultivar Kirene cultivado con el T_2 adelanta la producción obteniéndose un 41.8% de su producción en el primer corte frente al 24.0% en T_1 y tan solo el 15,6% con T_0 (*Tabla 7*). En el caso de Magenta (*Tabla 8*) este porcentaje está en torno al 50% para los tratamientos T_1 y T_2 siendo del 44.5% para el T_0 .

En lo referente a la calidad del fruto se puede observar en la *Tabla 8* que para Kirene apenas existen diferencias en los tres tratamientos, tanto en dureza de la pulpa como en °Brix. Los frutos del cultivar Magenta bajo el abrigo de la manta térmica presentan mayor dureza de la pulpa mientras que su contenido en °Brix es menor.

CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que se muestra la existencia de precocidad de las plantas de melón con la cubierta Multitech. Esta precocidad en el caso de cultivar Kirene, se ha podido observar visualmente en el desarrollo vegetativo de la planta y, posteriormente en las recolecciones, en la producción y el número de frutos, donde la primera recolección ha sido superior con Multitech que con el resto de cubiertas.

En el caso del cultivar Magenta, en la cubierta de Multitech, se apreció en la primera recolección un gran número de melones de destrio, por rajados, lo que

nos hizo suponer que la recolección con esta cubierta debería haberse realizado con anterioridad.

Los frutos de mayor tamaño se obtienen bajo la cubierta de plástico multiperforado.

Los melones del cultivar Magenta cultivados bajo manta térmica alcanzan menores niveles de °Brix y una mayor dureza de la pulpa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido cofinanciado dentro de la Medida 1.2. Actividades de Demostración y Transferencia de Conocimientos, del actual Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de la Región de Murcia, 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 de D.G. de Innovación Agroalimentaria, Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica.

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 CDTT El Mirador ya que sin su aportación no habría sido posible realizar el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Estadística agraria de Murcia 2015-2016. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. www.carm.es.

CANTÓN, J.M.; GALERA, I.; MARTÍNEZ, A. 2003. *El cultivo protegido del melón.* Cajamar. Almería.

GARCÍA, A.J.; VICENTE, F.E.; CONDÉS, L.F.; LÓPEZ, R. 2005: *Ensayo de nuevas variedades de melón.* Programa de Innovación Tecnológica, Horticultura nº 16. Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L.; CAMERO, R.; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J. J. 1997: *El melón en invernadero.* Compendios de Horticultura (10). Ediciones de Horticultura SL; pp. 67-77.

MAROTO, J. V. 1997. *Calendarios de producción en melón.* Compendios de Horticultura (10). Ediciones de Horticultura SL; pp. 51-57.

MAROTO, J.V.; BAXAULI, C. 2017. *Cultivos hortícolas al aire libre.* Serie Agricultura nº 13. Publicaciones Cajamar Caja Rural pp. 569-593.

POMARES, F.; Estela, M^a; Tarazona, F. 1995. *Fertilización del melón.* Caja Rural de Valencia.

RECHE, J. 2007. *Cultivo Intensivo del Melón.* H.D. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. M.A.P.A.

RINCÓN, L. 1997: *Fertilización del melón en riego por goteo*. Compendios de Horticultura (10). Ediciones de Horticultura SL; pp. 85-93.

MAPAMA. 2016. *Anuario de Estadística*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

TABLAS

Tabla 1. Características iniciales del suelo.

pH (extracto acuoso 1:2, a 25,83°C)	7,57	Potasio asimilable	1045 ppm
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	8,48	Calcio asimilable	1660 ppm
Cloruros	46,8 meq·L ⁻¹	Magnesio asimilable	708 ppm
Sulfatos	19,2 meq·L ⁻¹	Materia Orgánica	1,91 %
Sodio	29,0 meq·L ⁻¹	Carbono orgánico	1,10 %
Bicarbonatos	5,76 meq·L ⁻¹	Hierro asimilable	8,3 ppm
Nitratos	24,8 meq·L ⁻¹	Manganese asimilable	12,5 ppm
Fosforo asimilable	107 ppm	Cobre asimilable	2,53 ppm
Potasio	6,7 meq·L ⁻¹	Zinc asimilable	12,9 ppm
Calcio	22,4 meq·L ⁻¹	Caliza total	20,7 %
Magnesio	34,2 meq·L ⁻¹	Caliza activa	7,73 %

Tabla 2. Parámetros de clasificación de calidad melón galia.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN O CALIBRES	ESCANDALLO
PRIMERA	CAL. 4	1.100 a 1.700 g
	CAL. 5	950 a 1.099 g
	CAL. 6	800 a 949 g
	CAL. 7	700 a 799 g
	CAL. 8	600 a 699 g
	CAL. 9	500 a 599 g
	CAL. 10	400 a 499 g
Sanos, con su grado de madurez por encima de 10 °Brix		
SEGUNDA	A - Mayor de 1.700 g.	
	B - Todo melón entre 8 y 10° de azúcar o con parte de la piel lisa	
CUARTA	Aquellos melones que su grado de azúcar sea menor de 8 grados brix. Desrabados, blandos, picados, podridos, manchados, verdes, muy pequeños y en general no aptos para la exportación.	

Tabla 3. Parámetros de clasificación de calidad melón cantaloup.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN O CALIBRES	ESCANDALLO
PRIMERA	CAL. 3	1.300 a 1.700 g
	CAL. 4	1.100 a 1.299 g
	CAL. 5	950 a 1.099 g
	CAL. 6	800 a 949 g
	CAL. 7	700 a 799 g
	CAL. 8	600 a 699 g
	CAL. 9	500 a 599 g
	CAL. 10	400 a 499 g
	Sanos, con su grado de madurez por encima de 10º Brix	
	A - Mayor de 1.700 g.	
SEGUNDA	B - Todo melón entre 8 y 10º de azúcar o con parte de la piel lisa	
CUARTA	Aquellos melones que su grado de azúcar sea menor de 8 grados brix. Desrabados, blandos, picados, podridos, manchados, verdes, muy pequeños y en general no aptos para la exportación.	

Tabla 4. Producción total ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

Tipo de cubierta	PRODUCCIÓN	
	KIRENE	MAGENTA
MANTA	6,09	6,81
MULTIPERFORADO	6,19	6,26
MULTITECH	5,55	6,05

Tabla 5. Producción de Kirene distribuida por calibres (%).

KIRENE	CAL 4	CAL 5	CUARTA	CAL 6	CAL 7	CAL 8	CAL 9	CAL 10
MANTA	40,4	17,25	19,68	12,96	6	2,01	0,4	0,05
MULTIPERFORADO	46,21	18,69	15,57	13,2	3,4	1,97	0,11	0,86
MULTITECH	25,2	20,05	20,28	20,59	7,35	6,17	0,25	0,11

Tabla 6. Producción de Magenta distribuida por calibres (%).

MAGENTA	CAL 3	CAL 4	CAL 5	CUARTA	CAL 6	CAL 7	CAL 8	CAL 9	SEGUNDA
MANTA	34,93	22,03	5,44	21,48	1,70	0,59			13,83
MULTIPERFORADO	35,54	19,05	6,21	22,57	2,21	0,56	0,15		13,71
MULTITECH	21,10	24,51	11,92	28,61	8,29	1,48	0,57	0,12	3,40

Tabla 7. Recolecciones en Kirene.

RECOLECCIONES		MULTITECH	MULTIPERFORADO	MANTA
1ª RECOLECCIÓN 14/06	Peso(kg)	361,796	233,599	148,363
	Nº de melones	448	248	177
	kg · m ⁻²	2,32	1,50	0,95
2ª RECOLECCIÓN 19/06	Peso(kg)	254,709	230,42	238,11
	Nº de melones	287	221	239
	kg · m ⁻²	1,63	1,48	1,53
3ª RECOLECCIÓN 23/06	Peso(kg)	108,75	300,15	323,28
	Nº de melones	135	331	389
	kg · m ⁻²	0,70	1,92	2,07
4ª RECOLECCIÓN 28/06	Peso(kg)	112,28	165,91	213,42
	Nº de melones	125	157	206
	kg · m ⁻²	0,72	1,06	1,37
5ª RECOLECCIÓN 30/06	Peso(kg)	29,04	36,01	27,07
	Nº de melones	44	44	27
	kg · m ⁻²	0,28	0,28	0,17
TOTAL	Peso(kg)	866,577	966,084	950,238
	Nº de melones	1038	1001	1039
	kg · m ⁻²	5,55	6,19	6,09

Tabla 8. Recolecciones en Magenta.

RECOLECCIONES		MULTITECH	MULTIPERFORADO	MANTA
1ª RECOLECCIÓN 14/06	Peso(kg)	423,03	482,15	435,71
	Nº de melones	320	311	291
	kg · m ⁻²	2,94	3,35	3,03
2ª RECOLECCIÓN 19/06	Peso(kg)	144,73	93,8	144,25
	Nº de melones	129	69	111
	kg · m ⁻²	1,01	0,65	1,00
3ª RECOLECCIÓN 23/06	Peso(kg)	43,2	21,75	29,16
	Nº de melones	36	16	23
	kg · m ⁻²	0,30	0,15	0,20
4ª RECOLECCIÓN 30/06	Peso(kg)	104,26	124,91	105,7
	Nº de melones	97	100	81
	kg · m ⁻²	0,72	0,87	0,73
5ª RECOLECCIÓN 04/07	Peso(kg)	71,176	63,446	85,173
	Nº de melones	65	52	59
	kg · m ⁻²	0,49	0,44	0,59
6ª RECOLECCIÓN 07/07	Peso(kg)	84,159	114,668	180,687
	Nº de melones	78	90	131
	kg · m ⁻²	0,58	0,80	1,25
KILOS TOTALES	Peso(kg)	870,555	900,724	980,68
	Nº de melones	725	638	696
	kg · m ⁻²	6,05	6,26	6,81

Tabla 9. Calidad de los frutos.

Tipo de cubierta	KIRENE		MAGENTA	
	°BRIX	DUREZA	°BRIX	DUREZA
MANTA	14	4	10,6	5,5
MULTIPERFORADO	14,2	4,3	12,2	4,2
MULTITECH	14,2	4,2	12,9	4

FIGURAS

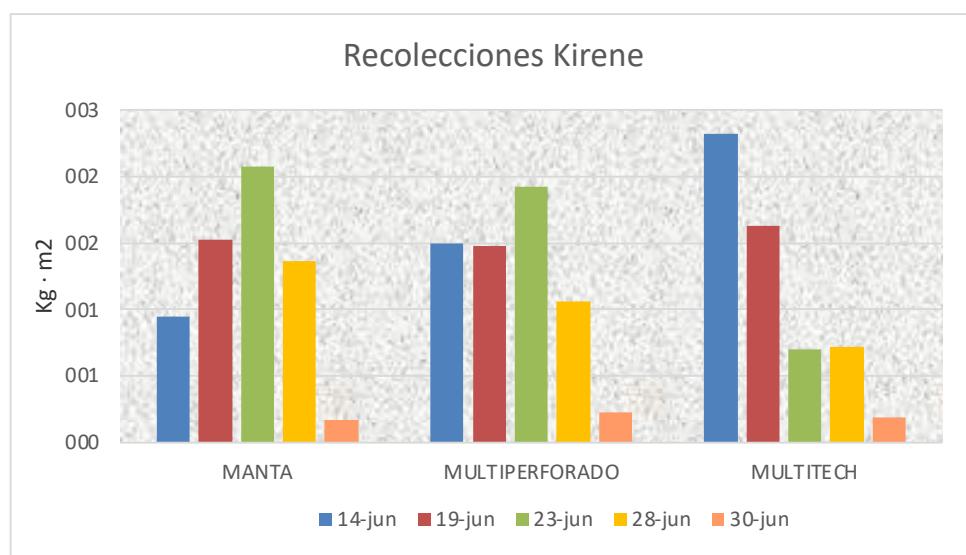


Figura 1. Producción por corte cv Kirene.

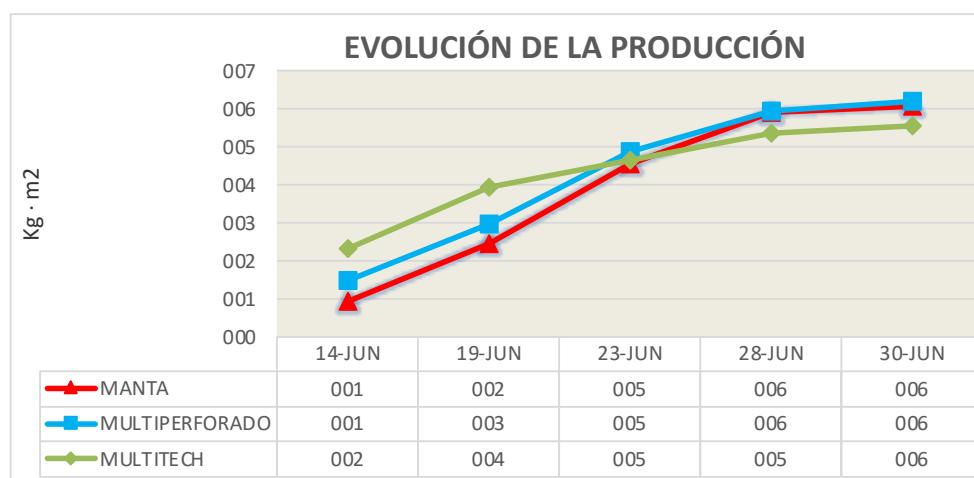


Figura 2. Producción acumulada cv Kirene.

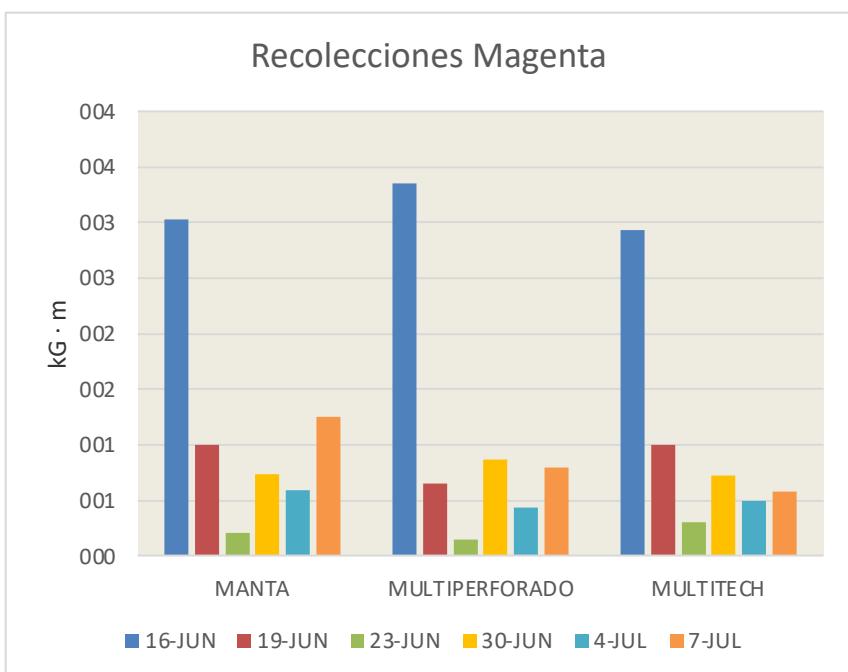


Figura 3. Producción por corte cv Magenta.

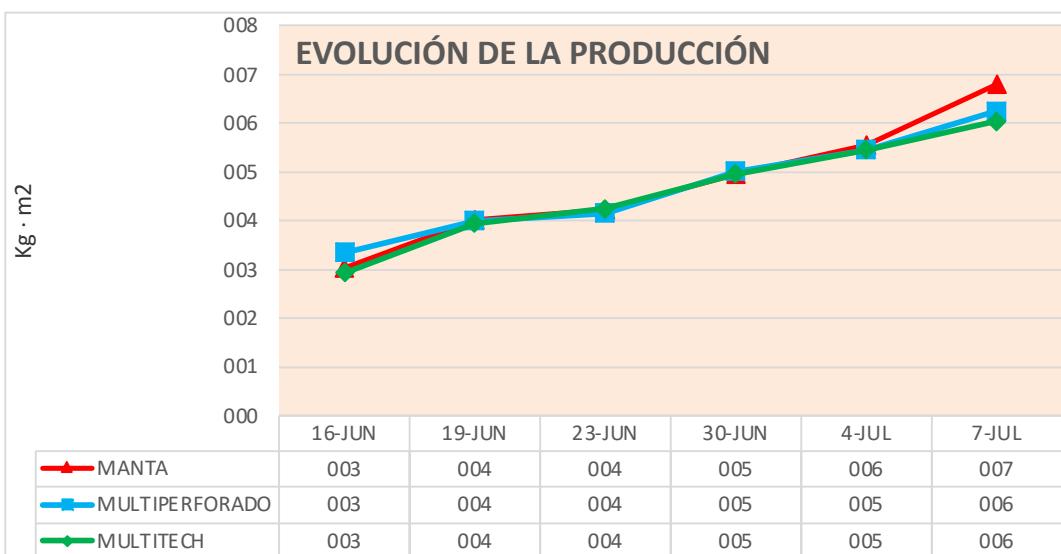


Figura 4. Producción acumulada cv Magenta.

3 PUBLICACIONES. TÉCNICAS DE CULTIVO.

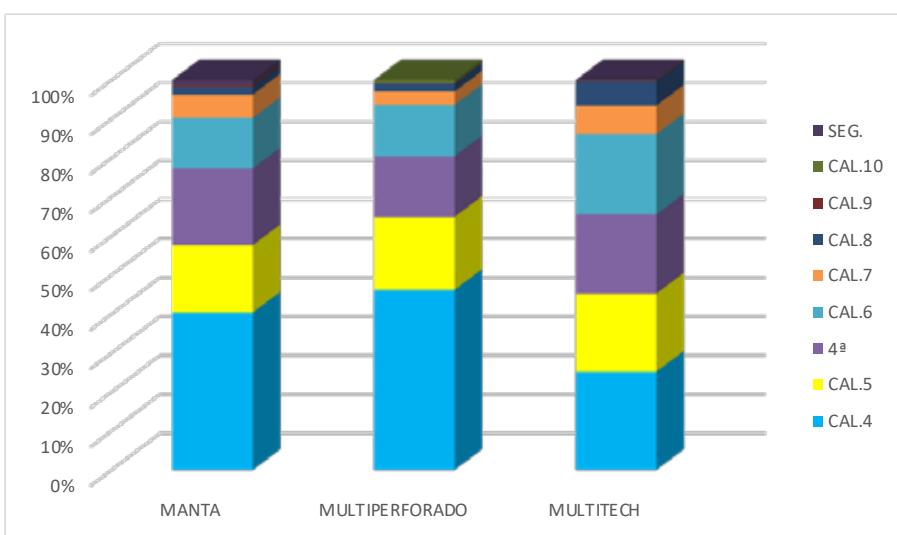


Figura 5. Porcentaje de cada calibre en cv Kirene.

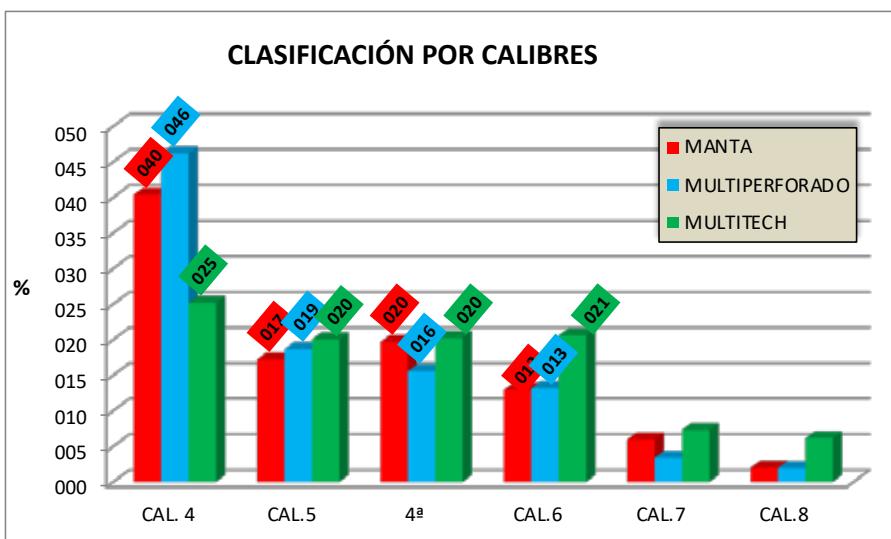


Figura 6. Clasificación por calibres en cv Kirene.

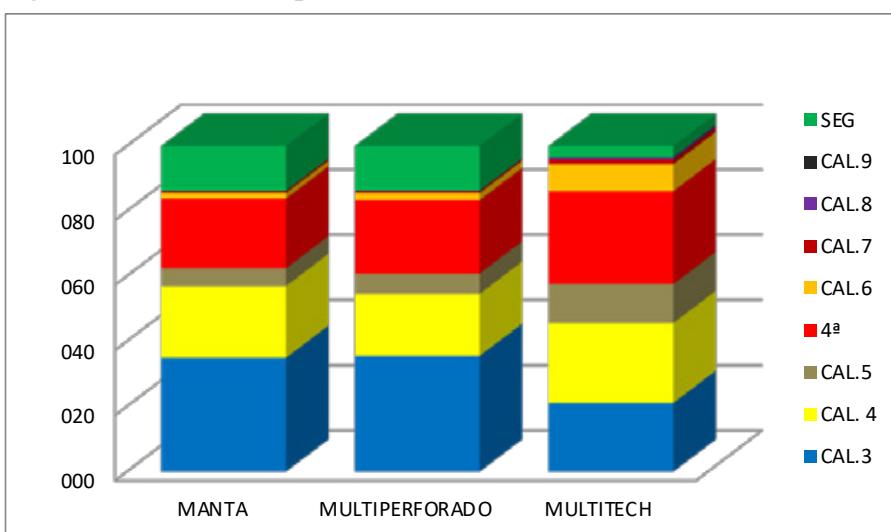


Figura 7. Porcentaje de cada calibre en cv Magenta.

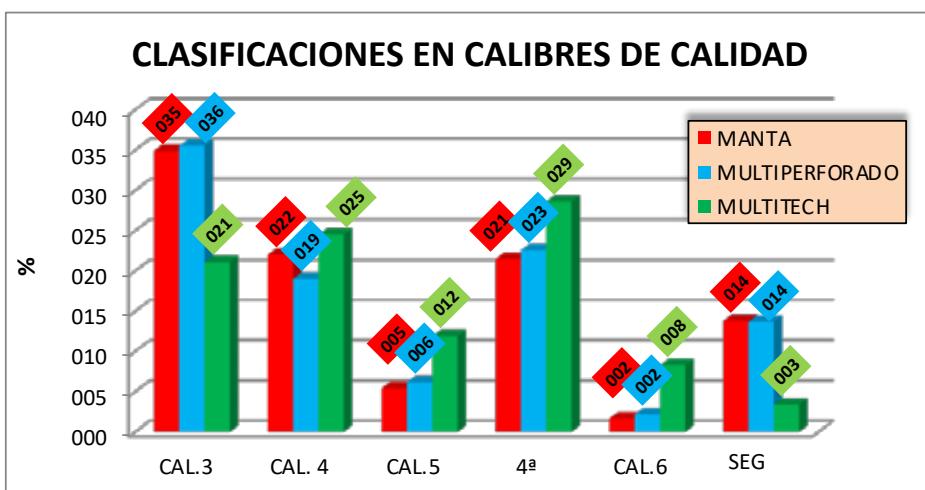


Figura 8. Clasificación por calibres en cv Magenta.

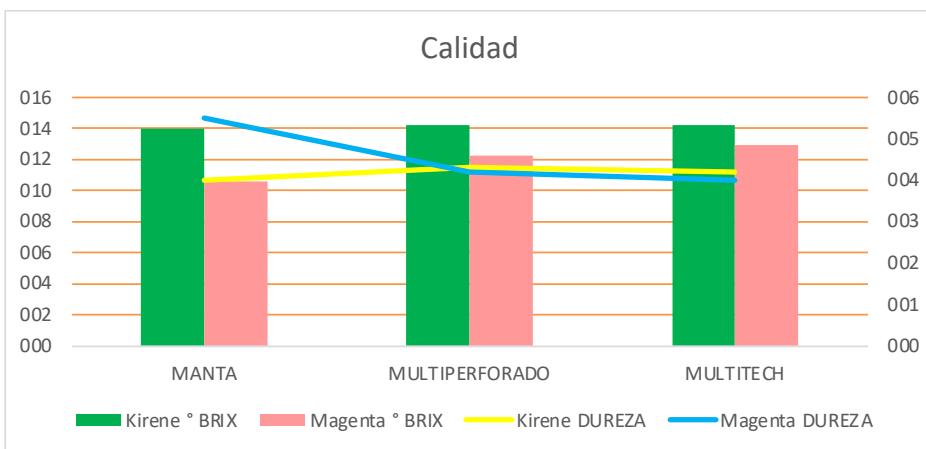


Figura 9. Parámetros de calidad de los frutos.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE TRES BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE NPK EN LECHUGA Y TOMATE

Marsal, J.I.; Cerdá, J.J.; López-Serrano, L.; Calatayud, A.

Centro de Citricultura y Producción Vegetal I.V.I.A., Valencia.

RESUMEN

Los problemas ocasionados por el exceso de tratamientos con fertilizantes en la agricultura y la legislación cada vez más restrictiva sobre su uso y aplicación, ha propiciado el desarrollo de técnicas más sostenibles con el medio ambiente. Actualmente se están llevando a cabo ensayos mediante la aplicación de micorrizas, bacterias o proteínas que faciliten a la planta la nutrición y el desarrollo reduciendo el aporte de abonos químicos.

El objetivo de este estudio es valorar el uso de tres bacterias solubilizadoras de NPK, *Bacillus megaterium* como solubilizador de fósforo (P), *Bacillus mucilaginosus* como solubilizador de potasio (K) y *Azospirillum brasiliense* bacteria diazótrofica, como solubilizador de nitrógeno (N) sobre la productividad y asimilación de nutrientes de los cultivos de lechuga y tomate tipo Valenciano.

El diseño del experimento consistió en la aplicación independiente de las tres bacterias al agua de riego con una disminución de la concentración de fertilizantes de la solución nutritiva del 35% de N, P o K según la bacteria añadida. Las bacterias son cedidas por una empresa.

Los resultados obtenidos han demostrado que en las soluciones nutritivas reducidas un 35% de N, P o K con la adición de microorganismos no se observaron efectos negativos ni sobre los parámetros productivos (producción comercial, destri, peso medio de frutos) en ambos cultivos respecto a las plantas testigo (100% de concentración de fertilizante en la solución nutritiva) ni en la absorción de los macro nutrientes.

Atendiendo a los resultados presentados para el cultivo de la lechuga y el tomate se valora positivamente el empleo de estos microorganismos (*Azospirillum brasiliense*, *Bacillus mucilaginosus* y *Bacillus megaterium*) que pueden permitir una posible reducción de los fertilizantes en un 35% sin afectar a los parámetros de producción y calidad.

Palabras clave: fertirrigación, medio ambiente, sostenibilidad, ecológico

INTRODUCCIÓN

Valorar la disminución de un 35% del aporte de las necesidades de nutrientes (N-P-K) mediante la adición de tres bacterias solubilizadoras de N, P y K a través de la evaluación de la productividad y la capacidad de asimilación de los

nutrientes en plantas de tomate tipo valenciano “Del Perelló” (comercial local) y plantas de lechuga Romana comercial. Las bacterias son cedidas por una empresa comercializadora y consisten en biopreparados en medio líquido de las tres bacterias a estudiar (*Bacillus megaterium*), (*Bacillus mucilaginosus*) y la bacteria diazótrofica, *Azospirillum brasiliense*.

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado los tres tipos de microorganismos de manera independiente.

Bacillus mucilaginosus como solubilizador de potasio (K) en concentración bacteriana de $1 \cdot 10^7$ UFC.ml⁻¹ (pH=7.5).

Es un tipo de bacilo gramnegativo, puede reproducirse y crecer en el suelo, producir metabolitos como ácidos orgánicos, polisacáridos capsulares, destruir la estructura reticular del aluminato de silicio y los compuestos de fósforo insolubles, descomponer y liberar oligoelementos medios como fósforo soluble, potasio y calcio, azufre, magnesio, hierro, zinc, molibdeno, manganeso que mejoran la fertilidad del suelo. Al mismo tiempo, produce sustancias activas fisiológicas como giberelina, células de cinetina, enzimas microbianas, polisacáridos bacterianos que promueven que el cultivo absorba nutrientes y lleve a cabo el metabolismo.

Como principales efectos; puede promover la formación de la estructura granular del suelo, evitar el endurecimiento, dañar la capilaridad y evitar la evaporación de la humedad.

Tiene un buen efecto sobre la degradación del potasio en el suelo y libera el potasio soluble y los oligoelementos medios.

Resolver el silicio en el suelo para que las plantas lo usen, espesar la capa de cera de las plantas, mejorar la conservación del agua de la planta.

Bacillus megaterium como solubilizador de fósforo (P) concentración bacteriana de $5.3 \cdot 10^7$ UFC.ml⁻¹ (pH= 7).

Pertenece al grupo de bacterias denominadas PSB (Phosphate Solubilizing Bacteria), es decir que es capaz de solubilizar el fósforo mineral haciéndolo accesible a la planta, distintos autores la han descrito como agente de biocontrol capaz de ejercer un papel protector frente a determinados patógenos vegetales.

Es un activador biológico del suelo: Activa rutas fotosintéticas, aumentando el desarrollo vegetativo e interviene en el transporte de azúcares. También mejora la absorción de nutrientes y activa el desarrollo de raíces y tubérculos.

Azospirillum brasiliense: bacteria diazotrofica, como solubilizador de nitrógeno (N). Concentración bacteriana de $1.6 \cdot 10^7$ UFC.ml⁻¹ (pH=7).

Pertenece al grupo de microorganismos fijadores de Nitrógeno, productores de fitohormonas y metabolizadores de la materia orgánica de los suelos. Ejerce un efecto sinérgico con los elementos nutricionales aplicados a la planta.

El efecto promotor sobre el desarrollo de la planta se debe a múltiples mecanismos. Alta capacidad para aumentar la producción de fitohormonas, tales como la auxina natural Ácido indol-3-acético (IAA), que actúa sobre la formación de raíces laterales y adventicias, en la estimulación de la división celular y la elongación de raíces y tallo. Favorece la asimilación de nutrientes debido a que aumenta su disponibilidad en el suelo a través de la fijación de nitrógeno y de la solubilización del fósforo, permitiendo, de esta forma, una reducción efectiva del uso de fertilizantes químicos. Origina también el aumento de la resistencia de la planta a estreses abióticos por su acción sobre la regulación osmótica promovida por los microorganismos que lo integran.

Cultivos en los que se realiza el ensayo

- . Lechuga (cultivar. Romana), en cultivo de invierno.
- . Tomate Tipo valenciano “Del Perelló”, como cultivo de primavera-verano.

Descripción del ensayo

Localización: el invernadero utilizado en el ensayo se localiza dentro de los terrenos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias Moncada- Valencia. La orientación es SurEste-NordOeste.

El invernadero: es un túnel con cubierta de lámina de plástico y sombreo de malla monofilamento con un 30 % de sombra. Dispone de ventilación lateral protegida con malla antipulgón, cultivo en suelo y riego por goteo.

Las características edafológicas del suelo: son franco-arcillo-arenoso con un contenido del 21.2% de arcilla, 11,8% de limo, 67% arena. El contenido en materia orgánica oxidable es del 0.61%; pH (1/2,5 suelo/agua) a 20° C = 8.1 y la conductividad eléctrica del extracto 1/5 a 25° C es 0.289 dS.m⁻¹.

La climatología: El IVIA dispone de una estación climatológica en funcionamiento desde 1999 (<http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos>).

Clima invernadero, durante el periodo de ensayo se tomaron datos con un dataloger y se realizaron graficas de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo durante el periodo de cultivo (Fig. 1).

Diseño del ensayo

El ensayo consiste en tres replicas (de 60 plantas para lechuga y 10 plantas para tomate), dejando en los laterales del invernadero el borde con plantas de lechuga o tomate según el caso.

En el ensayo en lechuga el marco de plantación es de 1,15 m x 0,30 m con una densidad de plantación de 2,89 plantas.m⁻². La fecha de trasplante de la lechuga, procedente de semillero, en el invernadero se realizó el 23 de Octubre del 2016 y el cultivo finalizo el 16 de Enero del 2017.

En el ensayo de tomate el marco de plantación es de 1,15 m x 0,50 m y la densidad de plantación es de unas 2 plantas.m⁻². La fecha de trasplante en el invernadero se realizó el 23 de Febrero de 2017, el fin de la cosecha fue el 21 de Julio del 2017.

Abonado

A) Lechuga

Las extracciones van a variar dependiendo del tipo de lechuga, variedad, ciclo de cultivo, etc. Para una producción de 35 t.ha⁻¹ la extracción de nutrientes por la lechuga viene a ser de 80-100 kg.ha⁻¹ de N, 30-50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 160-210 kg.ha⁻¹ de K₂O (Pomares y Ramos, 2010) (*Tabla 1*).

B) Tomate

Las aportaciones máximas de nutrientes principales por hectárea, de acuerdo con la extracción del cultivo, se fijan en: N: 3 UF.t⁻¹; P₂O₅: 1,3 UF.t⁻¹; K₂O: 5,5 UF.t⁻¹; CaO: 2,5 UF.t⁻¹; MgO: 1 UF.t⁻¹ (UF.t⁻¹: unidades fertilizantes por tonelada de cosecha) (*Tabla 2*).

En ambos casos el control es solución nutritiva estándar para tomate o lechuga con un pH ligeramente ácido mediante la aplicación de ácido cítrico (pH= 5,3) sin aplicación de las bacterias. Se efectuaron 4 riegos con fertilización para lechugas y 8 para el cultivo de tomate.

Modo de aplicación de las bacterias solubilizadoras de N, P, K

La aplicación de los microorganismos se realizó a través de los goteros junto con el riego.

A) Lechuga

Se realizan dos aplicaciones: 28 de octubre de 2016 (4 días después del trasplante) y 7 de diciembre del 2016 (mitad periodo de cultivo). Las bacterias se añaden en la solución nutritiva correspondiente a 0.5 ml de bacterias por m² (5 L.ha⁻¹) según especificaciones.

B) Tomate

Se realizan tres aplicaciones, la primera cuatro días después del trasplante en el invernadero (27 de febrero de 2017), la segunda a mitad del ciclo de cultivo (8 de mayo de 2017), la tercera aplicación el 5 de junio de 2017. Las bacterias se añaden en la solución nutritiva correspondiente a 0.5 ml de bacterias.m⁻² (5 L.ha⁻¹) según especificaciones.

Tratamientos fitosanitarios

Los tratamientos fitosanitarios han sido aplicados por igual en todo el invernadero.

A) Lechuga

Tratamiento contra la Botritis con Procimidona (1g/l) a mitad del periodo del cultivo (03-01-2017).

Tratamiento contra oruga (Rosquilla) con Altacor 0,01% más *Bacillus thuringiensis* 0,2%. (14-12-2016).

B) Tomate

12-04-2017. Tratamiento contra pulgón y la Tuta con Plenum 0,05% más *Bacillus thuringiensis* 0,2%.

27-04-2017: Tratamiento contra oidio “blanqueta” con Ortiva 0,08% + jabón potásico 1%.

10-05-2017: Suelta de *Nesidiocoris tenuis* para el control de la Tuta.

23-05-2017: Tratamiento contra el Vasates (araña del bronceado) con: Oberón 0,05% + mojante 0,025%.

31-05-2017: Tratamiento con azufre líquido al 0,4%.

21-06-17: Tratamiento contra el Vasates con: Oberón 0,05% + mojante 0,025%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Lechuga

Los parámetros de peso fresco, SPAD (índice de clorofila), contenido en N, P, K, Ca y Mg se realizaron de manera independiente para las tres réplicas de cada tratamiento. Realizada la comparación de medias entre las réplicas se concluyó que no había diferencias significativas entre ellas. Por lo tanto, los valores agronómicos representados en las gráficas son los valores medios para las tres réplicas (Fig. 3).

Parámetros fisiológicos para el tratamiento con una reducción del 35% de N y tratado con *Azospirillum brasiliense*.

1. Peso fresco de la lechuga comercial comparando con los valores del control.

El peso medio de las lechugas fue mayor con diferencias significativas para las lechugas del tratamiento con reducción de 35% N y aplicación de *Azospirillum brasiliense*.

2. Valores de SPAD (índice de clorofila) medidos en las hojas maduras de la lechuga para n= 200. No se han encontrado diferencias significativas entre los valores del SPAD en el control y en las hojas con reducción de 35% N y aplicación de *Azospirillum*. Este resultado indica que la reducción de N no parece afectar al color verde de las hojas.

3. Contenido de macronutrientes en las hojas de lechuga para n=4. No se han encontrado diferencias significativas entre el control y las plantas crecidas con reducción de 35% N y aplicación de *Azospirillum* para los niveles de N y K. La

concentración de P, Ca²⁺ y Mg²⁺ son significativamente mayores en las muestras con déficit de N.

Parámetros fisiológicos para el tratamiento con una reducción del 35% de P y tratado con *Bacillus megaterium*.

1. Peso fresco de la lechuga comercial comparando con los valores del control. El peso medio de las lechugas fue mayor significativamente para las crecidas con una reducción del 35% de P y tratadas con *Bacillus megaterium*.

2. Valores de SPAD (índice de clorofila) medidos en las hojas maduras de la lechuga para n= 200. El déficit de P redujo los niveles de clorofila presentando las plantas hojas de color más amarillento.

3. Contenido de macronutrientes en las hojas de lechuga para n=4. No existen diferencias significativas entre las plantas control y las crecidas con una reducción del 35% de P en la solución nutritiva y tratadas con *Bacillus megaterium* para el contenido de N, K, P, Ca²⁺. El contenido de Mg²⁺ es mayor en las plantas con déficit de P.

Parámetros fisiológicos para el tratamiento con una reducción del 35% de K y tratadas con *Bacillus mucilaginosus*.

1. Peso fresco de la lechuga comercial comparando con los valores del control. No existen diferencias significativas en cuanto al peso fresco de las lechugas.

2. Valores de SPAD (índice de clorofila) medidos en las hojas maduras de la lechuga para n= 200. El déficit de K y aplicación de *Bacillus mucilaginosus* redujo los niveles de clorofila presentando las plantas hojas de color más amarillento.

3. Contenido de macronutrientes en las hojas de lechuga para n=4. Se observó un aumento de los niveles de K en las plantas tratadas con una reducción del 35% de K en la solución nutritiva y aplicación de *Bacillus mucilaginosus*. El resto de macronutrientes analizados no mostró diferencias significativas.

En ningún caso la disminución de un 35% en la solución nutritiva de N o P o K afectan al rendimiento, siendo siempre mayor que el control. Los mayores rendimientos se obtienen para las lechugas crecidas en una disminución del 35% de P+ *Bacillus mucilaginosus* y reducción del 35% de N+ *Azospirillum* (*Tabla 3*).

B) Tomate

Los parámetros de producción, peso medio de los frutos, porcentaje de destío y el contenido en N, P, K, Ca y Mg se realizaron de manera independiente para las tres réplicas de cada tratamiento. Realizada la comparación de medias entre las réplicas se concluyó que no había diferencias significativas entre ellas. Por lo tanto, los valores agronómicos representados en las gráficas son los valores medios para las tres réplicas.

1. Producción total, producción comercial y % de destío de tomates en las muestras deficitarias de N, P y K comparando con los valores del control (*Fig. 5*).

Durante 8 semanas se evalúa la producción de tomates para cada tratamiento y réplica. Se cuantifica el rendimiento comercial en base a número y peso medio de frutos, y el porcentaje de destrozo. La producción está expresada en gramos por metro cuadrado.

No se observan efectos negativos en la producción comercial del tomate por la reducción del 35% de los nutrientes de N-con *Azospirillum brasiliense*, de P-con *Bacillus megaterium* o de K-con *Bacillus mucilaginosus*.

No se observan diferencias entre el peso medio de los frutos en el control con solución nutritiva standard y para el tratamiento con una reducción del 35% de N-con *Azospirillum brasiliense*, de P-con *Bacillus megaterium* o de K-con *Bacillus mucilaginosus* para n=150 frutos (*Tabla 4 y 5*).

Parámetros fisiológicos para el tratamiento con una reducción del 35% de N y tratado con *Azospirillum brasiliense* (*Fig. 4*).

1. Contenido de macronutrientes en las hojas de tomate para n=4. El contenido de N y Mg en las muestras con un déficit del 35% de N es significativamente menor que en las muestras control. Los niveles de K y P fueron significativamente mayores en las muestras con reducción de N, pero los niveles de Ca no mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos.

Parámetros fisiológicos para el tratamiento con una reducción del 35% de P y tratado con *Bacillus megaterium*.

1. Contenido de macronutrientes en las hojas de tomate para n=4. Una reducción del 35% de P en la solución nutritiva no se observan diferencias significativas para la concentración de N, P y Ca; sin embargo, los niveles de Mg disminuyeron y los de K aumentaron en las plantas con déficit comparadas con las de la solución control.

Parámetros fisiológicos para el tratamiento con una reducción del 35% de K y tratadas con *Bacillus mucilaginosus*.

1. Contenido de macronutrientes en las hojas de tomate para n=4. Una reducción del 35% de K en la solución nutritiva junto con la adición de *Bacillus mucilaginosus* produce un aumento de los niveles de K, una disminución en la concentración de P y Mg; manteniendo los niveles de N y Ca sin diferencias significativas con las muestras de la solución control.

CONCLUSIONES

A) Lechuga

En una reducción del 35% de N junto con la adición de *Azospirillum brasiliense* se observa un aumento del peso fresco de las lechugas en el ciclo de invierno; así como un aumento en la concentración de los niveles de P, Ca y Mg respecto a las plantas control. No se observó amarilleamiento en las hojas como consecuencia de la disminución de N en la solución nutritiva.

El tratamiento con *Bacillus megaterium* en una solución nutritiva reducida el 35% de P se observó un aumento del peso fresco de las lechugas. Si bien se midió un menor SPAD indicando un leve color amarrillo en las hojas. Respecto a los nutrientes no hubo diferencias significativas entre los controles si bien se observó un aumento de los niveles de Mg en las plantas crecidas en solución nutritiva reducida.

La reducción de K junto con la adición de *Bacillus mucilaginosus* no tuvo efecto sobre le peso fresco, presentado valores similares al control. Se observó una disminución de los valores del SPAD pero un aumento en los niveles de P.

B) Tomate

En las soluciones nutritivas reducidas un 35% de N, P o K con la adición de microorganismos no se observó efectos negativos sobre los parámetros productivos (producción comercial, destriño, peso medio de frutos) en el cultivo de tomate en un ciclo de verano respecto a las plantas regadas con el 100% de la solución nutritiva.

En una reducción del 35% de N junto con la adición de *Azospirillum brasiliense*, los niveles de N y Mg fueron menores pero los de P y K se incrementaron respecto a los valores control.

El tratamiento con *Bacillus megaterium* en una solución nutritiva reducida el 35% de P aumento los niveles de K, disminuyo los de Mg y no modifco la concentración de N.

La reducción del 35% K junto con la adición de *Bacillus mucilaginosus* no alteró los niveles de N y Ca; aumentando el de K pero disminuyendo los de Mg y P.

Valoración de los productos

Atendiendo a los resultados presentados para el cultivo de la lechuga Romana y el tomate tipo Valenciano se valora positivamente el empleo de estos microorganismos (*Azospirillum brasiliense*, *Bacillus mucilaginosus* y *Bacillus megaterium*) a la concentración de 0.5 mL de bacterias.m⁻² (5 L.ha⁻¹) según especificaciones de la casa comercial.

Los parámetros fisiológicos y productivos analizados permiten concluir que una reducción independiente del 35% de los niveles de N, P y K en la solución nutritiva junto con la adición de estos microorganismos no afecto a la producción si bien en algunos casos la aumento. Así mismo, no se observaron síntomas de toxicidad o déficit nutricional.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Lechuga. Ensayo Bacterias IVIA



Fotografía 2. Tomate. Ensayo Bacterias IVIA

TABLAS

Tabla 1. Abonado Lechuga. Se efectuaron 4 riegos con fertilización.

	Control		35% menos de N		35% menos de K		35% menos de P	
	Dosis total	Dosis por Riego (4)	Dosis total	Dosis por Riego (4)	Dosis total	Dosis por Riego (4)	Dosis total	Dosis por Riego (4)
gr MKP	417	104	417	104	417	104	292	73
gr N Amonico	369	92	130	32	532	133	334	83
gr N Potasico	1137	284	1137	284	704	176	1230	307
gr Epsonita	109	27	109	27	109	27	109	27

Tabla 2. Abonado Tomate. Se efectuaron 8 riegos con fertilización.

	Control		35% menos de N		35% menos de K		35% menos de P	
	Dosis total	Dosis por Riego (8)	Dosis total	Dosis por Riego (8)	Dosis total	Dosis por Riego (8)	Dosis total	Dosis por Riego (8)
gr MKP	400	50	400	50	400	50	270	34
gr N Amonico	775	97	300	38	1000	125	740	93
gr N Potasico	1000	125	1000	125	1000	125	1000	125
gr Epsonita	1600	200	1500	188	900	113	1700	213

Tabla 3. Rendimiento de las lechugas para las líneas control, con déficit de N, P y K. en kg.ha⁻¹.

TRATAMIENTO	Kg.ha ⁻¹
Control	12239
Déficit de N	15091
Déficit de P	15194
Déficit de K	12633

Tabla 4.

	Producción Total (g.m ⁻²)	Producción Comercial (g.m ⁻²)	Destriño (g.m ⁻²)	% Destriño	Peso medio(g) n=150 frutos
Control	4820,01	3521,83	1298,18	37,19	232,84
DEF N	5001,66	3870,04	1131,62	29,47	235,29
DEF P	4948,86	3525,72	1423,13	41,26	238,13
DEF K	5484,65	4013,31	1471,33	36,99	224,81

Tabla 5. El rendimiento comercial expresado en kg.ha⁻¹ se resume en esta tabla.

TRATAMIENTO	Kg.ha-1
Control	35218
Déficit de N	38700
Déficit de P	35257
Déficit de K	40133

FIGURAS

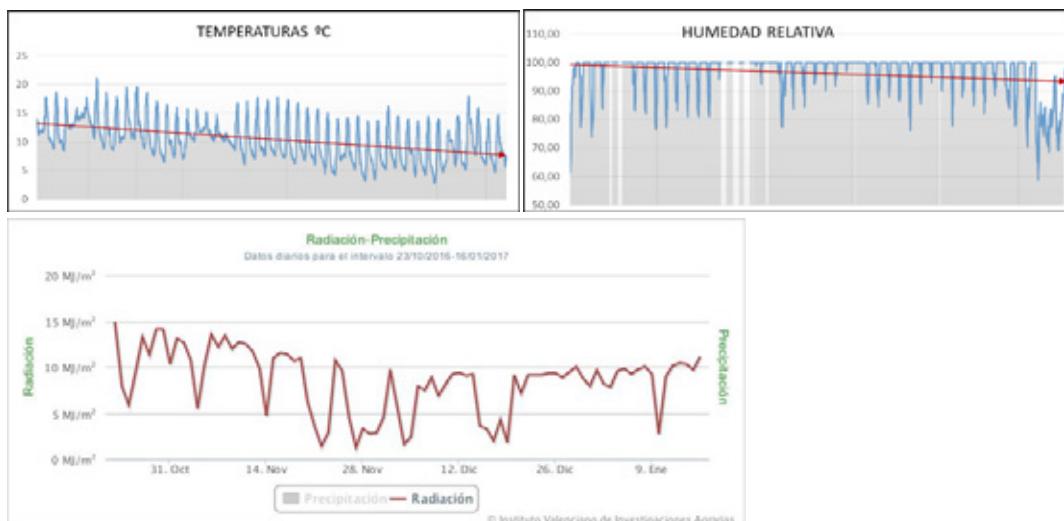


Figura 1. **Datos climáticos para Lechuga.** Lecturas 3645 mínima 2,8 °C máxima 22,7 °C mínima 58,40% máxima 100,00% *Humedad relativa a la altura del cultivo.

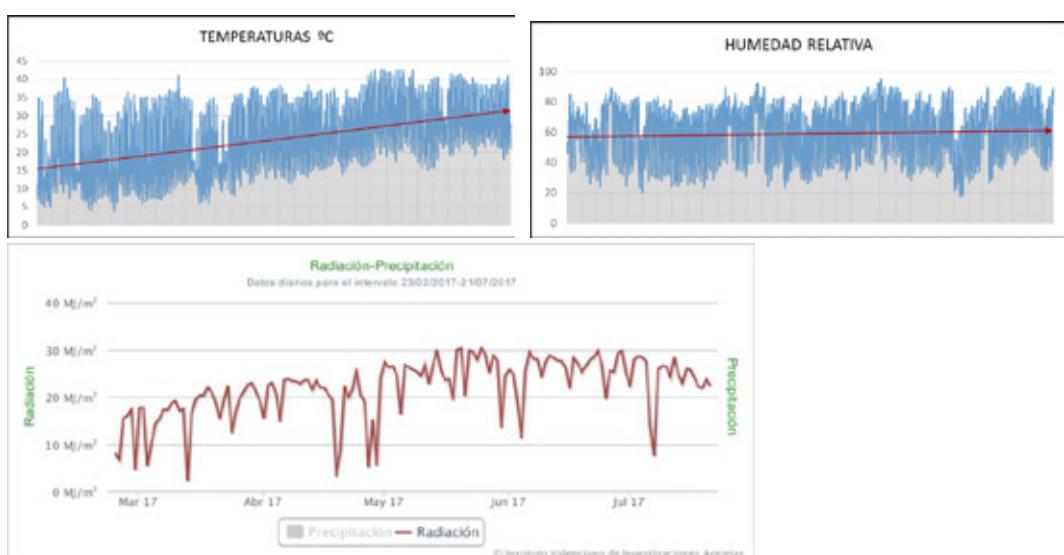


Figura 2. **Datos Climáticos para Tomate.** Lecturas 8046 mínima 3,9°C máxima 42,6 °C mínima 17,10% máxima 94,70%.

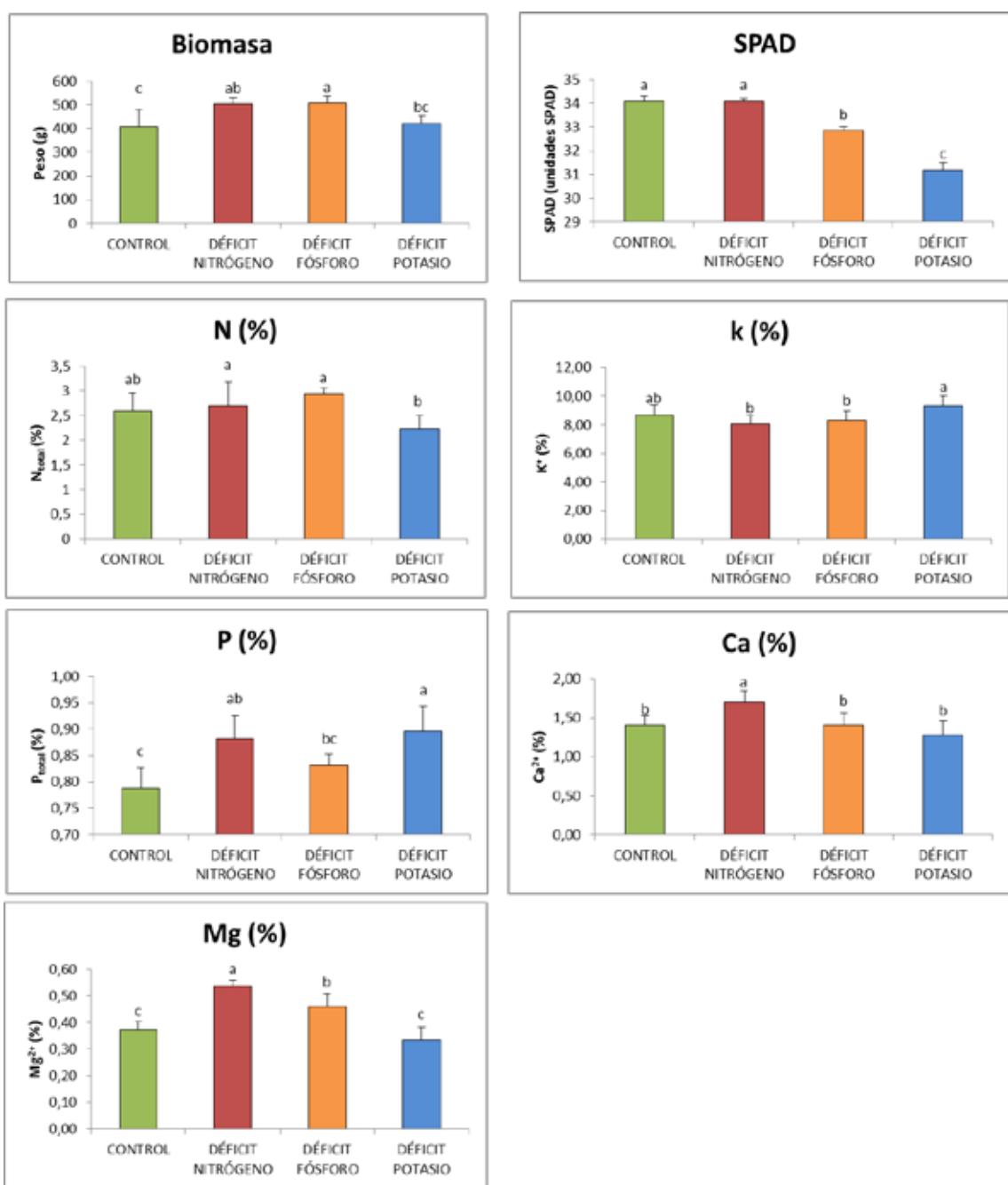


Figura 3. Gráficas Lechuga.

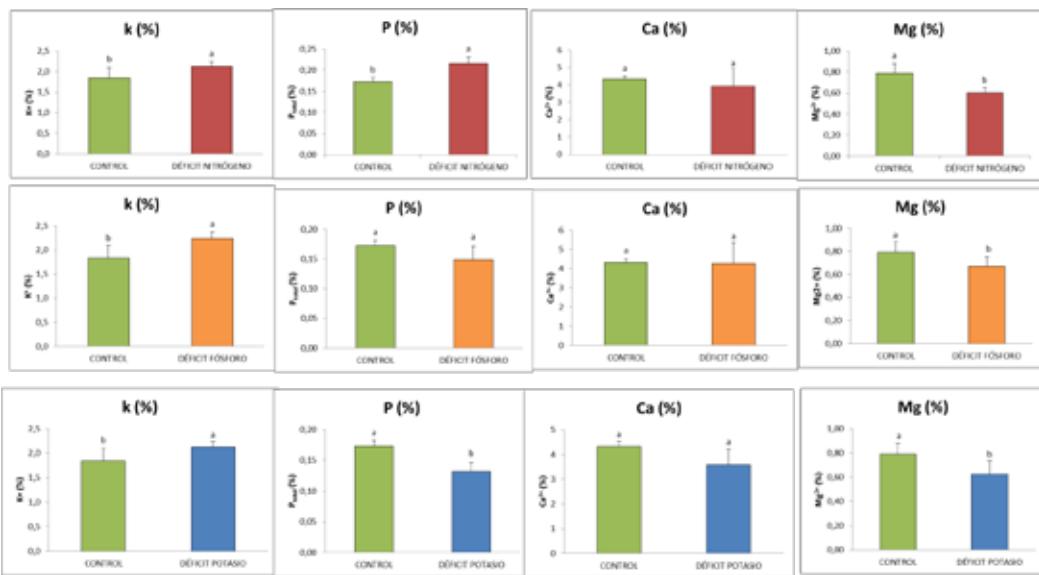


Figura 4. Gráficas Tomate.

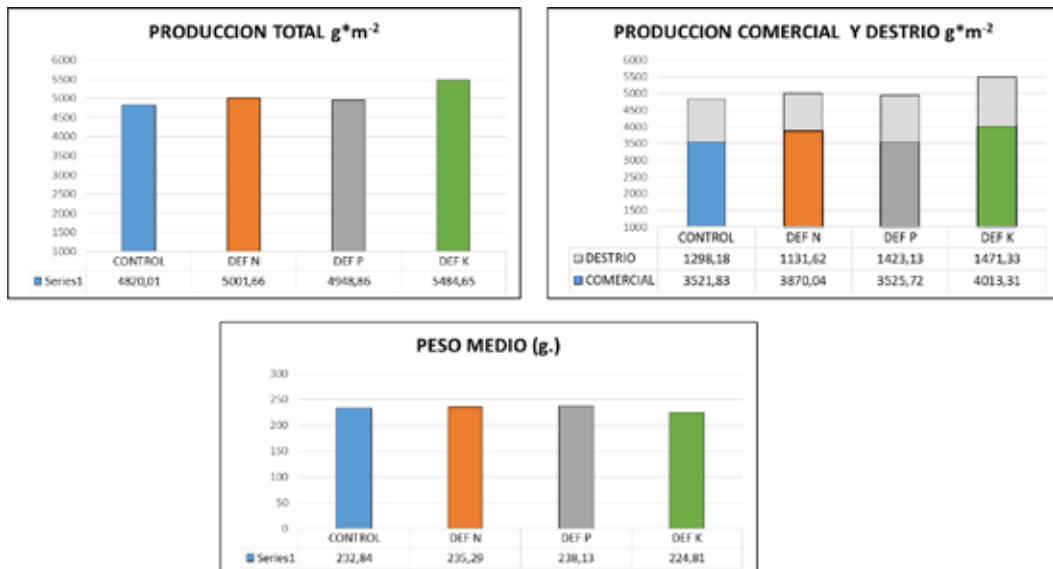


Figura 5. Producción total, producción comercial, % de destriño de tomates y peso medio en tomate

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CO₂ EN LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVAR² DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*) TIPO CALIFORNIA EN INVERNADERO Y ESTUDIO DE SU RENTABILIDAD EN EL CAMPO DE CARTAGENA

Mateo Bernal, I.¹; Mínguez Alcaraz, P.²; López Martínez, M.²

*¹ Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca.

*² Centro de Demostración y Transferencia Agraria (CDTA) "El Mirador".

RESUMEN

La horticultura intensiva del mediterráneo presenta un alto potencial productivo originado fundamentalmente por los niveles de radiación que se alcanzan en la zona. Este potencial puede ser aprovechado en la medida que se adecúan otros factores determinantes. En el presente ensayo se estudiará la influencia de una de las variables que más influyen en la producción de los cultivos protegidos como es la concentración de CO₂ en la atmósfera del invernadero. Los principales efectos observados de la técnica de fertilización carbónica en cultivos hortícolas y en condiciones de invernaderos de clima mediterráneo son: aumentos de la producción, adelanto de la entrada en producción, mejora de la eficiencia en el uso del agua, mejora de la tolerancia a la salinidad, mejora de la eficiencia de uso de nutrientes y aumento en la producción de materia seca.

Este trabajo versa sobre la influencia de la aplicación de CO₂ en un cultivar de pimiento de invernadero tipo california para obtener información sobre su influencia en la producción, calidad y eficiencia en el uso del agua, así como estudiar la viabilidad económica de esta técnica y poder transferir los resultados obtenidos a los agricultores de la zona para su conocimiento y efectos oportunos.

El ensayo se realizó en un invernadero multitúnel de 1.200 m² separado en dos módulos iguales y dotados de ventilación cenital a dos vertientes el cual se encuentra ubicado en el Centro de Demostración y Transferencia Agraria (CDTA) "El Mirador" donde se integran como cooperativa de segundo grado las principales cooperativas del Campo de Cartagena (Gregal S. Coop., Hortamira S. Coop. y S.A.T. San Cayetano ALPI), en el término municipal de San Javier.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

- R: Aplicación de CO₂ (Módulo n° 2)
- T: Sin aplicación de CO₂, testigo o control (Módulo n° 1)

El aporte de CO₂ en la atmósfera del invernadero aumentó notablemente la producción total y la producción de calidad Extra y I con respecto a las plantas que no recibieron el tratamiento. El enriquecimiento carbónico indujo una mayor

producción precoz y una mayor precocidad en la producción de calidad extra y I. La eficiencia en el uso del agua (EUA) se incrementó un 40% como consecuencia del tratamiento con CO₂. Al final del cultivo, el beneficio obtenido al aplicar CO₂ alcanzó un incremento de 1,49 €.m⁻² en relación al testigo.

Palabras clave: enriquecimiento carbónico, fertilización carbónica, eficiencia

INTRODUCCIÓN

España es el primer productor de pimiento de la UE y el quinto a nivel mundial. En nuestro país tras el cultivo del tomate es la especie hortícola de invernadero de mayor consumo con una producción total en 2014 de 1.130.863 t cultivadas en 18.513 ha y un valor de la producción de 736.418.000 €. Por provincias, es en el sudeste peninsular donde se concentra más del 90% de la producción. Almería con unas 9.325 ha y una producción de 651.170 t en 2014 fue con diferencia, la provincia con mayor superficie de pimiento en invernadero a la que le siguió Murcia con 1.014 ha y 112.554 t producidas en el mismo año.

La horticultura intensiva del mediterráneo presenta un alto potencial productivo originado fundamentalmente por los niveles de radiación que se alcanzan en la zona. Este potencial puede ser aprovechado en la medida que se adecúan otros factores determinantes. Una de las variables que más influyen en la producción de los cultivos protegidos es la concentración de CO₂ en la atmósfera del invernadero. Los principales efectos observados de la técnica de fertilización carbónica en cultivos hortícolas y en condiciones de invernaderos de clima mediterráneo son: aumentos de la producción, adelanto de la entrada en producción, mejora de la eficiencia en el uso del agua, mejora de la tolerancia a la salinidad, mejora de la eficiencia de uso de nutrientes y aumento en la producción de materia seca.

Este trabajo estudia la influencia de la aplicación de CO₂ en un cultivar de pimiento de invernadero tipo california para obtener información sobre su comportamiento en la producción, calidad y eficiencia en el uso del agua, así como estudiar la viabilidad económica de esta técnica y transferir los resultados obtenidos a los agricultores de la zona para su conocimiento y efectos oportunos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernadero multitúnel de 1.200 m² separado en dos módulos iguales y dotados de ventilación cenital a dos vertientes el cual se encuentra ubicado en el Centro de Demostración y Transferencia Agraria (CDTA) “El Mirador” donde se integran como cooperativa de segundo grado las principales cooperativas del Campo de Cartagena (Gregal S. Coop., Hortamira S. Coop. y S.A.T. San Cayetano ALPI), en el término municipal de San Javier. Los dos módulos se refuerzan térmicamente con doble cámara de polietileno de 40 micras que se mantuvo hasta el 20 de abril de 2015.

Se llevó a cabo un registro continuo de temperatura y humedad relativa mediante un equipo de control climático dotado de sensor en el interior del invernadero marca PRIVA. La concentración de CO₂ se midió con una sonda de control EE82 (SENSOVANT). La fertirrigación se gestionó con un autómata que controló la conductividad y el pH y se realizó mediante emisores interlínea de 2,2 L.h⁻¹ con una separación de 0,33 metros. En el módulo de fertilización carbónica (módulo nº 2) la inyección de CO₂ se realizó mediante una tubería de 16 mm con goteros autocompensantes y autodrenantes cada 2 metros y una manguera por línea de plantas (*Fotografía 1*). Las instalaciones del centro cuentan con un depósito de CO₂ (Abello Linde, S.A.) de 3000 l de capacidad.

Previo al trasplante se biosolarizaron ambos módulos durante 8 semanas.

Se eligió el cultivar Valdivia (Hazera) de vigor medio y entrenudo corto adecuado a plantaciones de primavera en la zona de Murcia con fruto de tipo california y con resistencia alta a Tobamovirus (ToMV, TMV, TMGMV, PMMoV) y algunas razas del virus del bronceado del tomate.

La siembra en semillero se realizó el 10 de octubre de 2014, el trasplante en suelo se realizó el 10 de diciembre, manteniendo el cultivo hasta el 7 de agosto de 2015. La separación entre líneas de cultivo fue de 1 m y 0,33 m entre plantas.

Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizaron sin abono con una duración de 5 horas el primero y de una hora y media el segundo.

En el siguiente periodo de cultivo (desde los 45 días del trasplante hasta los 90) se llevó a cabo un incremento de la CE de 0,4 ds.m⁻¹ sobre el agua del embalse (1,1 ds.m⁻¹) con CaNO₃ al 40% KNO₃ al 30% y KH₂PO₄ al 30%. Se parte de un agua con PH de 8,5 y se acidifica hasta llegar a un ph de 6 con aportaciones de HNO₃.

Desde los 90 días del trasplante hasta el final del cultivo se mantuvo el incremento de CE pero cambiando algunos porcentajes de los abonados (35% CaNO₃ al 25% KNO₃ al 25% KH₂PO₄ y 15% de H₃PO₄).

El programa de riego se realizó de acuerdo a los datos suministrados por dos tensíometros de alta precisión colocados a 15 y 30 cm, respectivamente, marca WISE LITE.

No se realizó poda, es decir, se dejó crecer libremente procediendo solo a la eliminación de los brotes surgidos por debajo de la tricomía, el entutorado es horizontal o tipo español.

En el módulo nº 2, el enriquecimiento con CO₂ se llevó a cabo mediante una estrategia dinámica ligada a la ventilación para que el cultivo dispusiera de una concentración en el aire superior a 500 µmol.mol⁻¹. Es preciso señalar que la inyección de CO₂ no está integrada en el clima, sino que este manejo se hace manual atendiendo a experiencias anteriores llevadas a cabo en el mismo invernadero. El comienzo de las aportaciones de CO₂ tuvo lugar a partir de la primera floración mediante una inyección a demanda de la sonda de control durante 20 segundos cada 2 minutos durante el periodo diurno desde una hora después

de amanecer hasta una hora antes de la puesta de sol. A partir del 20 de abril en donde aumentan las necesidades de ventilación, se retira la doble cámara y la aplicación del gas se baja a una concentración de $450 \mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ para evitar el gasto excesivo del mismo al mismo tiempo que se ventila el invernadero. Esta fase se puede considerar de adaptación evitando así una parada brusca de la aplicación de CO_2 que repercutiría negativamente en las producciones. Finalmente, el 10 de junio se deja de aplicar el gas. Se realizaron lecturas diarias del gasto de CO_2 para la determinación de la cantidad de gas aplicada en $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ mediante caudalímetro marca TECFLUID modelo SC250.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

R	Aplicación de CO_2 (Módulo nº 2)
T	Sin aplicación de CO_2 , testigo o control (Módulo nº 1)

Cada tratamiento contó con tres repeticiones dispuestas al azar de 10 plantas cada una.

Las determinaciones realizadas:

- Producción total
- Producción extra, I y II
- Producción precoz
- Producción precoz extra, I y II
- Parámetros de calidad del fruto:
 - Longitud
 - Anchura
 - Relación Longitud/Anchura
 - Número de lóculos
 - Espesor de la pulpa
 - Firmeza
 - Grados brix

Cálculos realizados:

- Eficiencia del aporte de CO_2
- Eficiencia en el uso del agua (EUA)
- Ingreso extraordinario como consecuencia de la aplicación de CO_2

La producción se cuantificó durante el periodo de recolección, comprendido entre el 11 de abril y el 7 de agosto de 2015. Se distinguió entre categorías Extra,

I (>200g), II (De 160 a 199g), III (De 130 a 159g), IV (Destri), V (De 90 a 129 g) y VI. Los frutos se recolectaron en estado de madurez comercial en rojo. Las medidas resultantes se expresan en g.

La producción precoz se consideró la obtenida hasta la quinta semana de recolección correspondiente al 7 de mayo de 2015.

La determinación de los parámetros de calidad del fruto se realizó en pimientos de calidad extra en dos momentos de la recolección (al inicio y al final de la misma). El tamaño de la muestra para llevar a cabo estas determinaciones fue de 10 frutos cada vez en cada uno de los tratamientos.

Las medidas de longitud, anchura y espesor de la pulpa se hicieron con un calibrador Mitutoyo Digimatic realizando tres mediciones cada vez y escogiendo la media de las mismas. Las medidas resultantes se expresan en mm.

La firmeza del fruto se determinó con un penetrómetro marca Bertuzzi FT 327 y puntal de 8 mm de diámetro. Las medidas resultantes se expresan en Kg.

La determinación de los grados brix se realizó con un refractómetro portátil marca Atago N1.

La eficiencia del aporte de CO₂ se estimó a partir del incremento obtenido en la producción (ΔP , g.m⁻²) en relación a la cantidad de CO₂ aplicada (C, g CO₂.m⁻²).

$$\epsilon_{\text{aporte}} = \Delta P / C$$

La eficiencia en el uso del agua se calculó como la relación entre los gramos de peso fresco de fruto o producción obtenida y la cantidad de agua aportada en litros.

$$\text{EUA} = \text{peso fresco fruto (g)} / \text{agua aportada (l)}$$

El estudio económico se centró únicamente en la comparación entre los ingresos extraordinarios obtenidos en el cultivo enriquecido y el coste del CO₂ aplicado. El ingreso extraordinario (€.m⁻²) se calculó aplicando al incremento productivo en cada recolección y categoría comercial el precio medio mensual por categoría del mes correspondiente. Se utilizaron precios medios mensuales de las campañas 2013 a 2015 ofrecidos por la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. El coste del CO₂ (€.m⁻²) se calculó aplicando un precio medio del gas de 0,125 €.Kg⁻¹ (precio medio facilitado por Linde).

El efecto de la aplicación de CO₂ sobre la producción y calidad del fruto fue analizado estadísticamente mediante un análisis de varianza empleando el programa STATGRAPHICS. Para discriminar entre las medias se utilizó el método de la mínima diferencia significativa (LSD) con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de la producción total acumulada se presenta en la *Figura 1*. La recolección de frutos se inició a los 123 ddt (días después del trasplante) en el tratamiento del módulo nº 2 y a los 130 ddt en el tratamiento del módulo nº 1 (testigo) y finalizó a los 242 ddt en ambos módulos. Las diferencias debidas al efecto del enriquecimiento carbónico se muestran muy evidentes desde el inicio de la recolección manteniéndose estables hasta el final del ciclo de cultivo.

La aplicación de CO₂ dio lugar a un aumento del 40,4% en la producción total (*Tabla 1*). Estos resultados son muy superiores a los obtenidos por otros autores en pimiento aunque con manejos de enriquecimiento y ciclos productivos diferentes (Lorenzo, 2012; Sánchez-Guerrero *et al.*; 2010). Este incremento productivo se produce fundamentalmente en frutos de mayor calidad comercial con un aumento del 139,70 % de frutos de calidad extra y I. La mejora del porcentaje de frutos de peso mayor o igual a 160 g fue del 84,77 % respecto a la producción del tratamiento control. Estos porcentajes son muy superiores a los conseguidos por Alonso *et al.*, (2012) con un valor del 70% de mejora en frutos de pimiento de mayor calibre comercial.

Tanto el número de frutos como el peso promedio de los mismos aumentaron significativamente como consecuencia de la aplicación de CO₂ (*Tabla 3*). El porcentaje de aumento para ambos parámetros fue de un 19%. El incremento observado en el peso promedio y en el número de frutos es coincidente con los datos obtenidos en ensayos similares por Lorenzo *et al.* (2013) y por Sánchez-González *et al.* (2016) en tomate. Asimismo, Muñoz y Guri (2005), Baba *et al.* (2006) y Antón *et al.* (2011) obtienen también un mayor peso promedio de frutos de pimiento enriquecidos con CO₂ y en invernaderos de ámbito mediterráneo.

En cuanto a la producción precoz (*Tabla 2*), resulta llamativo el incremento que se logra en relación al testigo con un aumento del 213,32%. Este resultado es muy positivo, ya que toda la producción que se logre recolectar en estas fechas alcanza generalmente los mejores precios de la campaña puesto que para entonces Almería ha acabado la producción y Holanda apenas comienza la suya. Además, y tal y como se aprecia en la tabla, la producción precoz de calidad extra y I que se obtiene con el tratamiento de CO₂ es de unos 2.136 g.m⁻² mientras que para el testigo en esas fechas ha producido tan solo 71 g.m⁻² frutos de calidad extra y I. Este hecho también resulta muy beneficioso ya que no solo se cotizan mejor las producciones precoces sino también las de calidades superiores. Anton *et al.* (2011) obtiene similares resultados en ensayos realizados en un cultivo de tomate y Maroto (2008), cita varios autores que obtienen mayor precocidad en lechuga, tomate y pepino enriquecidos con CO₂.

Los resultados estadísticos aplicados a los parámetros de calidad de los frutos (longitud, anchura, anchura, relación longitud/anchura, número de lóculos, espesor de la pulpa, firmeza y grados brix) no arrojaron diferencias significativas entre los tratamientos realizados, aunque los valores de longitud, espesor y firmeza resultan ligeramente superiores en el caso de las plantas tratadas con CO₂.

(*Tabla 4*). Estos resultados discrepan con los datos obtenidos por Muñoz *et al.* (2005), que obtienen claras diferencias significativas en la longitud y diámetro de los pimientos enriquecidos con CO₂ y por Sánchez-González *et al.* (2016) que obtienen un mayor contenido de sólidos solubles en tomates tratados. Sin embargo, estos últimos autores no encontraron diferencias en el parámetro de firmeza con respecto a los tomates que no recibieron el tratamiento. Los resultados obtenidos indican por otra parte que el tratamiento con CO₂ no varía la geometría del pimiento, conservando el parámetro longitud/anchura una relación próxima a 1 que es la deseable para un pimiento tipo califorina.

En el cálculo de la eficiencia del aporte de CO₂ se obtiene un valor de 0,4 g.g⁻¹, resultado un poco inferior a los obtenidos por otros autores. Sánchez-Guerrero *et al.* (2010) cita a autores que obtuvieron valores comprendidos entre 2,4 g.g⁻¹ y 2,6 g.g⁻¹ en experiencias realizadas sobre pepino de primavera y otoño respectivamente en invernaderos situados en Europa Central. En países mediterráneos, la mayor necesidad de ventilación provoca que esta eficiencia disminuya, no sólo por las pérdidas de gas, sino también por la menor diferencia en concentración de CO₂ media establecida entre los invernaderos enriquecidos y no enriquecidos, que en este proyecto ha sido de media 150 ppm. También se debe considerar que el efecto del aumento de CO₂ sobre la asimilación de carbono es mayor a niveles altos de radiación. Sánchez-Guerrero *et al.*, (2010) obtuvo un valor de 1,0 g.g⁻¹ para la eficiencia del enriquecimiento carbónico en un cultivo de pepino bajo condiciones mediterráneas.

El cálculo de la eficiencia del uso del agua arroja unos valores de 29,25 g.L⁻¹ para el módulo nº 2 (enriquecido) y de 20,83 g.L⁻¹ para el módulo nº 1 (testigo), resultando un incremento del 40,42 %, similar al porcentaje de incremento productivo ya que el agua aportada es la misma en los dos módulos. Este dato coincide con los aportados por Sánchez-Guerrero *et al.* (2010) que cita autores que obtuvieron porcentajes de incremento de EUA de hasta un 41% en cultivo de pepino y un menor incremento en cultivo de pimiento (19 al 27%). Este efecto de mejora en la eficiencia del uso del agua es debido principalmente al incremento productivo producido por el enriquecimiento carbónico (Lorenzo, 2012 y Sánchez-Guerrero *et al.*, 2010).

Al inicio del periodo de recolección el coste acumulado del CO₂ fue de 0,23 €.m⁻² (*Figura 2*) equivalente al 13,37 % del coste total. El ingreso extraordinario acumulado y el coste acumulado del CO₂ se igualaron a los 120 ddt, con un valor de 0,80 €.m⁻². Al final del cultivo el ingreso extraordinario acumulado fue 3,22 €.m⁻² y el coste total de CO₂ fue 1,73 €.m⁻², acabando, por tanto, con una diferencia de 1,49 €.m⁻². La máxima diferencia entre ambos también tuvo lugar hacia el final del cultivo y fue de 1,57 €.m⁻². Esta diferencia positiva también fue obtenida por Alonso *et al.* (2012), en cultivo de pimiento y con una estrategia de aporte ligada a la ventilación para alcanzar los 750 µmol.mol⁻¹, obteniéndose en este caso unos ingresos que superaron a los costes al final del cultivo en 0,57 €.m⁻², corroborando la viabilidad de la aplicación de CO₂ en invernaderos de ámbito mediterráneo.

CONCLUSIONES

1º.- El aporte de CO₂ en la atmósfera del invernadero aumentó notablemente la producción total (40%) y la producción de calidad Extra y I (140%) con respecto a las plantas que no recibieron el tratamiento. Este aumento de producción se tradujo en un mayor número de frutos (19%) y mayor peso promedio de los mismos (19%).

2º.- El enriquecimiento carbónico indujo una mayor producción precoz (213%) en relación al control. Además, indujo una mayor precocidad en la producción de calidad extra y I.

3º.- La eficiencia en el uso del agua (EUA) se incrementó un 40% como consecuencia del tratamiento con CO₂.

4º.- Los parámetros de calidad del fruto (longitud, anchura, anchura, relación longitud/anchura, número de lóculos, espesor de la pulpa, firmeza y grados brix) no resultaron afectados por la aplicación de CO₂.

5º.- Al final del cultivo, el beneficio obtenido al aplicar CO₂ alcanzó un incremento de 1,49 €.m⁻² en relación al testigo. Por tanto, se puede concluir que el enriquecimiento carbónico en las condiciones planteadas en el presente ensayo es una estrategia económicamente viable que permite mejorar la producción.

6º.- Sería preciso realizar nuevos ensayos modificando las concentraciones de CO₂ aplicadas y/o mejorando el manejo mediante por ejemplo, la automatización del tratamiento de CO₂ con la ventilación del invernadero con el objeto de obtener una mejor eficiencia del aporte de CO₂.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, F.J.; LORENZO, P.; MEDRANO, E.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C. 2012. *Evaluación de la técnica de enriquecimiento carbónico en invernadero mediterráneo en un cultivo de pimiento*. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Actas de Horticultura, 60:348-353.

ALONSO, F.J.; LORENZO, P.; MEDRANO, E.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C. 2012. *Greenhouse sweet pepper productive response to carbon dioxide enrichment and crop pruning*. XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC 2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation. Acta Horticulturae, 927: 345-351.

ANTÓN, A.; ARANDA, X.; BIEL, C.; DE HERRALDE, F.; MONTERO, J.; MONTERO, J.I.; MORALES, C.; MUÑOZ, P. y SAVÉ, R. 2011. *Manual del aplicador de CO₂ en cultivos hortícolas*. IRTA. 34 pp.

BABA, M.Y.; MAROTO, J.V.; SAN BATOUTISTA, A.; PASCUAL, B.; LÓPEZ, S.; BAIXAULI, C. 2006. *Agronomic response of sweet pepper (Capsicum annuum L.) to CO₂ enrichment in greenhouse with static ventilation*. International Symposium on Greenhouse Cooling. Acta Horticulturae, 719: 521-528.

- LORENZO, P. 2012. *El cultivo en invernadero y su relación con el clima*. Cuadernos de Estudios Agroalimentarios. ISSN 2173-7568, 23-44 pp.
- LORENZO, P.; SÁNCHEZ, M.J.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; CABEZAS, M.J. 2013. *Influencia del enriquecimiento carbónico y la salinidad sobre la producción de tomate cv. Delizia (híbrido RAF)*. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, 756-761 pp.
- MAROTO, J.V. 2008. *Elementos de horticultura general*. Ed. Mundiprensa. 481 pp.
- MUÑOZ, P.; GURI, S. 2005. *Efectos de la fertilización carbónica en un cultivo de pimiento bajo invernadero en condiciones de clima mediterráneo*. XXXIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ISBN 84-491-0656-7, 363-367 pp.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.J.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; PORRAS, M.E; BAEZA, E.J; LORENZO, P. 2016. *Carbon dioxide enrichment: a technique to mitigate the negative effects of salinity on the productivity of high value tomatoes*. Spanish Journal of Agricultural Research, 14(2), e0903, 13 pp.
- SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; ALONSO, F.J.; LORENZO, P.; MEDRANO, E. 2010. *Enriquecimiento carbónico del aire, en: Manejo del clima en el invernadero mediterráneo*. Sánchez-Guerrero, M.C. et al. (Eds.).Consejería de Agricultura y Pesca. pp.: 83-94.

AGRADECIMIENTOS

A Luis Fernando Condés, por su inestimable colaboración y apoyo y por su iniciativa al guiarme y haberme sugerido la realización del presente proyecto.

A Javier Melgares y Lino Sala, por su cooperación y ayuda.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Tuberías de riego y de CO₂.

TABLAS

Tabla 1. Análisis de la producción total, producción de calidad extra + I + II y producción extra + I.

Tratamiento	Producción Extra+ I+II ($\geq 160\text{g}$) (g m^{-2})	Producción Extra+ I ($\geq 200\text{ g}$) (g m^{-2})	Producción Total (g m^{-2})
Con aplicación de CO_2	8.637,37 a	5.140,40 a	10.365,7 a
Testigo	4.674,75 b	2.144,44 b	7.382,83 b

Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

Tabla 2. Análisis de la producción precoz total y producción precoz de calidad extra y I.

Tratamiento	Producción precoz total (g m^{-2})	Producción precoz Extra + I (g m^{-2})
Con aplicación de CO_2	3.801,01 a	2.136,36 a
Testigo	1.213,13 b	71,71 b

Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

Tabla 3. Análisis del número de frutos y del peso promedio.

Tratamiento	Número de frutos	Peso promedio (g)
Con aplicación de CO_2	188,33 a	181,68 a
Testigo	158,67 b	152,83 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas al 95%.

Tabla 4. Análisis de los parámetros de calidad.

Tratamiento	Longitud (mm)	Anchura (mm)	L/A	Espesor (mm)	Nº lóculos	Firmeza (Kg)	Grados Brix
Con aplicación de CO_2	85,90 a	90,03 a	0,96 a	6,42 a	3,30 a	4,45 a	7,75 a
Testigo	84,26 a	90,84 a	0,93 a	6,29 a	3,33 a	4,01 a	7,91 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas al 95%.

FIGURAS

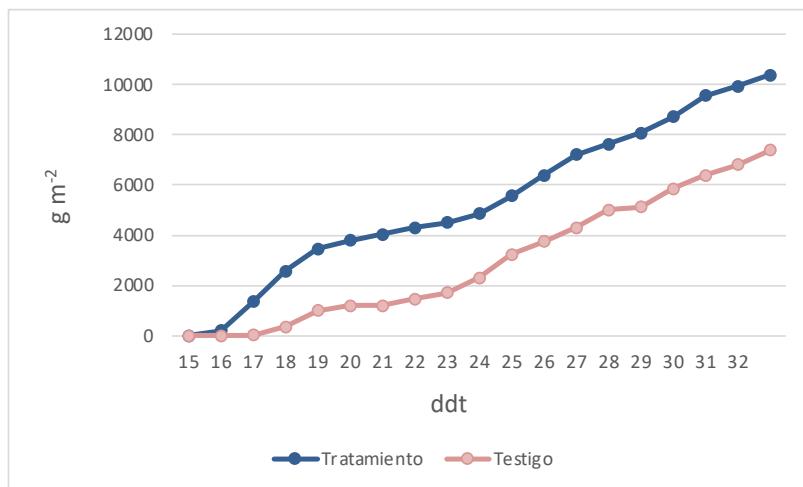


Figura 1. Evolución de la producción total acumulada ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) de los cultivos en el invernadero enriquecido (tratamiento) y de referencia (testigo).

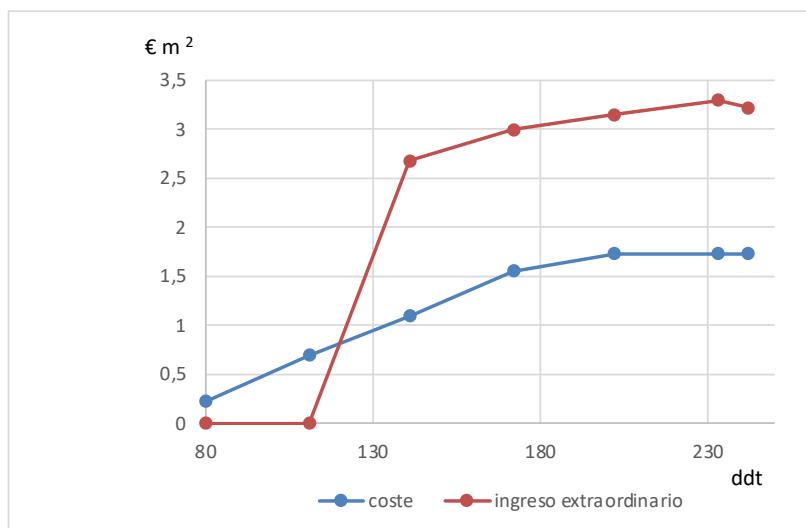


Figura 2. Evolución del coste acumulado del CO_2 ($\text{€} \cdot \text{m}^{-2}$) y del ingreso extraordinario acumulado ($\text{€} \cdot \text{m}^{-2}$) en el cultivo enriquecido durante el periodo de recolección.

RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PIMIENTO BAJO INVERNADERO A DIFERENTES UMBRALES DE POTENCIAL MATRICIAL DEL SUELO

Alonso, F.; Baeza, R.; Cánovas, G.; Contreras, J.I.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

El uso eficiente del agua se ha convertido en uno de los mayores desafíos para la producción hortícola intensiva de Almería. La programación del riego juega un papel determinante ya que puede reducir significativamente el consumo de agua. Sin embargo, la decisión de cuánto y cuándo regar se sigue haciendo, en un porcentaje muy alto, en base a la experiencia del propio agricultor. Desde finales de los 80, los enormes avances en la electrónica y tecnologías de la información han dado lugar a importantes avances en el desarrollo, disponibilidad y aplicación de sensores para su uso en la programación del riego. La automatización del riego empleando electrotensiómetros es una opción viable a nivel de parcela. Para que el control automático del riego mediante el potencial matricial del suelo sea efectivo es determinante establecer un valor a partir del cual se inicie el riego. Pero estos límites dependen de la especie de cultivo, estado de desarrollo del mismo, de las condiciones evaporativas y de las características del suelo. El objetivo de este trabajo es identificar el valor umbral de potencial matricial del suelo que maximice la producción y la productividad del agua para un cultivo de pimiento bajo invernadero. El estudio se desarrolló en el Centro IFAPA La Mojónera (Almería) sobre pimiento cv. Parejo cultivado en un invernadero de “raspa y amagado”. La parcela experimental disponía de un sistema de riego localizado con automatización de la activación de los pulsos de riego mediante la señal de electrotensiómetros. Se establecieron tres tratamientos de riego con consignas de -10 kPa, -15 kPa y -20 kPa, respectivamente, y dotación de 2 L.m⁻² para todos. Se determinaron la producción comercial (kg.m⁻²), el volumen de agua aplicado (L.m⁻²), volumen de drenaje (L.m⁻²) y productividad del agua (kg de fruto comercial por m³ de agua aplicado). Los resultados muestran un efecto claro de los tratamientos con diferentes valores umbrales de potencial matricial del suelo sobre la cosecha. La producción fue significativamente mayor cuanto menor fue el valor umbral de tensión matricial establecido. Los tratamientos de riego que proporcionaron volúmenes de agua por debajo de los requerimientos hídricos del cultivo tuvieron un efecto significativo sobre la pérdida de producción. Las diferencias de cosecha se debieron a un menor número de frutos y no a un menor peso de los mismos. En las condiciones de desarrollo del ensayo, el tratamiento con una consigna de -10 kPa arrojó los mejores resultados de productividad del agua. Estos datos contrastan con un

ensayo anterior a éste, desarrollado en condiciones muy similares, pero sobre un cultivar de pimiento más productivo y de mayor desarrollo vegetativo, en el que la consigna de -20 kPa fue la que presentó una mejor respuesta agronómica. Esto parece indicar una influencia del cultivar.

Palabras clave: Capsicum annuum L., automatización del riego, electrotensiómetros, producción comercial, productividad del agua

INTRODUCCIÓN

La provincia de Almería alberga la mayor superficie de invernaderos a nivel mundial y su principal sustento hídrico son las aguas procedentes de sistemas de acuíferos. Sin embargo, el gran déficit estructural de agua que lleva padeciendo esta provincia desde hace décadas ha originado un progresivo agotamiento de los recursos subterráneos de la zona que, a día de hoy, se encuentran en un estado crítico de sobreexplotación. Unido a esta situación se ha producido una creciente pérdida de calidad del agua debido a la contaminación por nitratos derivada de un uso poco racional del riego y los fertilizantes y la salinización por intrusión marina. De ahí que el uso eficiente del agua se haya convertido en uno de los mayores desafíos para la producción hortícola intensiva de Almería. Además, en la actualidad, existe otro motivo fundamental que presiona al sector productivo para que se realice un manejo más eficiente de los recursos y es que los consumidores y, por ende, los mercados tienen una clara preferencia por productos no sólo sanos y saludables, sino que también se hayan producido de manera respetuosa con el medio ambiente. Por tanto, un manejo óptimo del riego resulta fundamental para cumplir con todos estos aspectos. En este sentido, la programación del riego juega un papel determinante ya que puede reducir significativamente el consumo de agua. Sin embargo, la decisión de cuánto y cuándo regar se sigue haciendo, en un porcentaje muy alto, en base a la experiencia del propio agricultor. 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. La programación del riego empleando sensores resulta de interés porque ofrece la posibilidad de regar de acuerdo a las características individualizadas de invernaderos y cultivos y 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 tensímetro 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 para que ésta resulte exitosa es determinante establecer un valor de potencial matricial de suelo adecuado para cada cultivo y condiciones de desarrollo.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de diferentes valores umbrales de potencial matricial del suelo sobre la producción y la productividad del agua de un cultivo de pimiento en invernadero. De esta manera se determinará el valor umbral de activación del riego más adecuado para la gestión automatizada del riego de este cultivo en invernadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Centro IFAPA La Mojónera (Almería) en un invernadero parral multicapilla simétrico (de raspa y amagado) de 1.700 m² de superficie, de clima pasivo, con estructura metálica y cubierta plástica de polietileno. El sistema de cultivo es un suelo enarenado, característico de los cultivos hortícolas intensivos del sureste peninsular. En este caso está 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 de 20-30 cm de espesor. El material vegetal implantado fue un cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. Parejo. El trasplante se realizó el 15 de septiembre de 2016 a un marco de 2 plantas.m⁻² y el ciclo finalizó el 11 de mayo de 2017. 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 activación automática del riego se realiza mediante electrotensiómetros (Irrometer Co, inc. Riverside, CA, USA) que transfieren los datos a un equipo de control (Sistema Red Himarcan®). El volumen aplicado en cada tratamiento fue medido con contadores volumétricos (M120, Elster, Iberconta S.A.). El invernadero contaba con 12 lisímetros de drenaje de 1 m² de superficie, instalados a 50 cm de profundidad, descontando la capa de arena.

Se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos de riego tuvieron las consignas de -10 kPa, -15 kPa y -20 kPa y una dotación de 2 L.m⁻². Se determinaron la producción comercial (kg.m⁻²), el volumen de agua aplicado (L.m⁻²), volumen de drenaje (L.m⁻²) y productividad del agua (kg de fruto comercial por m³ de agua aplicado). Además, se determinó la ET_c empleando el software PrHo v 2.0 (© 2008 Fundación Cajamar; Fernández *et al.*, 2008). Este software utiliza el modelo FAO -56 Penman-Monteith adaptado a condiciones de invernadero (Fernández *et al.*, 2001; Orgaz *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2010). Los datos medios de temperatura interior del invernadero y radiación solar exterior empleados para el cálculo de la ET_c fueron obtenidos, respectivamente, a partir de las series de datos históricas de la Estación Experimental Las Palmerillas (15 años

de datos) y la Estación de La Mojonería de la Red de Información Agroclimática de Andalucía (diez años de datos).

Tratamiento	Potencial matricial del suelo (ψ_m)
T1	-10 kPa
T2	-15 kPa
T3	-20 kPa

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

Los resultados muestran un claro efecto de los diferentes valores umbrales de potencial matricial del suelo establecidos en este ensayo sobre la cosecha de pimiento (*Tabla 1*). La producción fue significativamente mayor cuanto menor fue el valor umbral de tensión matricial establecido. De manera que, el tratamiento que activó el riego a -10 kPa (T1) obtuvo la mayor cosecha, 6,5 kg.m⁻², seguido por el tratamiento a -15 kPa (T2) que produjo una cosecha un 20% inferior a T1 y por último el tratamiento a -20 kPa que presentó una cosecha un 32% menor respecto a la obtenida con ese mismo tratamiento. A pesar de estas diferencias en cosecha, la distribución de la producción comercial por categorías comerciales no se vio alterada por los tratamientos. La mayoría de los frutos recolectados se clasificaron como frutos de categoría I con un peso medio superior a 420 g. Los frutos clasificados como categoría II, con un peso medio inferior a 250 g tan solo supusieron en torno a un 5-6% de la cosecha en los tratamientos T1 y T2 y un 8% de la cosecha en el tratamiento T3. En lo que respecta al destiño, tampoco se observaron diferencias entre tratamientos y resultó ser muy escaso, en torno al 3%. La diferente producción comercial obtenida entre tratamientos se debió tanto a un desigual número de frutos como a un diferente peso de los mismos (*Tabla 1*). Los tratamientos T2 y T3 con menor cosecha que T1 tuvieron un menor número y peso de frutos que este tratamiento. La pérdida de producción está asociada a riegos deficitarios.

El pimiento es considerado como uno de los cultivos hortícolas más susceptibles al estrés hídrico provocado por riegos insuficientes (Doorenbos y Kassam, 1979). Trabajos previos bajo condiciones de invernadero en Almería han mostrado en pimiento una relación lineal entre producción y evapotranspiración del cultivo (ETc) (Orgaz *et al.*, 2005), teniendo el riego deficitario un efecto significativo sobre la pérdida de producción y calidad de los frutos. En este sentido, los resultados de este ensayo muestran que los tratamientos de riego que proporcionaron volúmenes de agua por debajo de los requerimientos hídricos del cultivo tuvieron un efecto significativo sobre la pérdida de producción (*Fig. 1*). Estos datos contrastan con un ensayo previo a éste realizado en el mismo

invernadero y con unas condiciones de cultivo muy similares pero sobre un cultivar de pimiento más productivo y de mayor desarrollo vegetativo, en el que la consigna de -20 kPa fue la que presentó una mejor respuesta agronómica, igualando en producción a un tratamiento con valor umbral de -10 kPa pero con una mayor eficiencia en el uso del agua y los nutrientes (Alonso *et al.*, 2017). A pesar de que los rangos de humedad de suelo establecidos a lo largo del ciclo de cultivo en este ensayo fueron elevados, los valores de tensión matricial de T2 y T3 para este cultivar no fueron los más adecuados teniendo en cuenta que los volúmenes de agua aplicados resultaron ser inferiores a la ET_c del cultivo y susieron pérdidas de producción. Debido a esto, no se observó drenaje en ninguno de los tratamientos. En lo que respecta a la productividad del agua (kg de fruto comercial por m³ de agua aplicado), ésta fue significativamente mayor en los tratamientos T2 y T3 porque los volúmenes de agua aplicados fueron muy inferiores al aplicado en el T1 (*Fig. 1*). El tratamiento T1 presentó una productividad del agua de 13,9 kg.m⁻³ frente a los 17,0 kg.m⁻³ y 17,1 kg.m⁻³ que presentaron T2 y T3 respectivamente, sin existencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Teniendo en cuenta que la producción comercial obtenida con el tratamiento T2 fue significativamente mayor que la del tratamiento T3, en las condiciones de desarrollo de este ensayo, el tratamiento T2 con una consigna de -15 kPa resultó ser más adecuada en términos de productividad del agua. La productividad del agua, expresada en térmicos productivos (kg.m⁻³) o económicos (€.m⁻³) es un indicador agronómico importante en áreas con recursos hídricos limitados y permite a los gestores analizar como el valor económico del agua de riego puede ser maximizado.

Los valores umbrales para pimiento descritos en bibliografía abarcan un amplísimo rango debido a que se han determinado en condiciones muy diferentes de cultivo. Al aire libre se han documentado valores de tensión matricial para pimiento de -25 kPa (Smittle *et al.*, 1994; Beese *et al.*, 1982), de -45 a -65 kPa (Hedge, 1988) y hasta de -100 kPa (Tedeschi y Zerbi, 1984). En condiciones de invernadero, Thompson *et al.* (2007) en un ensayo en el que se midió el potencial hídrico en plantas sometidas a estrés hídrico frente a plantas bien regadas determinaron que -58 kPa es el valor umbral de tensión matricial del suelo a partir del cual se produce una reducción del potencial hídrico. Estos valores de potencial matricial de suelo descritos en bibliografía y los obtenidos en este ensayo y en un estudio previo (Alonso *et al.*, 2017) ponen en evidencia, una vez más, la influencia de factores específicos del sitio y condiciones de cultivo sobre la determinación del valor umbral adecuado para cada cultivo.

CONCLUSIONES

Los diferentes valores umbrales de potencial matricial del suelo establecidos en este ensayo han tenido un claro efecto sobre la cosecha y la productividad del agua en el cultivo de pimiento bajo invernadero. La producción fue significativamente mayor cuanto menor fue el valor umbral de tensión matricial estableci-

do. El tratamiento T1 con -10 kPa arrojó los mayores rendimientos productivos, pero resultó ser el menos eficiente en el uso del agua debido al elevado volumen de agua consumido. Por el contrario, los tratamientos T2 y T3 resultaron ser los más eficientes, pero con pérdidas de producción frente al T1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, F.; CONTRERAS, J.I.; CÁNOVAS, G.; GAVILÁN, P.; BAEZA, R. 2017. *Gestión del riego automatizado con tensímetros en pimiento cultivado en invernadero*. VIII Congresso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Livro de resumos. p. 91.
- BEESE, F.; HORTON, R.; WIERENGA, P.J. 1982. *Growth and yield response of chile pepper to trickle irrigation*. Agron. J. 74: 556–561.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. 1979. *Yield response to water*, FAO. Irrigation and Drainage Paper 33, FAO, Rome, Italy.
- 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.
- FERNÁNDEZ, M.D.; ORGAZ, F.; FERERES, E.; LÓPEZ, J.C.; CÉSPEDES, A.; PÉREZ-PARRA, J.; BONACHELA, S.; GALLARDO, M. 2001. *Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español*. Cajamar (Caja Rural Intermediterránea), Almería, Spain, 78 pp.
- HEDGE, D.M. 1988. *Irrigation and nitrogen requirements of bell pepper (Capsicum annuum L.)*. Indian J. Agric. Sci. 58: 668–672.
- ORGAZ, F.; FERNÁNDEZ, M.D.; BONACHELA, S.; GALLARDO, M.; FERERES, E. 2005. *Evapotranspiration of horticultural crops in an unheated plastic greenhouse*. Agric. Water Manage. 72: 81-96.
- SMITTLE, D.A.; DICKENS, W.L.; STANSELL, J.R. 1994. *Irrigation regimes affects yield and water use by bell pepper*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 119: 936–939.
- TEDESCHI, P., ZERBI, G. 1984. *Flowering and fruiting courses and yield of sweet peppers (Capsicum annuum L.) plants grown in lysimeters with relation to different water regimes*. Rivista di Ortoflorofrutticoltura Italiana 68: 323–329.
- THOMPSON, R.B.; GALLARDO, M.; VALDEZ, L.C.; FERNÁNDEZ, M.D. 2007. *Using plant water status to define soil water threshold values for irrigation management of vegetable crops using soil moisture sensors*. Agric. Water Manage. 88: 147–158.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del “Proyecto de Transferencia de Tecnología al Regadío (PP.TRA.TRA201600.3), siendo cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Rural (FEDER) y la Consejería de Agricultura y Pesca (IFAPA-Junta de Andalucía).

TABLAS

Tabla 1. Producción comercial, número y peso medio de los frutos de pimiento obtenidos por tratamiento. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

Tratamiento	Categoría I			Categoría II (peso < 250 g)			Destriº (%)
	Producción comercial (kg.m ⁻²)	Número frutos (nº.m ⁻²)	Peso frutos (g.m ⁻²)	Producción comercial (kg.m ⁻²)	Número frutos (nº.m ⁻²)	Peso frutos (g.m ⁻²)	
T1	6,2 a*	13,6 a	456,3 a	0,3	1,6	223,8	2,8
T2	4,9 b	11,3 b	434,2 b	0,3	1,4	239,7	3,1
T3	4,0 c	9,5 c	423,4 c	0,4	1,7	226,1	3,0

*Comparación de medias en columnas mediante el test LSD

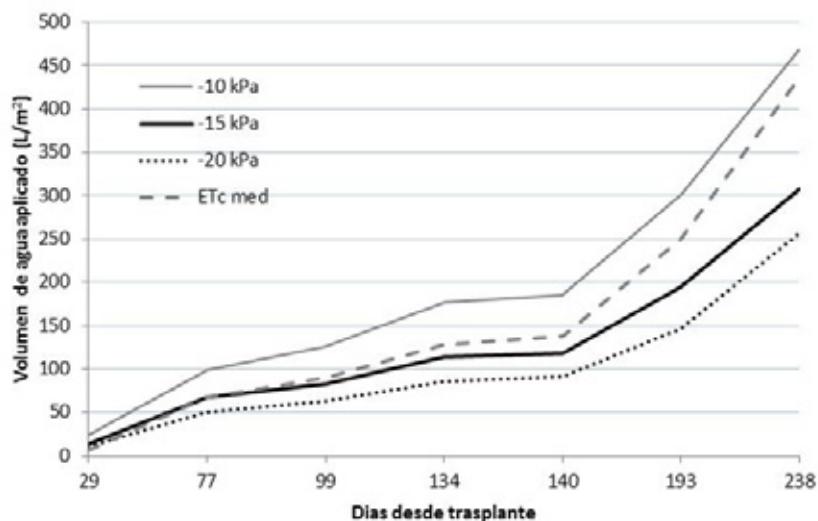
FIGURAS

Figura 1. Volúmenes de agua aplicados en cada tratamiento de riego a lo largo del ciclo de cultivo de pimiento y ETc calculada a partir de datos climáticos medios (ETc med).

CALEFACCIÓN PASIVA EN INVERNADERO: RESPUESTA SOBRE EL CLIMA Y LA PRODUCCIÓN

Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrano, E.; Fernández, P.; Felipe, A.; Lorenzo, P.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

El mantenimiento de la competitividad y la presencia en los mercados internacionales de la horticultura española requiere el aumento de la producción y de la calidad de fruto. Las variables de clima determinan, en gran medida, los resultados productivos. En este estudio se evalúa la respuesta de un sistema pasivo de calefacción, basado en acumuladores de calor, sobre el clima del invernadero parral y la producción de fruto de pimiento tipo california. Los resultados obtenidos muestran una mejora de la temperatura nocturna en el invernadero con el sistema evaluado respecto al de referencia, con incrementos que alcanzan valores de 3°C. La producción comercial acumulada de pimiento en el invernadero con calefacción pasiva aumentó, en torno, a un 12%, debido al notable incremento en el número de frutos obtenidos durante el ciclo de cultivo, aun cuando el peso medio de fruto recolectado fue mayor en el invernadero de referencia. Bajo las características climáticas analizadas, la incorporación de este sistema de acumuladores de calor en el invernadero, muestra resultados interesantes y permite constatar los obtenidos en estudios previos sobre este sistema de calefacción pasiva y respetuoso con el medioambiente.

Palabras clave: acumuladores de calor, mangas de agua, temperatura, pimiento.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la competitividad y la presencia en los mercados internacionales de la horticultura española requiere el aumento de la producción y de la calidad de fruto. Las variables de clima determinan, en gran medida, los resultados productivos. En los períodos fríos, la temperatura en los invernaderos del Mediterráneo adopta valores medios de mínimas en el rango entre 8 y 10°C que son sub-óptimos y dan lugar a producciones relativamente bajas y pérdida de calidad del fruto (Lorenzo, 2012).

El elevado consumo de energía fósil de los sistemas de calefacción convencionales cuestiona su aplicación en el área mediterránea, por razones medioambientales (Kittas *et al.*, 2011) y económicas (López, 2003). Como alternativa, es interesante evaluar sistemas de almacenamiento térmico pasivo a corto plazo que acumulan energía durante el día y la ceden al aire por la noche. Un estudio preliminar de uno de estos sistemas, consistente en depósitos de agua distribuidos en el invernadero, ha puesto de manifiesto su efecto positivo en un cultivo

de pimiento de otoño-invierno, con aumentos en la temperatura nocturna del aire durante los períodos fríos (hasta 3°C) e incrementos en producción (+12%) (Baeza *et al.*, 2015).

En este trabajo se pretende constatar la mejora del clima de invernadero en ciclo de otoño-invierno mediante la aplicación del sistema de calefacción pasiva con mangas de polietileno llenas de agua y su efecto sobre la bioproductividad del cultivo de pimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se ha llevado a cabo en un invernadero de 2.800 m² situado en el Centro IFAPA de La Mojónera en Almería, está dividido en dos módulos similares, cada uno de ellos de 50*28 m. Dispone de ventanas cenitales y laterales enrollables y la ventilación automática de cada módulo se gestiona de forma independiente mediante consignas de temperatura y humedad relativa: temperatura > 22°C y/o humedad relativa >70/80% (día/noche) por medio de un controlador de clima MultiMa (HortiMaX). En uno de los módulos se instaló un sistema de calefacción pasiva (CP) basado en la acumulación de calor por medio de mangas llenas de agua, de polietileno flexible con aditivos para incrementar la absorción de la radiación infrarroja cercana (NIR) (*Fotografía 1*). Las mangas de 12,5 m de longitud y 40 cm de diámetro se dispusieron a lo largo de las líneas de cultivo del invernadero del módulo CP. Se obtuvo un volumen de acumulación de agua de 54 L.m⁻² por superficie de suelo. El módulo contiguo (R) se consideró como el sistema de referencia.

Se registraron en continuo (periodicidad de 1 minuto y se almacenó el promedio de 15 minutos) las variables climáticas: radiación global exterior y temperatura exterior e interior de cada módulo del invernadero. Con igual periodicidad se registraron en el módulo CP la radiación global incidente sobre las mangas así como la temperatura del agua en el interior de las mismas mediante termistores dispuestos en tres dispositivos en el centro de tres mangas (*Fotografía 2*).

El estudio se realizó sobre un cultivo de pimiento cv. SV1204PB trasplantado el 24 de agosto de 2017 en suelo enarenado a una densidad de 2,17 plantas.m⁻² (2 tallos por planta). La duración del ciclo total fue de 214 días.

El equipo de fertirrigación automatizado permitió aplicar la misma solución nutritiva (SN) en ambos módulos mediante un sistema de distribución de riego localizado que dispone de emisores interlínea de 3 L.h⁻¹ de caudal. La frecuencia de riego se determinó en cada invernadero con la ayuda de dos tensímetros instalados a 10 y 30 cm de profundidad en el suelo. La composición de la SN en mmol.L⁻¹ fue: NO₃⁻ 9; H₂PO₄⁻ 1; SO₄²⁻ 3,8; K⁺ 5; Ca²⁺ 3,5; Mg²⁺ 1,6; pH: 6,5 y CE 1,9 mS.cm⁻¹.

El fruto se recolectó por término medio con una periodicidad quincenal y se cuantificó el peso y el número de frutos en 6 repeticiones por tratamiento, en zonas homogéneas del invernadero, cada una formada por 16 plantas. Se evaluó

la calidad de los frutos según la normativa vigente de calidad de UE y se valoró la producción comercial y total y se determinó el porcentaje de materia seca.

Un análisis de la bioproductividad total acumulada se llevó a cabo al final del ciclo de cultivo en 6 plantas por tratamiento. Se evaluaron las distintas fracciones de la planta: hojas, tallo, poda, frutos inmaduros y maduros. Las muestras se secaron en una estufa ventilada a 80 °C hasta peso constante para determinar el porcentaje de materia seca de las diferentes fracciones. A la fracción de fruto presente se sumó la acumulada durante todas las recolecciones.

Se estableció un diseño estadístico factorial con objeto de analizar el efecto de incorporación del sistema de calefacción pasiva en el invernadero con dos niveles: Calefacción pasiva y referencia, representados como CP y R respectivamente. Los datos fueron analizados por medio del programa estadístico Statistix v. 9.0. Para discriminar entre las medias se utilizó el método de la mínima diferencia significativa (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones de radiación y temperatura exterior registradas durante el experimento muestran una evolución típica del ciclo de cultivo de otoño-invierno del sur mediterráneo (*Fig. 1*). La media mensual de la integral diaria de radiación varió entre los 20 MJ.m⁻².d⁻¹ de septiembre y 9,5 MJ.m⁻².d⁻¹ de diciembre. La temperatura en el exterior siguió una tendencia inicial de descenso similar a la radiación y a partir de diciembre los valores medios mensuales de máximas, medias y mínimas diarias se mantuvieron en torno a 16, 13 y 10°C, respectivamente.

En el interior del invernadero la temperatura adoptó valores máximos similares en ambos módulos que se redujeron desde los casi 30°C iniciales para mantenerse en torno a 24 °C a partir de noviembre (*Fig. 1*). Sin embargo, las medias y mínimas diarias se incrementaron en el módulo con CP respecto a R; a partir del mes de diciembre la media de mínimas osciló entre 8,9 y 11,3 °C en el módulo R y entre 10,3 y 12,3 °C en el módulo con CP. Las temperaturas mínimas más bajas del ciclo, registradas en los meses de enero y febrero, fueron de 5,6-6,0 °C en R y de 7,5 °C en CP.

La *Figura 2* muestra el comportamiento térmico en cada módulo del invernadero a lo largo de diferentes días despejados de meses fríos. Se observa cómo el agua de la CP se calienta durante el periodo diurno, alcanzando valores máximos con cierto retraso respecto al aire, debido a su mayor inercia térmica; posteriormente, conforme se reduce la temperatura del aire, se genera un gradiente térmico agua-aire que favorece la emisión de calor desde las mangas aumentando la temperatura nocturna del aire en el módulo CP respecto al R. La temperatura máxima del agua alcanzada los días 21-22/nov y 13-14/feb fue similar (22°C) y superior a la registrada el 22/23/dic (19°C), de acuerdo a la intensidad de radiación incidente sobre la manga; sin embargo, el efecto sobre la temperatura nocturna del aire difiere, poniendo en evidencia la incidencia de otros

factores, como la tasa de ventilación/infiltración del invernadero. La variación del efecto de calefacción durante el experimento se pone también de manifiesto en la *Figura 3*, donde se muestra el incremento máximo y medio mensual de la temperatura del aire nocturna en el módulo CP respecto a R; el mayor efecto se registró en octubre (+3,4 °C) mientras que en diciembre el incremento máximo fue de 2,1 °C. El incremento medio varió entre 1,8°C (octubre y noviembre) y 1,0 °C en diciembre. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Baeza *et al.* (2015).

El efecto de la calefacción pasiva sobre la temperatura nocturna del aire del invernadero registrado en este trabajo, aunque discreto por término medio, supone una ventaja interesante en los períodos fríos en los que las temperaturas nocturnas han sido inferiores a 12°C y por tanto, sub-óptimas para el desarrollo y producción de los cultivos (Lorenzo, 2012).

La recolección de frutos se inició a los 68 días después del trasplante (ddt) en ambos módulos y finalizó a los 214 ddt. El efecto de la calefacción pasiva ha influido significativamente sobre la producción acumulada de fruto comercial (*Tabla 1*), se observa un incremento productivo del 11,8% respecto a la producción obtenida en el módulo de referencia debido al aumento en el número de frutos observado en el módulo con calefacción pasiva que ha permitido compensar una reducción significativa en el peso medio de fruto, en torno al 5,1%, respecto al de referencia (*Tabla 1*). Estos resultados son similares a los obtenidos por Baeza *et al.* (2015) sin embargo, en este caso el peso medio del fruto fue semejante entre CP y R. La producción no comercial fue estadísticamente homogénea entre tratamientos 0,17 y 0,26 kg.m⁻², representa el 1,7% en el módulo CP y el 3,0% en el R de la producción total.

Los datos de bioproductividad se muestran en la *Tabla 2*. El sistema de calefacción pasiva ha dado lugar a un incremento en la producción de materia seca de la fracción generativa del 16%, en línea con lo observado por Baeza *et al.* (2015) que obtuvieron un incremento del 12% también en un cultivo de pimiento. Por otra parte, la fracción vegetativa y el índice de área foliar no muestran diferencias significativas.

CONCLUSIONES

El sistema de calefacción pasiva evaluado permite mejorar el régimen térmico del invernadero, dando lugar a incrementos de la temperatura nocturna máximos entre 2,0 y 3,4 °C y medios entre 1,0 y 1,8°C.

La mejora climática ha generado un incremento de la producción comercial del 12% debido al crecimiento y desarrollo de mayor número de frutos durante el ciclo de cultivo.

Los sistemas de almacenamiento de calor a corto plazo, instalados en los invernaderos del área mediterránea, donde el régimen térmico no es riguroso durante los períodos fríos muestran interés como métodos sostenibles para mejorar

las condiciones climáticas en el invernadero y la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAEZA, E.J.; MEDRANO, E.; LORENZO, P.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M. C.; SÁNCHEZ. M.J.; PORRAS, M. E.; TORRECILLAS, M. 2015. *Influencia de un acumulador de Calor Pasivo sobre el Microclima y la Bioproductividad bajo invernadero*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Formato digital. Pp: 1-18.
- KITTAS, C.; KATSOULAS, B.; BARTZANAS, T. 2011. *Characterization and analysis of the effects of greenhouse climate. Control equipment on greenhouse microclimate and crop response*. Acta Horticulturae 893: 117-132.
- LÓPEZ, J.C. 2003. *Sistemas de calefacción en invernaderos cultivados de judía en el litoral mediterráneo*. Tesis doctoral. Universidad de Almería. 165 pp.
- LORENZO, P. 2012. *El cultivo en invernadero y su relación con el clima. En: Innovación en estructuras productivas y manejo de cultivos en agricultura protegida*. Cuadernos de Estudios Agroalimentarios. CEA 03. Edita: Fundación Cajamar. ISSN: 2173-7568. Pp: 23-44.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Transforma (PP.TRA. TRA201600.9) “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible”, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, “Andalucía se mueve con Europa”. También, agradecemos la colaboración de SOLPLAST, S.A., por el suministro de las mangas de polietileno y a Monsanto Agricultura España S.L.U., que ha aportado las semillas.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Cultivo de pimiento en el módulo con el sistema de calefacción pasiva (CP) y en el módulo de referencia (R).



Fotografía 2. Sensor para medida de la incidencia de radiación global sobre las mangas del sistema de calefacción pasiva (izquierda) y dispositivo para la colocación de sensor de temperatura del agua de dicho sistema (derecha).

TABLAS

Tabla 1. Producción comercial (kg.m^{-2}), número de frutos recolectados por m^2 y peso medio de los frutos (g) de los cultivos en los módulos con Calefacción Pasiva (CP) y Referencia (R). Los asteriscos indican diferencias significativas a $**p \leq 0,01$.

Tratamiento	Producción (kg.m^{-2})	Nº de frutos	Peso medio de fruto
R	8,5	32,7	258,8
CP	9,5	38,5	245,5
Efecto Calefacción	**	**	**
LSD _(0,01)	0,7	2,0	9,2

Tabla 2. Producción de materia seca de la fracción vegetativa (FV g.m^{-2}) y generativa (FG g.m^{-2}) e índice de área foliar (LAI) de los cultivos desarrollados en el módulo con Calefacción Pasiva (CP) y Referencia (R). Los asteriscos indican diferencias significativas a $**p \leq 0,01$.

Tratamiento	FV (g.m^{-2})	FG (g.m^{-2})	LAI (m.m^{-2})
R	336,1	726,0	1,6
CP	371,4	842,3	1,4
Efecto Calefacción	n.s.	**	n.s.
LSD _(0,05)	56,4	30,4	0,3

FIGURAS

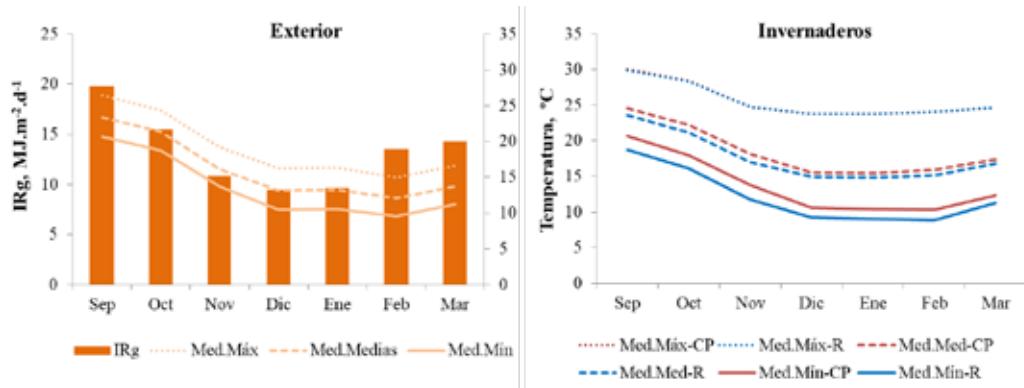


Figura 1. Evolución de la radiación global exterior y de la temperatura del aire en el exterior e interior de los invernaderos con calefacción pasiva (CP) y referencia (R). Valores medios mensuales de la integral diaria de radiación global (IRg) y de la temperatura: máxima, media y mínima diaria.

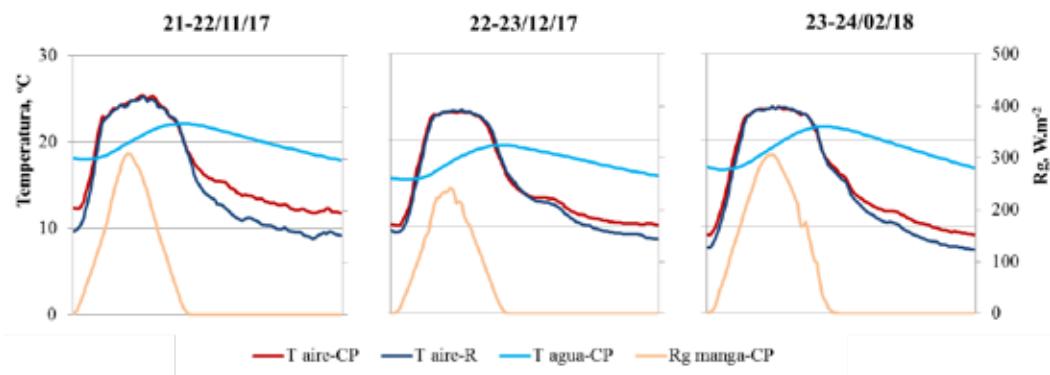


Figura 2. Evolución, durante 3 días despejados del periodo frío del ciclo de cultivo, de: radiación global incidente sobre las mangas de agua de la calefacción pasiva (Rg manga-CP), temperatura del agua de las mangas (T agua-CP) y temperatura del aire en el módulo CP (T aire-CP) y en el de referencia (T aire-R).

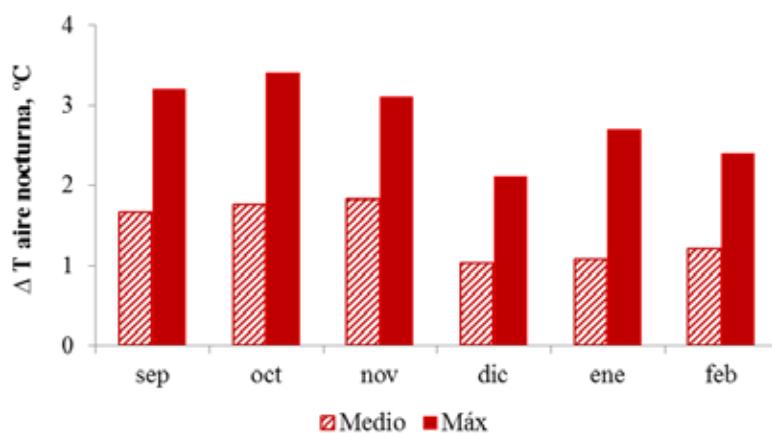


Figura 3. Incremento de la temperatura del aire nocturna en el módulo de invernadero con calefacción pasiva respecto al de referencia. Valores medios y máximos mensuales.

INFLUENCIA DE UN MÉTODO DE CONTROL CLIMÁTICO MEDIANTE MALLA DE SOMBREO INTERIOR MÓVIL EN LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL TOMATE TIPO MARMANDE-RAF EN CICLOS DE CULTIVO ESTIVALES

Cánovas Fernández, G.; Baeza Cano, R.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

La necesidad de diversificación de la producción hortícola en invernadero está impulsando la disponibilidad de variedades con características de calidad diferenciadas y en muchos casos altamente apreciadas por los mercados. Entre estos productos el tomate tipo Marmande RAF es la principal referencia por su elevada calidad organoléptica. En los últimos años se ha producido un aumento en la demanda de este producto y una extensión de la misma fuera de la temporada de cultivo tradicional en invernadero (periodo invernal). Sin embargo, la calidad de este tipo de tomate disminuye en los meses estivales como consecuencia de la elevada temperatura y radiación que se alcanza en los invernaderos. Las técnicas de refrigeración más comúnmente empleadas son el sombreo mediante blanqueo de la cubierta y la ventilación natural. El blanqueo es una técnica de bajo coste, pero presenta el inconveniente de mantener un sombreo fijo, que puede ser excedentario al inicio y final del día y deficitario en las horas centrales, pudiendo ser uno de los agentes causales de la disminución de la calidad del tomate. Una alternativa puede ser un sombreo dinámico con una malla móvil. El objetivo del presente ensayo ha sido evaluar una alternativa de control climático en invernadero mediante ventilación natural y sombreo dinámico, frente al control climático convencional en un cultivo de tomate Marmande RAF cultivado en ciclo estival. El ensayo se ha desarrollado en un invernadero tipo parral “raspa y amagado”, de 13.000 m² de superficie, equipado con ventanas cenitales abatibles. Se han separado mediante pantallas verticales de plástico dos zonas de ensayo de 20 x 21 m². Ambas zonas se han cultivado con tomate cultivar “Marmandino”, en ciclo estival (junio a noviembre) y en cada una de ellas se ha realizado un tratamiento diferenciado de control climático: TC con ventilación natural y sombreo estático con blanqueo de la cubierta y pautas de manejo habituales y TM con ventilación natural y sombreo dinámico con malla móvil interior aluminizada, porcentaje de sombreo del 50% y consignas de activación: temperatura interior del invernadero superior a 28°C o radiación exterior superior a 700 W.m⁻². En cada uno de los tratamientos se han tomado datos de biomasa, clima, radiación, producción y análisis de calidad de fruto (peso, diámetro, número de lóculos, firmeza, contenido de azúcares (°Brix))

y pH). La producción comercial obtenida ha sido ligeramente superior en el TM aunque sin diferencias significativas. Sí se aprecian diferencias en la calidad de la producción siendo significativamente mayor el destriño en el TC. En cuanto a los parámetros de calidad de fruto analizados, se han encontrado diferencias significativas en el caso del contenido de azúcares (^oBrix) que ha sido significativamente superior en el TC.

Palabras clave: invernadero, *Solanum lycopersicum*, blanqueo, pantalla de sombreo.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de diversificación de la producción hortícola en invernadero está impulsando la disponibilidad de variedades con características de calidad diferenciadas y en muchos casos altamente apreciadas por los mercados. Entre estos productos el tomate tipo Marmande RAF es la principal referencia por su elevada calidad organoléptica. En los últimos años se ha producido un aumento en la demanda de este producto y una extensión de la misma fuera de la temporada de cultivo tradicional en invernadero (periodo invernal). Sin embargo, la calidad de este tipo de tomate disminuye en los meses estivales como consecuencia de la elevada temperatura y radiación que se alcanza en los invernaderos.

Las técnicas de refrigeración más comúnmente empleadas son el sombreo mediante blanqueo de la cubierta y la ventilación natural. El blanqueo es una técnica de bajo coste, pero presenta el inconveniente de mantener un sombreo fijo, que puede ser excedentario al inicio y final del día y deficitario en las horas centrales, pudiendo ser uno de los agentes causales de la disminución de la calidad del tomate. Una alternativa puede ser un sombreo dinámico con una malla móvil.

El objetivo del presente ensayo ha sido evaluar una alternativa de control climático en invernadero mediante ventilación natural y sombreo dinámico, frente al control climático convencional en un cultivo de tomate Marmande RAF cultivado en ciclo estival.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha desarrollado en la localidad de Gergal (Almería) (Fotografía 1), en un invernadero tipo parral “raspa y amagado”, con modulos estructurales de 5 m y orientación norte-sur. El invernadero cuenta con una superficie total de 13.000 m² de superficie y está equipado con ventanas cenitales abatibles cada dos modulos estructurales (10 m). Todas las ventanas están protegidas con malla anti-insectos de (20x10 hilos.cm⁻²). El material de cubierta es polietileno tricapa de 800 galgas de espesor y 3 campañas de duración. Dentro del invernadero se han separado mediante pantallas verticales de plástico dos zonas de ensayo de 20 x 21 m. Ambas zonas se han cultivado con tomate cultivar “Marmandino” (Fotografía 2), en ciclo estival (junio a noviembre). En cada zona se ha realizado un tratamiento diferenciado de control climático:

Tratamientos	
TC	TM
sombreado estático con blanqueo de la cubierta 15/03 encalado ligero	sombreado dinámico con malla móvil interior aluminizada (Fotografía 3) con un porcentaje de sombreo del 50% y consignas de activación: Consigna extensión malla: $T^{\circ} > 28^{\circ}\text{C}$ Rad. Global exterior $650-700 \text{ W.m}^{-2}$
15/05 encalado concentrado 10/09 lavado encalado	
ventilación natural	ventilación natural

Se ha medido radiación interior global y PAR a lo largo del ciclo de cultivo. Se han registrado datos de forma continua de radiación exterior, temperaturas máximas y mínimas y de H.R. mediante un controlador climático (Mithra Clima by Priva Nutricontrol, Spain) (*Fotografía 4*) y un HOBO (HOBOU12 Onset Computer Corp., Bourne, MA). Se ha calculado la transmisividad de la cubierta a lo largo del ciclo de cultivo.

Se ha determinado la producción comercial, el porcentaje de destío y se ha clasificado el destío por defectos (rajado radial, rajado concéntrico, rajado radial y concéntrico, blando, deformes y necrosis apical (*Fotografía 6*)).

La calidad de la producción se ha determinado mensualmente desde el inicio de la recolección tomando 10 frutos de cada una de las repeticiones, los parámetros determinados han sido: peso fresco medio de fruto, pérdida de peso después de 10 días en una cámara frigorífica a 9°C , concentración de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), firmeza, número de costillas y pH. El contenido en sólidos solubles se determinó con un refractómetro digital manual Atago modelo PAL-1 con escala de 0-53%, expresándose los resultados en $^{\circ}\text{Brix}$ (Mitcham *et al.*, 1996). Para determinar la firmeza de fruto se utilizó un penetrómetro Effe-gi modelo F.T.011, (*Fotografía 5*) con bulbo de acero inoxidable de 8 mm de diámetro.

El método empleado en cada análisis para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher ($P \leq 0.05$). Se ha utilizado el programa Statgraphics Centurion XVII Versión 17 2.00 (Statpoint Technologies, Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Transmisividad

Las medidas realizadas de radiación a lo largo del ciclo de cultivo han mostrado que la malla móvil seleccionada ha reducido la transmisividad más que el blanqueo.

Producción

La producción comercial obtenida ha sido ligeramente superior en TM aunque sin diferencias significativas. Sí se aprecian diferencias en el destío, siendo significativamente mayor en TC (*Tabla 2*).

En la clasificación del destrio se aprecian diferencias significativas en frutos rajados, frutos blandos, frutos con deformaciones y frutos con presencia de necrosis apical (*Figura 1*). Durante los periodos del día en los que la malla ha permanecido extendida la radiación recibida por el cultivo, así como la temperatura medida han sido menores en TM, generándose valores más bajos de déficit de presión de vapor (DPV). Estos parámetros climáticos están directamente relacionados con la calidad de la producción. Estudios anteriores realizados por Lorenzo *et al.* (2004) y García-Balaguer *et al.* (2017) demuestran que valores más altos de DPV afectan significativamente a la incidencia de la necrosis apical del fruto de tomate.

Parámetros de calidad de fruto

No se han observado diferencias significativas en el peso fresco de fruto medio obtenido, salvo a los 91 días después de trasplante, cuando el peso medio de fruto fresco en TM ha sido significativamente superior a TC (*Tabla 3*). La pérdida de peso que han experimentado los frutos conservados no ha sido significativamente diferente entre los tratamientos ensayados (*Tabla 4*). Durante los tres primeros muestreos se han observado diferencias significativas en la concentración de sólidos solubles (°Brix), siendo superiores en TC (*Tabla 5*), es en esta época cuando se alcanzan las mayores temperaturas. La firmeza de fruto ha resultado diferente estadísticamente en el primer muestreo, mientras que en fechas posteriores los resultados que se han obtenido son similares (*Tabla 6*). El número de costillas de los frutos muestra valores similares entre tratamientos a lo largo del ciclo salvo en el segundo muestreo (*Tabla 7*). En cuanto a los valores de pH determinados en fruto no se han obtenido diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (*Tabla 8*).

Si bien el porcentaje de destrio ha sido mayor en el tratamiento con control climático convencional (TC), los resultados de producción y de la calidad de fruto no muestran un mejor comportamiento del control climático alternativo (TM). Es posible que las consignas de actuación seleccionadas no hayan sido las óptimas para las condiciones del ensayo. Sería necesario seguir profundizando en este aspecto o bien buscar otras alternativas de control climático que lograsen mejorar la calidad de los frutos en estos ciclos estivales.

CONCLUSIONES

La malla móvil interior no ha incrementado significativamente la producción comercial de tomate, pero si ha reducido el porcentaje de frutos de destrio.

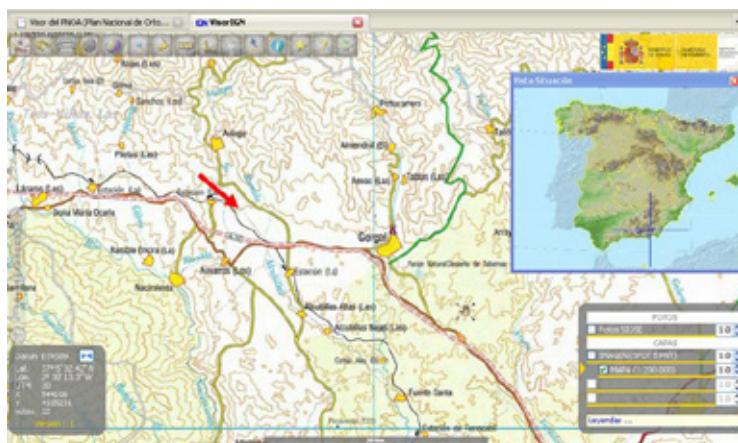
La malla móvil no ha mejorado significativamente los parámetros de calidad de fruto evaluados.

Es necesario seguir trabajando en el ajuste de las consignas de actuación para el despliegue de la malla móvil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARCIA-BALAGUER, M.L.; SANCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; BAEZA, M.J.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.J.; PORRAS, M.E.; GIMÉNEZ, M.; LORENZO, P. 2017. *Mobile shading versus whitewashing: evaluation of agronomic response of a tomato crop*. Acta Horticulturae 1170.
- LORENZO, P.; SANCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; GARCIA, M.L.; CAPARROS, I.; COELHO, G.; GIMÉNEZ, M. 2004. *Climate control in the summer season: a comparative study of external mobile shading and fog system*. Acta Horticulturae 659.
- MITCHAM, B.; CANTWELL, M.; KADER, A. *Methods for Determining Quality of Fresh Commodities*. 1996. Perishables Handling Newsletters Issue No. 85.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Localización de la finca experimental.



Fotografía 2. Detalle de fruto.



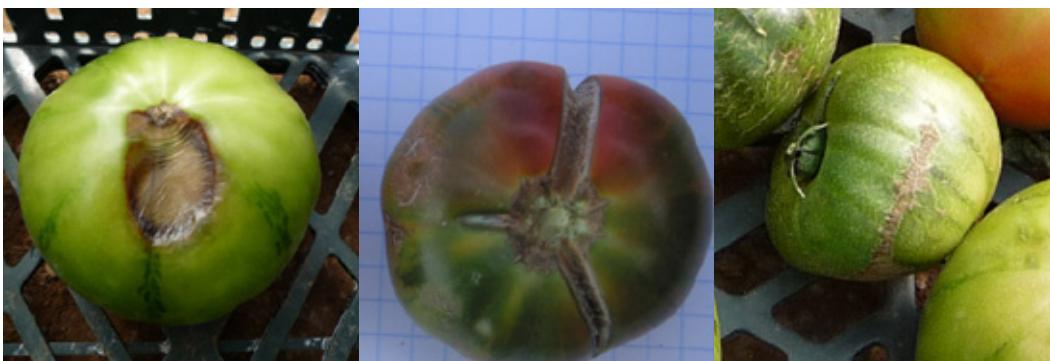
Fotografía 3. Detalle de la pantalla móvil.



Fotografía 4. Detalle Controlador climático Mithra Clima.



Fotografía 5. Penetrómetro Effe-gi modelo F.T.011.



Fotografía 6. Fruto con necrosis apical (izquierda), rajado radial (centro), y rajado concéntrico (derecha).

TABLAS

Tabla 1. Transmisividad de la cubierta del invernadero.

Transmisividad (%)		
DDT	TC	TM
51	39,1	31,2
111	54,8	31,8
132	58,9	35,4
152	57,8	59,6

Tabla 2. Producción de fruto.

Tratamiento	Comercial (Kg m ⁻²)	Destriño (Kg m ⁻²)	%	Total (Kg m ⁻²)
TC	4,79	0,73a	13,2a	5,52
TM	4,92	0,38b	7,1b	5,29

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

Tabla 3. Peso de fruto fresco (g.).

Tratamiento	Días después de trasplante			
	56	91	126	147
TC	163,8	196,6b	191,0	205,1
TM	162,6	244,3a	194,9	203,3

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

Tabla 4. Pérdida de peso (g.).

Tratamiento	Días después de trasplante			
	56	91	126	147
TC	8,7	4,9	6,9	6,0
TM	9,1	5,5	6,9	5,3

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

Tabla 5. Concentración de sólidos solubles, °Brix (%).

	Días después de trasplante			
Tratamiento	56	91	126	147
TC	4,5a	5,0a	4,8a	4,8
TM	4,1b	4,4b	4,3b	4,7

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

Tabla 6. Firmeza de fruto (Kg.).

	Días después de trasplante			
Tratamiento	56	91	147	
TC	4,5a	3,6	4,4	
TM	4,0b	3,9	4,0	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

Tabla 7. Nº de costillas en fruto.

	Días después de trasplante			
Tratamiento	56	91	126	147
TC	8	11b	10	9
TM	8	13a	9	9

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

Tabla 8. pH determinado en fruto.

	Días después de trasplante			
Tratamiento	56	91	126	147
TC	4,0	4,0	4,2	3,8
TM	4,1	4,0	4,3	3,8

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

FIGURAS

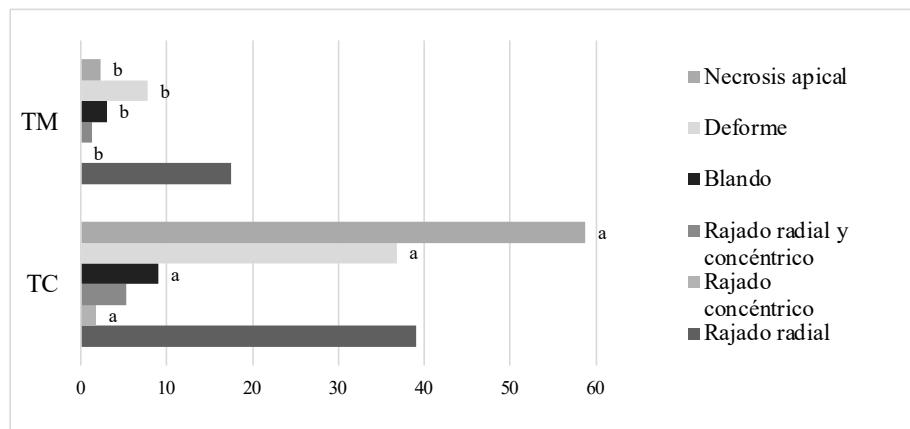


Figura 1. Clasificación de destrozo (nº de frutos). Letras diferentes en la misma barra indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$.

EFFECTO DEL COMPOST DE RESIDUOS HORTÍCOLAS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO Y RENDIMIENTOS DE TOMATE

Segura, M.L.; Fernández, M.M.; Cánovas, G.; Castillo, P.; Llandleral, A.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

El compostaje de los residuos vegetales de invernadero para uso como enmienda de suelos agrícolas, es una vía de reutilización con importantes repercusiones económicas y ambientales. El objetivo del estudio es evaluar el efecto del compost de restos hortícolas sobre las propiedades del suelo y producción de tomate. La experiencia se ha realizado en el Centro IFAPA La Mojónera (Almería) sobre cultivo de tomate cultivar 74-339RZ (Rijk Zwaan Ibérica) en ciclo de invierno-primavera. El sistema de cultivo ha sido invernadero, suelo enarenado y riego por goteo. Los tratamientos estudiados han sido los siguientes: compost procedente mayoritariamente de restos de tomate (C_1), de pimiento (C_2), estiércol (E) y sin aportación de materia orgánica al suelo (F_{100}). Los compost C_1 y C_2 proceden de Plantas industriales de compostaje situadas en diferentes comarcas agrícolas de la provincia de Almería. La fertirrigación ha sido la misma para los cuatro tratamientos y se calculó en base a las extracciones del cultivo. El material vegetal del que procede el compost parece influir en sus propiedades físico-químicas y químicas. Así C_1 contiene menor concentración de N, K y Ca y mayor contenido de P y Mg que C_2 . El pH de los materiales es básico y la conductividad eléctrica (CE) elevada, debido al exceso de cloruros, sobre todo en el compost C_1 . Respecto al estiércol el compost contiene menos materia orgánica y una mayor concentración de ácidos húmicos y fulvicos y relación C/N más equilibrada. La incorporación de compost elevó los niveles de materia orgánica, de K y P disponible y la CE respecto a F_{100} . Los rendimientos fueron similares en los cuatro tratamientos, con una producción en torno a los 11 kg.m^{-2} . Estos resultados muestran que la fertirrigación ha cubierto de forma eficiente las necesidades nutricionales del cultivo en el tratamiento F_{100} (sin aporte de materia orgánica), y puede haber producido sobre fertilización en los tratamientos orgánicos. En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la utilización de compost de residuos hortícolas como enmienda es una alternativa al empleo de estiércol para la producción de tomate, si bien es necesario realizar estudios de ajuste de la fertirrigación para mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes y los costes de producción.

Palabras clave: invernadero, estiércol, fertirrigación, suelo enarenado, N, macroelementos

INTRODUCCIÓN

La provincia de Almería constituye la zona de mayor área de invernaderos de Europa con una superficie de 30.000 ha. Uno de los problemas que genera este sistema productivo y que afecta su sostenibilidad, es la producción intensiva de residuos vegetales, 1.751.242 t de material fresco año⁻¹, 25 t.ha⁻¹ (Tolón y Lastra, 2010; López *et al.*, 2013). Por otra parte, los suelos agrícolas de esta zona tienen bajo nivel de carbono orgánico que afecta su estabilidad y fertilidad. El compostaje de los restos hortícolas para uso como enmienda o fertilizante, es una vía de aprovechamiento con importantes repercusiones socioeconómicas y ambientales. Socioeconómicas, al potenciar nuevas actividades económicas locales asociadas a la industria del compostaje, garantizar una fuente de materia orgánica homogénea, constante y de fácil accesibilidad para los agricultores, y medioambientales al reducir la contaminación del medio natural por el abandono indiscriminado de restos vegetales y el uso excesivo de fertilizantes minerales (Parra, 2004). Desde el punto de vista agronómico el compost mejora la fertilidad y propiedades físicas del suelo (Adrien, 2006; Leroy *et al.*, 2008), aumenta los rendimientos y la calidad de la producción (Mahmoud *et al.*, 2009) y afecta positivamente a la flora y fauna, aumentando la actividad biológica del suelo dando como resultado, una mayor transformación de la materia orgánica y de liberación de nutrientes disponibles para las plantas (Pfotzer y Schuler, 1997). El compostaje constituye, por tanto, una propuesta adecuada para reciclar además de materia orgánica, elementos nutritivos, dado que el material vegetal del que proviene contiene una elevada concentración de macronutrientes, en torno al 50% del total absorbido por el cultivo (Contreras *et al.*, 2014; Contreras *et al.*, 2015). El contenido de nutrientes del compost puede tener un significativo impacto sobre las propiedades químicas y la fertilidad del suelo (pH, salinidad y concentración de N, P, K, Ca, Mg y microelementos). La eficacia como fertilizante de los residuos orgánicos al ser incorporados al suelo, va a depender fundamentalmente de la dosis aplicada, del contenido de nutrientes, de la relación C/N, de la textura del suelo y de las condiciones ambientales (Stadler *et al.*, 2006), así como de los requerimientos nutricionales de cada cultivo (Segura *et al.*, 2009; Segura *et al.*, 2012). Es por tanto de gran importancia evaluar el contenido nutricional del compost y su efecto sobre el sistema suelo-planta. El objetivo del trabajo ha sido determinar el efecto del compost de residuos hortícolas sobre determinadas propiedades físico-químicas y químicas del suelo y los rendimientos del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la Finca experimental del Centro IFAPA La Monjonera situada en La Cañada de San Urbano (Almería). El dispositivo experimental estaba compuesto por un invernadero multitúnel de 800 m² en parcelas experimentales de 20 m², y sistema de riego por goteo. Se ensayó un cultivo de tomate de tipo grueso, variedad 74-339RZ (Rijk Zwaan Ibérica) en ciclo de

invierno-primavera. El transplante al terreno se realizó el 31-01-2017. El ciclo de desarrollo fue de 154 días. La densidad de plantación fue de 2 plantas.m⁻². El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos han sido los siguientes: 35 t.ha⁻¹ de compost procedente mayoritariamente de restos de tomate (C₁), 28 t.ha⁻¹ de compost procedente mayoritariamente de restos de pimiento (C₂), 27 t.ha⁻¹ de estiércol (E) y sin aportación de materia orgánica al suelo (F₁₀₀). La dosis del material orgánico corresponde a una aportación aproximada de 340 UF N. ha⁻¹ 2año⁻¹ tomando como referencia el Decreto 36/2008 (designa en Andalucía las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias). Los compost C₁ y C₂ proceden de Plantas industriales de compostaje situadas en la provincia de Almería, concretamente en Rioja y El Ejido, respectivamente. La fertirrigación ha sido la misma para los cuatro tratamientos y se calculó en base a las extracciones del cultivo (Segura y col., 2009) estimando una producción potencial de 10 kg.m⁻². La concentración media de N, P y K de la disolución nutritiva ha sido 9,0, 0,8 y 4,0 meq.L⁻¹ respectivamente y la CE de 2,0 dS.m⁻¹.

El sistema de cultivo fue sobre suelo enarenado construido en 2007, al que se aportó 2 m³ de tierra de cantera por parcela experimental (20 m²), retirando previamente la capa de arena. En los tratamientos de materia orgánica, una vez aplicado, el material orgánico, se realizó una labor superficial de mezclado con la tierra y después se incorporó de nuevo la capa de arena. La tierra aportada es de textura media pesada (Franco-arcillo-arenoso), 20% de pedregosidad, 2% de materia orgánica, 0,06% de Nitrógeno total, 26,8 mg.Kg⁻¹ de N-NO₃⁻ y 22 mgP.Kg⁻¹. El suelo es alcalino (pH 8,1) y medianamente salino (CE 5,3 dS.m⁻¹) debido a la alta concentración de Cl⁻ (35,5 meq.L⁻¹), SO₄²⁻ (14,6 meq.L⁻¹) y Na⁺ (38,5 meq.L⁻¹). Respecto al estiércol, el compost tiene menos concentración de materia orgánica (más baja C₁) pero mayor contenido de ácidos húmicos y fulvicos y de K (*Tabla 1*). La relación C/N es más baja en el compost pero más equilibrada que en el estiércol. Una relación C/N menor a 15, caso de los dos compost, se asocia al compost maduro y un valor menor o igual a 12 se asocia al compost de calidad (Jiménez y García, 1989), caso de C₁. El compost C₁ es el de menor concentración de N total. El pH de los tres materiales es básico y la CE muy elevada sobre todo en C₁, por exceso de cloruros. El agua de riego es de origen subterráneo de pH alcalino (8,0) y CE de 1,2 dS.m⁻¹. La programación del riego y la fertirrigación se realizó con un equipo automatizado. La dosis de riego se estimó en función de las necesidades hídricas del cultivo, a partir de la ETc y la frecuencia de riego, en base a medidas del potencial matricial con tensímetros (Tensiómetros Irrometer, Irrometer, E.E.U.U.), situados en cada uno de los tratamientos a profundidad de 10 cm. Se estableció una tensión máxima de 15 cb para la activación del riego. El volumen total de agua aplicado al cultivo fue de 486 L.m⁻² del cual el 11% fue riego de preplantación, 89% durante el ciclo (69% fertirrigación). Se determinaron parámetros físico-químicos y químicos que definen el nivel de fertilidad del suelo y el riesgo potencial de salinización, debido al efecto de la carga fertilizante de la materia orgánica y de la fertirrigación. Para lo cual se tomaron muestras de

suelo a los 51 ddt (fructificación-engorde de fruto) y al finalizar el ciclo de cultivo, en los primeros 10-15cm del perfil (excluyendo la capa de arena). Cada muestra de suelo estuvo compuesta por 20 submuestras tomadas de forma aleatoria en la unidad experimental (20 m^2). Las muestras de suelo se secaron en estufa de aire forzado a 50°C , se tamizaron y analizaron según los Métodos Oficiales del M.A.P.A. (1995). Se evaluó la producción de los frutos recolectados durante 63 días, con el objetivo de determinar la influencia de los tratamientos sobre determinados parámetros de producción y calidad del cultivo, indicadores de gran importancia económica en las explotaciones comerciales. Para ello se recolectó el fruto una vez alcanzado el punto de maduración comercial según recomendación de la empresa suministradora de la planta. Se cuantificó la producción, clasificándola por categorías y calibres según la Normativa Europea de Calidad y Comercialización (Reglamento CE 1455/1999, modificado por el Reglamento CE 46/2003).

Los datos se analizaron estadísticamente utilizando el Análisis de la Varianza (ANOVA) unifactorial con cuatro bloques. Para cada parámetro, cuando el ANOVA fue significativo, se aplicó el Test de Mínima Diferencia Significativa (MDS, $P<0,05$) para la separación de medias. El análisis estadístico se realizó con el programa informático Statgraphics Plus 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de compost y estiércol al suelo, elevan los niveles de materia orgánica (MO) y P disponible respecto a F_{100} (Figuras 1a y 2a). La concentración de N total y N (NO_3^-) en todos los tratamientos fue similar. Respecto al estiércol, las parcelas con el compost tienen menor contenido de materia orgánica y relación C/N y una mayor concentración de K disponible (*Tabla 1*). Al finalizar la experiencia no se observan diferencias significativas entre los tratamientos en los parámetros de fertilidad del suelo (Figuras 1b y 2b), excepto el P cuya concentración sigue siendo más elevada en los tratamientos de compost y el K disponible en C_2 , respecto a F_{100} (*Fig. 2b*). Al finalizar la experiencia se aprecia un importante descenso de la concentración de P en los cuatro tratamientos y de K en los tratamientos orgánicos. El efecto potencial de los tratamientos sobre la salinidad del suelo se cuantificó midiendo la CE y concentración de sales mayoritarias, en el extracto saturado del suelo (*Fig. 3a*). A los 51 ddt, la CE fue significativamente mayor en los tratamientos orgánicos (en torno a $1,7\text{ dS.m}^{-1}$) respecto al tratamiento F_{100} ($1,2\text{ dS.m}^{-1}$). La CE en este tratamiento fue similar al agua de riego mostrando una baja acumulación salina. En los cuatro tratamientos las sales mayoritarias en la disolución del suelo fueron Cl^- , SO_4^{2-} y Na^+ debido a la elevada concentración de la tierra aportada. La elevada CE de los tratamientos orgánicos no ha reflejado la elevada salinidad de los materiales orgánicos (*Tabla 1*) y del propio suelo (5 dS.m^{-1}). Este descenso de la CE del suelo puede deberse al riego de lavado realizado en preplantación (55 L.m^{-2}) y que ha supuesto el 11% del volumen total de agua aplicado al cultivo. La similitud de CE del tratamiento

F_{100} al agua de riego, muestra un bajo aporte de NPK por fertirrigación durante este periodo, estimado en un 6% de N, 8% de P y 4% de K respecto al total (376 kg N.ha⁻¹, 76kg P.ha⁻¹ y 459 kg K.ha⁻¹). Al finalizar la experiencia no existen diferencias significativas entre tratamientos en pH, CE y elementos solubles de la disolución del suelo (*Fig. 3b*). Si se detecta tanto en los tratamientos orgánicos como el tratamiento sin aporte de materia orgánica, un aumento de la CE del suelo (aprox. 3,8 dS.m⁻¹) por acumulación de Cl⁻, Na⁺ y SO₄²⁻.

No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, en la producción comercial y no comercial (*Tabla 2*). La producción media ha sido de 11,2 kg.m⁻² y la producción no comercial inferior al 3,0%. Tampoco se han obtenido diferencias significativas entre tratamientos, en el peso medio del fruto considerando los diferentes calibres comerciales, excepto en el calibre M cuyo peso ha sido algo más bajo en C₂. El peso medio del fruto de calibre GG ha sido de 229 g, el calibre G 159 g, el calibre M, 112 g y el MM, 69 g (*Tabla 3*). La fertirrigación aplicada en el tratamiento F_{100} , ha sido suficiente para cubrir las necesidades de la planta para obtener la producción estimada de 100 t.ha⁻¹. La cantidad total de N, P y K aplicada por fertirrigación ha sido de 376 kg N.ha⁻¹, 76kg P.ha⁻¹ y 459 kg K.ha⁻¹. En los tratamientos orgánicos puede haberse producido sobre fertilización del cultivo (NPK fertirrigación + NPK materia orgánica) lo cual podría incidir en una menor eficiencia de uso de nutrientes y un aumento de costes frente al tratamiento F_{100} .

CONCLUSIONES

La utilización de compost de residuos hortícolas como enmienda de suelo, es una alternativa viable al empleo de estiércol para la producción de tomate. Es necesario realizar estudios de ajuste de la fertirrigación para evitar la sobre fertilización del cultivo y mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes y los costes de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIEN, N.D. 2006. *Mixed paper mill sludge effects on corn yield, nitrogen efficiency and soil properties* Agron. J., 98: 1471-1478.
- CONTRERAS, J.I.; BAEZA, R.; SEGURA, M.L. 2014. *Cuantificación de los nutrientes presentes en los restos de los cultivos hortícolas de invernadero para su uso como fertilizantes*. XI Congreso SEAE. Vitoria-Gasteiz, 1-3 octubre 2014. Ed. SEAE (CD).
- CONTRERAS, J.I.; BAEZA, R.; SEGURA, M.L. 2015. *Cuantificación de los nutrientes aportados al suelo por la incorporación de los restos de los cultivos hortícolas en invernadero*. Revista Ae, 21:20-21.
- 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 núm. 36, 5-15.

- JIMÉNEZ, E.I.; GARCÍA, V.P. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity: a review. *Biological Wastes* 27: 115-142.
- LEROY, B.; HERATH, H.; DE NEVE, S.; GABRIELS, D.; BOMMELE, L.; REHEUL, D.; MOENS, M. 2008. *Effect of Vegetable, Fruit and Garden (VFG) Waste Compost on Soil Physical Properties*. *Compost Science & Utilization*, (2008), Vol. 16, No. 1, 43-51.
- LÓPEZ, J.C.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, M.D.; MECA, D.; GÁZQUEZ, J.C.; ACIEN, F. G. 2013. *Caracterización de los residuos vegetales de invernadero en Almería*. SECH. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid 26-29 agosto 2013.
- MAPA (1995). *Métodos Oficiales de análisis*. Tomo III. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 532 pp.
- MAHMOUD, E.; ABD EL- KADER, N.; ROBIN, P.; AKKAL-CORFINI, N.; ABD EL-RAHMAN, L. 2009. *Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizers on Cucumber Yield and Some Soil Properties*. *World Journal of Agricultural Sciences* 5 (4): 408-414, 2009.
- PARRA, S. (2004). *Análisis económico de la valorización de residuos agrícolas orgánicos. Aplicación a la evaluación de proyectos alternativos en la horticultura protegida almeriense*. Tesis doctoral. Universidad de Almería. 206 pp.
- PFOTZER, G.H.; SCHÜLER, C. 1997. *Effects of different compost amendments on soil biotic and faunal feeding activity in an organic farming system*, Biol. Agric. Hortic. 15 (1997) 177-183.
- REGLAMENTO CE 1455/1999, modificado por el Reglamento CE 46/2003 de 10 de enero de 2003. DOCE núm. 7, de 11 de enero de 2003, páginas 61 a 63 (3 págs.).
- SEGURA, M.L.; CONTRERAS, J.I.; EYMAR, E. 2012. *Manejo de la fertirrigación e influencia en el sistema suelo-agua -planta*, en: M.L. Segura (coord.). *Gestión sostenible de la reutilización de aguas residuales urbanas en los cultivos hortícolas*. Ed. Junta de Andalucía. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. DL.: AL 1135-2012. P: 132.
- 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: 498-513.
- STADLER, C.; TUCHER, S.; SCHMIDHALTER, U.; GUTSER, R.; HEUWINKEL, H. 2006. *Nitrogen release from plant-derived and industrially processed organic fertilizers used in organic horticulture*. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2006, 169, 549-556.
- TOLÓN, A.; LASTRA, X. 2010. *La agricultura intensiva del poniente almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental*. M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente 2010, 8:18-40.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Transforma (PP.TRA. TRA201600.9) “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible”, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, “Andalucía se mueve con Europa”. En el desarrollo del proyecto han colaborado las Plantas de compostaje Ecotechvaloriza (Rioja, Almería) y Ejido Medio Ambiente (El Ejido, Almería) y las empresas Rijk Zwaan Ibérica que ha suministrado las semillas de tomate, Agrobío ha realizado el control biológico y Haifa Iberia ha suministrado los fertilizantes minerales utilizados en fertirrigación.

FOTOGRAFÍAS

a)



b)



c)



d)



Fotografía 1. Compost de restos de cosecha C₁ a) y C₂ b), estiércol c) y tierra aportada d).

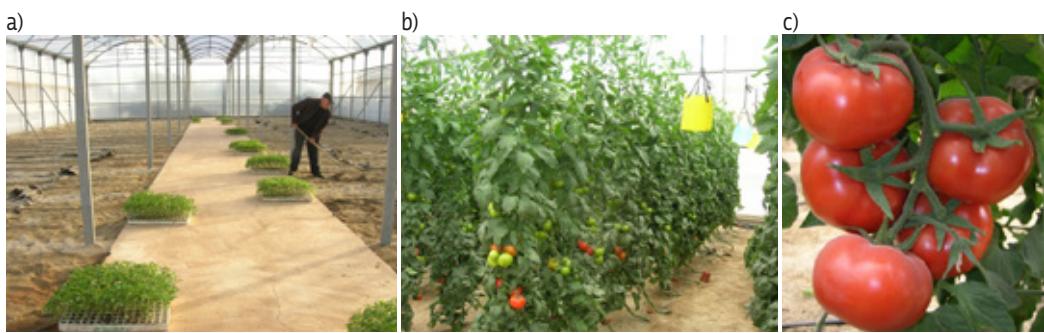
a)



b)



Fotografía 2. Preparación de las parcelas experimentales: incorporación de tierra proveniente de cantera a) y de compost b) al suelo enarenado.



Fotografía 3. Plantación a) desarrollo del cultivo b) y maduración de fruto c).

TABLAS

Tabla 1. Análisis químico-físico y químico de los materiales orgánicos.

Parámetros	Compost 1	Compost 2	Estiércol
Materia orgánica (% sms)	22,0	34,5	56,0
N total (% sms)	1,2	2,0	1,8
P total (% sms)	0,6	0,4	0,5
K total (% sms)	2,8	3,3	2,0
Ca total (% sms)	6,5	7,1	8,0
Mg total (% sms)	1,6	1,2	1,4
C/N	10,8	13,1	17,9
% Humedad	22,7	34,5	43,7
pH extracto saturado	8,0	8,4	8,9
CE (dS.m ⁻¹ , 25°C) extracto saturado	99,9	46,1	29,8
Cl ⁻ (meq L ⁻¹) extracto saturado	1062,5	362,5	275,0
Na ⁺ (meq L ⁻¹) extracto saturado	277,3	35,3	122,3
Extracto húmico total (% sms)	4,0	5,4	2,7

s.m.s.: sobre materia seca

Tabla 2. Producción de frutos.

Tratamiento	Comercial		No comercial		Total	
	N.º m ⁻²	kg.m ⁻²	N.º m ⁻²	kg.m ⁻²	N.º m ⁻²	kg.m ⁻²
F ₁₀₀	77,0	11,0	4,3	0,2	81,4	11,2
C ₁	79,7	10,5	6,6	0,3	86,3	10,8
C ₂	86,8	10,8	7,0	0,3	93,8	11,1
E	84,6	11,5	7,2	0,3	91,8	11,8

Tabla 3. Peso medio fruto (g/fruto).

Tratamiento	GG	G	M	MM	No comercial
F ₁₀₀	235,6 a	163,7 a	116,1 a	68,9 a	45,5 a
C ₁	226,5 a	159,3 a	116,8 a	68,5 a	45,6 a
C ₂	227,5 a	156,6 a	104,6 b	68,7 a	42,9 a
E	226,4 a	157,8 a	114,1 a	69,3 a	48,3 a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos al 95% de probabilidad según test MDS

FIGURAS

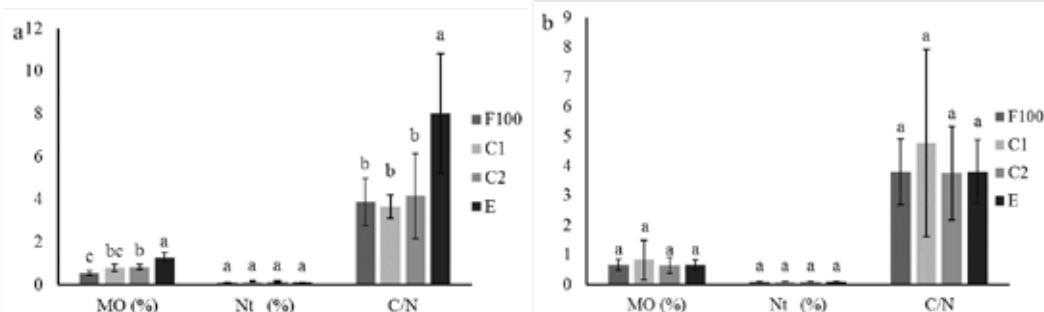


Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre la materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt) y relación C/N del suelo, a los 51 ddt (a) y final experiencia (b).

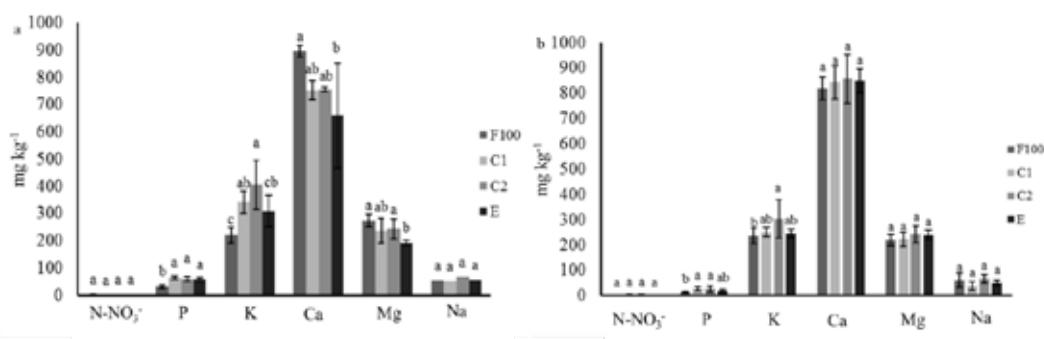


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre las concentraciones de N-NO₃⁻, P, K, Ca, Mg y Na, a los 51ddt (a) y final experiencia (b).

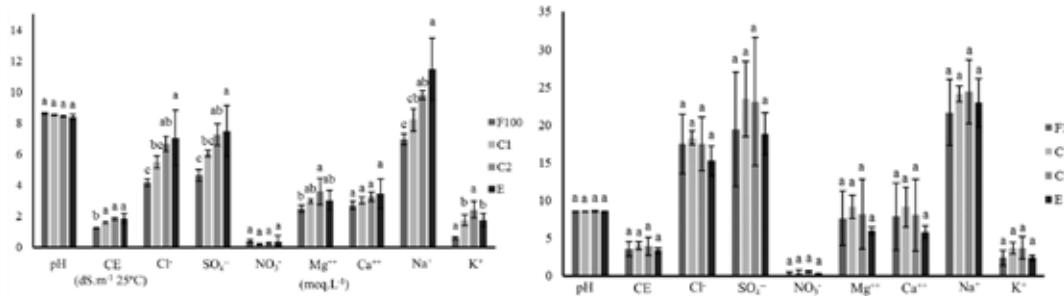


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre pH, CE y sales del extracto saturado del suelo a los 51 ddt (a) y final (b) del cultivo.

AJUSTE DE LA FERTIRRIGACIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL USO DE COMPOST EN CULTIVO DE TOMATE

Segura, M.L.; García, J.M.; Fernández, M.M.; Martín, E.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojonería, Almería.

RESUMEN

El compostaje de residuos hortícolas para uso como enmienda de suelo, constituye una propuesta adecuada para reciclar materia orgánica y nutrientes. Para realizar una gestión eficiente de estos materiales es necesario el conocimiento de las propiedades físico-químicas y químicas y su interacción con la fertirrigación, para evitar una sobrefertilización del cultivo. El objetivo del estudio ha sido ajustar la fertirrigación en cultivo de tomate considerando la capacidad fertilizante del compost. El ensayo se realizó en un invernadero de polietileno situado en el Centro IFAPA La Mojonería (Almería) el que se había desarrollado con anterioridad una primera experiencia de valorización del compost en cultivo de tomate. En esta segunda experiencia el cultivar fue Martyvel, y se desarrolló en ciclo de invierno con duración de 189 días. Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: sin aportación de materia orgánica al suelo (F_{100}), 19 t.ha⁻¹ de compost procedentes mayoritariamente de restos de tomate (C_1), 13 t.ha⁻¹ de compost procedentes mayoritariamente de restos de pimiento (C_2), y 17 t.ha⁻¹ de estiércol (E). La dosis se calculó en función de un aporte aproximado de 170 UF N.ha⁻¹. Se estableció un programa de fertirrigación tomando como referencia las extracciones del cultivo. La conductividad eléctrica (CE) media de la disolución nutritiva fue en F_{100} de 2,1 dS.m⁻¹ y en C_1 , C_2 y E, 1,6 dS.m⁻¹. Los resultados muestran una mayor concentración de materia orgánica, nitrógeno total y potasio disponible en los tratamientos orgánicos, al finalizar la experiencia. En estos tratamientos el gasto de N y K por fertirrigación ha sido un 66% menos del aplicado por el tratamiento F_{100} (431 kg N.ha⁻¹ y 497 kg K.ha⁻¹). La producción fue similar en los tratamientos orgánicos y del orden de 120 t.ha⁻¹, mostrando desde el inicio del cultivo mayor desarrollo y precocidad respecto a F_{100} . El aumento de concentración de nitratos y potasio en la solución del suelo del tratamiento F_{100} podría deberse a una reducción de las tasas de absorción de estos elementos por un menor desarrollo del cultivo. En las condiciones del ensayo la dosis de compost aplicada al suelo ha producido el mismo efecto que el estiércol, sobre los rendimientos, evolución de la concentración de N-K en savia y determinadas propiedades del suelo. La aplicación de materia orgánica al suelo reduce la dosis de fertirrigación N-K (66%N y 64%K), sin afectar la producción. Sería necesario realizar estudios de fertilidad a más largo plazo para definir la frecuencia de aplicación del compost al suelo.

Palabras clave: invernadero, suelo enarenado, N y K, savia, solución sonda.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Almería cuenta en la actualidad con una superficie de invernaderos de 30.000 ha, la mayor de Europa, con una producción hortícola que en la campaña 2016/2017 fue de 3.620.447 t (Sánchez Haro, 2017). Este sistema productivo genera residuos vegetales de forma masiva y del orden de 1.751.242 t de material fresco año⁻¹ (Tolón y Lastra, 2010; López *et al.*, 2013), que constituye un problema medio ambiental que afecta la sostenibilidad del sistema productivo si no se elimina. El compostaje de los restos hortícolas para uso como enmienda o fertilizante, es una vía de aprovechamiento con importantes repercusiones económicas y ambientales. La eficiencia del compost depende de la dosis aplicada, contenido de nutrientes, relación C/N, textura del suelo, condiciones ambientales y necesidades nutricionales del cultivo (Stadler *et al.*, 2006; Segura *et al.*, 2009). Manejos inadecuados de la fertirrigación, si no se considera la fertilidad del compost, puede originar problemas de sobre fertilización, al sobrepasar las necesidades nutricionales del cultivo, y producir acumulaciones excesivas de nutrientes en la planta (consumo de lujo), en el suelo (alterando sus propiedades) y en las aguas subterráneas debido a la lixiviación de los excedentes del riego (Bole *et al.*, 1985). Es por tanto de gran interés, evaluar la capacidad fertilizante del compost y su interacción con la fertirrigación, para aumentar la eficiencia de uso de los nutrientes y contribuir a la sostenibilidad del sistema de producción. El objetivo del ensayo es ajustar la fertirrigación en cultivo de tomate considerando la capacidad fertilizante del compost, evaluando la producción de fruto, concentración de N y K en savia y propiedades del suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la finca experimental del Centro IFAPA La Mojoneira (Almería) en un invernadero multitúnel de 800 m² en el que se había realizado una primera experiencia sobre tomate. El cultivar desarrollado en este ensayo fue Martyvel (Filosem S.L) en ciclo de otoño-invierno y una duración de 189 días. El trasplante se realizó el 29-08-2017 a una densidad de plantación de 2 plantas.m⁻². El diseño experimental se estableció en bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: sin aportación de materia orgánica al suelo (F₁₀₀), 19 t.ha⁻¹ de compost procedentes mayoritariamente de restos de tomate (C₁), 13 t.ha⁻¹ de compost procedentes mayoritariamente de restos de pimiento (C₂), y 17 t.ha⁻¹ de estiércol (E). La *Tabla 1* muestra las propiedades de los materiales orgánicos. La aportación de compost y estiércol se justifica por el bajo porcentaje de materia orgánica (0,7%) del suelo al finalizar la experiencia anterior (30/06/2017). La cantidad aplicada corresponde a una aportación aproximada de 170 UF N.ha⁻¹. Tanto el compost como el estiércol se incorporaron al suelo una vez retirada la arena, después se mezcló con la tierra y se cubrió finalmente de nuevo con la capa de arena. El programa de fertirriego se estableció tomando como referencia las extracciones del cultivo de tomate (Segura *et al.*, 2009). La *Figura 3* muestra la concentración de NO₃⁻ y

K⁺ de la disolución nutritiva durante el ciclo de cultivo. La fertirrigación se inició en F₁₀₀ a los 27 ddt y en los tratamientos orgánicos a los 72 ddt. Se tomó como referencia para el inicio de la fertirrigación concentraciones de la disolución del suelo de 1,5-2,0 meq.L⁻¹. La cantidad aportada en el tratamiento de fertirrigación (F₁₀₀) fue 431 kg N.ha⁻¹ y 497 kg K.ha⁻¹. En F100 la CE de la disolución nutritiva osciló entre 1,8 y 2,7 dS.m⁻¹, NO₃⁻ 5,6-12,9 meq.L⁻¹ y K 2,1-7,7 meq.L⁻¹ y en los tratamientos orgánicos (C₁, C₂ y E), la CE entre 1,6-2,1 dS.m⁻¹, NO₃⁻ 4,0-7,7 meq.L⁻¹ y K 2,1-3,6 meq.L⁻¹. La programación del riego y la fertirrigación se realizó con un equipo automatizado. El agua de riego es de origen subterráneo de pH alcalino (8,0) y CE 1,2 dS.m⁻¹, siendo las sales mayoritarias Na⁺ (5,2 meq.L⁻¹) y Cl⁻ (6,4 meq.L⁻¹). Las dosis de riego se calcularon considerando las necesidades hídricas del cultivo, calculadas a partir de la ETc y la frecuencia de riego, en base a medidas de potencial matricial con tensímetros (Tensiómetros Irrometer, Irrometer, EE.UU) situados en cada uno de los tratamientos y a profundidad de 10 cm. Se estableció una tensión máxima de 15 cb para la activación del riego. El volumen total de agua aplicado al cultivo fue de 388 l.m⁻² del cual un 15% fue en preplantación. Se cuantificó la producción de fruto entre el 31-10-2017 y el 6-03-2018. El tomate se recolectó una vez que había alcanzado el punto de maduración comercial recomendado por la empresa suministradora de la planta. El tomate cosechado se clasificó por categorías y calibre según la Normativa Europea de Calidad y Comercialización (Reglamento CE 1455/1999, modificado por el Reglamento CE 46/2003). Para la obtención de savia, se tomaron muestras de hojas jóvenes perfectamente desarrolladas de 5 plantas en cada una de las repeticiones. Se separó el pecíolo del limbo foliar y se troceó a tamaño de 0,5 cm, se prensaron, y en la savia obtenida se determinaron nitratos y potasio con ionómetros LAQUAtwin (Horiba). La solución del suelo se extrajo con sondas de succión (4 sondas por tratamiento) a las 24 horas del riego, en la solución obtenida se midió CE con un conductivímetro, nitratos y potasio utilizando el mismo equipo del análisis de savia (Llanderal *et al.*, 2017). Se tomaron muestras de suelo al finalizar la experiencia, de los primeros 10-15 cm del perfil (excluyendo la capa de arena). Cada muestra de suelo estuvo compuesta por 20 submuestras tomadas de forma aleatoria en cada una de las parcelas experimentales. Las muestras se desecaron en estufa de aire forzado a 50°C durante 48 horas, se tamizaron y analizó el contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio asimilable según los Métodos Oficiales del MAPA (1995). Los datos fueron analizados usando el Análisis de la Varianza (ANOVA) unifactorial, con cuatro bloques. Para cada parámetro, cuando el ANOVA fue significativo, se aplicó el Test de Mínima Diferencia Significativa (MDS, P<0.05) para la separación de medias. El análisis estadístico fue realizado con el programa informático Statgraphics Plus 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aprecia desde el inicio del cultivo, un mayor desarrollo de la planta en los tratamientos orgánicos, así a los 41 días desde el transplante (ddt) se encuentran en fase de engorde de frutos, mientras que en F₁₀₀ están en fase de fructificación.

Como muestra la *Figura 1*, esta mayor precocidad se confirma a los 90 ddt, con una producción de fruto en los tratamientos orgánicos de $1,6 \text{ kg.m}^{-2}$ un 56% más que F_{100} ($0,7 \text{ kg.m}^{-2}$). La diferencia de producción es estadísticamente significativa hasta los 142 ddt (50% del total recolectado). Durante el resto del ciclo las producciones se igualan, especialmente, F_{100} y los tratamientos de compost. Al finalizar el ciclo de desarrollo no hubo diferencias significativas en los rendimientos y número de frutos, entre el compost y el estiércol, siendo la producción media de estos tratamientos del orden de 12 kg.m^{-2} . La producción no comercializable fue despreciable en todos los tratamientos (*Tabla 2*). La respuesta nutricional de la planta se evaluó mediante la medida de la concentración de NO_3^- y K^+ en la savia del pecíolo foliar (*Fig. 2*). Independientemente del tratamiento, ambos nutrientes mostraron una evolución similar en el tiempo. Los niveles de nitratos (*Fig. 2a*) y potasio (*Fig. 2b*) aumentan los primeros 43 ddt, alcanzando los valores más elevados del ciclo de desarrollo, de $2700 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$ y en torno a $6000-6200 \text{ mg K}^+ \cdot \text{L}^{-1}$ los tratamientos de compost y $5400 \text{ mg K}^+ \cdot \text{L}^{-1}$ E y F_{100} . Dichas concentraciones bajan en el tiempo hasta alcanzar en la última fase de desarrollo, valores de $600-1000 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$ y en torno a los $1200 \text{ mg K}^+ \cdot \text{L}^{-1}$. Los elevados valores de N y K de la savia en la primera fase del cultivo, muestra la capacidad fertilizante de los materiales orgánicos para suministrar estos dos nutrientes a la planta, dado que a diferencia de F_{100} , la fertirrigación en dichos tratamientos se inició más tarde (72ddt). La evolución de la concentración de N-NO_3^- y K de la savia muestra inicialmente un efecto de “concentración” en la planta, debido a la baja tasa de producción de asimilados durante la fase de desarrollo vegetativo - inicio fructificación, al entrar el cultivo en la fase de fructificación - desarrollo de fruto la producción de asimilados en la planta es muy elevada y por ende la demanda de N y K, lo que puede llevar a reducir los niveles en savia tal como se ha observado en el experimento. El menor desarrollo del tratamiento F_{100} produce un menor consumo de NO_3^- por la planta favoreciendo cierta acumulación en la solución del suelo (*Fig. 3a*). A partir de los 98-111 ddt no se aprecia acumulación de NO_3^- en el suelo (la concentración de nitratos de la disolución del suelo es menor a la de fertirrigación). La conductividad eléctrica de la solución del suelo ha sido mayor que en la solución nutritiva sobre todo en los tratamientos orgánicos, posiblemente debido a una mayor liberación de sales de los materiales orgánicos sobre todo en el tratamiento de estiércol (*Fig. 4*). En F_{100} la CE se ha mantenido muy próxima a la CE de la solución nutritiva, excepto entre los 42 y 63 ddt donde alcanzó los valores más elevados del ciclo, en torno a $3,1 \text{ dS.m}^{-1}$. En los tratamientos orgánicos la CE de solución de suelo se mantienen en torno a $2,0-2,2 \text{ dS.m}^{-1}$ durante la mayor parte del ciclo, excepto entre los 72 y 98 ddt en el que la CE es la más elevada y del orden de $2,8 \text{ dS.m}^{-1}$. La diferencia respecto a la CE de la solución nutritiva es de $0,5$ a $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$. No se apreciaron efectos salinos sobre el cultivo en ninguno de los tratamientos, la CE del suelo no sobrepasó la CE umbral ($3,5-3,8 \text{ dS.m}^{-1}$) determinada para variedades de tomate de calibres grueso desarrolladas en condiciones de cultivo similares en el sudeste de Andalucía (Magán *et al.*, 2008). Respecto al efecto de los tratamientos sobre determinadas propiedades del suelo, al finalizar la

experiencia, se aprecia un ligero aumento de la materia orgánica del suelo, en los tratamientos orgánicos respecto a los valores iniciales, por el contrario, en el tratamiento F₁₀₀ se acentúa la deficiencia de materia orgánica (*Fig. 5b*). En cuanto a los elementos asimilables, la concentración de N-NO₃⁻ fue menor en los tratamientos orgánicos y el K mayor respecto a F₁₀₀. La CE fue significativamente más elevada en C₁ (*Fig. 3b*). En todos los tratamientos, SO₄²⁻, Cl⁻ y Na⁺ fueron las sales mayoritarias, si bien respecto a los valores iniciales, bajó la concentración y por ende la CE, obteniendo suelos ligeramente salinos. La cantidad de N y K aplicada por fertirrigación ha sido en F₁₀₀, 43,1 g N.m⁻² y 49,7 g K.m⁻² y en los tratamientos orgánicos 14,5 g N.m⁻² y 17,2 g K.m⁻², lo que ha supuesto un ahorro respecto al tratamiento F₁₀₀ de 66% en N y 64% en K.

CONCLUSIONES

En las condiciones del ensayo la dosis de compost aplicada al suelo (en función de un aporte aproximado de 170 UF N ha⁻¹) ha producido el mismo efecto que el estiércol, sobre los rendimientos, evolución de la concentración de N-K en savia y sobre determinadas propiedades del suelo. Respecto al cultivo fertirrigado la aplicación de materia orgánica al suelo, reduce la dosis de fertirrigación N-K (66%N y 64%K), sin afectar la producción. Sería necesario realizar estudios de fertilidad a más largo plazo para definir la frecuencia de aplicación del compost al suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

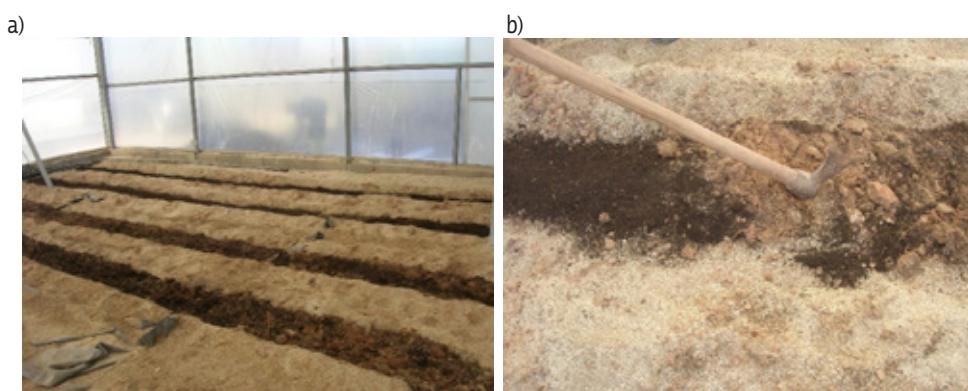
- BOLE, J.B.; BELL, R.G. Land application of municipal sewage waste water: yield and chemical composition of forage crops. *Journal of Environmental Quality*, v.7, p.222-226, 1978.
- CONTRERAS PARÍS, JI; BAEZA CANO R; SEGURA PÉREZ ML. 2015. Cuantificación de los nutrientes aportados al suelo por la incorporación de los restos de los cultivos hortícolas en invernadero. *Revista Ae*, 21:20-21.
- 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 núm. 36, 5-15.
- LLANDERAL, A; GARCÍA-CAPARROS, P; CONTRERAS, J.I; LAO, MT; M.L. MAGAN J.J.; GALLARDO, M.; THOMPSON, R. B.; LORENZO, P. 2008. Effects of salinity on fruit yield and quality of tomato grown in soil-less culture in greenhouses in Mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management* 95: 1041-1055.
- MAPA (1995). Métodos Oficiales de análisis. Tomo III. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 532 pp.
- SÁNCHEZ, R. 2017. Avance de campaña hortofrutícola de Almería 2016/2017. Ed. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Pag. 6.

- SEGURA, M.L.; CONTRERAS, J.I.; EYMAR, E. 2012. Manejo de la fertirrigación e influencia en el sistema suelo-agua-planta, en: M.L. Segura (coord.). Gestión sostenible de la reutilización de aguas residuales urbanas en los cultivos hortícolas. Ed. Junta de Andalucía. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. DL.: AL 1135-2012. P: 132.
- 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: 498-513.
- STADLER, C.; TUCHER, S.; SCHMIDHALTER, U.; GUTSER, R.; HEUWINKEL, H. 2006. Nitrogen release from plant-derived and industrially processed organic fertilizers used in organic horticulture. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2006, 169, 549-556.
- TOLÓN, A. y LASTRA, X. 2010. La agricultura intensiva del poniente almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental. M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente 2010, 8:18-40.

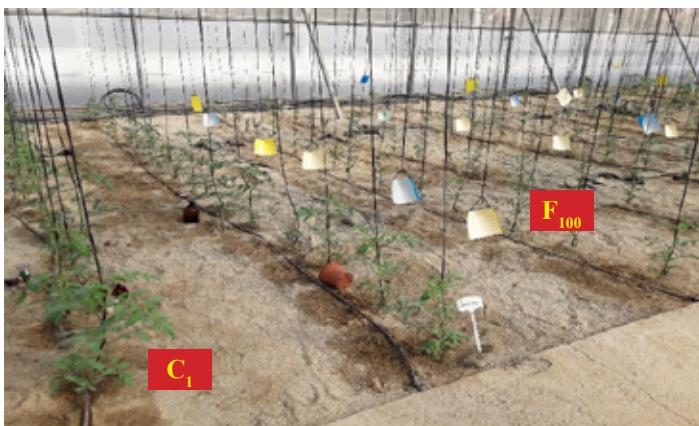
AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Transforma (PP.TRA. TRA201600.9) “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible”, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, “Andalucía se mueve con Europa”. En el desarrollo del proyecto han colaborado las Plantas de compostaje Ecotechvaloriza y Ejido Medio Ambiente y la empresa de semillas Filosem S.L.

FOTOGRAFÍAS



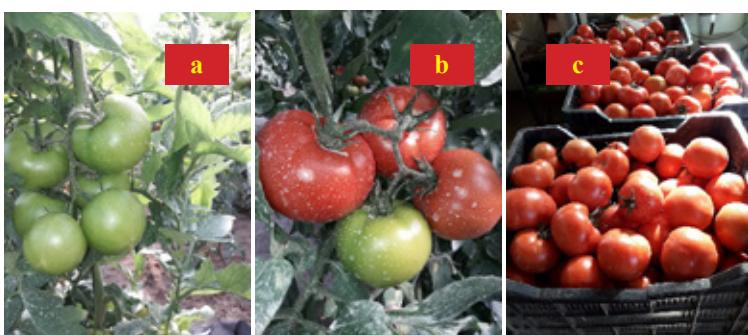
Fotografía 1. Parcela con enmienda de compost a) y su mezcla en el suelo b).



Fotografía 2. Desarrollo vegetativo tratamientos C1 y F100.



Fotografía 3. Vista general tratamientos C1, F100, C2 y E.



Fotografía 4. Frutos en desarrollo a), fase de maduración b) y fruto comercial c).



Fotografía 5. Recolección de tomate, tratamiento F100 a), tratamiento C2 b) y vista general del ensayo c).

TABLAS

Tabla 1. Análisis químico - físico y químico de los materiales orgánicos.

Parámetros	Compost C ₁	Compost C ₂	Estiércol E
Materia orgánica (% sms)	22,0	34,5	56,0
N total (% sms)	1,2	2,0	1,8
P total (% sms)	0,6	0,4	0,5
K total (% sms)	2,8	3,3	2,0
Ca total (% sms)	6,5	7,1	8,0
Mg total (% sms)	1,6	1,2	1,4
C/N	10,8	13,1	17,9
% Humedad	22,7	34,5	43,7
pH	8,0	8,4	8,9
CE (dS/m, 25°C)	99,9	46,1	29,8
Cl ⁻ (meq L ⁻¹)	1062,5	362,5	275,0
Na ⁺ (meq L ⁻¹)	277,3	35,3	122,3
Extracto húmico total (% ms)	4,0	5,4	2,7
Ac.húmico total (% sms)	0,7	1,3	0,7
Ac. fúlvicos total (% sms)	3,4	4,0	2,0

s.m.s.: sobre materia seca

Tabla 2. Producción total acumulada de tomate.

Tratamiento	Comercial		No comercial		Total	
	N.m ⁻²	kg.m ⁻²	N.m ⁻²	kg.m ⁻²	N.m ⁻²	kg.m ⁻²
C ₁	62,2ab	11,73a	4,8ab	0,2a	67,0ab	11,9ab
C ₂	63,6ab	11,6a	5,7a	0,3a	69,3ab	11,8ab
E	66,1a	12,7a	6,3a	0,3a	72,4a	12,8a
F100	56,3b	11,2a	3,0b	0,2a	59,3b	11,2b

FIGURAS

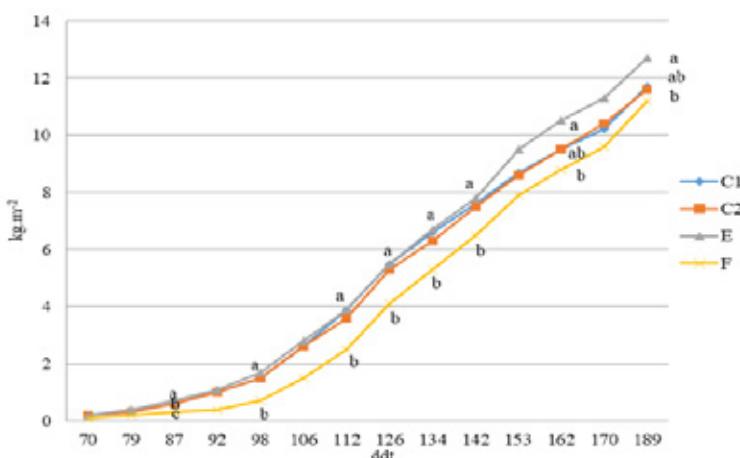


Figura 1. Evolución de la producción total de tomate en el tiempo.

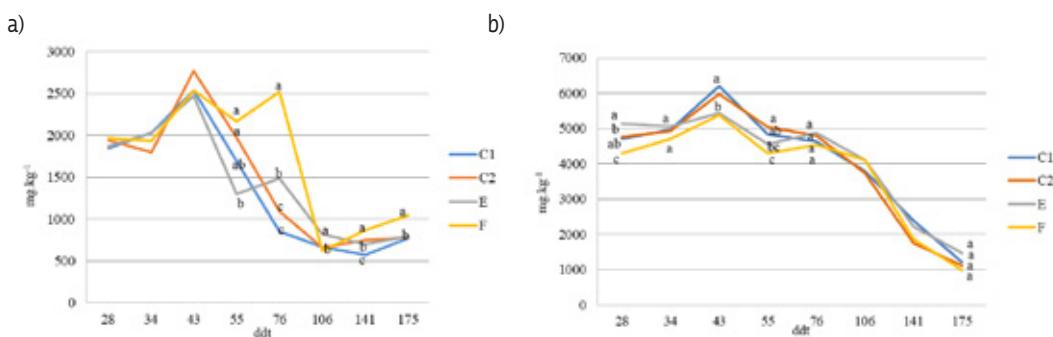


Figura 2. Concentración de NO_3^- a) y K^+ b) de la savia del pecíolo foliar. Test de Mínima Diferencia Significativa a probabilidad del 95%.

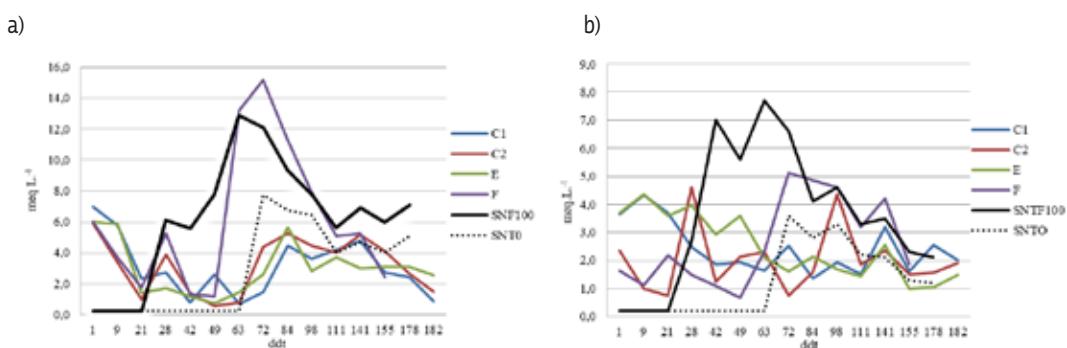


Figura 3. Concentración de NO_3^- a) y K^+ b) de la solución nutritiva (tratamiento deficiente en materia orgánica, SNF_{100} y tratamientos orgánicos, SN_{TO}) y solución del suelo (C_1 , C_2 , E y F_{100}).

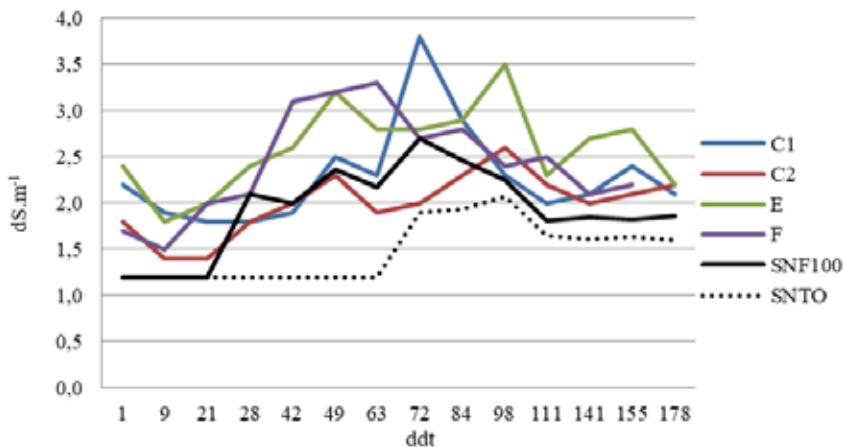


Figura 4. Conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva (tratamiento deficiente en materia orgánica, SNF_{100} ; tratamientos orgánicos, SN_{TO}) y solución del suelo (C_1 , C_2 , E y F_{100}).

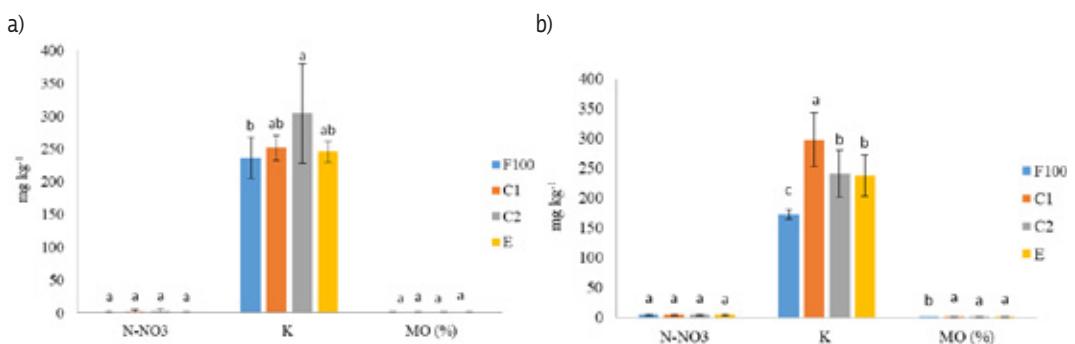


Figura 5. Porcentaje de materia orgánica (MO), N-NO₃⁻ y K⁺ disponibles, del suelo, al inicio a) y final b) de la experiencia.

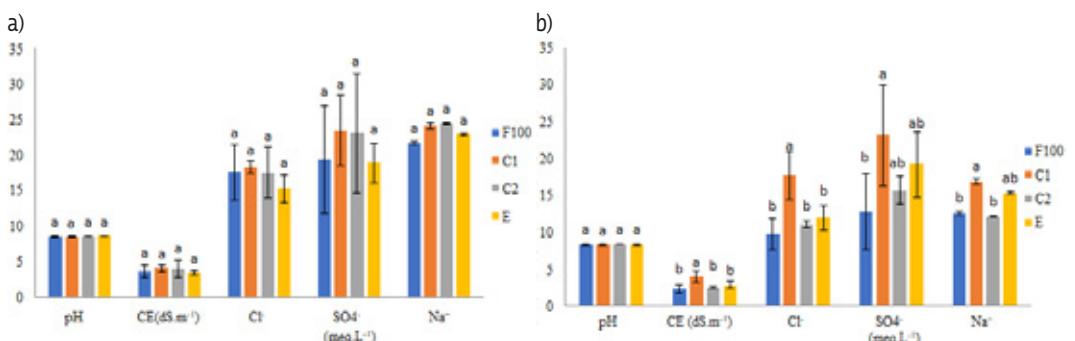
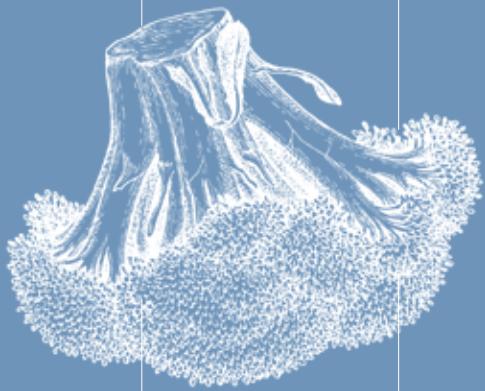


Figura 6. pH, CE y sales mayoritarias del suelo, al inicio a) y final b) de la experiencia.

BRASSICAS



CULTIVARES DE BRÓCOLI EN NAVARRA EN DOS ÉPOCAS DE PLANTACIÓN

Lahoz, I; Calvillo, S.; Santos, A.; Malumbres, A.

Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA), Navarra.

RESUMEN

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es un cultivo con capacidad de adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas, de ahí su expansión generalizada por todo el territorio nacional. No obstante, en España, que es el mayor productor de brócoli de Europa, la producción se concentra principalmente en las regiones de Murcia y Navarra, y en menor cantidad en Alicante, Extremadura, el sur de Albacete y Andalucía. En Navarra las brásicas son un cultivo de gran importancia, destinado fundamentalmente a las industrias congeladoras de la zona, aunque también una parte de la producción se deriva al mercado en fresco. En concreto el brócoli, con 5.750 hectáreas, es el cultivo hortícola con mayor superficie de cultivo de la Comunidad Foral. En este trabajo, realizado en la campaña 2016/2017 en la finca experimental de INTIA en Cadreita, se han estudiado diferentes cultivares de brócoli, en dos épocas de cultivo, en otoño-invierno y primavera, con plantación en agosto y marzo respectivamente, analizando el comportamiento agronómico, el peso medio de la inflorescencia y la duración del ciclo de cultivo. Respecto al rendimiento, han existido mayores diferencias entre cultivares que entre épocas de cultivo, aunque el porcentaje de inflorescencias comerciales ha sido superior en el ciclo de otoño-invierno. Se ha observado mayor diferenciación entre cultivares en los días de ciclo, o intervalo de tiempo entre plantación e inicio de cosecha en la época de otoño-invierno, qué en primavera, además de un alargamiento del periodo de recolección en el periodo de cultivo otoñal.

Palabras clave: *Brassica oleracea* var. *italica*, rendimiento, ciclo.

INTRODUCCIÓN

En Navarra, la importancia de la horticultura no es tanto por la superficie dedicada a los cultivos hortícolas ni al volumen de producción, en comparación con otras zonas productoras de España como Murcia y Andalucía, sino por la diversidad de productos hortícolas disponibles a lo largo de todo el año, destinados tanto al mercado en fresco como a la potente industria agroalimentaria situada en la ribera navarra.

Dentro de estos productos hortícolas destacan los cultivos de brásicas, con el brócoli a la cabeza, ya que esta hortaliza desconocida hace años para muchos, empezó a cultivarse, muy poca superficie, en los años 80, y en estos momentos es el cultivo hortícola con mayor superficie cultivada.

El brócoli, al igual que el resto de brásicas presenta un alto valor funcional; es decir, que se caracterizan por tener algún componente que los hace beneficio-

sos para la salud humana. Diversos estudios atribuyen al brócoli propiedades anticancerígenas por su riqueza en compuestos bioactivos como los glucosinolatos, compuestos fenólicos, beta-carotenos y diferentes vitaminas, que le hacen ser un producto apreciado por los consumidores. Por ello, y gracias a la labor de asociaciones para fomentar su conocimiento y consumo, en España este consumo ha ido aumentando progresivamente y en estos momentos se habla de unos 1,5 kg por persona y año, aún muy lejos de los 5-6 kg de Reino Unido o los 8 kg de Estados Unidos.

Actualmente, Navarra es la segunda zona de producción de este producto a nivel nacional, destinado principalmente a la exportación ya que su consumo en España es todavía es bajo.

En Navarra las brásicas, coliflor y bróculi principalmente, son un cultivo de gran importancia, destinado fundamentalmente a las industrias congeladoras de la zona, aunque también una parte de la producción se deriva al mercado en fresco. En concreto el bróculi, con 5.750 hectáreas, es el cultivo hortícola con mayor superficie de cultivo de la Comunidad Foral, con un rendimiento medio de 13,37 t.ha⁻¹ y una producción total de 76.894 toneladas en 2017 (datos de Coyuntura Agraria, Navarra).

En Navarra, el ciclo de cultivo se centra principalmente en las plantaciones realizadas en verano para recolectar de octubre a febrero-marzo, aunque la campaña se puede alargar con plantaciones de primavera para recolectar los meses de mayo-junio.

Uno de los principales problemas del bróculi es su dependencia de las condiciones meteorológicas, que afectan a la programación de cosecha, a la incidencia de enfermedades y principalmente a la producción, influyendo de forma muy importante en el mercado.

El objetivo de este trabajo, es analizar el comportamiento agronómico de varios cultivares de bróculi en dos épocas de cultivo, con diferentes condiciones meteorológicas, en la ribera navarra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos con diferentes cultivares de bróculi en la finca experimental de INTIA en Cadreita, en una parcela de textura franco arcillosa, durante la campaña 2016-2017, uno en ciclo de otoño-invierno y otro en primavera.

En el primer ensayo la plantación se realizó el 24 de agosto de 2016, a una densidad de plantación de 31.250 plantas.ha⁻¹, en mesetas separadas 1,60 m entre ejes y 40 cm entre plantas, con dos líneas de cultivo por meseta. En el ensayo de primavera la fecha de plantación fue el 28 de febrero, a la misma densidad de plantación y con acolchado plástico biodegradable negro Mater-Bi® de 15 µm de espesor. En los dos ensayos se utilizó un sistema de riego por goteo.

Como material vegetal se emplearon los siguientes cultivares de bróculi:

Cultivar	Casa comercial	Cultivar	Casa comercial
25-733	Rijk Zwaan	Monaco	Syngenta
Ares	Sakata	Monrello	Syngenta
Baobab	Ramiro Arnedo	Parthenon	Sakata
Cigno	Clause	Tirreno	Tozer
Covino	Bejo	Titanium	Seminis
Gargano	Tozer	Triton	Sakata

El cultivo se realizó según la Normativa de Producción Integrada de Crucíferas en Navarra (Gobierno de Navarra, 2012). Como abonado de fondo se aportaron 50-100-150 kg.ha⁻¹ de un abono mineral complejo 9-18-27 y en cobertura se aportaron 150 kg N.ha⁻¹ por fertirrigación en cuatro aplicaciones de fertilizante nitrogenado líquido.

La recolección fue escalonada. Se inició en el ciclo de otoño el 3 de noviembre de 2016 y finalizó el 11 de enero de 2017, mientras que en el ciclo de primavera comenzó el 16 de mayo de 2017 y terminó el 15 de junio de ese año.

En las dos épocas de cultivo se controló la producción comercial y el peso medio de la inflorescencia. El tamaño de recolección ha estado influenciado por el destino de la cosecha, en este caso para industria, siendo habitual en nuestra zona valores superiores a los 600-700 gramos por inflorescencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del cultivo está condicionado por el número de unidades comerciales y por el peso medio de éstas en recolección y, por tanto, las diferencias varietales en este importante parámetro agronómico son consecuencia de las diferencias expresadas en los dos caracteres anteriormente citados.

El porcentaje de inflorescencias comerciales fue superior en el ciclo de otoño, un 93,4%, que en el de primavera, un 87,7% (*Tabla 1*). En el ciclo de otoño, el mayor porcentaje de unidades comerciales correspondió al cultivar 25-733 (97,8%), seguido de Ares y Gargano, con un 96,7%. Por el contrario, Cigno obtuvo el valor más bajo, un 85,9% y en el resto de cultivares osciló entre un 90,2% de Titanium y un 95,7% de Tirreno (*Fig. 1*). En primavera superaron el 90% de inflorescencias comerciales tres cultivares: 25-733 (92%), Cigno (92%) y Gargano (91%) y el cultivar con menor número fue Covina con un 81%. Las mayores diferencias en este porcentaje en función del ciclo de cultivo correspondieron a Covina y Parthenon, mientras que obtuvieron un porcentaje comercial más similar entre épocas de cultivo Titanium, Triton y Monrello (*Fig. 1*).

El peso medio de la inflorescencia en la mayoría de cultivares, en las dos épocas de cultivo, superó los 700 gramos, siendo ligeramente superior en primavera que en otoño, 754 gramos frente a 723 gramos por inflorescencia (*Tabla 1*). Solo un cultivar, 25-733, no alcanzó los 700 gramos en ninguna de las dos épocas, 662 gramos en otoño y 651 gramos en primavera. Las mayores diferencias de peso medio entre épocas se obtuvieron en Monaco, Baobab y Covina, seguidos de

Cigno y Gargano. Titanium fue el cultivar con inflorescencias de mayor peso medio en las dos épocas, siendo éste muy similar entre ellas, 805 y 810 gramos en otoño y primavera respectivamente (*Fig. 2*).

La producción media del conjunto de cultivares ha sido de 21,1 t.ha⁻¹ en otoño y 20,8 t.ha⁻¹ en primavera (*Tabla 1*). Tampoco se observan notables diferencias de producción entre épocas de cultivo en cada cultivar, siendo Cigno y Parthenon los que han presentado las mayores diferencias, aunque con un mayor rendimiento en la época de otoño Parthenon y viceversa Cigno (*Fig. 3*). Cigno, Monaco, Baobab y Gargano son los cultivares que han obtenido un mayor rendimiento en primavera, mientras que el resto de cultivares en otoño (*Fig. 3*). En el ciclo de otoño las producciones más elevadas han correspondido a Triton (22,9 t.ha⁻¹), Titanium (22,7 t.ha⁻¹) y Tirreno (22,5 t.ha⁻¹), que a su vez son los tres cultivares con mayor peso medio de la inflorescencia en esta época, y en el extremo opuesto están Cigno (18,6 t.ha⁻¹) y Monaco (19,3 t.ha⁻¹). En primavera se observa mayor variabilidad entre cultivares, destacando por su mayor producción, superior a 22 t.ha⁻¹, Gigno, Titanium, Gargano y Triton. Por el contrario, en el último lugar en el orden de producción están Parthenon, 25-733 y Covina (*Fig. 3*).

En la época otoñal la recolección comenzó el día 3 de noviembre con los cultivares Gargano y Ares, a los 71 días de la plantación, y finalizó el 11 de enero con Baobab y Monrello, tras 105 días de ciclo (considerando este periodo desde la fecha de plantación hasta la fecha de la primera recolección). Lo más destacable del calendario de recolección es el amplio periodo de recolección en la mayoría de cultivares, que ha oscilado de 21 a 41 días (*Tablas 1 y 2*). Esto se ha debido a las bajas temperaturas registradas a partir de mitad de noviembre, que han provocado un mayor número de días entre el inicio y el final de la recolección de cada cultivar (*Fig. 4*).

En primavera, el mínimo ciclo de cultivo o intervalo de tiempo entre plantación e inicio de cosecha, ha sido de 77 días en Ares y Cigno y el máximo de 90 días en Monrello (*Tabla 3*). En esta época el periodo de recolección ha sido menor, de 12 a 21 días y se ha reducido el intervalo de días entre recolecciones respecto a la época otoñal, por efecto de las altas temperaturas en este momento (*Fig. 4*), permitiendo una recolección de inflorescencias con calidad comercial. Se observa un mayor agrupamiento de la recolección del conjunto de cultivares en primavera que en otoño, un mes en primavera frente a más de dos meses en otoño (*Tablas 2 y 3*). Ares, Gargano y Cigno son los tres cultivares más precoces en las dos épocas de cultivo, mientras que Monrello es el más tardío (*Tablas 2 y 3*).

CONCLUSIONES

En producción comercial han existido mayores diferencias entre cultivares que entre épocas de cultivo, aunque tanto la producción como el porcentaje de inflorescencias comerciales ha sido superior en el ciclo de otoño-invierno. Por el contrario, el peso medio de la inflorescencia ha sido ligeramente superior en el ciclo de primavera.

Se ha observado mayor diferenciación entre cultivares en los días de ciclo, o intervalo de tiempo entre plantación e inicio de cosecha en la época de otoño-invierno, que en primavera, además de un alargamiento del periodo de recolección en el periodo de cultivo otoñal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COYUNTURA AGRARIA, NAVARRA 2018. <http://www.cfnavarra.es/agricultura/coyuntura/coyuntura.htm>

GOBIERNO DE NAVARRA 2012. <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/155322Bo-77B6.../NormativaCruciferas.pdf>

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto NAdapta-CC.

TABLAS

Tabla 1. Resultados de producción y ciclo de cultivo de los cultivares de brócoli en dos épocas de cultivo (datos medio del conjunto de cultivares).

Ciclo	Inflores. comercial (%)	Peso medio inflores. (g)	Producción comercial (t.ha ⁻¹)	Ciclo (días)	Días recolección
Otoño	93,4	723	21,10	71-105	21-41
Primavera	87,7	754	20,78	77-90	12-21

Inflores.-Inflorescencia.

Tabla 2. Calendario de recolección (porcentaje de inflorescencias comerciales en cada fecha de recolección) de los diferentes cultivares de brócoli en ciclo de otoño/invierno.

Cultivar	Noviembre					Diciembre					Enero		Días ciclo	Nº rec	Días rec
	3	9	17	24	30	7	14	21	28	4	11				
Gargano	43	29	23	5									71	4	21
Ares	13	12	32	18	11	14							71	6	34
Cigno		16	43	22	19								77	4	21
Triton		7	32	34	11	7	9						77	6	35
25-733			20	23	21	11	16	9					85	6	34
Titanium			11	11	14	12	19	6	27				85	7	41
Parthenon			8	28	17	12	14	21					85	6	34
Monaco			7	17	21	14	12	29					85	6	34
Tirreno				7	11	21	18	9	34				92	6	34
Covina					12	23	24	12	29				98	5	28
Baobab						9	18	17	15	7	34		105	6	35
Monrello						7	17	12	28		36		105	5	35

rec-recolección.

Tabla 3. Calendario de recolección (porcentaje de inflorescencias comerciales en cada fecha de recolección) de los diferentes cultivares de brócoli en el ciclo de primavera.

Cultivar	Mayo						Junio			Días	Nº	Días
	16	22	25	29	1	6	9	12	15	ciclo	rec	rec
Ares	18	22	12	19	19	9				77	6	21
Cigno	8	21	25	17	16	13				77	6	21
Gargano		14	27	25	14	19				83	5	15
Tirreno		10	23	37	21	5	5			83	6	18
Monaco		8	33	17	18	24				83	5	15
Baobab			30	41	9	8	11			86	5	15
Titanium			20	35	15	20	5	5		86	6	18
Triton			13	25	21	20	7	3	10	86	6	21
Parthenon			10	26	30	21	7	6		86	6	18
25-733			10	23	35	13	14	5		86	6	18
Covina			6	28	44	21				86	4	12
Monrello				8	9	36	18	7	22	90	6	17

FIGURAS

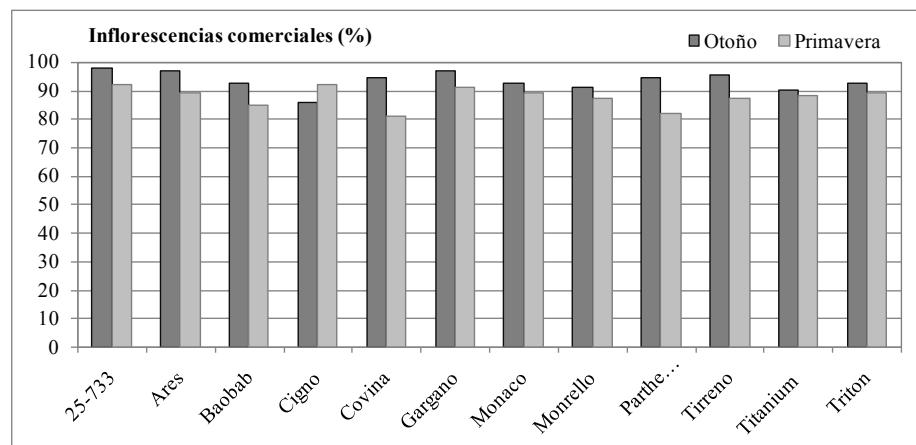


Figura 1. Porcentaje de inflorescencias comerciales de diferentes cultivares de brócoli en dos épocas de cultivo.

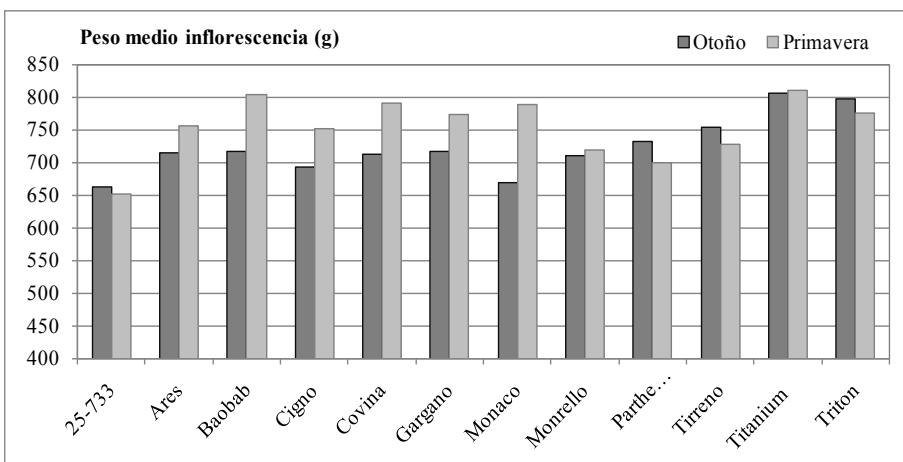


Figura 2. Peso medio de inflorescencias comerciales de diferentes cultivares de brócoli en dos épocas de cultivo.

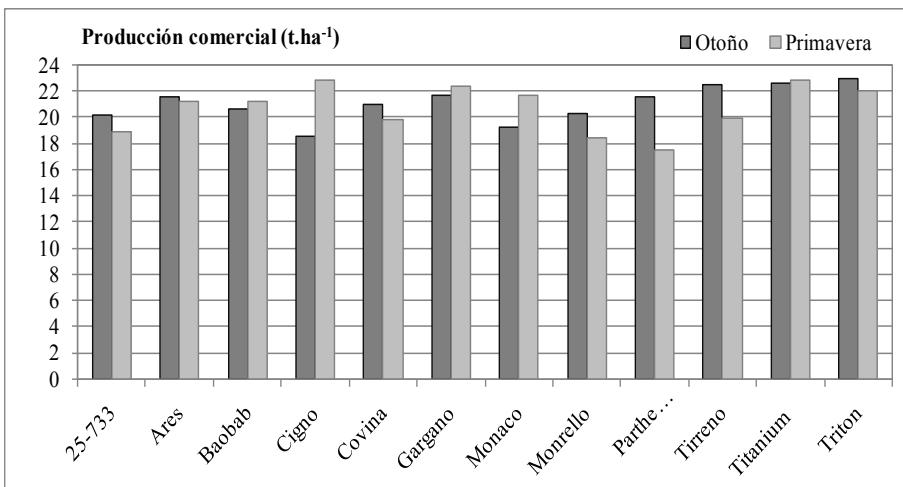


Figura 3. Producción comercial (t.ha⁻¹) de diferentes cultivares de brócoli en dos épocas de cultivo.

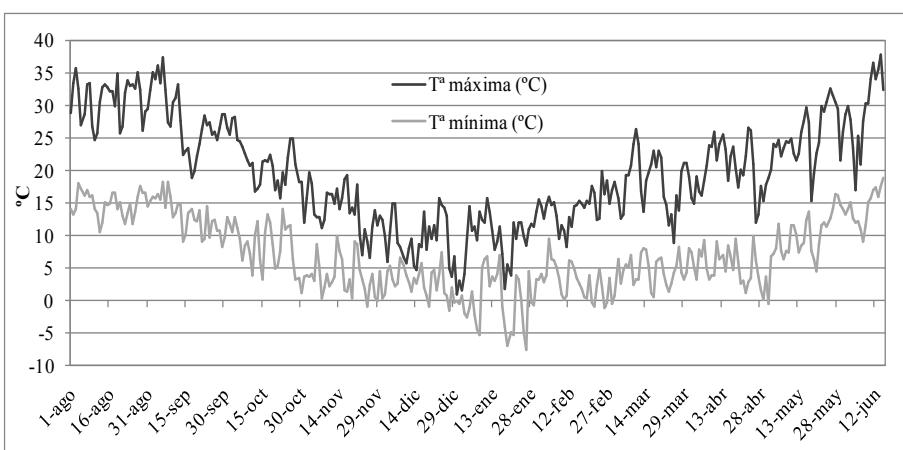


Figura 4. Temperaturas desde el 1 de agosto de 2016 al 15 de junio de 2017 en Cadreita.

ENSAYO DE VARIEDADES DE BRÓCOLI EN EXTREMADURA 2017

González García, J.A.¹; Ayuso Yuste, M.C.²

¹Dpto. Hortofruticultura. Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Badajoz.

²Dpto. Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Instituto Universitario de Investigación de Recursos Agrarios (INURA), Badajoz.

RESUMEN

En Extremadura el cultivo del brócoli está cada vez más consolidado, apreciándose un incremento notable de la superficie de cultivo en los últimos años. El objetivo de este trabajo fue evaluar 24 variedades de brócoli, para ello el cultivo se realizó en los campos de ensayo del Instituto de Investigaciones Agrarias “Finca La Orden Valdesequera”, del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). La plantación, con planta de cepellón, se hizo el 28 de agosto, con una densidad de 33.333 plantas.ha⁻¹ y el cultivo se realizó siguiendo las operaciones habituales en la zona. Durante el cultivo se caracterizaron las plantas y se registraron los datos de precipitación y temperaturas para relacionarlos con los parámetros productivos. La recolección se realizó a medida que las inflorescencias fueron adquiriendo las características de compacidad y tamaño comerciales, empezó el 20 de octubre y terminó el 20 de diciembre. Durante la cosecha se registraron los rendimientos y otros parámetros productivos, así como las características de calidad sobre 20 pellas de cada cultivar.

La producción media del ensayo ha sido de 17.866 kg.ha⁻¹. Destacan sobre las demás, las variedades: ‘Naxos’ (23.457 kg.ha⁻¹) y ‘BRO 02047’ (22.787 kg.ha⁻¹). Con muy buenas producciones figuran también las variedades: ‘7 BRDS 133’ (21.377 kg.ha⁻¹), ‘Parthenon’ (20.770 kg.ha⁻¹), ‘CLX 3529’ (19.658 kg.ha⁻¹) y ‘Ares’ (19.091 kg.ha⁻¹). También superan la media del ensayo las variedades: ‘BR 10338’, ‘Matsuri’, ‘Orantes’, ‘Tirreno’, ‘Batory’ y ‘Mónaco’.

A excepción de la variedad Naxos, las variedades que tienen un mayor peso individual de pellas, se corresponden con las variedades más productivas: ‘BRO 02047’ (933 g/ud), ‘7 BRDS 133’ (900 g/ud), ‘Parthenon’ (820 g/ud), ‘CLX’ (814 g/ud), destaca también por el peso de la pella la variedad ‘Cigno’ (822 g/ud). La variedad ‘B-1323’ tiene un peso significativamente menor al resto (452 g/ud).

En cuanto al ciclo de cultivo, se ha visto muy influenciado por las elevadas temperaturas medias habidas durante los meses de septiembre y octubre que han ocasionado un acortamiento notable del ciclo de algunas variedades, en algún caso superior a 7 días, con lo acontecido en otros años en los que las temperaturas medias fueron inferiores. Por la escasa duración de su ciclo (53 días) destaca claramente la variedad ‘Monflor’, también las variedades ‘Ares’ (63 días), ‘Naxos’ (64 días) y ‘Orantes’ (67 días). La mayor duración de ciclo la tienen: ‘CLX 3531’ y ‘Príncipe’ con 90 días cada una.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck., producción, ciclo, parámetros de calidad.

INTRODUCCIÓN

La superficie de cultivo de brócoli en Extremadura ha crecido de forma muy importante, las cifras para 2010 estaban sobre las 1.500 ha y según estimaciones propias basadas en la información de casas de semillas y viveros de producción de planta hortícola, así como las noticias en prensa, consideramos que debe estar en torno a 5.000 ha, aunque las estadísticas del Ministerio de Agricultura son para el año 2015 de 2.327 ha y 28.844 t (MAPAMA, 2016).

La consolidación del crecimiento se debe a un conjunto de circunstancias, la demanda creciente y los buenos precios, su versatilidad como producto fresco o destinado a transformación (congelación y deshidratado), la duración de su ciclo que permite su desarrollo entre dos cultivos de los tradicionalmente realizados. Además, en las últimas campañas, las limitaciones de agua de riego en Murcia han contribuido a su desplazamiento a nuestra región.

Desde el Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICITEX) son muchas las campañas en las que se vienen desarrollando los ensayos de variedades de brócoli, con el fin de realizar una caracterización completa tanto de las novedades varietales como de aquellas muy utilizadas desde hace tiempo. En la campaña de 2017 el objetivo concreto fue evaluar, en nuestras condiciones de cultivo, una amplia representación de variedades de brócoli desde el punto de vista de rendimiento agronómico, duración de los ciclos y caracterización de las pellas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo con un diseño en bloques con tres repeticiones, en los campos de la “Finca La Orden-Valdesequera” (CICYTEX), de la Junta de Extremadura, que están localizados en las Vegas Bajas del Guadiana (Guadajira, Badajoz). Se trata de un suelo aluvial, de textura franco-arcillosa ($\text{pH}=6,4$), ligeramente ácido y con bajo contenido en materia orgánica (0,4%). El suelo se preparó en mesetas de 1,5 m de ancho, aplicándose el abonado de fondo y un herbicida (Pendimetalina) antes de la plantación.

El trasplante se hizo el 28/08/2017, con una densidad de plantación de 33.333 plantas. ha^{-1} , disponiendo al tresbolillo dos líneas de plantas sobre la cama. Las operaciones de cultivo las habituales en la zona, se aplicó riego por goteo, según los datos de ETc, y se proporcionó en cobertura un total de 100 UF. ha^{-1} mediante fertirrigación, siendo el abonado total de 195-95-220 UF. ha^{-1} NPK. Durante el cultivo no hubo que destacar ningún problema fitosanitario.

Se evaluaron 24 variedades, que se muestran a continuación:

Variedad	Casa comercial	Variedad	Casa comercial
NAXOS	Sakata	TSX	Tozer
BRO 02047	Sakata	DELANO	Bejo
7 BRDS 133	Diamond	CIGNO	Clause
PARTHENON	Sakata	MONRELLO	Syngenta
CLX 3529	Clause	COVINA	Bejo
ARES	Sakata	BRO 01606	Sakata
BR 10338	Intersemillas	SEULISA	Intersemillas
MATSURI	Tozer	CLX 3530	Clause
ORANTES	Rijz-Zwann	MONFLOR	Syngenta
TIRRENO	Tozer	PRINCIPE	Clause
BATORY	Syngenta	CLX 3531	Clause
MÓNACO	Syngenta	B - 1323	Vilmorín

Las pellas se cosechaban siguiendo criterios comerciales de compacidad y tamaño, anotándose durante el periodo de recolección las producciones y las fechas. Se determinó la producción comercial, expresada en kg.ha⁻¹. Además, para tener una caracterización de las pellas, se determinó para cada cultivar, el peso comercial, así como sus dimensiones y otras características de calidad externa (González García *et al.*, 2013).

RESULTADOS

La producción media del ensayo ha sido de 17.866 kg.ha⁻¹. Las variedades que tuvieron los mayores rendimientos fueron Naxos (23.457 kg.ha⁻¹) y BRO 02047 (22.787 kg.ha⁻¹), también presentaron muy buenas producciones las variedades: 7 BRDS 133 (21.377 kg.ha⁻¹), Parthenon (20.770 kg.ha⁻¹), CLX 3529 (19.658 kg.ha⁻¹) y Ares (19.091 kg.ha⁻¹), superando también la media del ensayo BR 10338, Matsuri, Orantes, Tirreno, Batory y Mónaco (*Fig. 1*). Naxos, Parthenon y Mónaco han sido en otras campañas de muy buenas características productivas (González García *et al.*, 2013, 16).

En las cuatro variedades más productivas, el porcentaje de pellas comerciales fue muy alto (en torno al 88%) salvo el caso de Naxos que ha tenido el 100% de pellas comerciales. El porcentaje medio de pellas comerciales del ensayo (85%) puede considerarse en general como bueno, este se ha visto favorecido por las buenas condiciones climatológicas que han motivado la ausencia prácticamente total de enfermedades como *Alternaria* y *Botrytis*.

A excepción de la variedad Naxos, las variedades que tienen un mayor peso individual de pellas, se correspondieron con las variedades más productivas: BRO 02047 (933 g/ud), 7 BRDS 133 (900 g/ud), Parthenon (820 g/ud), CLX (814 g), destacó también por el peso de la pella la variedad Cigno (822 g/ud). La variedad B-1323 tiene un peso significativamente menor al resto (452 g/ud). Atendiendo a otras características de las pellas, destacaron BR 10338, Tirreno, Seulisa, 7 BRDS 133, Parthenon, CLX 3529 y BRO 01606 por su grano fino, más demandado en el mercado. Salvo la variedad Monflor, que se trata de múltiples brotes, todas

las variedades han presentado este año una notable compacidad, destacando: Tirreno y 7 BRDS 133. El color más oscuro de pella hizo destacar a las variedades: Cigno, BRO 020047 y B-1323; finalmente, por su escaso abullonado destacó la variedad B-1323, también presentaron poco abullonado las variedades Ares y BRO 01606 (*Fig. 2 y Tabla 1*).

En cuanto al ciclo de cultivo, se ha visto muy influenciado por las elevadas temperaturas medias habidas durante los meses de septiembre y octubre que han ocasionado un acortamiento notable del ciclo de algunas variedades, en algún caso superior a 7 días, con lo acontecido en otros años en los que las temperaturas medias fueron inferiores. Por la escasa duración de su ciclo (53 días) destacó claramente la variedad Monflor, también las variedades Ares (63 días), Naxos (64 días) y Orantes (67 días). La mayor duración de ciclo la tuvieron: CLX 3531 y Príncipe con 90 días cada una (*Fig. 3*).

CONCLUSIONES

De las variedades de esta campaña que han sido ensayadas anteriormente, Naxos, Parthenon y Mónaco pueden considerarse muy fiables. Presentaron también buenos rendimientos: BRO 02047, 7 BRDS 133, CLX 3529 y Ares y tuvieron buen tamaño de pella y buenas características de calidad. Las condiciones climáticas han influido en la duración del ciclo y en la escasa incidencia de enfermedades.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Proyecto AGROS “Sostenibilidad de las producciones hortofrutícolas en los regadíos de Extremadura” de la Junta de Extremadura y a los fondos FEDER por la cofinanciación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONZÁLEZ GARCÍA, J.A.; DAZA DELGADO, C.; AYUSO YUSTE, M.C. 2013. *Resultados productivos y cualitativos de cultivares de brócoli, coliflor y romanesco*. Vida Rural, 15, 46-51.
- GONZÁLEZ GARCÍA, J.A.; DAZA DELGADO, C.; AYUSO YUSTE, M.C. 2016. *Resultados de los ensayos de variedades de brócoli en Extremadura*. Vida Rural, 8, 38-42.
- MAPAMA, 2017. Anuario de Estadística 2016. http://www.mapama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2016/CAPITULOSPDF/CAPITULO13/pdfc13_6.32.3.pdf [Consultado en marzo de 2018].

TABLAS

Tabla 1. Características de las inflorescencias.

Variedad	Peso pella (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Color	Compacidad	Abullonado	Grano
TSX	685 cdefg	16,1 cde	15,6 defg	2,9 d	4,5 def	3,7 fg	1,5 abc
MONRELLO	686 cdefg	15,7 def	15,3 efg	3,0 cd	4,9 abc	3,8 jgh	1,7 abcd
ORANTES	705 cdefg	17,0 abcd	17,0 cde	2,7 de	4,8 abcd	2,6 cd	2,5 ef
BR 10338	718 cdefg	16,0 cde	15,5 defg	2,8 de	4,7 abcd	4,2 ghij	1,4 a
SEULISA	626 fg	17,0 abcd	15,9 defg	2,4 e	4,9 ab	4,4 ijkl	1,4 ab
CLX 3530	795 abcd	16,0 cde	14,9 g	2,8 de	4,9 ab	4,8 kl	1,9 abcdef
CIGNO	822 abc	18,4 ab	17,8 bc	4,0 a	4,7 abcde	2,5 cd	2,4 def
PRINCIPE	632 efg	14,2 f	12,1 h	3,0 cd	4,8 abc	2,5 cd	1,7 abcd
BRO 01606	777 bcde	17,1 abcd	16,2 cdefg	3,0 cd	4,7 abcde	1,9 b	1,5 ab
CLX 3529	814 abc	17,1 abcd	16,3 cdefg	3,0 cd	4,9 ab	4,5 jkl	1,5 ab
BRO 02047	933 a	18,7 a	19,7 a	4,0 a	4,6 bcdef	2,9 de	2,0 abcdef
ARES	723 cdefg	17,0 abcd	17,2 cd	3,7 ab	4,3 f	1,9 b	2,1 abcdef
NAXOS	701 cdefg	18,1 ab	19,5 ab	3,8 ab	4,5 def	2,9 de	1,9 abcdef
7 BRDS 133	900 ab	16,9 bcd	16,4 cdefg	2,9 cd	5,0 a	4,3 hijk	1,5 ab
TIRRENO	688 cdefg	16,0 cde	15,2 fg	2,8 de	5,0 a	4,4 ijk	1,4 a
MATSURI	708 cdefg	15,4 def	16,9	3,1 cd	4,6 bcdef	2,4 bcd	1,9 abcde
BATORY	636 efg	16,1 cde	15,7 defg	3,1 cd	4,9 abc	3,4 ef	1,9 abcdef
MONACO	758 bcdef	17,2 abcd	16,2 cdef	3,0 cd	4,8 abcd	4,8 kl	2,3 cdef
DELANO	701 cdefg	16,2 cde	15,0 g	3,1 cd	4,9 abc	4,1 ghij	2,0 abcdef
COVINA	661 defg	15,7 def	16,6 cdefg	3,4 bc	4,9 abc	2,1 bc	2,2 bcdef
B - 1323	452 h	14,6 ef	15,0 g	3,9 a	4,4 ef	1,1 a	3,9 g
CLX 3531	594 gh	14,6 ef	12,4 h	3,0 cd	4,8 abcd	3,9 fghi	1,7 abcd
MONFLOR	467 h	18,2 ab	20,2 a	3,1 cd	2,0 g	5,0 l	2,7 f
PARTHENON	820 abc	17,5 abc	16,6 cdefg	3,1 cd	4,9 abc	4,8 kl	1,5 ab

FIGURAS

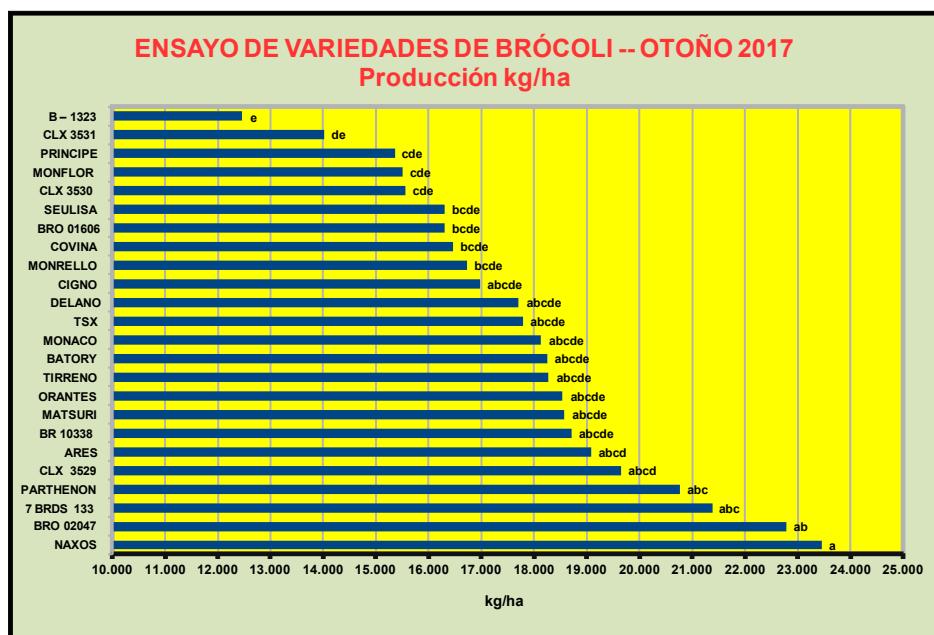


Figura 1. Rendimiento de pellas comerciales de los distintos cultivares de brócoli (kg.ha-1).

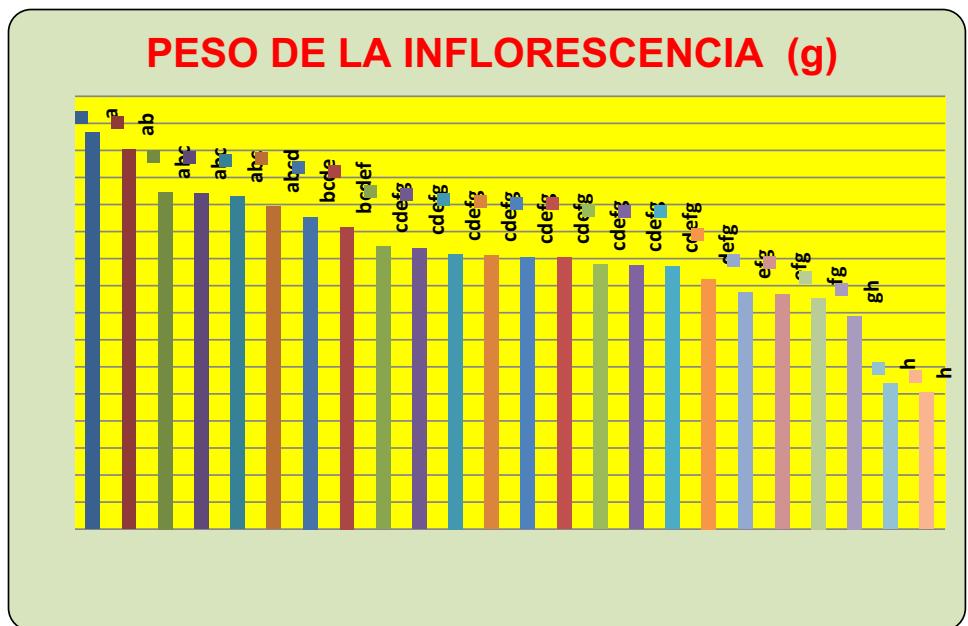


Figura 2. Peso medio de las pellas comerciales para los distintos cultivares de brócoli (g).

VARIEDAD	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					Ciclo días	n.º recolec	días de recolec	
	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25			
MONFLOR			18	27	39	10	6										53	5	25
ARES					30	22	22	10	18								63	5	25
NAXOS					31	29	35	5									64	3	20
ORANTES						8	25	20	32	7							67	5	25
CIGNO						12	53	26	9								70	4	20
BRO 02047						30	40	12	12	6							72	5	25
B – 1323						24	29	16	13	18							72	4	25
BRO 01606						36	45	6	13								73	4	21
PARTHENON					12	14	23	13	28	10							73	5	25
COVINA						9	38	16	24	8	5						77	5	30
CLX 3529						6	34	20	40								78	4	20
BR 10338							28	22	42	8							80	3	20
MONACO							37	26	28	9							80	3	20
BATORY							20	14	53	13							80	4	25
DELANO							20	16	42	12	10						80	5	39
7 BRDS 133							21	13	34	12	20						80	5	33
SEULISA							20	7	40	12	21						80	5	35
TSX						7	37	50	6								82	4	20
MONRELLO						7	30	46	9	8							82	5	30
TIRRENO						9	4	56	14	12	5						83	5	30
CLX 3530							21	49	20	7	3						84	4	25
MATSURI								11	68	16	5						88	3	20
PRINCIPE									37	16	16	18	12				90	5	25
CLX 3531									21	25	17	20	17				90	4	25

Figura 3. Calendario de recolección de los cultivares de brócoli: duración del ciclo, número de recolecciones y periodo de cosecha.

ENSAYO DE VARIEDADES DE COLIFLOR EN EXTREMADURA 2017

González García, J.A.¹; Ayuso Yuste, M.C.²

¹Dpto. Hortofruticultura. Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Badajoz.

²Dpto. Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Instituto Universitario de Investigación de Recursos Agrarios (INURA), Badajoz.

RESUMEN

En Extremadura el cultivo de la coliflor tiene escasa incidencia, aunque se aprecia un incremento de la superficie en los últimos años. El objetivo de este trabajo fue evaluar 15 variedades de coliflor, para lo cual el cultivo se realizó en los campos de ensayo del Instituto de Investigaciones Agrarias “Finca La Orden Valdesequera”, del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). La plantación, con planta de cepellón, se hizo el 28 de agosto, con una densidad de 22.857 plantas.ha⁻¹ y el cultivo se realizó siguiendo las operaciones habituales en la zona. Durante el cultivo se caracterizaron las plantas y se registraron los datos de precipitación y temperaturas para relacionarlos con los parámetros productivos. La recolección se realizó a medida que las inflorescencias fueron adquiriendo las características de compacidad y tamaño comerciales, empezó el 10 de noviembre y terminó el 25 de febrero. Durante la cosecha se registraron los rendimientos y otros parámetros productivos, así como las características de calidad sobre 20 pellas de cada cultivar.

La producción media del ensayo ha sido de 33.506 kg.ha⁻¹, sin diferencias significativas entre las distintas variedades. La variedad con mayor rendimiento fue ‘Naruto’ (39.507 kg.ha⁻¹) y presentaron también muy buenas producciones ‘Casper’ (37.293 kg.ha⁻¹), ‘Karneval’ (36.555 kg.ha⁻¹) y ‘Bernoulli’ (35.434 kg.ha⁻¹).

Las variedades que presentaron pellas de peso superior a 2 kg fueron: ‘Ormonde’, ‘Casper’, ‘Flirt’, ‘Ardent’ y ‘Bernoulli’. Aunque el peso de las pellas de ‘Ormonde’ y ‘Flirt’ fue elevado, tuvieron un rendimiento comparativamente bajo, debido a su menor porcentaje de pellas comerciales. Las pellas de las variedades ‘Linda’ y ‘Serac’ fueron las más pequeñas del ensayo, con pesos medios de (1.570 y 1.408 g/ud, respectivamente).

En cuanto al ciclo de cultivo, se ha visto influenciado por las elevadas temperaturas medias habidas durante los meses de septiembre y octubre que, como en el ensayo de brócoli, han provocado que el ciclo se acorte de manera importante con respecto a los datos de otras campañas. Las variedades con el ciclo más corto fueron ‘Serac’ y ‘Rhoon’ (73 y 75 días respectivamente) y la mayor duración de ciclo se produjo en ‘Bernoulli’ con 155 días.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L., producción, ciclo, parámetros de calidad.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la coliflor en Extremadura es mucho menor en comparación con la de brócoli, entre otras razones porque presenta ciclos de producción más largos, lo que la hace menos versátil y además su contenido en compuestos beneficiosos para la salud es mucho menor, por lo que su demanda no ha aumentado. Sin embargo, puede ser interesante en nuestra región, ya que ofrece diversificación de las producciones y posibilita el uso y la amortización de las centrales hortofrutícolas en épocas con poca actividad.

Los trabajos de caracterización de variedades para diferentes brassicas se vienen realizando desde hace muchas campañas por el Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICITEX). La finalidad es hacer una completa caracterización del material vegetal en las condiciones edafoclimáticas de Extremadura y poner esta información a disposición de los agricultores, ya que las casas de semillas tienen una amplia oferta de variedades, con gran diversidad de variedades tradicionales y aparición de novedades, lo que dificulta a los agricultores poder tomar decisiones sobre el material vegetal con criterio. El objetivo concreto de la campaña de 2017 fue hacer una evaluación desde el punto de vista de rendimiento agronómico, duración de los ciclos y caracterización de las pellas de 15 variedades de coliflor, ensayadas en las Vegas Bajas del Guadiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo con un diseño en bloques con tres repeticiones, en los campos de la “Finca La Orden-Valdesequera” (CICYTEX), de la Junta de Extremadura, que están localizados en las Vegas Bajas del Guadiana (Guadajira, Badajoz). Se trata de un suelo aluvial, de textura franco-arcillosa ($\text{pH}=6,4$), ligeramente ácido y con bajo contenido en materia orgánica (0,4%).

El suelo se preparó en mesetas de 1,5 m de ancho, aplicándose el abonado de fondo y un herbicida (Pendimetalina) antes de la plantación. El trasplante se hizo el 28/08/2017, con una densidad de plantación de 22.857 plantas. ha^{-1} , disponiendo al tresbolillo dos líneas de plantas sobre la cama. Las operaciones de cultivo las habituales en la zona, se aplicó riego por goteo, según los datos de ETc, y se proporcionó en cobertura un total de 100 UF. ha^{-1} mediante fertirrigación, siendo el abonado total de 195-95-220 UF. ha^{-1} NPK. Durante el cultivo no hubo que destacar ningún problema fitosanitario. Se evaluaron 15 variedades, que se muestran a continuación:

Variedad	Casa comercial
KORLANU	Syngenta
NARUTO	Clause
AKARA	Syngenta
ARDENT	Clause
FARADAY	Syngenta
LINDA	Diamond
KARNEVAL	Sakata
FLIRT	Clause
BERNOUILLI	Clause
CASPER	Rijk Zwaan
RHOON	Rijk Zwaan
ORMONDE	Rijk Zwaan
SERAC	Ramiro Arnedo
BALBOA	Bejo
AQUATA	Seminis

Las pellas se cosechaban siguiendo criterios comerciales de compacidad y tamaño, anotándose durante el periodo de recolección las producciones y las fechas. Se determinó la producción comercial, expresada en kg.ha⁻¹. Además, para tener una caracterización de las pellas, se determinó para cada cultivar el peso comercial, así como sus dimensiones y otras características de calidad externa (González García *et al.*, 2013).

RESULTADOS

La producción media del ensayo ha sido de 33.506 kg.ha⁻¹, sin diferencias significativas entre las distintas variedades. La variedad con mayor rendimiento fue ‘Naruto’ (39.507 kg.ha⁻¹) y presentaron también muy buenas producciones ‘Casper’ (37.293 kg.ha⁻¹), ‘Karneval’ (36.555 kg.ha⁻¹) y ‘Bernoulli’ (35.434 kg.ha⁻¹), alguna de estas ya ha mostrado su buen potencial en campañas previas (González *et al.*, 2013).

Cinco de las variedades ensayadas presentaron pellas de más de 2 kg de peso medio (*Fig. 2*): Ormonde (2.225 g/ud), Casper (2.123 g/ud) y Flirt (2.035 g/ud), Ardent (2.030 g/ud) y Bernoulli (2.019 g/ud), y los valores significativamente más bajos fueron para Linda (1.570 g/ud) y Serac (1.408 g/ud). Hay que destacar que Ormonde y Flirt, pese a tener unas pellas de gran tamaño tuvieron baja producción debido a su bajo porcentaje de pellas comerciales, que estuvo sobre el 75 %, mientras que el promedio de plantas comerciales por hectárea fue del 86,5 %, que es un porcentaje aceptable y que indica la poca incidencia que hubo de problemas fitosanitarios (*Tabla 1*).

En cuanto a características cualitativas de las pellas, destacaron por su alta calidad: Naruto, Bernoulli y Ardent con color blanco nieve (próximo a 1), consistencia muy alta y grano fino. Balboa, Aquata y Linda presentaron una consistencia muy alta, pero su color fue entre blanco y blanco marfil (próximo a 2,5), y en el caso de Balboa la finura de su grano no fue tan destacable (*Tabla 2*).

En la *Figura 3* se presenta el calendario de recolección, duración del ciclo, número de recolecciones y periodo de cosecha. Se consideran variedades de ciclo corto aquellas cuya recolección se inicia a los 70-80 días, son de ciclo medio cuando se está entre 90-130 días de duración de ciclo, y de ciclo largo para períodos de 130-180 días (Baixauli Soria y Maroto Borrego, 2017). Las condiciones climatológicas del principio de la campaña han tenido mucha influencia en la duración del ciclo de cultivo en este ensayo de coliflor. Si se compara con la información ofrecida por las casas de semillas, o los datos registrados en otras campañas, se ha producido un acortamiento de ciclo en algunas variedades debido a las elevadas temperaturas de los meses de septiembre y octubre. La recolección se inició el 10 de noviembre en Serac, con un ciclo de 73 días. En la mayoría de las variedades la recolección comenzó durante el mes de noviembre, con ciclos de entre 80 y 90 días. Tan solo cuatro variedades tuvieron ciclos de más de 100 días, siendo Bernoulli la variedad más tardía (155 días).

CONCLUSIONES

De las variedades de esta campaña que han sido ensayadas anteriormente, Naruto, Casper y Karneval han mostrado muy buenas cualidades agronómicas, de rendimiento y de calidad de las pellas, por lo que pueden considerarse muy recomendables. Bernoulli y Ardent tuvieron también buenas producciones y presentaron inflorescencias de buen tamaño y calidad. Las altas temperaturas del principio de la campaña han acortado la duración del ciclo y en la escasez de lluvia ha repercutido favorablemente en la poca incidencia de enfermedades.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Proyecto AGROS “Sostenibilidad de las producciones hortofrutícolas en los regadíos de Extremadura” de la Junta de Extremadura y a los fondos FEDER por la cofinanciación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIXAULI SORIA, C.; MAROTO BORREGO, V. 2017. *Bróculis, coliflores y coles*. En: Cultivos hortícolas al aire libre. Ed. Cajamar
- GONZÁLEZ GARCÍA, J.A.; DAZA DELGADO, C.; AYUSO YUSTE, M.C. 2013. *Resultados productivos y cualitativos de cultivares de brócoli, coliflor y romanesco*. Vida Rural, 6, 46-51.

TABLAS

Tabla 1. Características productivas.

Variedad	Producción (kg/ha)	Peso pella sin hojas (g)	Nº Inflorescencias comerciales/ha	% Inflorescencias comerciales
KORLANU	32.968 a	1.771 abc	21.270	93,1
NARUTO	39.507 a	1.802 abc	19.682	86,1
AKARA	32.389 a	1.714 abc	19.683	86,1
ARDENT	33.059 a	2.030 ab	19.048	83,3
FARADAY	31.167 a	1.786 abc	20.000	87,5
LINDA	30.719 a	1.570 bc	20.967	91,7
KARNEVAL	36.555 a	1.914 abc	21.254	93,0
FLIRT	28.145 a	2.035 ab	16.474	72,1
BERNOUILLI	35.434 a	2.019 ab	19.683	86,1
CASPER	37.293 a	2.123 ab	19.048	83,3
RHOON	34.309 a	1.761 abc	20.635	90,3
ORMONDE	30.358 a	2.225 a	17.427	76,2
SERAC	31.637 a	1.408 c	21.270	93,1
BALBOA	34.394 a	1.923 abc	18.095	79,2
AQUATA	34.651 a	1.856 abc	22.222	97,2

Tabla 2. Características de las inflorescencias.

Variedad	Peso limpio (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Color	Consistencia	Abullonado	Grano	% Pilosidad
KORLANU	1.771 abc	19,45 ab	13,70 ab	1,60 ab	4,90 ab	3,48 a	1,60 abc	0
NARUTO	1.802 abc	18,65 ab	13,20 ab	1,10 a	5,00 a	4,53 bcde	1,53 abc	25
AKARA	1.714 abc	20,35 ab	14,05 a	1,40 a	4,43 c	4,18 bc	1,53 abc	50
ARDENT	2.030 ab	19,85 ab	14,15 ab	1,18 a	5,00 a	4,73 de	2,28 f	0
FARADAY	1.786 abc	19,70 ab	13,50 ab	1,55 ab	4,95 a	4,33 bcd	1,78 abcd	0
LINDA	1.570 bc	18,15 b	12,53 b	2,30 c	5,00 a	4,08 b	1,45 ab	0
KARNEVAL	1.914 abc	20,65 a	14,05 ab	1,53 a	4,93 a	4,68 de	1,65 abc	20
FLIRT	2.035 ab	20,30 ab	14,45 ab	1,30 a	5,00 a	4,43 bcde	1,68 abc	0
BERNOUILLI	2.019 ab	19,80 ab	13,65 ab	1,10 a	5,00 a	4,85 e	1,85 bcde	0
CASPER	2.123 ab	20,20 ab	13,55 ab	1,35 a	5,00 a	4,38 bcd	2,25 ef	0
RHOON	1.761 abc	19,95 ab	13,90 ab	2,08 bc	4,73 b	4,13 bc	1,73 abc	0
ORMONDE	2.225 a	20,85 a	14,80 a	1,30 a	4,95 a	4,70 de	1,53 abc	0
SERAC	1.408 c	19,00 ab	12,40 b	1,60ab	4,50 c	4,40 bcde	1,93 cdef	75
BALBOA	1.923 abc	19,40 ab	13,45 ab	2,30 c	4,95 a	4,68 de	2,18 def	0
AQUATA	1.856 abc	19,80 ab	13,70 ab	2,40 c	5,00 a	4,55 cde	1,40 a	0

FIGURAS

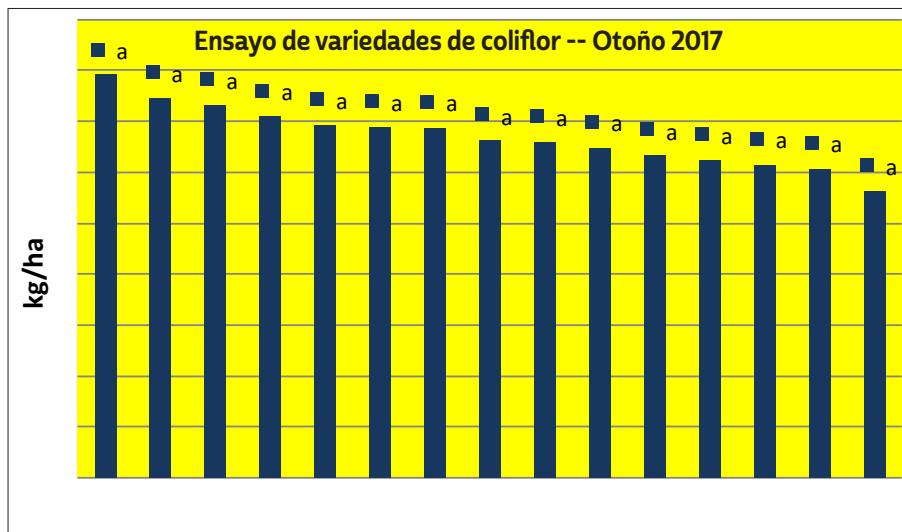


Figura 1. Rendimiento de pellas comerciales de los distintos cultivares de coliflor (kg/ha).

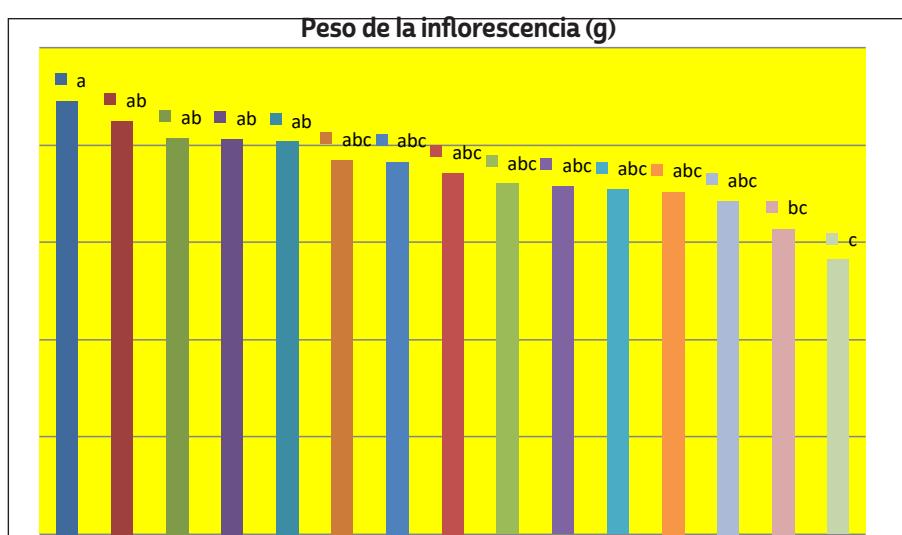


Figura 2. Peso medio de las pellas comerciales para los distintos cultivares de coliflor (g).

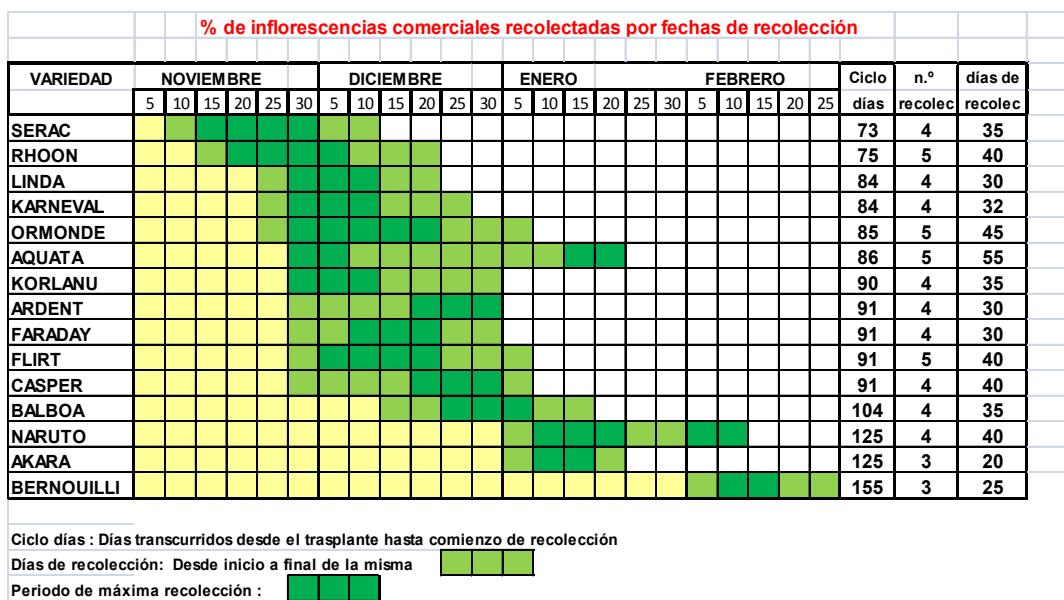


Figura 3. Calendario de recolección de los cultivares de coliflor: duración del ciclo, número de recolecciones y periodo de cosecha.

OTROS CULTIVOS



ENSAYO DE 14 CULTIVARES DE ESPÁRRAGO VERDE EN EL VALLE DEL GUADALQUIVIR EN EL PRIMER AÑO DE CULTIVO

Cermeño-Sacristán, P.; Romero-Solís, M.J.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro Las Torres, Sevilla.

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 Magnus alcanzando los 10 mm. BRADE obtuvo el máximo número de tallos mientras que la mayor altura de la planta fue medida en el cultivar ATTICUS con 1,20 m. La altura de la primera ramificación osciló entre los 26 cm de APOLO y los 40,5 cm de BRADE. La variedad más temprana fue CUTLAS y la menos precoz DARZILLA.

Palabras clave: crecimiento, desarrollo, morfología, producción.

INTRODUCCIÓN

En los tres últimos años el sector del espárrago ha experimentado un gran ascenso. El aumento de la superficie cultivada en Andalucía (se ha duplicado en los últimos años) junto con el incremento progresivo del rendimiento gracias, entre otros factores, a los avances en las técnicas de cultivo; ha dado lugar a que la producción haya aumentado considerablemente. A pesar de estas circunstancias, los precios no sólo se han mantenido, sino que incluso se han visto incrementados.

La variedad mayoritaria en Andalucía se conoce desde hace 22 años, en este amplio periodo de tiempo han aparecido nuevos cultivares que es necesario con-

tratar su comportamiento en las condiciones medioambientales de la región. Los ensayos de cultivares son importantes para que los productores dispongan de datos objetivos de comparación en las mismas condiciones las actuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este ensayo se realizó en una finca experimental del Centro IFAPA Las Torres-Tomejil, 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 m².

Los cultivares ensayados fueron GRANDE, APOLO, VEGALIM, SUNLIM, PORTLIM, DARZILLA, PLACOSESP, DARVADOR, ATTICUS, ESPADA, SABRE, CUTLAS, BRADE Y MAGNUS.

Los parámetros medidos fueron: producción Kg.ha⁻¹, número de tallos.ha⁻¹, caibre, altura de la planta y altura de la primera ramificación. Por ser el primer año de recolección, este periodo es breve y la producción baja, siendo de mayor interés el resto de parámetros estudiados.

Los cultivares ensayados se muestran en la siguiente tabla:

CULTIVAR	CASA COMERCIAL
GRANDE	VEGANIÑA
APOLO	VEGANIÑA
VEGALIM	VEGANIÑA
SUNLIM	VEGANIÑA
PORTLIM	VEGANIÑA
DARZILLA	PLANASA
PLACOSESP	PLANASA
DARVADOR	PLANASA
ATTICUS	BEJO
ESPADA	EUROSEMIllAS
SABRE	EUROSEMIllAS
CUTLAS	EUROSEMIllAS
BRADE	EUROSEMIllAS
MAGNUS	BEJO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas de la temporada han propiciado un adelanto de la campaña de recolección, además tratándose del primer año de cultivo el periodo de recolección se vio reducido del 12 de enero al 1 de febrero de 2018. El uso de diferentes cultivares conlleva un desarrollo escalonado según la precocidad de éstos. En la *Figura 1* se puede observar cuáles son los cultivares más precoces (CUTLAS, GRANDE, MAGNUS, ESPADA, BRADE, VEGALIM, SABRE, APOLO, PLACOSESP) y los más tardíos (DARVADOR, ATTICUS Y DARZILLA).

LLA) aquellos que presentaron menor número de plantas emergidas en el mes de febrero a marzo.

En la *Figura 2* se muestran las producciones obtenidas por los catorce cultivares ensayados. Destaca el cultivar CUTLAS con 2123,5 Kg.ha⁻¹ seguido de BRADE, ESPADA, SABRE y GRANDE cuyas producciones oscilan entre 1750 y 1844 Kg ha⁻¹. Los cultivares DARZILLA, PORTLIM, DARVADOR y ATTICUS son los menos precoces y al final del periodo de recolección comenzaban a producir entre 96 y 243 Kg.ha⁻¹.

En la *Figura 3* destacan los cultivares BRADE, ESPADA y CUTLAS con una producción de 90000 y 103000 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 11 mm y cv. DARZILLA con 7,25 mm.

En lo referente a la morfología de la planta (*Figuras 5 y 6*), se observa que el cv. ATTICUS siendo de los más tardíos alcanza la mayor altura y el cv. BRADE alcanza la primera ramificación más alta con 40,25 cm.

CONCLUSIONES

En este primer año de cultivo es más interesante el factor precocidad que la producción. Las variedades más precoces, válidas para zonas donde interesa la entrada en producción lo antes posible; los cultivares tardíos válidos para las zonas donde prefieren producciones a final de campaña. Cultivares tempranos CUTLAS, GRANDE, MAGNUS, ESPADA; como cultivares tardíos DARZILLA, ATTICUS, DARVADOR.

Los cultivares con mayor calibre del turión, factor muy a tener en cuenta para determinar la calidad, han sido MAGNUS y VEGALIM.

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

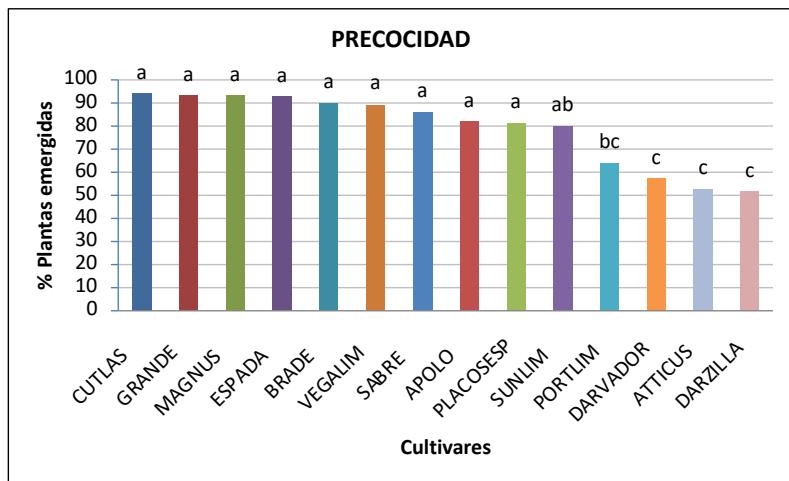


Figura 1. Precocidad de los 14 cultivares de espárragos verdes medida en porcentaje de plantas emergidas.

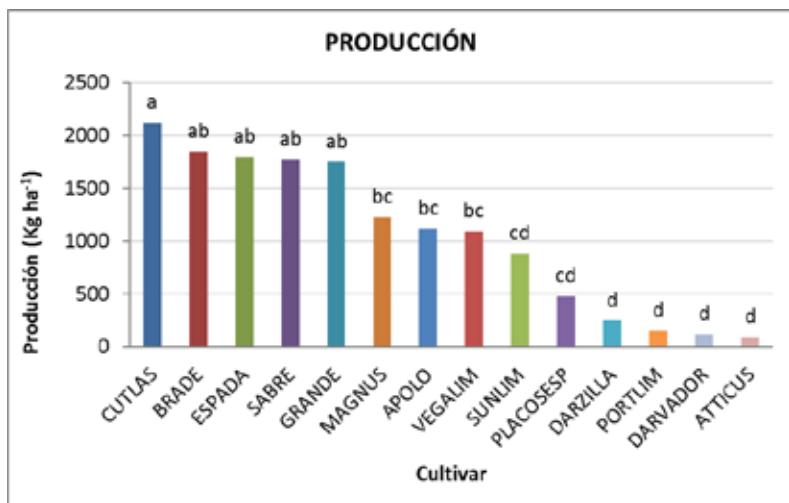


Figura 2. Producción obtenida en 14 cultivares de espárrago verde.

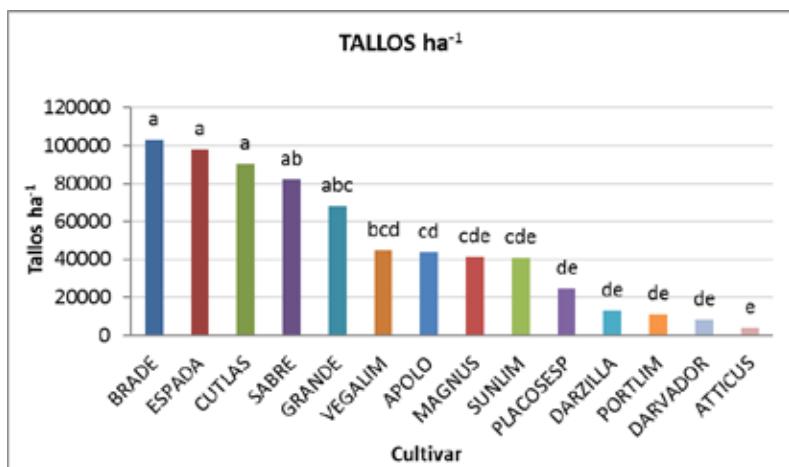


Figura 3. Número de tallos producidos por hectárea.

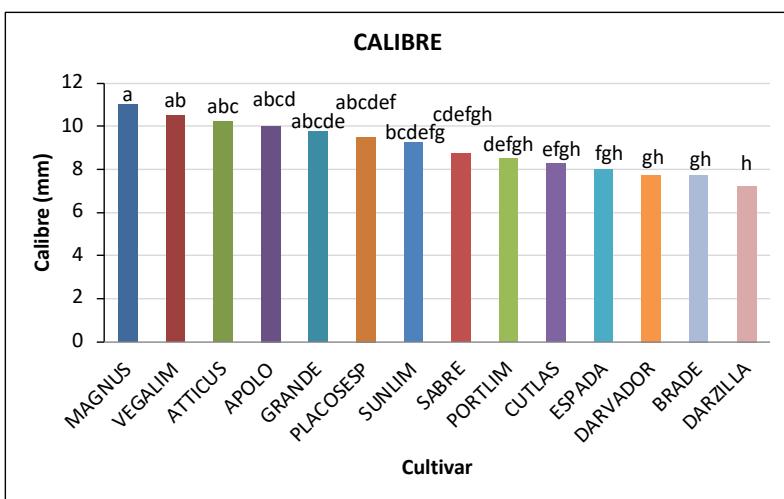


Figura 4. Calibre de los turiones producidos por 14 cultivares de espárrago verde.

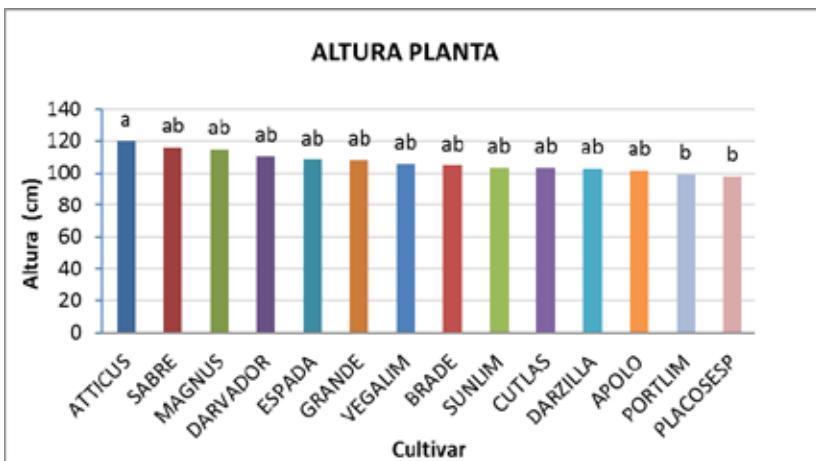


Figura 5. Altura de la planta alcanzada en los diferentes cultivares ensayados.

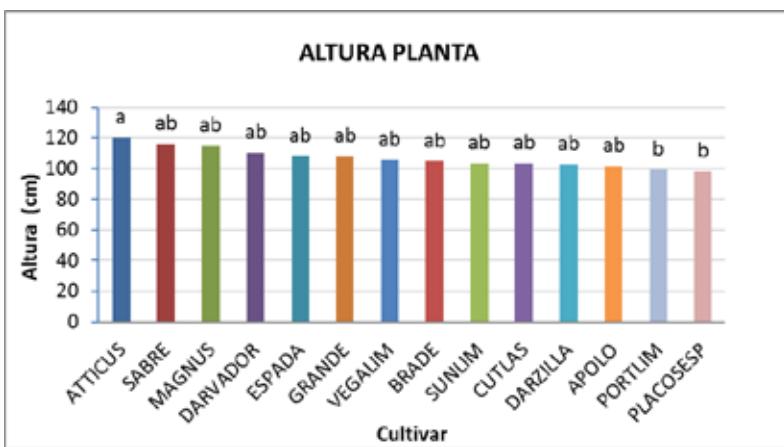


Figura 6. Altura de la primera ramificación en los diferentes cultivares.

FIGURAS DE CALIDAD DE GARBANZOS Y LENTEJAS DE CASTILLA Y LEÓN

Ibeas García, A.; Asensio Sánchez-Manzanera, M.C.; García Vaquero, A.; Rodríguez Cachón, M.
Unidad de Cultivos Herbáceos, ITACyL, Valladolid.

RESUMEN

Tanto la lenteja como el garbanzo son especies que se consumen como grano en seco, no obstante, están incluidas en el Reglamento Técnico de Control y Certificación de semillas de Plantas Hortícolas (B.O.E. 16 de julio de 1986). Las legumbres son un producto básico en una dieta variada y sana, pero en las últimas décadas su consumo ha sufrido un retroceso. Sin embargo, gracias a diferentes campañas de publicidad, en los últimos años se aprecia un leve aumento de su consumo, impulsado por una mayor preocupación de los consumidores por la conservación del medio ambiente y el mayor consumo de proteína vegetal.

Las figuras de calidad aportan un valor añadido a estos productos primarios, y Castilla y León cuenta con varias de estas figuras, entre las que están la I.G.P. Lenteja de la Armuña, I.G.P. Lenteja Tierra de Campos, I.G.P. Garbanzo de Fuentesaúco y M.G. Garbanzo de Pedrosillo.

En el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), se ha registrado en la Oficina Española de Variedades Vegetales, una variedad de lenteja de La Armuña (Guareña), un garbanzo de Fuentesaúco (Cuáiz) y otro de Pedrosillo (Garabito), obtenidos a partir de cultivares locales de cada una de las zonas de producción tradicionales. Desde la I.G.P. de Lenteja Tierra de Campos, se consiguió una variedad (Paula). Todas estos cultivares se están utilizando actualmente para la siembra en las localidades que están adscritas a las figuras de calidad mencionadas. Además, desde el ITACyL se realiza el trabajo de mantenimiento y producción de semilla pre-base de las cuatro variedades, para después ponerla a disposición de los Consejos Reguladores.

Palabras clave: Indicación Geográfica Protegida, Marca de Garantía, Pedrosillo, Fuentesaúco, La Armuña, Tierra de Campos.

INTRODUCCIÓN

La legumbre es un alimento básico que lleva tiempo en retroceso en la dieta de los españoles. Tras ser declarado 2016 “Año Internacional de las legumbres” por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se ha llevado a cabo una labor de potenciación del su consumo. A partir de este año, se ha elegido la fecha del 10 de febrero para celebrar el “Día Global de las Legumbres”, siendo 2018 el tercer año que se celebra.

Desde que se aprobó el Año Internacional, su consumo ha aumentado en nuestro país en un 4,4%, ya que durante el pasado año se consumieron en los hogares españoles 142 millones de kilos de legumbres, frente a los 136 millones de 2016,

según datos publicados por el MAPAMA. Este dato posee especial relevancia, ya que su consumo aumentó por primera vez en 40 años, gracias a estas campañas de promoción de sus propiedades beneficiosas y a la concienciación de los consumidores sobre cuestiones medioambientales, que hace que se esté teniendo a consumir más proteína vegetal frente a la proteína animal.

Con la denominación genérica de legumbres secas se conoce a las semillas secas, limpias y sanas, separadas de la vaina, procedentes de plantas de la familia de las 2 leguminosas. Castilla y León cuenta con algunas de las más afamadas legumbres de España, varias de ellas amparadas bajo alguna figura de calidad. Son cuatro las figuras de calidad de garbanzos y lentejas aprobadas actualmente: IGP Lenteja de la Armuña (aprobado en julio de 1993), IGP Lenteja Tierra de Campos (desde junio de 2004), IGP Garbanzo de Fuentesaúco (aprobado en diciembre de 2002), y MG Garbanzo de Pedrosillo (enero de 2012).

Cada una de estas figuras acoge variedades con características concretas y un territorio delimitado. Así, la I.G.P. Lenteja de la Armuña protege la comercialización de una lenteja de color verde claro, a veces jaspeado, y un tamaño mediano, de entre 5 y 7 mm de diámetro. Esta IGP está situada al norte de la provincia de Salamanca, y está constituida por los terrenos ubicados en 38 municipios de esta provincia, pertenecientes en su mayoría a la comarca natural de La Armuña. La superficie total de la zona de producción es de 75.982 ha. La zona de elaboración y envasado coincide con la zona de producción.

En la I.G.P. Lenteja de Tierra de Campos el tipo comercial se denomina pardina. El color de la cubierta de esta lenteja es marrón o pardo con ornamentación basada en punteadura en color negro, pudiendo tener en ocasiones un jaspeado también negro que puede ocupar toda la cubierta. El color de los cotiledones es amarillo. Las características organolépticas de esta lenteja deben ser: piel de superficie lisa, piel y albumen algo blandos, albumen moderadamente mantecoso, poco granuloso y harinoso y poco astringentes. El territorio de esta IGP ocupa parte de las cuatro provincias noroccidentales de Castilla y León. Las comarcas que componen dicha zona geográfica son: en la provincia de León, Comarca Eslla-Campos y Comarca Sahagún; en la provincia de Palencia, Comarca Campos, Cerrato y Saldaña-Valdavia; en la provincia de Valladolid: Comarca Centro, Sur y Tierra de Campos; y en la provincia de Zamora, Comarca de Benavente y los Valles, Campos-Pan y Duero Bajo.

En el caso de la M.G. Garbanzo de Pedrosillo, se trata de un garbanzo de pequeño tamaño y de forma casi esférica, con tegumento liso y línea de separación de los cotiledones bien marcada. Su pico es pequeño y agudo y su color amarillo-naranja. De sabor muy característico, destaca por la finura de su piel y albumen. La zona de producción se encuentra concentrada en los municipios limítrofes con Pedrosillo el Ralo, situados en el corazón de la comarca de la Armuña, al noroeste de la provincia de Salamanca.

Finalmente, la variedad de la I.G.P. Garbanzo de Fuentesaúco se caracteriza por su pico curvo y pronunciado, color crema o apagado, mezcla de amarillo, blanco

y marrón, piel de rugosidad intermedia y sin manchas. Tras la cocción presentan albumen mantecoso, poco granuloso y piel blanda, manteniéndose la mayoría de los garbanzos íntegros y con la piel adherida. Los garbanzos se producirán exclusivamente en los siguientes términos municipales de la provincia de Zamora: Argujillo, La Bóveda de Toro, Cañizal, Castrillo de la Guareña, El Cubo de Tierra del Vino, Cuelgamures, Fuentelapeña, Fuentesáuco, Fuentespreadas, Gema, Guarrate, El Maderal, El Pego, El Piñero, San Miguel de la Ribera, Santa Clara de Avedillo, Sanzoles, Vadillo de la Guareña, Vallesa, Villabuena del Puentte, Villaescusa y Villamor de los Escuderos.

Los trabajos realizados por el grupo de leguminosas del ITACyL fueron la tipificación del Garbanzo de Fuentesáuco, el Garbanzo de Pedrosillo y la Lenteja de La Armuña. Al mismo tiempo, se realizó una selección de estas variedades para darle uniformidad, obteniendo líneas puras, lo cual permite obtener una producción de mejor calidad desde el punto de vista comercial sin perder ninguna de las características originales del producto. De esta tipificación y posterior selección se obtuvieron estas tres variedades:

- **Cuaiz:** variedad de garbanzo de Fuentesáuco. Utilizada por los productores de la IGP Garbanzo de Fuentesáuco.
- **Garabito:** variedad de garbanzo Pedrosillano y que es la que se siembra dentro de la M.G. Garbanzo de Pedrosillo.
- **Guareña:** variedad de lenteja de La Armuña, empleada en la IGP Lenteja de la Armuña.

Desde la I.G.P. de Lenteja de Tierra de Campos, se realizó un trabajo similar con la semilla de la zona, tipificando y seleccionando para conseguir una semilla uniforme. Como resultado obtuvieron la variedad denominada Paula, que es la que se utiliza por los agricultores inscritos en la I.G.P.

El trabajo se enmarca dentro de la política de apoyo a los productos agroalimentarios de calidad de Castilla y León que lleva a cabo la Consejería de Agricultura, donde se valora más la importancia del producto en restauración y su valor socio-cultural. El objetivo del trabajo propone mantener la semilla Go de las variedades de legumbres obtenidas y registradas por el ITACyL, además de la obtenida desde la I.G.P. Lenteja de Tierra de Campos, y las multiplicaciones siguientes, hasta obtener la semilla comercial, que es la que se distribuye a los productores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención de las variedades, se hizo una selección de líneas puras a partir de variedades (locales) heterogéneas (Rodríguez *et al.* 2006a, Rodríguez *et al.* 2006b).

En una primera etapa, se preseleccionaron varias entradas, procedentes de las zonas de producción, de las que disponía el CRF, otras del propio banco de germoplasma del ITACyL y en alguno de los casos, entradas recogidas en las zonas

de producción. De estas entradas se recopilaron los datos de pasaporte disponibles. Se sembraron todas las entradas, haciendo una caracterización, evaluación de poblaciones y separación de plantas individuales con la asistencia de los agricultores de las zonas de producción.

En años sucesivos se sembraron las plantas individuales seleccionadas, realizando una caracterización morfológica de las mismas y selección con los agricultores y los miembros de los futuros Consejos Reguladores. Una vez hecha esta selección, durante varios años se realizan ensayos de rendimiento en las propias zonas de producción, donde se continuó seleccionando genotipos con la colaboración de los productores. La semilla, una vez trillada, se enseñó a los agricultores para conocer su opinión, sobre cuál de ellas les parecían más “típica” de la zona.

El último paso es hacer ensayos estadísticos de las entradas seleccionadas comparándolas con las poblaciones originales. También se realizaron multiplicaciones de los genotipos seleccionados para disponer de semilla para enviar al Registro de Variedades Comerciales de la Oficina Española de Variedades Vegetales.

Complementando el trabajo de campo, y dado que lo que se estaba obteniendo son legumbres de consumo humano, las variedades se sometieron a un panel de catas para asegurar que conservan la alta calidad culinaria que caracteriza a estos productos. Lenteja y garbanzos comparten algunos de los parámetros de cata, como “superficie de la piel” (evaluando de muy lisa a muy rugosa), “dureza de la piel” (de muy blanda a muy dura), “mantecosidad del albumen” (de nada mantecoso a muy mantecoso) y “granulosidad del albumen” (de nada granuloso a muy granuloso). Además de estas medidas, en garbanzos se valoran “integridad de grano” (de todos rotos a todos íntegros) y “pieles sueltas” (de todas las pieles sueltas a ninguna piel suelta). En lentejas los parámetros a estimar, además de los anteriormente citados, son “dureza del albumen” (de muy blando a muy duro), “harinosidad del albumen” (de nada harinoso a muy harinoso) y “astringencia” (de nada astringente a muy astringente). La escala de evaluación es de 1 a 5, siendo 1 “nada” y 5 “muy”, según los parámetros.

Una vez obtenida la variedad es preciso mantener sus caracteres en las multiplicaciones siguientes. Para ello es necesario seguir una serie de operaciones que conserven el material obtenido tal cual se obtuvo, lo cual constituye la mejora de conservación. Sin ellas, la variedad modificaría sus caracteres a lo largo del tiempo, lo cual se conoce como degeneración varietal. Esta degeneración varietal puede deberse a causas mecánicas (mezclas con otras semillas) y genéticas (cruzamientos espontáneos, heterogeneidad, mutaciones espontáneas, deriva genética, envejecimiento de la semilla).

La cantidad de semilla obtenida por el mejorador es normalmente muy pequeña y, por tanto, ha de ser multiplicada varias veces para poderla comercializar. La semilla obtenida por el mejorador al final de su programa constituye la generación de la que se parte para la producción comercial, que recibe el nombre de Go. La obtención de semilla prebase se consigue a partir de 60 plantas individuales, que después de recolectadas, se trillan de forma individual.

Las generaciones que parten de la semilla G₀ se denominan G₁...G₄. A las generaciones G₀ y siguientes se las denomina “semilla prebase”.

Para la obtención de la semilla G₁ se procede de la siguiente manera: se siembran las plantas individuales G₀ al año siguiente, una planta por surco, en surcos de 2 metros de largo. Se lleva a cabo un seguimiento exhaustivo durante el ciclo de cultivo para eliminar las plantas fuera de tipo. Dentro de estos surcos, se seleccionan 2 plantas individuales por surco (una para sembrar el año siguiente y otra para guardar) G₀ para el año siguiente. El resto de la parcela se recoge en conjunto, constituyendo la semilla G₁.

Se multiplica la semilla G₁ sembrándola en parcelas, eliminando las plantas fuera de tipo. Se obtiene G₂ que se vuelve a multiplicar, controlando también las plantas fuera de tipo. La última de las generaciones de la semilla prebase (G₄), se denomina “semilla base”, porque sirve para comenzar la producción de semilla certificada o semilla comercial.

La semilla prebase de las variedades Paula, Guareña, Cuaíz y Garabito, es obtenida por el ITACyL. La semilla prebase es entregada a los Consejos Reguladores que se encargan de subcontratar con empresas de semillas la producción de semilla base y semilla comercial. El control por parte de los Consejos Reguladores de toda la semilla certificada R₁ necesaria para la siembra anual, contribuye a garantizar que toda la legumbre que se ponga en el mercado sea lo más homogénea posible y de la mayor calidad, asegurándose de que toda la semilla que se siembra y envasa dentro de su figura de calidad, corresponde a la variedad elegida y tiene una única procedencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RODRIGUEZ, M.J.; CAMINERO, C.; DÍEZ, M.C.; GONZÁLEZ, B.; MARTÍN, A.; BARRIOS, A.; GARCÍA C.A.; LAGUNA, R.; RAMOS, A.; PÉREZ R.; GARCÍA, F. 2006 a. *Tipificación, Selección y Variedades para la Indicación Geográfica Protegida del Garbanzo (Cicer arietivum L)* Fuentesauco. Actas 2^a Jornadas de la A.E.L, pág.: 401-407.

RODRIGUEZ, M.J.; CAMINERO, C.; DÍEZ, M.C.; GONZÁLEZ, B.; MARTÍN, A.; BARRIOS, A.; GARCÍA, C.A.; LAGUNA, R.; RAMOS, A.; RECIO, J.F.; ARMENTEROS N. 2006 b. *Tipificación, Selección y Variedades para la Indicación Geográfica Protegida del Garbanzo (Cicer arietinum L)* Pedrosillano. Actas 2^a Jornadas de la A.E.L, pág.: 409-4015. 5

RAMOS, A., LAGUNA, R., MARTÍN, A., RODRIGUEZ, M., CAMINERO, C., GONZÁLEZ, R., GARCÍA, A., DÍEZ, C. *Programa de Selección en Garbanzo de Fuentesauco y Lenteja de la Armuña*. Vida Rural, 1 de octubre de 2002.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PROMOLEG. Financiación FEADER, PDRCyL (2014-2020).

ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE ZANAHORIA DEBIDO A AMARILLEAMIENTOS Y ENROJECIMIENTOS

Asensio Sánchez-Manzanera, M.C.; Vacas-Izquierdo, R.; Ruano-Rosa, D.; Santiago, Y.

Unidad de Cultivos Leñosos y Hortícolas, Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Valladolid.

RESUMEN

En los últimos años la zona productora de zanahoria en Castilla y León ha visto afectada su producción por diversos síntomas tales como retorcimiento y deformación de raíces, amarillamientos y enrojecimientos de las hojas, retraso en el crecimiento de los brotes, proliferación de raíces secundarias, proliferación de brotes en la corona, etc. Estos síntomas han sido relacionados con la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso) y de su vector *Bactericera trigonica*.

En 2017 el ITACyL ha comenzado a trabajar en un proyecto junto a ASOPROFIT (Asociación para la Protección Fitosanitaria del Puerro, la Zanahoria y la Cebolla en Castilla y León) para tratar de dar solución a estas sintomatologías.

Uno de los objetivos que se pretende abordar es conocer el nivel de incidencia de estas sintomatologías en los cultivos, ya que no existen trabajos previos en la zona. Para ello se seleccionaron un total de 17 parcelas en las que se realizaron 3 visitas a lo largo del cultivo. En cada visita se registró la sintomatología en hojas y raíces y la presencia de los distintos estados del insecto en las plantas mediante observación y mangueos. Por último, se evaluó la producción en cosecha y se realizó el análisis de muestras en 53 muestras sintomáticas.

Palabras clave: *Candidatus Liberibacter solanacearum*, *Bactericera trigonica*, prospecciones, síntomas, rendimiento, cosecha.

INTRODUCCIÓN

La superficie de hortalizas de Castilla y León es de 13.780 ha. Los cultivos hortícolas que mayor importancia tienen en superficie son el guisante verde con un total de 1.904 ha, la zanahoria con 2.694 ha, la cebolla con 1.557 ha, el ajo con 1.480 ha y el puerro con 956 ha (Anuario Estadística Agraria, 2016).

A nivel nacional, Castilla y León es el primer productor de puerro en España, segundo productor de zanahoria y tercer productor de cebolla. La superficie de zanahoria en Castilla y León durante el año 2015 fue un 40 % de la superficie total nacional, siendo la segunda comunidad que registró mayor producción después de Andalucía.

La zona de producción hortícola de Castilla y León donde se localizan principalmente estos cultivos es la comarca agraria de Cuéllar en Segovia y el sureste de la provincia de Valladolid. Se trata de cultivos que se producen en su mayoría al aire libre con grandes superficies de cultivo.

Hace algunos años comenzaron a aparecer síntomas en cultivos de zanahoria en esta zona consistentes en: retorcimiento de raíces, amarillamientos y enrojecimientos de hojas, retraso en el crecimiento de brotes, proliferación de raíces secundarias, proliferación de brotes en la corona, deformación de raíces, y reducción del rendimiento por parcela, así como de la calidad del producto. Estos síntomas fueron relacionados con la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso) y del vector *Bactericera trigonica*, aunque también aparecieron algunos fitoplasmas y virus.

Con el fin de dar solución a los problemas surgidos con estas sintomatologías en zanahoria, así como a los problemas que habían aparecido en puerro y cebolla (enanismo, rajado, amarillamientos y enrojecimiento de fustes y marchitamientos de puntas) asociados con el psílido *Bactericera tremblayi*, se creó la Asociación para la Protección Fitosanitaria del Puerro, Zanahoria y Cebolla en Castilla y León (ASOPROFIT) con fecha 17 de marzo de 2015. Esta Asociación está formada por 73 socios que incluyen cooperativas agrícolas, industrias agroalimentarias, semilleros e industrias transformadoras y fabricantes de productos terminados. La Asociación representa el 41,57% de la superficie de puerro, 52,59% de la de zanahoria y 17,01% de la de cebolla de Castilla y León.

En 2017 el ITACyL puso en marcha un proyecto financiado por la Medida 16.2 del Plan de Desarrollo Rural de Castilla y León (2014-2020), en colaboración con ASOPROFIT (Asociación para la Protección Fitosanitaria del Puerro, la Zanahoria y la Cebolla en Castilla y León) que lleva por título “Nuevas estrategias para mitigar los daños causados por las enfermedades de especies hortícolas de reciente aparición”. Los objetivos del proyecto son conocer el nivel de incidencia de la enfermedad en zanahoria, puerro y cebolla en Castilla y León, la etiología de la enfermedad con la detección e identificación de los patógenos implicados, estudio de la epidemiología de la enfermedad y el estudio de distintos factores para su control.

Teniendo en cuenta que no existen trabajos previos en la zona, el objetivo principal de este trabajo fue conocer el nivel de incidencia de estas sintomatologías en el cultivo de zanahoria y cómo repercute en las pérdidas de rendimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el año 2017 se prospectaron un total de 17 parcelas de zanahoria distribuidas por las provincias de Valladolid, Segovia y Ávila.

Municipio	Provincia	Variedad	Fecha siembra	Fecha recolección
CAMPO DE CUELLAR	SEGOVIA	SOPRANO	14/05/2017	20/09/2017
CHATÚN	SEGOVIA	BRILLYANCE	04/05/2017	05/09/2017
COGECES DE ÍSCAR	SEGOVIA	SOPRANO	29/05/2017	26/09/2017
DEHESA MAYOR (CUELLAR)	SEGOVIA	SOPRANO	26/05/2017	09/10/2017
MATA DE CUELLAR	SEGOVIA	SOPRANO	20/05/2017	12/09/2017
NAVALMANZANO	SEGOVIA	SOPRANO	09/05/2017	26/09/2017
OLMEDO 1	VALLADOLID	SOPRANO	08/05/2017	23/10/2017
OLMEDO 2	VALLADOLID	NAMIBIA / SOPRANO	31/03/2017	23/10/2017
PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN 1	VALLADOLID	SOPRANO	04/05/2017	28/09/2017
PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN 2	VALLADOLID	MAESTRO	24/05/2017	28/09/2017
POLLOS	VALLADOLID	SOPRANO	22/05/2017	26/10/2017
SAN PABLO DE LA MORALEJA	VALLADOLID	NAMIBIA/ SOPRANO NAMIBIA/	06/04/2017	18/09/2017
SAN VICENTE DE ARÉVALO	ÁVILA	BRILLYANCE/ NAVAL	16/06/2017	18/09/2017
TRASPINEDO	VALLADOLID	SOPRANO	01/06/2017	26/10/2017
VILLANUEVA DE DUERO	VALLADOLID	BRILLYANCE	11/05/2017	23/10/2017
VILLAVERDE DE ISCAR	VALLADOLID	SOPRANO/ BRILLYANCE	13/04/2017	20/09/2017

En cada parcela se realizaron 3 visitas durante el cultivo: en inicio de campaña (V1), en la mitad del ciclo del cultivo (V2) y en el momento previo a la recolección (V3), en las que se registraron las sintomatologías observadas en hojas y raíces. Se diferenciaron los siguientes síntomas: proliferación de hojas en corona, amarilleo y enrojecimiento en hojas, hojas en mosaico, rizado de hojas, hojas filiformes, protuberancias, proliferación de raíces secundarias, y raíces bifurcadas, deformadas y rajadas. Para cada síntoma se anotó un valor de 1-9 correspondiente a la incidencia de la superficie afectada en la parcela, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

1	0 %	4	20-30 %	7	50-60%
2	<10 %	5	30-40 %	8	60-70 %
3	10-20 %	6	40-50 %	9	>70 %

Adicionalmente se registraron los distintos estados del insecto mediante observaciones y mangueos, evaluándose la presencia/ausencia de huevos y/o ninfas en 50 plantas y el número de adultos total en 5 repeticiones de 10 mangueos cada una con manga entomológica en campo.

En el momento de la cosecha se tomaron dos repeticiones de una superficie de 1 m de longitud y la mitad de la meseta de anchura. Se limpiaron las raíces y se separaron tres grupos: las comerciales, las no comerciales por un menor tamaño y las sintomáticas. Se consideró producción comercial aquella producción apta para consumo en fresco, es decir aquellas raíces enteras, sanas y con un tamaño adecuado para su comercialización.

Cada grupo de raíces se pesó y contabilizó. Adicionalmente, para las raíces sintomáticas se anotó un valor del 1 (ausente) a 9 (muy severo) para cada síntoma y se anotó la impresión general de la cosecha en base a la precocidad, uniformidad y forma de las raíces (1-excelente, 9-muy malo).

Con los datos de los síntomas en campo de las tres visitas, presencia del insecto y los datos de cosecha, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson. Con los datos de cosecha se hizo separación de medias mediante la prueba del rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la *Tabla 1* se recogen los datos de rendimiento comercial de las parcelas de estudio. El rendimiento de la producción comercial varió desde 0, registrado en la parcela de Olmedo 1 donde todas las raíces eran sintomáticas y por tanto no aptas para su comercialización en fresco, hasta 129.589 kg. ha⁻¹ de Olmedo 2, una parcela situada en el mismo municipio. El promedio de las parcelas prospectadas fue de 82.641 kg. ha⁻¹.

El porcentaje de destrozo debido a un tamaño menor de la raíz osciló entre 0,34 (Mata de Cuéllar) y 8,84% (San Pablo de la Moraleja), con un promedio de 1,93 %.

En principio cabe esperar que el número de raíces y el peso de raíz comerciales sea mayor en parcelas con un mayor rendimiento y, aunque en algunas parcelas sí parece seguir esta dinámica, como es el caso de Olmedo 2, esta relación está muy condicionada por la variedad de zanahoria seleccionada.

En cuanto al destrozo debido a raíces sintomáticas no aptas para su comercialización en fresco, varió entre el 0 % de Traspinedo y San Vicente de Arévalo, y 100 % en la parcela de Olmedo 1 (*Tabla 2*). El promedio de destrozo de todas las parcelas debido a raíces sintomáticas fue de 18,38 % siendo por tanto esta enfermedad la principal causa de destrozo.

Los datos del nivel de incidencia de adultos (capturados en mangueos) en las parcelas de la zona de prospección por fechas aparecen en la *Figura 1*. Es importante destacar que el número de capturas registrado para la mayoría de las parcelas durante el mes noviembre fue superior a 500 insectos, a excepción de las parcelas limítrofes de la zona de mayor producción o aquellas parcelas aisladas donde este dato es considerablemente menor.

En cuanto a la correlación de la presencia del insecto en las tres visitas (V1, V2 y V3) se encontró correlación para la presencia de huevos y ninfas en plantas entre V1-V2 y V2-V3, así como correlación entre los adultos capturados en V2-V3 (*Tabla 3*).

Para la presencia del insecto y los síntomas en las tres visitas (V1, V2 y V3) y la cosecha (C) se encontró correlación entre los adultos capturados en los mangueos y la presencia de huevos y ninfas en plantas en V1 con los síntomas de amarilleos y proliferación de hojas en V2 (*Tabla 4*). Además, la presencia de huevos y ninfas en V1 estuvo correlacionada con la impresión general, los amarilleos y las rojeces en cosecha. En V2 la presencia de huevos y ninfas se correlacionó con la impresión general, los amarilleos y la proliferación y protuberancias de raíces en cosecha. Por último, los mangueos en V3 se correlacionaron con las rojeces y proliferación y protuberancias en raíces.

Respecto a la correlación de síntomas entre las tres visitas se encontró una alta correlación entre los amarilleos de V1 con la proliferación y protuberancias y raíces en V3. También se encontró correlación entre los amarilleos y amarilleos-rojeces con la proliferación y protuberancias en raíz y la proliferación de hojas en V2. Las rojeces en V2 estuvieron relacionadas además de con la proliferación y protuberancias de raíces en V2 y con la proliferación de protuberancias y raíces, la proliferación de hojas, las raíces deformadas y rajadas de V3 (*Tabla 5*). Estos síntomas de amarilleos y rojeces en puntas han sido los síntomas más frecuentes aparecidos en trabajos realizados en las islas Canarias (Quintana *et al*, 2016).

Por último, destacar la relación de las rojeces en V3 con la proliferación de hojas y rajados de raíz en cosecha (*Tabla 6*).

Los resultados en cosecha muestran que existe mucha variabilidad en los rendimientos de las parcelas prospectadas, encontrando parcelas con altos rendimientos y alto porcentaje de raíces sintomáticas, y parcelas con un menor rendimiento y bajos porcentajes de raíces con síntomas, entendiendo que factores de tipo agronómico como elección de la variedad y manejo de la parcela podrían influir en el rendimiento final de la parcela en cosecha.

En estudios realizados en *Trioza apicalis*, vector de CaLso en el norte de Europa, se observaron pérdidas significativas de rendimiento debida a la alimentación de las hembras del insecto. Es cierto que otros factores, como la presencia/ausencia de la bacteria en el vector y la cantidad de bacteria inoculada por cada individuo, influirían también en esta pérdida de rendimiento (Nissinen *et al*,

2013). En el caso de *Bactericera trigonica*, los estudios realizados hasta el momento han probado que la cantidad de bacteria inoculada es mayor en hembras, siendo más eficientes en la inoculación (Antolínez *et al.* 2016).

La evolución del insecto a medida que avanzaba el cultivo ha tenido un aumento progresivo por tanto sería muy útil el seguimiento de los datos de los mangueos y la observación de los distintos estados del insecto en las plantas para evitar un aumento de las plantas sintomáticas. En el caso concreto de los mangueos, un alto número de capturas en la mitad de la campaña sería indicativo de lo que sucedería durante el momento de la recolección, ya que entre estos dos puntos se produce una progresión en aumento.

Existe una relación entre la presencia del insecto con los síntomas tanto en raíz como en hojas, principalmente los amarilleos y la proliferación de hojas en la primera visita y la proliferación y protuberancias en raíces en la última visita y en cosecha. Por tanto, es importante controlar el insecto para prevenir la aparición de síntomas.

Los síntomas entre las visitas y cosechas están relacionados todos entre sí, siendo imposible separar unos de otros, aunque los síntomas en hojas en las visitas están correlacionados con los síntomas de raíz en cosecha. Será importante observar el aspecto visual de la planta en campo, ya que indicará qué síntomas y qué cantidad de raíces sintomáticas se pueden encontrar antes de empezar a cosechar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuario de Estadística Agraria de la Junta de Castilla y León año 2016.
<https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/jcyl/AgriculturaGanaderia/es/Planta/lla100/1284777009556/>

ANTOLÍNEZ, C.A.; FERERES, A.; MORENO, A. 2016. *Sex-specific probing behaviour of the carrot psyllid Bactericera trigonica and its implication in the transmission of 'Candidatus Liberibacter solanacearum'*. European Journal of Plant Pathology, Vol. 147 (3): 627-637.

NISSINEN, A. I.; HAAPALAINEN, M.; JAUVIAINEN, L.; LINDMAN, M.; PIRHONEN, M. 2014 *Different symptoms in carrots caused by male and female carrot psyllid feeding and infection by 'Candidatus Liberibacter solanacearum'*. Plant Pathology, Vol. 63 (4): 812-820.

QUINTANA GONZÁLEZ DE CHAVES, M.; GIMÉNEZ MARIÑO, C.; SIVERIO DE LA ROSA, F. 2016. Actas XVIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, 20-23 septiembre 2016, Palencia.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía izquierda. Síntomas de raíces deformadas. **Fotografía derecha.** Zanahorias con síntomas de proliferación de raíces y proliferación de hojas.



Fotografía 3. Zanahoria con síntomas de rajado.

TABLAS

Tabla 1. Rendimiento comercial (kg. ha⁻¹), N° raíces comerciales, peso raíz comercial (g) y porcentaje de destío de la producción no comercial de zanahoria. Los datos muestran el promedio de dos repeticiones.

MUNICIPIO	Rendimiento comercial (kg.ha ⁻¹)	Nº raíces comerciales	Peso raíz comercial (g)	% destío por menor tamaño
OLMEDO 2	129.589	a	168,5	abcd
VILLANUEVA DE DUERO	123.733	ab	109	abc
POLLOS	114.360	abc	110	abcd
TRASPINEDO	109.954	abc	118,5	def
CAMPO DE CUÉLLAR	106.878	abcd	108	abc
COGECES DE ÍSCAR	103.457	abcde	95	a
DEHESA DE CUÉLLAR	99.495	abcdef	135,5	bcde
PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN 2	92.578	bcd	126	abc
NAVALMANZANO	87.074	cdfgh	141	abcde
VILLAVERDE DE ÍSCAR	74.391	defgh	120	abcd
SAN VICENTE DE ARÉVALO	73.504	defgh	94	ab
SAMBOAL	71.779	efghi	102	cdef
CHATÚN	66.811	fghi	123	ef
PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN 1	59.417	ghi	102	bcde
SAN PABLO DE LA MORALEJA	52.924	hi	118,5	f
MATA DE CUÉLLAR	38.957	i	35,5	8,84
OLMEDO 1	0	j	0	a
			c	0,34
			0	b
			g	3,97
				ab

*Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de rangos múltiples de Duncan con =0,05

Tabla 2. Porcentaje de destriño, número de raíces y peso de raíces (g) sintomáticas de zanahoria. Los datos muestran el promedio de dos repeticiones.

MUNICIPIO	% destriño sintomáticas	Nº raíces sintomáticas	Peso raíces sintomáticas (g)
OLMEDO 2	9,67	cdef	15 cdefg 1.098 abcd
VILLANUEVA DE DUERO	9,9	cdef	10 efgh 802 bcd
POLLOS	10,06	cdef	11 efgh 859 abcd
TRASPINEDO	0 f	0 h	0 d
CAMPO DE CUÉLLAR	23,43	bcde	24 bcde 1.941 ab
COGECES DE ÍSCAR	0,58	f	1 gh 52 d
DEHESA DE CUÉLLAR	4,44	ef	6 gh 417 d
PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN 2	10,78	bcdef	14 defgh 1.143 abc
NAVALMANZANO	8,6	def	12 efgh 861 abcd
VILLAVERDE DE ÍSCAR	20,96	bcde	22 bcdef 1.706 abc
SAN VICENTE DE ARÉVALO	0 f	0 h	0 d
SAMBOAL	25,98	bcd	27 bcd 1.771 abc
CHATÚN	4,85	ef	6 gh 306 d
PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN 1	30,81	b	29 bc 2.005 a
SAN PABLO DE LA MORALEJA	29,77	bc	35 b 1.647 abc
MATA DE CUÉLLAR	22,66	bcde	8 fgh 718 dc
OLMEDO 1	100 a	137 a	51 d

*Letras diferentes indican diferencias significativas para la prueba de rangos múltiples de Duncan con $\alpha=0,05$

Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de medida de la presencia del insecto en las tres visitas (V1, V2 y V3).

	V2-Presencia HyN	V3-Presencia HyN	V3-Mangueos
V1-Presencia HyN	0,66**		
V2-Presencia HyN		0,73**	
V2-Mangueos			0,71**

**: Correlación significativa al nivel 0,01; *: Correlación significativa al nivel 0,05. H: huevos; N: ninfas

Tabla 4. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de medida de la presencia del insecto con los síntomas en las tres visitas (V1, V2 y V3) y en la cosecha (C).

	V2-amarilleos	V2-Proliferación hojas	C-Impresión general	C-Amarilleos	C-Rojes	C-Proliferación y protuberancias en raíces
V1-Mangueos	0,73**	0,56*				
V1-Presencia HyN	0,64**	0,65**	0,64**	0,64**	0,6*	
V2-Presencia HyN			0,58*	0,57*		0,53*
V3-Mangueos					0,6*	0,58*

**: Correlación significativa al nivel 0,01; *: Correlación significativa al nivel 0,05. H: huevos; N: ninfas

Tabla 5. Coeficiente de correlación de Pearson entre los síntomas en las tres visitas (V1, V2 y V3).

	V2-amarilleos	V2-Proliferación en hojas	V2-Proliferación y protuberancias en raíces	V3-Amarilleos	V3-Proliferación en hojas	V3-Raíces deformadas	V3-Proliferación y protuberancias en raíces	V3-Raíz rajada
V1-Amarilleos							0,94**	
V1-Raíces deformadas							0,64*	0,62*
V2-amarilleos			0,57*	0,9**	0,65*			0,62*
V2-Proliferación en hojas	0,6*			0,87**				
V2-amarilleos-rojces		0,6*	0,59*					
V2-rojces			0,72**		0,82*	0,77**	0,67*	0,78**
V2-Proliferación en hojas				0,71**	0,72**			
V2- Proliferación y protuberancias en raíces							0,97**	

**: Correlación significativa al nivel 0,01; *: Correlación significativa al nivel 0,05

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Pearson entre los síntomas de las tres visitas (V1, V2 y V3) con la cosecha (C).

	C-Impresión general	C- Proliferación y protuberancias en raíces	C-Proliferación de hojas	C-Raíz rajada
V2-rojeces	0,61*			
V2-Proliferación y protuberancias en raíces	0,68**	0,64**		
V3-rojeces			0,8**	0,66*
V3- Proliferación y protuberancias en raíces	0,61*	0,61*		

**: Correlación significativa al nivel 0,01; *: Correlación significativa al nivel 0,05

FIGURAS

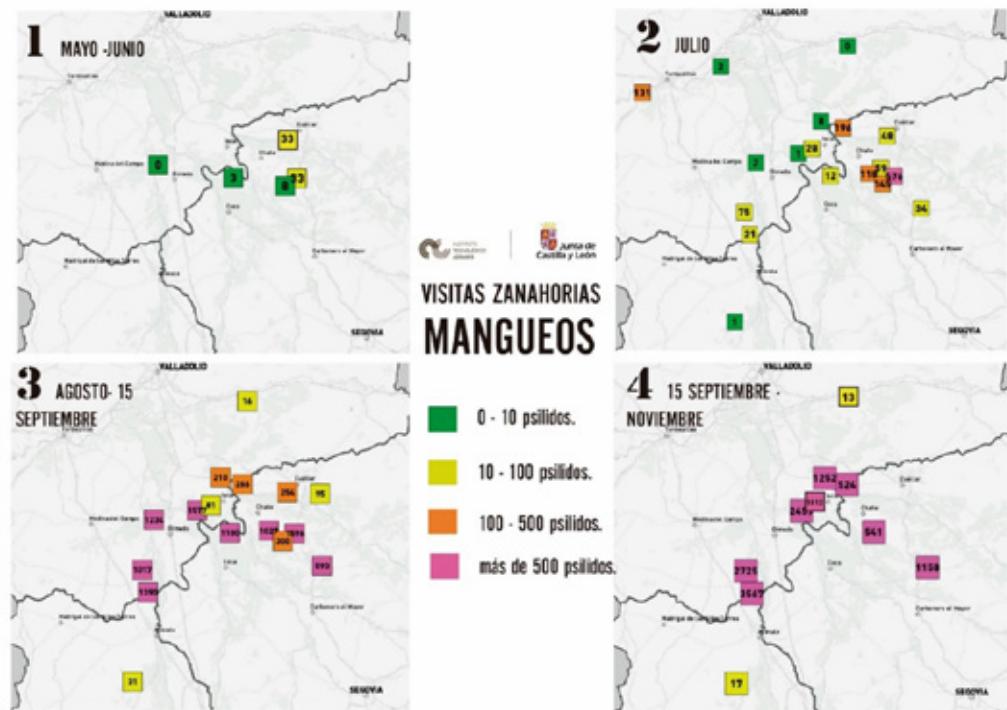


Figura 1. Mapa con el número de adultos capturados en los mangueos a lo largo de la campaña de cultivo de zanahoria de la zona de producción de Castilla y León - Año 2017.

NUTRICIÓN MINERAL EN UN CULTIVO DE PAPAYA DE DOS AÑOS BAJO INVERNADERO EN CANARIAS

Raya, V.¹; Haroun, J.¹; Cabrera, J.A.²

¹ Estación de Investigación Hortícola de Santa Lucía de Tirajana - Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA).

² Dpto. Fruticultura. Finca Isamar - Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA).

RESUMEN

La influencia de la nutrición mineral en el cultivo de papaya, es clave para obtener un correcto desarrollo del cultivo y unas óptimas características organolepticas del fruto. Este aspecto, unido al desarrollo de prácticas de nutrición mineral que mejoren la eficiencia en el uso de los nutrientes, hace necesario determinar los requerimientos nutricionales del cultivo de papaya a lo largo del ciclo. Con este objetivo, se ha desarrollado un ensayo en un ciclo de cultivo de dos años del cultivar de papaya 'Sweet Mary' bajo invernadero en la zona sureste de Gran Canaria, donde se aplicaron dos tratamientos de fertilización con diferentes relaciones entre el nitrógeno y el potasio: uno Control con una relación media N:K₂O de 1:2,1 y un tratamiento más rico en potasio (+K) con una relación N:K₂O de 1:3,3 añadiendo un 30-40% menos de nitrógeno y un 10-15% más de potasio con respecto al Control.

En todo el ciclo de cultivo, el consumo de N fue de 513 y 492 g/planta, de 730 y 654 g/planta de P₂O₅ y de 888 y 997 g/planta de K₂O, en los tratamientos Control y +K, respectivamente. La absorción de nutrientes en el ciclo siguió una curva, con incrementos en la demanda nutritiva en los momentos de mayor carga y engorde de frutos en planta (entre agosto y enero), muy influenciado por el mantenimiento del área foliar en la planta, y menor consumo de nutrientes entre los meses de marzo y junio, con menor carga de frutos en planta.

A partir del comienzo de la recolección, la relación entre el nitrógeno y el potasio consumido, se mantuvo en ambos tratamientos alrededor de 1 (N): 2 (K₂O), por tanto, todo el potasio aportado por encima de este equilibrio no era aprovechado por la planta, alcanzándose cantidades de potasio drenadas en torno al 50%, en ambos tratamientos. No se encontraron diferencias significativas en la producción neta (105 y 112 kg/planta en Control y +K, respectivamente) ni en la calidad del fruto entre tratamientos, por lo que se podrían recomendar para dos años de cultivo, dosis de N no superiores a 500 g/planta y de hasta 900 g/planta de K₂O. Es necesario ajustar las aplicaciones de nutrientes a los requerimientos nutritivos del cultivo, lo que nos permitirá aumentar la eficiencia en el uso de los mismos, además de evitar los problemas de salinización y contaminación del subsuelo asociado a una gestión no adecuada de la fertilización.

Palabras clave: eficiencia en el uso de nutrientes, absorción de nutrientes, consumo de agua.

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de consolidar la comercialización de la papaya de Canarias en los mercados de la península, se hace imprescindible evitar fluctuaciones en la producción y, sobre todo, en la calidad de los frutos a lo largo de ciclo de cultivo. Esta dificultad para llegar a los estándares de calidad exigidos por el mercado en determinados momentos se asocia, principalmente, a la incidencia de condiciones climáticas adversas para el cultivo, lo que unido a una disminución en la superficie foliar de la planta (por incidencia de plagas y/o enfermedades), agrava dicho problema. Días fríos, secos o de baja luminosidad tienen un impacto negativo en el desarrollo de la planta y en su producción (Allan, 2002), ya que la respuesta fotosintética de la planta está muy vinculada a las condiciones climáticas (Camposstrini y Glenn, 2007).

Además de las condiciones climáticas, la nutrición juega un papel importante en la calidad de los frutos. Aportes adecuados de potasio se relacionan con un mayor contenido en sólidos solubles totales (SST) de los frutos, grosor de pulpa y contenido en carotenoides (Kumar *et al.*, 2010), e incluso con un alargamiento de la vida postcosecha de los mismos (Harjadi *et al.*, 1995). Algunos autores han estudiado la relación entre la cantidad de SST en fruto en función de las diferentes formas de aplicación de abono nitrogenado. Así, Oliveira *et al.* (2002), observaron que la aplicación de urea no afectaba al contenido en SST y Marinho *et al.* (2001), indicaron que la aplicación de sulfato amónico como fuente de N reducía de manera lineal los SST, no así el nitrato amónico.

En diversas zonas productoras se han determinado las necesidades nutritivas del cultivo y su efecto en la calidad del fruto, calculando las extracciones mediante muestreos destructivos en varios momentos del ciclo (Cunha y Haag, 1980; Fallas *et al.*, 2014) o determinando el efecto en el rendimiento al aplicar diferentes dosis y equilibrios nutritivos (Gaillard, 1972; Bueno-Jázquez, 2004; Kumar *et al.*, 2010; Marinho *et al.*, 2008; Brito Neto *et al.*, 2011).

En trabajos previos, se determinó la absorción de nutrientes en un año de cultivo de papaya en Canarias con un periodo de recolección de cuatro meses. El objetivo del presente ensayo era determinar los requerimientos nutritivos del cultivo de papaya en un ciclo completo de 23 meses de cultivo, definiendo los equilibrios en la absorción de nutrientes y la eficiencia en el uso de los mismos en función de la producción obtenida.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en Vecindario (Sureste de Gran Canaria), en un invernadero multitúnel situado a 49 msnm, de arco gótico de 1.000 m², 4.5 m de altura a canal y 6.2 m a cumbre, con cubierta lateral de policarbonato y cenital de polietileno de 800 galgas, ventilación lateral tipo guillotina y cenital doble abatible, protegida por malla de 10 x 20 hilos/cm² (aproximadamente 41 mesh). La variedad "Sweet Mary" sin sexar se trasplantó al invernadero el 18 de mayo de

2015, utilizando macetones de 80 L de capacidad con lapilli volcánico (“picón”) como sustrato. Una semana antes del trasplante se inundó el picón con solución rica en fósforo para reducir la adsorción de fosfatos por parte del sustrato. Se plantaron inicialmente dos plantas por macetón para posteriormente realizar el sexado (durante la tercera semana de agosto) y dejar una planta por macetón, con un marco de plantación de 4 m entre líneas y 1,5 m entre plantas. La recolección comenzó a finales de enero de 2016 y finalizó en abril de 2017, correspondiente a un ciclo de cultivo de 23 meses.

Se aplicaron dos tratamientos de fertilización con diferentes relaciones entre el nitrógeno y el potasio: uno Control con una relación media N:K₂O de 1:2,1 y un tratamiento más rico en potasio (+K) con una relación N:K₂O de 1:3,3 añadiendo un 30-40% menos de nitrógeno y un 10-15% más de potasio con respecto al Control.

La composición media de la solución nutritiva durante el ciclo de cultivo en los tratamientos ensayados se muestra en la siguiente tabla:

Tratamientos	pH	CE (dS/m)	Composición media (mmol/L)							
			N-NO ₃ ⁻	P-H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S-SO ₄ ²⁻	*Na ⁺	*Cl ⁻
Control	5,4	1,9	8,8	2,1	5,4	5,2	2,6	3,2	5,7	4,5
+K	5,3	1,8	6,1	1,6	6,0	4,9	1,9	5,2	5,8	5,1

* Iones procedentes del agua de riego.

Para determinar la absorción de nutrientes, se registró diariamente el volumen de riego y drenaje de una planta por tratamiento y repetición y, quincenalmente, se analizó la composición, tanto de la solución nutritiva del riego como del drenaje. La absorción de nutrientes se calculó mediante la diferencia entre el volumen y la concentración aplicada y drenada en cada macetón.

Se registraron parámetros de producción y calibre de los frutos a lo largo de todo el ciclo de cultivo, en los dos tratamientos. Semanalmente se midió el contenido en sólidos solubles totales (SST), mediante un refractómetro Atago, en tres frutos por tratamiento y repetición. Los parámetros climáticos (temperatura, humedad relativa, radiación global y radiación PAR) se midieron cada minuto realizando los registros cada 30 minutos. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones, constando la unidad experimental de 4 plantas, realizando el análisis estadístico de los resultados con el software Statistix v9.

RESULTADOS

Absorción de nutrientes

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el consumo total de nutrientes en 23 meses de cultivo: 513 y 492 g/planta de N, 730 y 654 g/planta de P₂O₅ y de 888 y 997 g/planta de K₂O, en los tratamientos Control y +K, respectivamente (*Tabla 1*).

La mayor parte de la bibliografía en este campo, se refiere a consumos de nutrientes durante un año de cultivo. Así, Cunha (1979), registró cantidades de nutrientes acumulados en la parte aérea de la planta durante el primer año de cultivo muy inferiores a los valores obtenidos en este ensayo (63,0 g/planta de N; 6,1 de P; 65,5 de K; 22,4 de Ca; 9,7 de Mg y 7,3 de S), en plantas con rendimientos de 30 t/ha. En ensayos con cultivares más productivos, los requerimientos nutritivos se acercan a los alcanzados en este ensayo: Fallas *et al.* (2014) determinaron extracciones nutritivas para el híbrido Pococí en Costa Rica durante 9 meses de cultivo, de 221,3 g/planta de N, 63,1 de P_2O_5 , 311,2 de K_2O , 108,8 de CaO, 66,3 de MgO y 25 de S; Raya *et al.* (2016), obtuvieron valores de absorción de nutrientes para los cultivares Eksotika II y Red Royal entre 239 y 290 g/planta de N, 502 y 582 de P_2O_5 y 473 y 591 de K_2O . Kumar *et al.* (2010), en el sureste asiático, hablan de aportes anuales de 300 g/planta de N, 300 g/planta de P_2O_5 y 300 g/planta de K_2O para conseguir un equilibrio adecuado de nutrientes; y Brito Neto *et al.* (2011) en Brasil, establecen dosis mayores de N, 400 g/planta y año, como la óptima para incrementar peso y calidad de fruto.

La evolución en el consumo mensual de los cuatro macronutrientes principales se muestra en la *Figura 1*, observándose un rápido incremento a partir del tercer mes de cultivo, lo que estaría relacionado con el aumento en el peso seco de la planta en este periodo, tal y como detalló Fallas *et al.* (2014) con valores del 10% en un ciclo de 9 meses de cultivo.

A partir del quinto mes de cultivo y hasta el comienzo de la recolección (a finales de enero), se produjo la mayor demanda de macronutrientes en el primer año, coincidiendo con el periodo de mayor carga de fruta, tal y como observó Fallas *et al.* (2014). Los frutos representan el 20-30% de los nutrientes consumidos (Jiménez *et al.*, 2014) y, además, entre el 24 y el 25% del nitrógeno, potasio y azufre total consumido durante el primer año de cultivo, se encuentra en las flores y frutos (Cunha, 1979).

Una vez que comenzó la recolección y se redujo la carga de frutos en planta, la absorción de nutrientes también disminuyó (entre marzo y julio, en nuestras condiciones). Esta falta de continuidad en la producción a lo largo del ciclo debido, principalmente, a problemas en la floración y cuaje de los frutos asociados a condiciones climáticas subóptimas (Allan *et al.*, 2002), causa las fluctuaciones observadas en la demanda nutritiva del cultivo. Así, temperaturas por debajo de 20°C (otoño e invierno en nuestras condiciones), favorecen producción de flores carpeloides (Da Silva *et al.* 2007) y temperaturas altas (verano, en nuestras condiciones) junto con escasez en agua y nitrógeno, potencian problemas de esterilidad femenina (Arkle y Nakasone 1984; Almeida *et al.* 2003). En la *Figura 2* se muestran las medias de los parámetros climáticos registrados durante el ensayo en función de la época del año.

Aunque algunos autores sugieren una relación N: K_2O 1:1 favorable para obtener buenas producciones (Gaillard, 1972; Coelho *et al.*, 2001; Oliveira y Caldas, 2004), nuestros resultados sugieren que la relación 1:2 fue la requerida en la

mayor parte del ciclo de cultivo (*Tabla 2*). Teniendo en cuenta los equilibrios N:K₂O aportados (1:2,1 y 1:3,3 en los tratamientos Control y +K, respectivamente), los datos obtenidos indican un aporte de potasio no aprovechado por la planta (en torno al 50%): en el tratamiento +K, por aportar un equilibrio N:K₂O muy superior al de su absorción y en Control por aportar más nitrógeno del requerido por el cultivo (*Fig. 3*).

Las concentraciones de absorción mensuales de macronutrientes se muestran en la *Figura 4*, obteniéndose valores medios desde el comienzo de la recolección (febrero 2016) hasta la finalización del cultivo, de 5,9 y 5,3 mmol·L⁻¹ de N, 1,7 y 1,5 mmol·L⁻¹ de P, 3,3 y 3,5 mmol·L⁻¹ de K, 1,7 y 1,5 de Ca, 0,6 y 0,5 de Mg y 0,7 y 0,8 de S, en los tratamientos Control y +K, respectivamente.

Producción y calidad de fruta

Considerando todo el ciclo productivo, no se encontraron diferencias significativas en la producción total (116 y 124 kg/planta en Control y +K, respectivamente), peso medio y número de frutos obtenidos entre tratamientos (*Tabla 3*). Observando la evolución mensual de la producción neta (*Fig. 5*), durante los primeros meses de recolección, desde finales de enero hasta mayo, se alcanzó mayor producción en el tratamiento +K en relación al Control, aunque sólo con diferencias significativas en el mes de marzo. Habría que tener en cuenta, la influencia que pudo haber tenido en este aspecto la importante reducción del área foliar cuatro meses antes del comienzo de la recolección, en el tratamiento Control con respecto al +K (de hasta el 32%), debido a la mayor incidencia de araña roja en dicho tratamiento, lo que pudo afectar a la formación de asimilados y su traslocación a los frutos.

En cuanto a los sólidos solubles totales (SST), sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los meses de julio (13,8 y 14,3 °brix en Control y +K, respectivamente) y diciembre (12,1 y 13,2 °brix en Control y +K, respectivamente) (*Fig. 5*). En ambos tratamientos, durante los primeros meses de recolección (de febrero a mayo de 2016), los SST se mantuvieron entre 10 y 11° Brix, por debajo de los 12° Brix considerado el mínimo para su aceptación por parte del consumidor, valor similar a los 11,5 °Brix establecidos en Hawaii (Jung Chen *et al.*, 2007). Dichos frutos, se formaron cuando el cultivo se encontraba con máxima carga de frutos durante la época del año con los valores más bajos de radiación incidente (otoño de 2015) (*Fig. 2*), lo que puede producir una reducción en la relación fuente-sumidero, que afecta a la calidad de la papaya (Salazar, 1978). Al igual que lo descrito por Allan *et al.* (2002) en zonas subtropicales, los SST fueron aumentando desde la primavera (10 ° Brix) hasta alcanzar el pico máximo en verano (14 °brix), entre junio y septiembre.

Eficiencia en el Uso de los Nutrientes

Se alcanzaron eficiencias en el uso de nutrientes entre un 10% y un 15% superiores en el tratamiento +K en relación al Control en todos los macronutrientes, ex-

cepto en potasio y azufre (*Tabla 4*). El aporte extra de potasio en el tratamiento +K era aplicado en forma de sulfato potásico, lo que produjo un consumo de lujo en ambos elementos con respecto al Control.

CONCLUSIONES

La absorción de nutrientes estuvo muy influenciada por la carga de frutos en planta, evolucionando según la producción estacional del cultivo, con mayor demanda nutritiva en los momentos con más carga y engorde de frutos en planta (entre los meses de agosto y enero) y menor demanda entre marzo y junio, en el momento de la recolección de la fruta cuajada en otoño.

Por tanto, se hace necesario ajustar las aplicaciones de nutrientes en esas épocas, con el fin de evitar acumulación de sales en el suelo y sus efectos negativos en el cultivo y en la contaminación del subsuelo, lo que supondría, además, un importante ahorro económico.

Según los resultados obtenidos, se recomiendan cantidades de N, en el primer año de cultivo, no superiores a 230 g/planta y, en el total del ciclo, algo inferiores a 500 g/planta. Con estas cantidades se alcanzan buenos parámetros de desarrollo y producción, se reduce el riesgo de pérdidas de nitrógeno por lixiviación y disminuye la incidencia de plagas en el cultivo por tener niveles más bajos de nitratos libres en el follaje.

El equilibrio N:K₂O máximo en el consumo, durante el periodo entre la floración y el inicio de la recolección, fue de 1:2,5. En el resto del ciclo de cultivo, el equilibrio N:K₂O se mantuvo en torno a 1:2, por lo que las plantas con mayor fertilización potásica absorbieron potasio en una proporción menor a lo aportado, es decir, no se aprovechó todo el potasio añadido en la fertilización, quizás por un desequilibrio con la cantidad de nitrógeno aplicado.

Al final del ciclo, no se encontraron diferencias en la producción ni en el contenido en SST entre tratamientos, probablemente porque se aplicaron las dosis mínimas requeridas de nutrientes en ambos.

En base a estos resultados, se podrían recomendar durante el primer año de cultivo, dosis de N y de K₂O no superiores a 230 y 460 g/planta, respectivamente y, para un ciclo de dos años, dosis de N hasta 500 g/planta y de K₂O hasta 900 g/planta.

Estos datos son orientativos y estarán en función de la productividad del cultivo, las condiciones climáticas de cada zona y la variedad utilizada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIA la financiación recibida para la realización del presente trabajo, a través del proyecto RTA2012-00107-00-00.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, P. 2002. *Carica papaya responses under cool subtropical growth conditions*. Acta Hortic. 575, 757-763. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.575.89>.
- ALMEIDA, F.T.; MARINHO, C.S.; SOUZA E.F.; GRIPPA, S. 2003. *Expressão sexual do mamoeiro sob diferentes lâminas de irrigação na Região Norte Fluminense*. Rev Brasil Fruticult 25:383-385.
- ARKLE, T.D.; NAKASONE, H.Y. 1984. *Floral differentiation in the hermaphroditic papaya*. HortScience 19(6):832-834.
- BRITO NETO, J. de; PEREIRA, W.; CAVALCANTI, L.; ARAÚJO, R.; de LACERDA, J. 2011. *Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro 'Sunrise Solo' em função de doses de nitrogênio e boro*. Semina. Ciências Agrárias, Londrina, 32 (1):69-80.
- BUENO-JÁQUEZ, J. E.; ALONSO-LÓPEZ, A.; VOLKE-HALLER, V.; GALLARDO-LÓPEZ, F.; OJEDA-RAMÍREZ, M. M.; MOSQUEDA-VÁZQUEZ, R. *Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol*. Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 409-415.
- CAMPOSTRINI, E.; GLENN, D.M. 2007. *Ecophysiology of papaya: a review*. Braz J Plant Physiol 19:413-424.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, A.M.G.; SILVA, T.S.M.; SANTOS, D.B. 2001. *Produtividade do mamoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via água de irrigação*. In: M.V. Folegatti (org.) Workshop de Fertirrigação. p. 78-87. Piracicaba, SP, 2002.
- CUNHA, R.; HAAG, H. 1980. *Nutrição mineral do mamoeiro (Carica papaya L.). Marcha de absorção de nutrientes em condições de campo*. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Querôz” 37: 631-668.
- DA SILVA, F.; PEREIRA, M.; JUNIOR, P.; PEREIRA, T.; VIANA, A.; DAHER, R.; RAMOS, H.; FERREGUETTI, G. 2007. *Evaluation of the sexual expression in a segregating BC₁ papaya population*. Crop Breed Appl Biotechnol 7(1):16-23.
- FALLAS, R.; BERTSCH, F.; BARRIENTOS, M. 2014. *Curvas de absorción de nutrientes en papaya (Carica papaya L.) cv. "Pococi"* en las fases de crecimiento vegetativo, floración e inicio de cosecha. Agronomía costarricense 38 (2): 43-54.
- GAILLARD, J.P. 1972. *Approches sur la fertilisation du papayer solo au Cameroun*. Fruits 27:353-360.
- JIMÉNEZ, V.; MORA-NEWCOMER, E.; GUTIERREZ-SOTO, M. 2014. *Biology of the papaya plant*. En: Anishkumar, P.K., Bhattacharya, A., Dutta, O.P., and Chatterjee, M. 2014. Allele Discovery Platform (ADP) in Papaya (Carica papaya L.). Ming, R. and Moore, P.H. (eds). Genetics and Genomics of Papaya. Springer, pp. 409-421 (pp.17-33).
- Jung Chen, N., Manenoi, A., Paull, R.E., 2007. *Papaya postharvest physiology and handling problems and solutions*. Acta Horticulturae 740, 285-293.

- KUMAR, N.; SOORIANATHASUNDARAM, K.; MEENAKSHI, N.; MANIVANNAN, M. I.; SURESH, J.; NOSOV, V. 2010. *Balanced Fertilization in Papaya (Carica papaya L.) for Higher Yield and Quality*. Acta Horticulturae 851: 357-362.
- MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; DE SOUSA, E. F.; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H. 2008. *Fruit yield and quality of papaya 'Golden' under different irrigation depths and potassium doses in the north of Espírito Santo State, Brazil*. Engenharia Agricola 28(3): 417-426.
- MARINHO, C.S.; DE OLIVEIRA, M.A.B.; MONNERAT, P.H.; VIANNI, R.; MALDONADO, J.F. 2001. *Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro*. Scientia Agrícola 58:345-348.
- OLIVEIRA, A.M.G.; CALDAS, R.C.; OLIVEIRA, G.X.S.; Quadros, W.S. 2002. *Desenvolvimento vegetativo e qualidade dos frutos de mamoeiro Havaí em função de doses de nitrogênio, fósforo e potássio*. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 14, 2002, Belém, PA.
- SALAZAR, R. 1978. *Determination of photosynthesis in commercial varieties of papaw (Carica papaya L.) and its possible relationship with the production and quality of the fruits*. Rev. ICA 13:291-295.
- RAYA, V.; SOCORRO, A.R.; HAROUN, J. 2016. *Requerimientos nutritivos de la papaya en Canarias durante el primer año de cultivo*. XLVI Seminario de Técnicos Especialistas en Horticultura. 26-30 septiembre 2016. Valladolid.

TABLAS

Tabla 1. Absorción de macronutrientes en un ciclo de 12 meses (arriba) y de 23 meses de cultivo (abajo) en los tratamientos Control y +K.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
12 MESES						
CONTROL	267.2 a	399.7 a	462.5 a	240.7 a	105.3 a	96.1 a
+K	234.4 a	349.7 a	547.7 a	214.3 a	86.6 a	226.6 a
TOTAL (23 MESES)						
CONTROL	513.0 a	729.7 a	887.6 a	488.6 a	177.9 a	276.3 a
+K	492.0 a	654.0 a	996.9 a	465.9 a	162.6 a	408.6 a

*Datos en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p<0,05$), según el test de Tukey.

Tabla 2. Equilibrios nutritivos en la absorción de nutrientes en tres períodos del ciclo de cultivo de papaya: hasta la floración, de floración a recolección y posterior al comienzo de la recolección, en los tratamientos Control y +K.

Etapa	Período	CONTROL			+K		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Inicio-Floración	Mayo 15-Julio 15	1	2.0	2.0	1	2.1	3.0
Floración-Recolección	Julio 15-Febrero 16	1	1.4	1.7	1	1.4	2.4
Recolección-Fin	Febrero 16-Abril 17	1	1.4	1.7	1	1.3	1.9

Tabla 3. Producción neta, destriño, peso medio de fruto y número total de frutos en 23 meses de cultivo en los dos tratamientos Control y +K.

	Producción neta (kg/planta)	Destriño (kg/ planta)	Peso medio (g)	Nº Frutos
CONTROL	104.7 a	11.5 a	1054.3 a	100.6 a
+K	111.7 a	12.4 a	1118.3 a	101.3 a
SE	5.7	3.4	28.2	7.7

*Datos en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p<0.05$), según el test de Tukey.

Tabla 4. Eficiencia en el uso de nutrientes (g por kg de producción neta) en los tratamientos Control y +K.

Eficiencia en el Uso de Nutrientes (g/kg)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
CONTROL	4.9	7.0	8.5	4.7	1.7
+K	4.4	5.9	8.9	4.2	1.5

FIGURAS

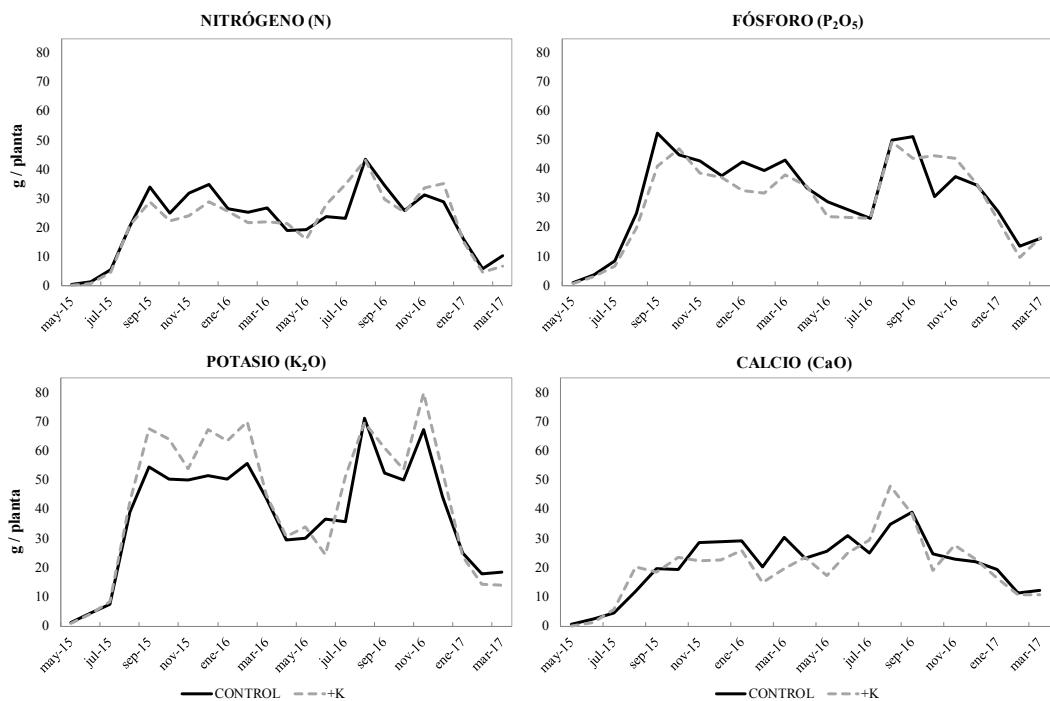


Figura 1. Evolución en la absorción de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio (g/planta) en 23 meses de cultivo en los tratamientos Control y +K.

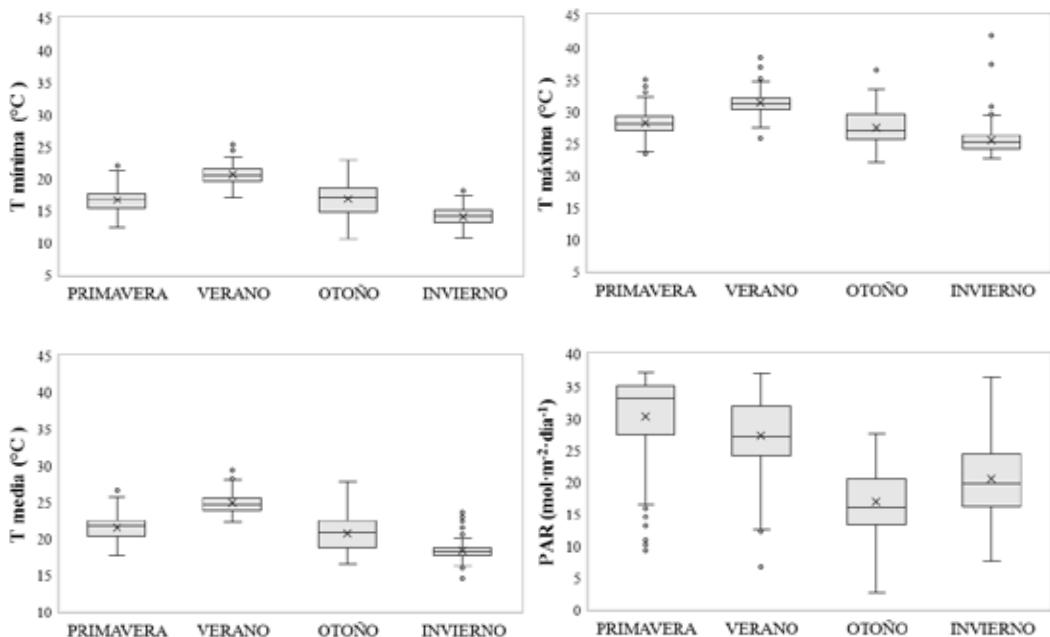


Figura 2. Temperatura mínima, máxima media, así como radiación PAR acumulada en el interior del invernadero donde se desarrollaba el ensayo, en cada estación del año. El límite superior de las cajas corresponde al tercer cuartil y el inferior al primer cuartil, la mediana divide la caja y la x representa la media. Los puntos fuera de los límites inferior y superior se consideran valores atípicos.

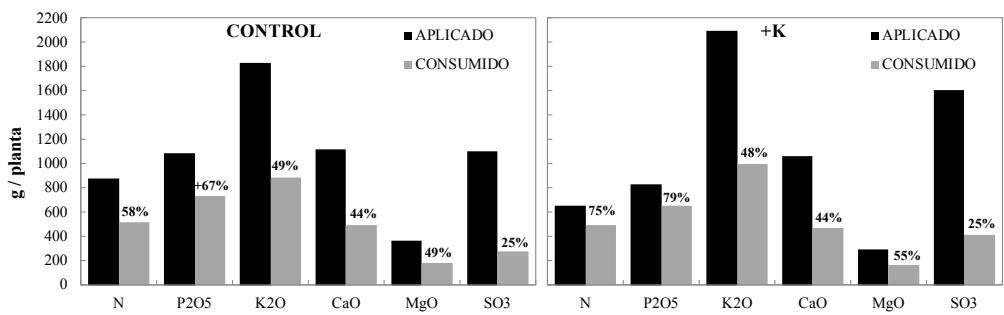


Figura 3. Relación entre los nutrientes aplicados y consumidos en todo el ciclo de cultivo, en los tratamientos Control (izquierda) y +K (derecha).

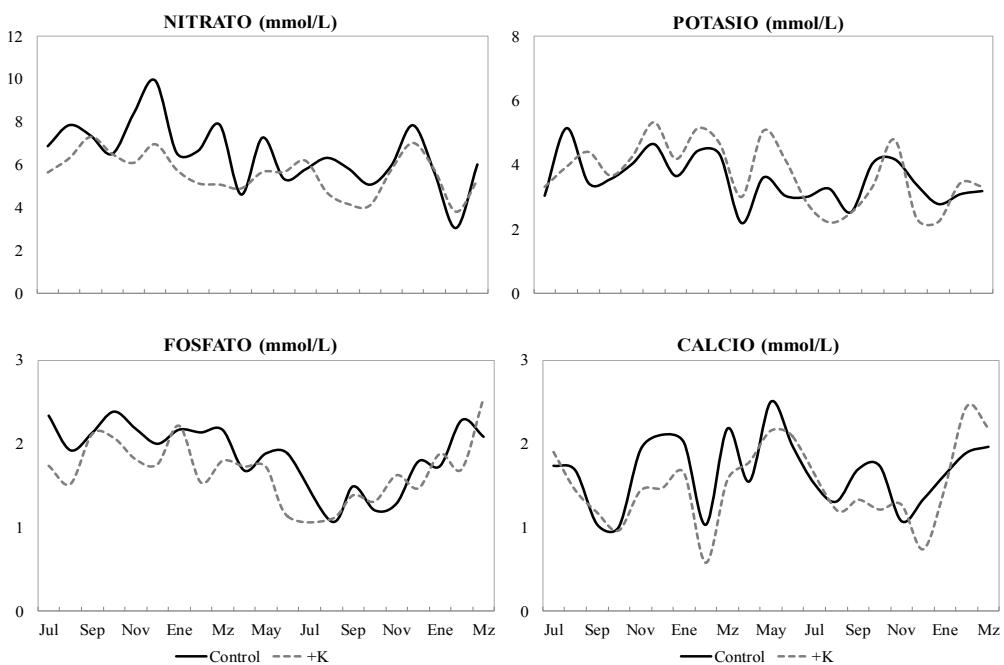


Figura 4. Evolución de las concentraciones de absorción (mmol/L) de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en los 23 meses de cultivo, en los tratamientos Control y +K.

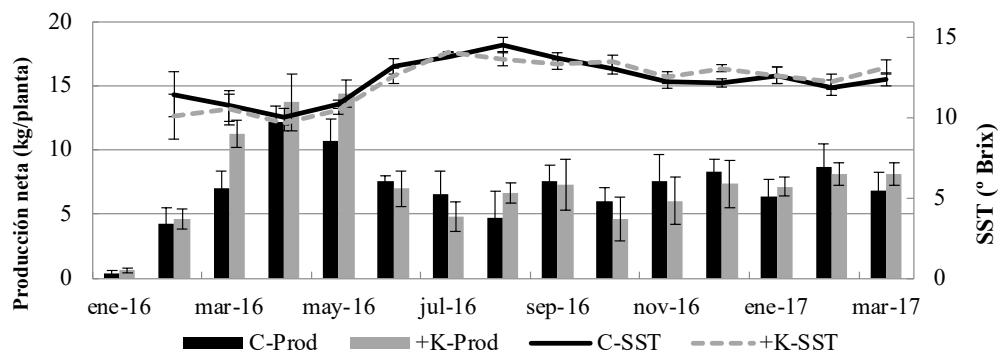


Figura 5. Evolución mensual de la producción neta (Prod) y del contenido en sólidos solubles totales (SST) de los frutos en el ciclo productivo, en los tratamientos Control y +K.

INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DE RIZOMA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN, SECANO vs. REGADÍO, EN EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO

Cermeno-Sacristán, P.; Romero-Solís, M.J.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro Las Torres, Sevilla.

RESUMEN

El cultivo de espárragos en el sur de España (Andalucía) ha alcanzado grandes extensiones que superan las diez mil hectáreas. Existen dos sistemas de producción regadío y secano con marcadas diferencias en el rendimiento obtenido. Para evaluar ambos sistemas, se han establecido dos ensayos en suelo fértil en la Vega del Guadalquivir (regadío) y Setenil (secano). El cultivar evaluado fue Darzilla. Se plantó la garra a diferentes profundidades: 10, 20, 30, 40, y 50 cm. En el primer año del cultivo se midieron los parámetros morfológicos: altura de la planta, calibre, altura de la primera ramificación, número de tallos, rendimientos en peso fresco y en materia seca.

Para los parámetros altura de la planta, calibre, rendimiento en peso fresco y en materia seca los máximos valores se obtuvieron en regadío a la profundidad de 40 cm, el menor se observó en las garras plantadas a 50 cm de profundidad, apreciándose diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos y no significativas entre estos en el sistema de producción de regadío; en secano no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos. El mayor crecimiento en altura fue en las garras plantadas a 30 cm de profundidad en el sistema regadío alcanzándose 158,48 cm, el mayor calibre fue 10,76 cm, se obtuvo en regadío a la profundidad de 40 cm. En secano no se aprecian diferencias significativas entre tratamientos. En el número de tallos y altura de la primera ramificación no se produjeron diferencias significativas en cuanto a la profundidad, si bien fue superior en el sistema de regadío frente a secano. El espárrago es rentable, cuando se compara con otros cultivos en el mismo sistema de producción (secano/regadío); si bien se puede apreciar grandes diferencias en el desarrollo, producción y costes del cultivo entre los dos sistemas estudiados.

Palabras clave: rendimiento agronómico, calidad, riego localizado, morfología.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del espárrago en España es de las principales hortalizas de exportación como producto fresco y congelado. Hoy en día continúa aumentando la superficie cultivada de espárrago alcanzándose 12.589 ha, de las cuales 9.060 ha se cultivan en Andalucía (MAPAMA, 2016). A nivel nacional las perspectivas de

mercado se han visto afectada por el incremento de superficie productiva de algunos países como Perú y China. Entre los factores productivos para optimizar, para mejorar su competitividad, estarían la selección de nuevos cultivares, cultivares resistentes a *Fusarium*, zonas de cultivos, fertilización, riego tecnificado, densidad de plantación en el establecimiento del cultivo, períodos de cosecha, evaluación de cultivares 100% machos.

El objetivo de estudio es evaluar el crecimiento y desarrollo del espárrago en el primer año de cultivo en función del sistema de producción regadío-secano y la profundidad de plantación de la garra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado dos ensayos de profundidad de plantación del rizoma, uno ubicado en la Vega del Guadalquivir, es una zona de producción en regadío, y el otro ubicado en el Término municipal de Setenil de las Bodegas (Sierra de Cádiz), zona de producción en secano.

Se ha utilizado el cultivar Darzilla en ambas localidades. La plantación de la garra se realizó a diferentes profundidades: 10, 20, 30, 40 y 50 cm en el ensayo en regadío ubicado en la Vega del Guadalquivir. En el ensayo en secano ubicado en Setenil de las Bodegas la plantación se realizó a 20, 30 y 40 cm de profundidad. La distancia entre plantas era de 33 cm y la distancia entre líneas del cultivo fue de 1,50 cm. La plantación se efectuó manualmente el 18 marzo de 2016.

Se han medido los siguientes parámetros: altura de la planta, calibre de los tallos, altura de la primera ramificación, número de tallos, peso fresco y materia seca de la parte aérea.

El diseño experimental empleado ha sido bloques al azar con 3 repeticiones. La parcela elemental consta de 30 m². Posteriormente se ha realizado un análisis estadístico mediante el software Statistix 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de los parámetros altura de la planta y producción de peso fresco es inferior para 50 cm de profundidad que para el resto de tratamientos en regadío, entre los valores en secano no se aprecian diferencias y son inferiores a los de regadío, las diferencias que mencionamos son significativas (*Fig. 1 a y e*). Estos parámetros indicadores del desarrollo de la planta nos indican que si se comparan producciones en campo con las obtenidas en maceta (Pertierra *et al.*, 2006), son muy superiores las primeras.

El valor del calibre del tallo y producción de peso seco es inferior para el tratamiento 50 cm que para el resto de tratamientos en riego. Entre los tratamientos en secano no se aprecian diferencias y son inferiores a los de regadío excepto para el valor de 50 cm (*Fig. 1 b y f*). En los tratamientos de regadío existe una tendencia ascendente en el calibre según aumenta la profundidad hasta 40 cm,

ello corrobora el argumento de Lindgren (1990), al aumentar la profundidad de plantación el crecimiento de los turiones se retrasa ya que las yemas quedan expuestas a temperaturas menores durante el periodo de brotación, lo que promueve un mayor diámetro.

La altura de la primera ramificación (*Fig. 1c*) es mayor para 30 cm de profundidad en regadío y no existen diferencias en secano. Sí se aprecian diferencia entre secano y regadío siendo inferior en secano. Según Asprelli *et al.* (2005) el turión durante su crecimiento es capaz de responder anatómica y metabólicamente a las condiciones ambientales inmediatas.

En el número de tallos no se aprecian diferencias significativas entre los valores de riego ni entre los de secano, sí se aprecian diferencias entre ambos sistemas de riego. Al aumentar la profundidad existe una tendencia descendente de los valores de este parámetro en riego (*Fig. 1d*). El rendimiento depende del número y tamaño de los turiones, el número de turiones emitidos sería la componente más importante del rendimiento que lo afectaría de manera directa, tal como observaran Ito y Currens (1964).

CONCLUSIONES

En el rendimiento del cultivo influyen tanto el sistema de cultivo regadío-secano como la profundidad de plantación del rizoma.

El calibre aumenta con la profundidad hasta 40 cm en este tipo de suelo. Profundidades mayores implican una disminución del calibre.

Los rendimientos obtenidos en el espárrago lo hacen económicamente rentable frente al resto de especies que constituyen la alternativa de cultivos en las zonas de estudio. Cuando se comparan dentro del mismo sistema de producción (secano/regadío); si bien se puede apreciar grandes diferencias en el desarrollo, producción y costes del cultivo entre los dos sistemas estudiados.

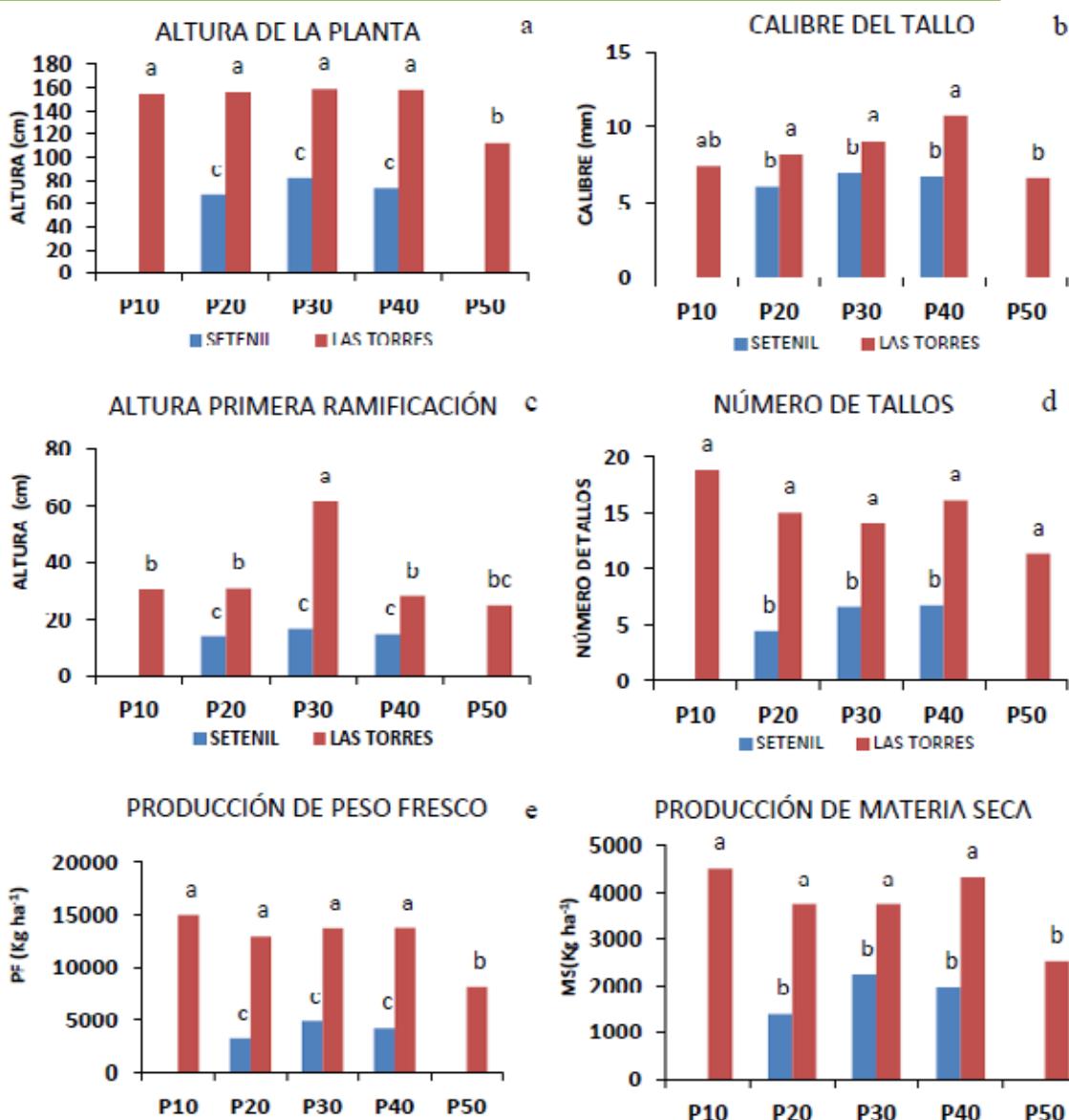
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASPRELLI, P.D.; LÓPEZ, F.S.; COINTRY, E. 2005. *Caracteres agronómicos en el cultivo de espárrago de diferentes edades y manejos*. Pesq. Agropec. Bras, 4: 47-52.
- ITO, P.J.; CURRENCE, T.M. 1965. *Inbreeding and heterosis in asparagus*. Proceeding of the American Society for Horticultural Science, 86: 338-346.
- LINDGREN, D.T. 1990. *Influence of planting deep and interval to initial harvest on yield and plant response of asparagus*. HortScience, 25: 754-756.
- MAPAMA. 2016. *Informe de Superficies y producción de hortalizas 2016*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, España.
- PERTIERRA, R.; CAMPOS, J.; CARRASCO, F. 2006. *Caracterización del primer año de cultivares de espárrago (Asparagus officinalis L.) en maceta*. 66: 98-106.

AGRADECIMIENTOS

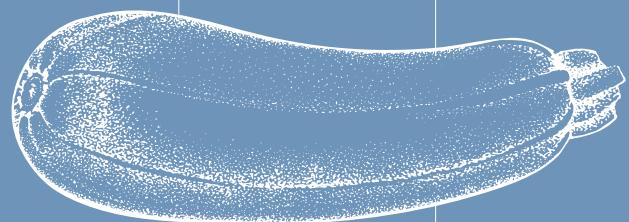
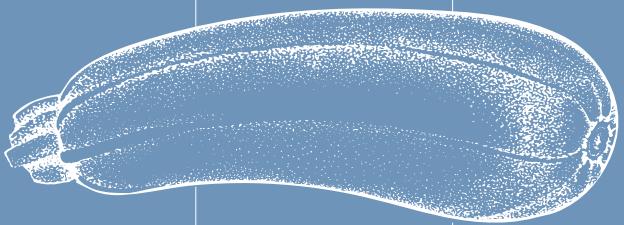
Estos ensayos pertenecen al proyecto “Horticultura al aire libre” desarrollado por el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), de la Consejería de Agricultura y Pesca y Desarrollo Rural, está cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

FIGURAS



Figural. Parámetros morfológicos y agronómicos medidos: a) Altura de la planta, b) Calibre del tallo, c) Altura de la primera ramificación, d) Número de tallos, e) Producción de biomasa fresca, f) Producción de materia seca, según las diferentes profundidades de plantación del rizoma P10: 10 cm; P20: 20cm; P30: 30 cm; P40: 40 cm; P50: 50 cm. LSD (P< 0,05).

CUCURBITÁCEAS



COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE CALABACÍN TIPO ZUCCHINI EN TENERIFE. CAMPAÑA 2017

Santos Coello, B.¹; Díaz García, J.²; Ríos Mesa, D. J.^{1,2}

*¹ Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

*² Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

El calabacín es uno de los cultivos hortícolas más importantes en Tenerife con 202 ha, siendo un producto con un alto porcentaje de producción local, debido a su carácter perecedero y a las preferencias de mercado. En Canarias, el consumidor busca calabacín blanco, mientras que en la Península se consume de forma muy mayoritaria el calabacín oscuro o zucchini. Sin embargo, el zucchini, además de tener un mercado minoritario de los residentes extranjeros en la isla, se empieza a ver cada vez más en medias y grandes superficies, por lo que empieza a tener interés también para el consumidor local. La oferta de nuevos cultivares de calabacín oscuro es mucho más mayor y dinámica que de tipo blanco. La especificidad de nuestras características agroclimáticas hace difícil que los resultados de otras zonas productoras puedan ser aplicables. Se llevó a cabo un ensayo con cultivares de calabacín tipo zucchini en ciclo de primavera-verano, procurando adaptación al ciclo y tolerancia a virosis y oidio. Se ensayaron 6 cultivares, mientras que 3 se colocaron en testaje. Se tomaron como testigo a Belor y a Victoria, los cultivares más utilizados en Tenerife. La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, en el municipio de La Laguna (NE de Tenerife), a una altura de 549 msnm. La plantación se hizo en un invernadero tipo multicapilla tipo Venlo con cubierta de vidrio. Los cultivares se trasplantaron a terreno definitivo el 15 de marzo de 2017. La recolección comenzó el 21 de abril y se dio por finalizada el 6 de julio. Los parámetros medidos en el ensayo fueron: peso y número de calabacines total y comercial, largo de la fruta y color y pérdida de peso en postcosecha. En las condiciones del ensayo, no hubo grandes diferencias productivas entre los cultivares ensayados y el testigo Victoria, salvo en el caso de Belor, que tuvo una producción menor, probablemente debido a la incidencia de oidio. Musa, con una producción similar a Victoria pareció estar ligeramente mejor adaptada a condiciones cálidas. Por otra parte, Natura y Galatea tuvieron un buen comportamiento en el testaje, lo que justificaría tenerlos en cuenta en pruebas de campo, junto con los cultivares ensayados. En este ensayo no se observaron problemas de relevancia por virosis incluidas en las resistencias, pero sí por oidio, lo que supuso una ventaja en los cultivares tolerantes.

Palabras clave: variedades comerciales, *Cucurbita pepo*, Canarias.

INTRODUCCIÓN

El calabacín es uno de los cultivos hortícolas más importantes en Canarias (670 ha) y en Tenerife (216 ha, un 10% de la superficie hortícola de la isla) (ISTAC, 2018), siendo un producto con un alto porcentaje de producción local, debido a su carácter perecedero y a las preferencias de mercado. En Canarias, el consumidor busca calabacín blanco (alargado o redondo) (Mercatenerife, 2018), mientras que en la Península se consume el calabacín oscuro o zucchini (Mercasa, 2009), del mismo modo que en Europa Occidental.

Sin embargo, siempre ha habido un mercado minoritario para el calabacín tipo zucchini debido a los residentes extranjeros en la isla. En los últimos años se observa presencia de zucchini en medias y grandes superficies, por lo que este producto empieza a tener interés también para el abastecimiento local.

La oferta de nuevas variedades de calabacín oscuro, teniendo como objetivos la mejora de aspectos productivos y la resistencia a enfermedades (destacando las virosis y el oidio), es mucho mayor que blanco.

Por otra parte, la crisis del cultivo de tomate de exportación en Tenerife ha hecho que muchas de las explotaciones busquen cultivos hortícolas con potencial de exportación, como el caso del calabacín oscuro. Sin embargo, las experiencias de exportación no han tenido demasiado éxito hasta ahora.

La especificidad de nuestras características agroclimáticas y de mercado, hace difícil que los resultados de otras zonas productoras puedan ser aplicables. Dentro del Plan Anual de Trabajo para el año 2017 se ha previsto la realización de un ensayo sobre cultivares de calabacín tipo zucchini con el objetivo de analizar la oferta varietal existente en el mercado y transferir los resultados obtenidos al sector.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un ensayo con cultivares de calabacín tipo zucchini en ciclo de primavera - verano, ofrecidos por las casas comerciales. Se solicitó que el material tuviera adaptación al ciclo y tolerancia a virosis y oidio. Debido al tamaño de la parcela se optó por poner en ensayo 6 cultivares y 3 en testaje aprovechando los bordes de la parcela. Los testigos fueron a Belor y Victoria, los cultivares más conocidos en Tenerife. En la tabla siguiente se señalan los cultivares y las principales características:

Cultivar	C. comercial	Resistencias *
Belor	Syngenta	Sin resistencias
Calnegre	Fitó	ZYMV / WMV / Px
Kayssar	Enza Zaden	CMV / ZYMV / PRSV / WMV / Px
Musa	HM Clause	Px
Victoria	HM Clause	ZYMV / WMV / Px
Zelia	Enza Zaden	CMV / ZYMV / PRSV / WMV / Px
Brillante (testaje)	Fitó	ZYMV / WMV / Px
Galatea (testaje)	Enza Zaden	ZYMV / PRSV / WMV / Px
Natura (testaje)	Enza Zaden	Px

*: Las resistencias son las declaradas por las casas comerciales que suministraron la semilla

CMV: virus del mosaico del pepino

ZYMV: Virus del mosaico amarillo del calabacín

Px: *Podosphaera xanthii*

WMV: Virus del mosaico de la sandía

PRSV: virus de las manchas anulares de la papaya

La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección de Ingeniería Agraria, en el municipio de La Laguna, a una altura de 549 msnm (NE de Tenerife). La plantación se hizo en un invernadero tipo multicapilla tipo Venlo con cubierta de vidrio de 520 m² con una altura de 2.4 m a hombros y 3.9 m a cumbre.

El manejo del cultivo (riego, fertilización, labores culturales y tratamientos fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las prácticas habituales del agricultor. Se utilizó un marco de plantación de 0.83 plantas.m⁻² (1.2 m entre filas, 1 m entre plantas). Se realizó un entutorado holandés con el alambre a una altura media de 2 m.

Los cultivares se sembraron en semillero el 20 de febrero de 2017 y el trasplante fue el 15 de marzo. La recolección comenzó el 21 de abril y se dio por finalizada el 6 de julio, a los 114 días tras trasplante (dtt), tras 77 días de recolección. Este sería un periodo normal para un ciclo de primavera - verano. Para la polinización se utilizó una colmena de abejas. Se recolectó entre 3 veces por semana, teniendo como criterio de corte un largo de la fruta mayor de 14 cm. Durante el cultivo no hubo problemas graves de plagas. Apareció un ataque de oidio desde principios del periodo de recolección siendo identificada como una mezcla de *Podosphaera xanthii* y *Glycynices cichoracearum*. Este hecho es importante ya que la resistencia a oidio de los cultivares era sólo a la primera especie. Sólo a finales de cultivo se detectaron plantas con síntomas de virosis, pero con una incidencia muy baja.

El ensayo se dispuso en un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento. El tamaño de la unidad experimental fue de 6.64 m² (8 plantas en 1 fila). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la diferencia significativa menor (LSD), utilizando el programa Stastitix 10. Los controles realizados fueron:

Peso y número de calabacines de la producción comercial de cada unidad experimental, así como en el testaje, en todas las recolecciones.

Número de calabacines de destrio de cada unidad experimental y del testaje en todas las recolecciones. Los destrios encontrados fueron por mala polinización y por largos de fruta mayores de 35 cm.

Parámetros de la fruta. A partir del mes de mayo y de forma semanal se seleccionaron 10 frutos por cada unidad experimental de los cultivares en ensayo, tomándose el largo de cada fruta. Se tuvieron en cuenta los calibres que se señalan en la *Tabla 1*, a partir de estos valores.

Simulación de postcosecha: En la recolección se seleccionaron 12 calabacines comerciales de cada uno de los cultivares ensayados. Se colocaron el mismo día de la recolección en una cámara frigorífica a 12°C durante 7 días. Se tomaron datos a los 0 y 7 días tras la recolección. Los parámetros tomados fueron:

- Pérdida de peso del fruto. Se tomaron datos de peso individual a 12 calabacines por cultivar.
- Color: La medida se realizó con tres tomas por fruto en 12 frutas por cada cultivar. Para ello se utilizó un colorímetro Minolta CR 400. Para comparar los cultivares entre sí se tomó el valor de Luminosidad, intensidad de color y tonalidad ($L^*C^*H^*$).

Para el análisis estadístico de los valores de postcosecha se utilizó un diseño completamente al azar, con 12 repeticiones por tratamiento, siendo cada fruto una unidad experimental. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la diferencia significativa menor (LSD), utilizando el programa Stastitix 10.

Se tomaron datos de temperatura y humedad durante la experiencia, registrados con un termo higrómetro digital (Hygrocron, Maxim Integrated) en el propio invernadero. Los datos de la temperatura se presentan en la *Figura 1*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción final

Los datos de producción en un cultivo como el calabacín se pueden ver bastante afectados por los pesos medios de las frutas afectadas que a su vez depende del ritmo de recolección (Pérez *et al.*, 2009). En este caso, se recolectó 3 veces por semana (cada 2.33 días). Sin embargo, según los autores anteriores, la producción expresada en unidades recolectadas no depende tanto del ritmo de recolección, por lo que nos centraremos en este parámetro.

Musa y Victoria alcanzaron los valores más altos tanto en producción total como comercial (*Tabla 2*), significativamente superiores al resto de cultivares. En el testaje, Natura tuvo 35 calabacines comerciales/planta, un valor comparable al

de Musa y Victoria en el ensayo. Como comparación, Gazquez *et al.* (2007), en un ciclo de 60 días de recolección en ciclo de primavera, obtuvo una media de 30 unidades/planta. Trujillo (2009) reportó una producción de 24 unidades/planta en calabacín blanco en ciclo de otoño invierno en la zona NE de Tenerife.

Destríos

En general, los destríos fueron incidentales, debidos generalmente a problemas puntuales de mala polinización debidos a altas temperaturas o al cierre de las colmenas por algunos tratamientos fitosanitarios. Los porcentajes de destró más altos correspondieron a abril, con las temperaturas más altas. El mayor valor correspondió a Belor, con un 7.6% de los frutos recolectados no comerciales, mientras que Victoria tuvo un 2.8% de frutos no comerciales, sin diferencias estadísticas entre cultivares. En el testaje, los destríos estuvieron entre el 5,4% de Natura y el 7.2% de Galatea. En un ensayo usando abejas como polinizadora y en el mismo ciclo, aproximadamente, Gázquez *et al.* (2007) obtuvieron un 1.6% de destró.

Producción estacional

La recolección comenzó a los 37 días del trasplante. En todos los cultivares se alcanzó 1 kg.m⁻² entre los 44 y 47 días tras trasplante, salvo Brillante, que llegó a 1 kg.m⁻² entre 47 y 49 dtt. En la *Figura 2* se presenta la evolución de los cultivares en ensayo durante todo el periodo de recolección. Musa desde 50 dtt y Victoria desde los 70 dtt superaron al resto de cultivares que estuvieron bastante agrupados hasta los últimos días de la recolección.

No hubo grandes diferencias en la producción correspondiente a las 4 recolecciones de abril (*Tabla 3*). En el testaje se observó que Brillante no tuvo un comportamiento precoz con sólo 2 piezas.m⁻². En mayo, Musa y Victoria, con más de 13 piezas.m⁻², tuvieron resultados significativamente superiores que el resto de cultivares. Natura superó las 14 piezas.m⁻², mientras que Galatea y Brillante estuvieron en 12 y 11 piezas.m⁻². Las mayores producciones se alcanzaron en junio (que incluyen las 2 recolecciones de la primera semana de julio), Victoria alcanzó 14 piezas.m⁻², mientras Belor no llegó a 10 piezas.m⁻².

Peso medio de la fruta

Teniendo en cuenta la influencia del ritmo de recolección sobre el tamaño de la fruta, los pesos medios de los calabacines fueron relativamente altos, entre 350 g/pieza de Musa y Kayssar y los 390 g/pieza de Zelia y Calnegre (*Fig. 7*). No se encontraron diferencias estadísticas entre cultivares. Como comparación, Gazquez *et al.* (2009) estuvieron entre 207 y 231 g/pieza en ciclo de primavera-verano mientras que Pérez *et al.* (2009) tuvieron pesos medios de 430 g/pieza con cadencias de recolección similares a las de este ensayo. Trujillo (2009) obtuvo pesos medios entre 304 y 403 g/pieza.

Puede ser más interesante ir viendo como evolucionaron los pesos de los calabacines a lo largo del ensayo (*Tabla 4*). En abril, Kayssar tuvo el valor más bajo con calabacines de 254 g/pieza. Por el contrario, Belor y Calnegre tuvieron los calabacines más grandes con 326 y 328 g/pieza, respectivamente. En mayo, los pesos se mantuvieron en valores similares al mes anterior, lo que concuerda con la evolución de temperaturas. Belor siguió teniendo los calabacines mayores (354 g/pieza), mientras que Musa tuvo los de tamaño más pequeño con 294 g/pieza.

En el mes de junio se observó una subida general del tamaño de la fruta debido al aumento de las temperaturas. Belor siguió siendo el cultivar con calabacines mayores, con 464 g/pieza (teniendo en cuenta que 450 g/pieza es el peso a partir del cual los calabacines dejan de ser comerciales (Mercasa, 2009)). Calnegre, Zelia y Victoria subieron bastante sus pesos hasta ponerse al nivel de Belor. El comportamiento menos malo correspondió a Musa con pesos medios de 395 g/pieza.

El mayor aumento de peso durante el ensayo de Calnegre, Zelia y Victoria y el menor de Musa podrían indicar diferentes velocidades de crecimiento en función de la temperatura. En el testaje, el cultivar con la menor velocidad de crecimiento sería Galatea, con 447 g/pieza en junio.

Longitud y calibres

En la *Figura 3* se presentan los calibres totales obtenidos durante el ensayo. El calibre dominante fue G, con más del 70% de los calabacines recolectados en todos los cultivares, con un 16 a 27% de M2. Se obtuvo una producción muy baja tanto de fruta en M1 (menos del 2%) como de GG, salvo Calnegre con un 6% de fruta en ese calibre. Musa y Zelia tuvieron un 28-29 de calibres M1 y M2 y un 70% de G. El resto de cultivares tuvieron un 75-80% de calibre G y menos de un 20% de calibre M1+ M2.

En la *Tabla 4* se presenta la evolución de los largos de la fruta de forma mensual. En mayo, los tamaños de todos los cultivares estuvieron entre 20 y 26 cm. En junio, Calnegre y Belor tuvieron los calabacines mayores, en especial comparados con Musa y en menor medida Zelia que estuvieron por debajo de 27 cm. Musa fue el cultivar más homogéneo, con 5 cm de diferencia en el intervalo de longitudes. Por el contrario, Calnegre, con 7 cm, tuvo una mayor diferencia entre calabacines.

Características de postcosecha

La pérdida de peso entre 0 y 7 días tras recolección estuvo entre el 9,6% de Kayssar y el 7,0% de Belor (sin diferencias significativas entre cultivares). En este caso, hay que destacar la alta variabilidad: en el caso de Victoria, la bajada de peso estuvo entre el 4 y el 12% según frutas. Esta variabilidad pudo deberse a que las frutas más pequeñas, más juveniles, pierdan agua con más facilidad que las más grandes, en un estado de madurez mayor.

Los datos de color fueron relativamente similares a los 0 y a los 7 días tras recolección por lo que se presentan los obtenidos en el momento de la recolección (*Tabla 5*). En lo referente al parámetro L (luminosidad), Victoria fue significativamente más oscuro que el resto de cultivares. Zelia fue el más claro, también con diferencias significativas con el resto de cultivares. La intensidad del color (C) de Zelia fue significativamente mayor que la de Belor, Musa y Victoria. La tonalidad de Victoria fue significativamente mayor que el resto de cultivares (más verde). Musa tuvo una tonalidad significativamente mayor que Kayssar, Belor y Zelia. Gázquez *et al.* (2009) encontraron luminosidades bastante similares con los resultados del ensayo, intensidades (C) y tonalidades (H) algo mayores que las aquí obtenidas.

CONCLUSIONES

En las condiciones del ensayo, no hubo grandes diferencias productivas entre los cultivares ensayados y el testigo Victoria, salvo en el caso de Belor, que tuvo una producción menor, probablemente debido a la incidencia de oidio. Musa, con una producción similar a Victoria pareció estar ligeramente mejor adaptada a condiciones cálidas. Por otra parte, Natura y Galatea tuvieron un buen comportamiento en el testaje, lo que justificaría tenerlos en cuenta en pruebas de campo, junto con los cultivares ensayados.

La elección de cultivares podría hacerse teniendo en cuenta las resistencias señaladas por las casas comerciales. En este ensayo no se observaron problemas de relevancia por virosis incluidas en las resistencias, pero sí por oidio, lo que supuso una ventaja en los cultivares tolerantes. Sería interesante probar los cultivares con más resistencias a virosis en condiciones favorables para su aparición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GÁZQUEZ, J.C.; MECA, D.; LÓPEZ, J.C.; BAEZA, E.; PÉREZ-PARRA, J.; ACEDO, J. 2009. *Ensayo de cultivares de calabacín bajo control integrado con polinización mediante Bombus terrestris en invernadero*. Actas de Horticultura, 54: 481-486.
- GÁZQUEZ, J.C.; MECA, D.; MARTÍNEZ, E.M.; SEGURA M. D.; SOLER, A. 2007. *Comparación entre polinización con abeja (Apis mellifera) y bioestimulantes en calabacín en invernadero*. Primavera 2005. En: Martín, M. XXXVI Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Ibiza. 2006. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 414 p.
- GÁZQUEZ, J.C.; MECA, D.; SERRANO, M. M. 2006. *Comparación entre polinización con abejorro (Bombus terrestris) y bioestimulantes en calabacín en invernadero*. Ciclo temprano de otoño. Campaña 2004/2005. En: Martín, M. XXXV Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Santiago de Compostela. 2005. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 414 p.

INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA ISTAC. 2018. Sector Primario. Disponible en línea en:

http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/

MERCASA. 2009. Calabacín. En: Guía práctica de frutas y hortalizas. Disponible en línea en: http://www.mercasa.es/files/pdf_productos/Calabacin.pdf

MERCATENERIFE. 2018. *Bubango y calabacín*. Disponible en línea en: <http://mercaterife.com/wp-content/uploads/2018/03/Bubango-y-Calabac%C3%ADn-2018.pdf>

PÉREZ, R.; HOYOS, P.; RAMOS, D.M.; RODRÍGUEZ, A.; ROBLES, P.; MOLINA, S.; TENA P. 2009. *Influencia del tiempo entre recolecciones sobre el tamaño y la producción de dos cultivares de calabacín*. p. 115-125. En: Martín, P., Gázquez, J.C., Hoyos, P., Muñoz, P y Ríos, D. XXXVIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Sitges. 2008. Madrid 624 p.

TRUJILLO, L. 2009. *Resultados de los ensayos y parcelas demostrativas del proyecto horticultura*. 2009. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife. Disponible en línea en:

http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_245_L_Result_ensayos_horti_2009.pdf

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 y es parte del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Agraria y del Medio Rural de Jenirett Díaz García. Los autores quieren a Fernando Delgado Benítez y el resto del personal de la Escuela Politécnica Superior en el desarrollo de este ensayo, la del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias así como la participación de las casas comerciales.

TABLAS

Tabla 1. **Calibres utilizados en el ensayo.**

Longitud fruta	Calibre			
	M1	M2	G	GG*
cm	14 - 18	18 - 21	21 - 30	30 - 35

*. Los calabacines de calibre 30 - 35 cm se consideraron comerciales en el mercado local.

Tabla 2. **Producciones finales.**

Cultivar	Producción total		Producción comercial	
	ud.m ⁻²	kg.m ⁻²	ud.m ⁻²	kg.m ⁻²
Belor	22,7	b*	8,41	b*
Calnegre	25,2	b	9,73	ab
Kayssar	25,7	b	9,11	ab
Musa	30,3	a	10,61	ab
Victoria	30,1	a	11,32	a
Zelia	24,3	b	9,72	ab
CV estadístico (%)	8.8		14.9	
			10.4	
				16.7
*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)				
Brillante (testaje)	9,57		25,4	
Galatea (testaje)	10,25		27,7	
Natura (testaje)	10,98		30,6	
			29,0	
				10,40

Tabla 3. **Evolución de la producción total por meses.**

Cultivar	abril*		mayo		junio**		
	kg.m ⁻²	ud.m ⁻²	kg.m ⁻²	ud.m ⁻²	kg.m ⁻²	ud.m ⁻²	
Belor	0,95	a***	2,9	a	3,27	b	
Calnegre	0,84	a	2,6	a	3,21	b	
Kayssar	0,84	a	3,2	a	3,29	b	
Musa	0,92	a	2,7	a	4,47	a	
Victoria	0,82	a	2,7	a	4,25	a	
Zelia	0,92	a	2,9	a	3,54	b	
CV est. (%)	30.3		16.0		8.7		
					4.4		
						21.8	
							13.1
***: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)							
Brillante	0,58		2,1		3,08		
Galatea	0,94		3,2		3,70		
Natura	0,96		4,2		4,07		
					14,8		
						5,95	
							11,7

*: Producción de medio mes.

**: Incluye las 2 recolecciones del mes de julio.

Tabla 4. **Pesos medios.**

Cultivar	abril*		mayo		junio**		total
	gramos / pieza		gramos / pieza		gramos / pieza		
Belor	327	a***	354	a	464	a	370
Calnegre	328	a	316	ab	461	a	349
Kayssar	254	a	317	ab	441	a	348
Musa	337	a	29	b	395	a	349
Victoria	294	a	313	ab	460	a	375
Zelia	309	a	319	ab	463	a	393
CV est (%)	10.3		7.2		9.8		7.1
***: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)							
Brillante	278		286		474		376
Galatea	285		298		447		365
Natura	228		274		516		359

*: Producción de medio mes.

**: Incluye las 2 recolecciones del mes de julio.

Tabla 5. Evolución de los largos de fruta.

Cultivar	Intervalo de largo de fruta más frecuente (cm)*		
	mayo	junio	total
Belor	20.4 - 25.9	23.0 - 28.0	21.7 - 27.0
Calnegre	20.3 - 25.5	22.4 - 31.3	21.4 - 28.4
Kayssar	20.5 - 25.5	21.4 - 27.1	21.0 - 26.3
Musa	19.8 - 24.6	20.8 - 26.0	20.5 - 25.2
Victoria	20.3 - 26.3	21.9 - 27.9	21.0 - 27.1
Zelia	19.8 - 25.1	20.1 - 26.7	21.7 - 27.0

*: Valor inferior = media - desv. estandar; Valor superior = media + desv. estandar

Tabla 6. Componentes del color a los 0 días tras recolección.

Cultivar	L*	C*	H*
Belor	38,0	b***	16,9
Calnegre	38,8	b	18,4
Kayssar	38,9	b	17,5
Musa	37,7	b	14,0
Victoria	34,2	c	12,4
Zelia	41,1	a	19,5
CV est (%)	5.9	18.1	0.9

***: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

FIGURAS

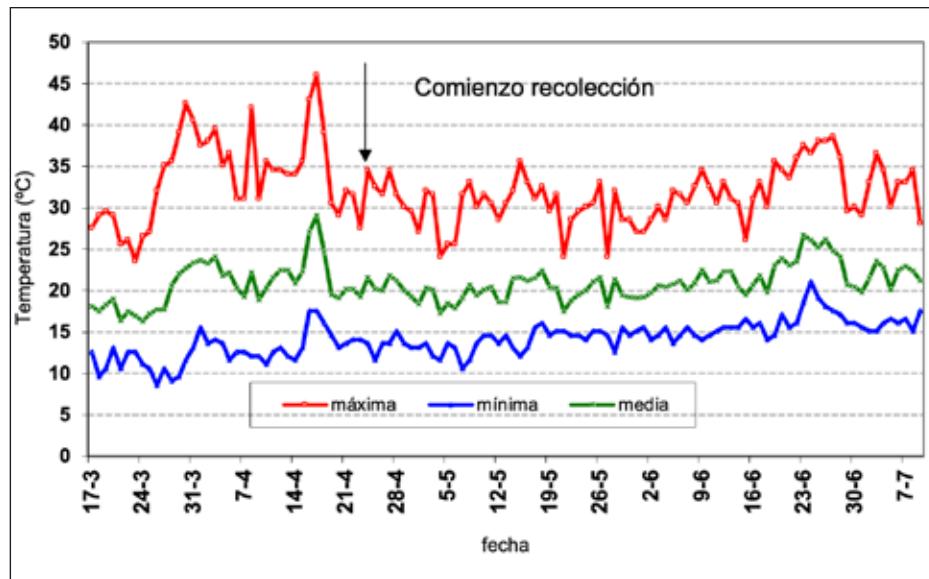


Figura 1. Temperaturas diarias registradas en el invernadero.

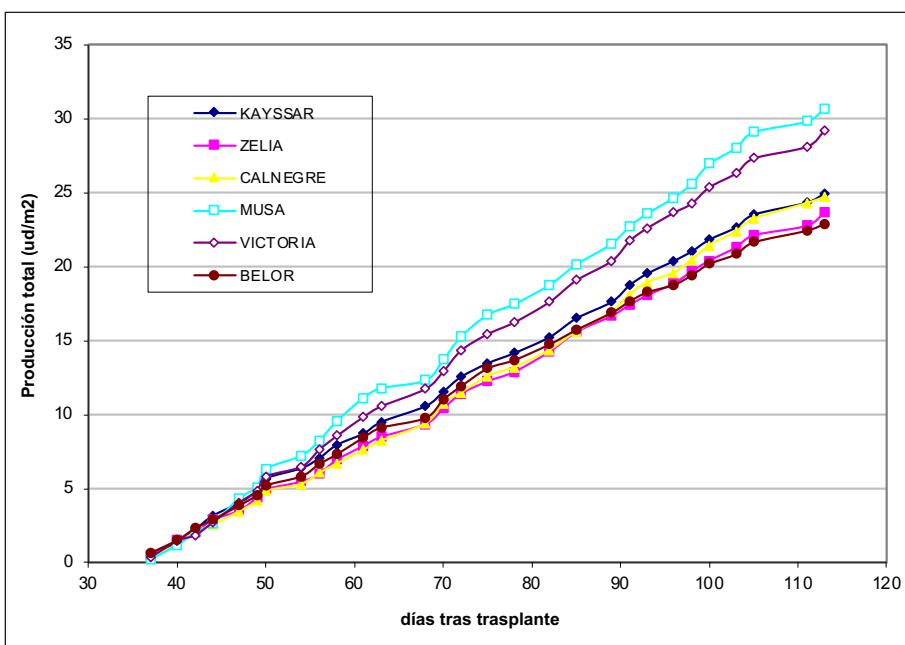


Figura 2. Evolución de la producción total en unidades.m⁻² de los cultivares ensayados.

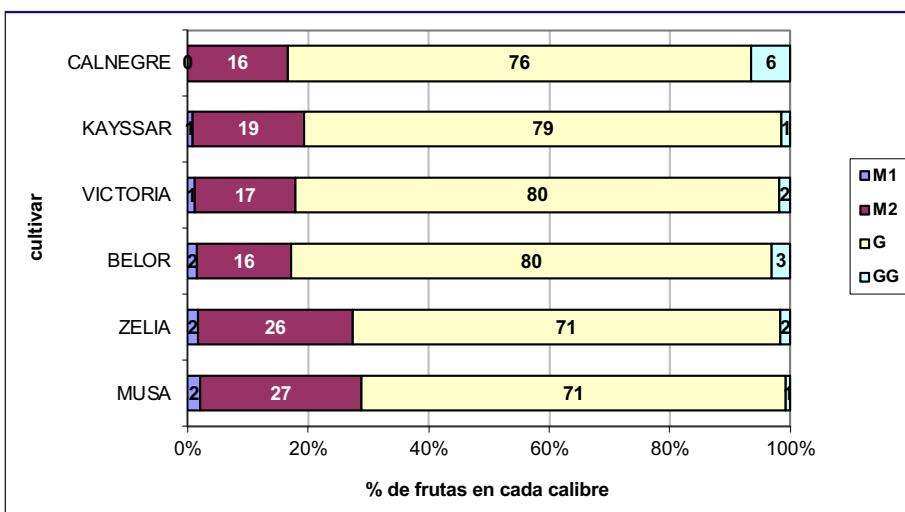


Figura 3. Distribución de la producción (en frutos) de los cultivares ensayados por cada uno de los calibres, ordenados de menor a mayor.



Figura 4. Cultivares ensayados (de izquierda a derecha y de arriba a abajo: Belor, Zelia, Kayssar, Victoria, Calnegre y Musa).

FERTIRRIGACIÓN DEL CULTIVO DE CALABACÍN EN INVERNADERO: INFLUENCIA SOBRE EL DESARROLLO VEGETATIVO Y LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Contreras, J.I.; Baeza, R.; Cánovas, G.; Alonso, F.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) Centro La Mojonería, Almería.

RESUMEN

En áreas que presentan escasez de recursos hídricos y en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos resulta imprescindible maximizar la eficiencia en el uso del agua y nutrientes. Los cultivos hortícolas bajo abrigo se caracterizan por presentar una elevada eficiencia de uso del agua de riego y fertilizantes en relación a otros sistemas productivos, aún así, el margen de mejora es amplio. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la variación del volumen de fertirrigación sobre la producción, el desarrollo vegetativo y la absorción de nutrientes realizada por el cultivo de calabacín en invernadero. El experimento fue desarrollado en un invernadero tipo “parral” con suelo enarenado y fertirrigación sobre cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L. var. *Casiopee*). Se establecieron tres tratamientos de fertirrigación, F100%: aplicación de 315 L.m⁻² de fertirriego (basado en la ETc y la disolución estándar para el cultivo), aportando un total en g.m⁻² de: 52,8 N, 14,7 P, 80,1 K, 56,9 Ca y 11,5 Mg. F85%: aplicación del 85% de agua y nutrientes aplicados en F100%, y F125%: aplicación del 125% de agua y nutrientes aplicados en F100%. Las determinaciones realizadas fueron: producción (kg.m⁻²), biomasa aérea y absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) calculando la eficiencia productiva (EP) del agua y nutrientes y la eficiencia medioambiental (EMA), la distribución de nutrientes en la planta y las correlaciones existentes entre la producción y los nutrientes absorbidos. El aumento de la fertirrigación (F125%) afectó ligeramente la producción, aumentándola significativamente en un 10%. Sin embargo, la reducción de la fertirrigación (F85%) supuso una merma en la producción del 23%. La materia seca total producida por la parte aérea de la planta también fue afectada por la fertirrigación, el tratamiento reducido (F85%) redujo la materia seca con respecto al tratamiento más fertirrigado (F125%). La absorción de P, Ca y Mg no presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo, la absorción de N y K se redujo en el tratamiento F85% con respecto a F125%. Las EP de agua y nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) fueron modificadas por los tratamientos. Las mayores EP del agua y nutrientes fueron alcanzadas por los tratamientos F100% y F85%, sufriendo F125% un descenso. No existieron diferencias significativas entre tratamientos en la EMA para ninguno de los nutrientes. Los frutos fueron el mayor sumidero de N, P y K, independientemente del tratamiento, el porcentaje de nutrientes destinados al fruto con respecto al total absorbido por la parte aérea de la planta

representó el 70% para el N, entre el 68-75% para el P, y entre el 63-66% para el K, según tratamiento, sin presentar diferencias significativas entre tratamientos. Existió una relación lineal entre la producción y la absorción de N, P y K, presentando unos coeficientes de determinación muy elevados ($R^2= 0,82, 0,80$ y $0,84$ para N, P y K, respectivamente).

Palabras clave: nitrógeno, fósforo, potasio, eficiencia productiva del agua y los nutrientes.

INTRODUCCIÓN

En áreas que presentan escasez de recursos hídricos y en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos resulta imprescindible maximizar la eficiencia en el uso del agua y nutrientes. La fertirrigación es una técnica generalizada en los cultivos protegidos, en muchas partes del mundo, incluyendo la mayoría de los países del Mediterráneo. Aunque la técnica de fertirrigación es considerada como la más eficiente en el uso de agua y los fertilizantes, registrando importantes incrementos en el rendimiento de los cultivos (Kafkafi, 2005), los productores de invernaderos siguen determinando las dosis de aplicación de fertilizantes basándose en la propia experiencia. En la mayoría de los casos, esta práctica se traduce en la aplicación de dosis excesivas de nitrógeno, fósforo y potasio. Además, en algunos casos, se conjuga la aplicación excesiva de uno o más nutrientes con el aporte inadecuado de otros, lo que agrava las incidencias de toxicidades o deficiencias de nutrientes, dado lugar incluso a alteraciones multinutricionales (Gianquinto *et al.*, 2013). Por lo tanto, existe un amplio margen de mejora que conllevaría una reducción de los costes de producción, y una conservación de la calidad ambiental (Fageria y Baligar, 2005).

La respuesta de los cultivos a la dosis de N aplicada y la eficiencia de uso del nutriente son criterios importantes para determinar las necesidades de N que aseguren el máximo rendimiento económico (Fageria y Baligar, 2005). El porcentaje de N absorbido por el cultivo, en relación al aplicado, es con frecuencia inferior al 50% (Fageria y Baligar, 2005; Thompson *et al.*, 2007). Thompson *et al.* (2007) determinaron que en un 40% de los invernaderos del litoral de Almería, las aplicaciones de N eran 1,5 veces superiores a las extracciones realizadas por el cultivo y el doble en un 20% de los invernaderos. Numerosos son los trabajos que demuestran la respuesta productiva de diversos cultivos a la cantidad de N aplicada. Fundamentalmente se relaciona el incremento de la dosis nitrogenada con el aumento de la producción de fruto (Yasuor *et al.*, 2013).

La eficiencia de absorción de P es muy baja, ya que alrededor del 80-90% de P aplicado como fertilizante es retenido por las partículas del suelo (Jones, 1998), si bien cuando se utiliza fertirrigación esta eficiencia aumenta considerablemente (Mohammad, *et al.*, 2004).

Existen estudios recientes que evalúan la influencia de la fertirrigación fosfórica sobre la productividad de los cultivos hortícolas (Conversa *et al.*, 2013; Fontes

et al., 2014) mostrando respuestas contradictorias, debido fundamentalmente a las condiciones de desarrollo de la experiencia y a que los niveles de fósforo presentes en la mayoría de los suelos agrícolas son muy elevados y estas altas concentraciones pueden disipar el efecto de la fertirrigación fosfórica.

En cultivos con gran demanda de K, como son la mayoría de los cultivos hortícolas de invernadero, la producción y la calidad de fruto están estrechamente relacionadas con la concentración de potasio aplicada al cultivo. Una adecuada nutrición potásica proporciona un aumento de los rendimientos, el tamaño de fruto, y la producción de biomasa (Segura *et al.*, 2009a; Segura *et al.*, 2009b; Contreras *et al.*, 2013a, 2013b; Contreras 2014).

Numerosos trabajos que estudian el efecto de la fertirrigación sobre cultivos hortícolas intensivos, como el tomate (Segura *et al.*, 2009a; Segura *et al.*, 2009b; Colpan *et al.*, 2013), pimiento (Pall *et al.*, 2011; Contreras *et al.*, 2013), melón (Contreras *et al.*, 2012; Asao *et al.*, 2013), judía verde (Segura *et al.*, 2012), berenjena (Lima *et al.*, 2014), sin embargo en cultivo de calabacín las investigaciones son muy escasas.

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del volumen de fertirrigación sobre la producción, el desarrollo vegetativo y la absorción de nutrientes realizada por el cultivo de calabacín en invernadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en un invernadero parral de “raspa y amagado” situado en el Centro IFAPA La Mojonera, con suelo enarenado de textura franco limosa. Se realizó un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L.var. *Casiopée*). El trasplante fue el 13 de enero de 2015, finalizando el ciclo de cultivo el 1 de junio de 2015. La densidad de plantación era de 1 planta.m⁻². El sistema de riego fue localizado con emisores compensantes y antidrenantes de 3 L.h⁻¹ y 2 emisores m⁻². La solución de fertirrigación establecida en mmol.L⁻¹ fue: 12 de NO₃⁻, 1,5 de H₂PO₄⁻, 6,5 de K⁺, 4,5 de Ca²⁺ y 1,5 de Mg²⁺, basada en Camacho y Fernández (2008).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Se establecieron tres tratamientos de fertirrigación que se muestran en la siguiente tabla:

Tratamiento	Descripción
F100%	Aplicación de 315 L m ⁻² de fertiriego (basado en la ETc y la disolución estándar para el cultivo), aportando un total en g m ⁻² de: 52,8 N, 14,7 P, 80,1 K, 56,9 Ca y 11,5 Mg.
F85%	Aplicación del 85% de agua y nutrientes aplicados en F100%
F125%	Aplicación del 125% de agua y nutrientes aplicados en F100%.

Las determinaciones realizadas fueron: producción (kg m^{-2}), biomasa aérea y absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) calculando la eficiencia productiva (EP) del agua (expresada en kg de fruto comercial por m^3 de agua aplicado) y nutrientes (expresada en kg de fruto comercial por kg de nutriente aplicado) y la eficiencia medioambiental (EMA) (expresada en kg de nutriente absorbido por kg de nutriente aplicado), la distribución de nutrientes en la planta y las correlaciones existentes entre la producción y los nutrientes absorbidos. Se realizó un análisis de la varianza ANOVA para identificar el efecto de los tratamientos estudiados. Cuando el análisis estadístico reveló diferencias significativas entre tratamientos se aplicó un test de comparación de medias (LSD; mínima diferencia significativa) con $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción comercial, biomasa y absorción de nutrientes

La producción comercial de fruto se vio afectada por los tratamientos establecidos (*Tabla 1*). El aumento de la fertirrigación (F125%) afectó ligeramente la producción, aumentándola significativamente en un 10%. La reducción de la fertirrigación (F85%) supuso una merma en la producción del 23%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros cultivos hortícolas intensivos desarrollados en condiciones similares (Segura *et al.*, 2009a; Contreras *et al.*, 2013). La materia seca total producida por la parte aérea de la planta también fue afectada por el volumen de fertirrigación aplicado, la reducción de la fertirrigación (F85%) redujo la materia seca con respecto al tratamiento F125%. Las extracciones de P, Ca y Mg no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo, las extracciones de N y K se redujeron en el tratamiento F85% con respecto a F125% (*Tabla 1*).

Eficiencia de uso de agua y nutrientes

Las EP del agua y de los nutrientes fueron modificadas por los tratamientos (*Tabla 2*). La mayor EP del agua fue alcanzada por los tratamientos F100% y F85%, reduciendo F125% los valores de EP del agua. La EP de nutrientes también fue mayor en los tratamientos F100% y F85% para todos los nutrientes analizados (N, P, K, Ca y Mg). La reducción de la eficiencia productiva de uso de nutrientes cuando se incrementa la dosis de fertirrigación coincide con los resultados obtenidos por Yasuor *et al.* (2013) en pimiento y Contreras (2014) en tomate, melón y pimiento desarrollado en invernadero y en condiciones similares y por. En lo que respecta a la EMA, no existieron diferencias significativas entre tratamientos para ninguno de los nutrientes. Es de destacar que la eficiencia medioambiental para todos los nutrientes y tratamientos fueron elevadas, oscilando según tratamiento entre el 70-75% para el N, 82-86% para el P y 74-87 para el K. La EMA de nitrógeno obtenida es mayor a las determinadas por Fageria y Baligar (2005) y Thompson *et al.* (2007) para cultivos hortícolas intensivos.

Distribución de nutrientes

Los frutos fueron el mayor sumidero de N, P y K, independientemente del tratamiento (*Fig. 1*), el porcentaje de nutrientes destinados al fruto con respecto al total absorbido por la parte aérea de la planta representó el 70% para el N, entre el 68-75% para el P, y entre el 63-66% para el K, según tratamiento. No hubo diferencias significativas entre tratamientos (*Figura 1*). Los resultados concuerdan con los trabajos publicados en diferentes cultivos hortícolas intensivos como tomate (Segura *et al.*, 2009) y pimiento (Contreras *et al.*, 2013) donde la parte generativa es el mayor sumidero de NPK, a diferencia de la judía verde donde la parte vegetativa es el mayor reservorio (Segura *et al.*, 2012). El mayor porcentaje de Ca y Mg de la planta fue destinado a la parte vegetativa, con porcentajes que variaron según tratamiento entre el 82-86% para el Ca y entre 54-67% para el Mg, coincidiendo también con Segura *et al.* (2009b) y Contreras *et al.* (2013) para cultivo de tomate y pimiento respectivamente, desarrollado en condiciones de cultivo similares.

Correlación entre la producción y absorción de N, P y K

La absorción de N, P y K está correlacionada linealmente con la producción comercial de fruto (Figuras 2, 3 y 4). La producción comercial y la absorción de N se relacionan por la función lineal (1), presentando un coeficiente de correlación elevado ($R^2=0,823$).

$$\text{Producción (g.m}^{-2}\text{)} = 268,9 \text{ N (gm}^{-2}\text{)} + 3933 \quad (1)$$

La producción comercial y la absorción de P también se relacionan por una función lineal, que se define en la función (2), con un coeficiente de correlación de $R^2=0,803$.

$$\text{Producción (g.m}^{-2}\text{)} = 585,7 \text{ P (gm}^{-2}\text{)} + 6942 \quad (2)$$

Al igual que para el N y el P, la producción comercial y la absorción de K se relacionan por la función lineal (3) y una elevada correlación ($R^2=0,839$).

$$\text{Producción (g.m}^{-2}\text{)} = 150,4 \text{ K (gm}^{-2}\text{)} + 5228 \quad (3)$$

Las correlaciones obtenidas permitirán calcular la absorción de nutrientes realizada por este cultivo en función de la producción comercial y así poder gestionar la fertirrigación de una forma sostenible y eficiente.

CONCLUSIONES

El incremento del volumen de fertirrigación aplicado produce un aumento en la producción comercial. Los tratamientos F100% y F85% fueron los que presentaron mayores eficiencias productivas de uso de agua y nutrientes, sin embargo, la eficiencia medioambiental de N, P y K, definida como nutriente absorbido en función del aplicado, no se vio modificada por los tratamientos. Los frutos fueron los mayores sumideros de N, P y K, independientemente del tratamiento.

Aunando criterios productivos y medioambientales, el tratamiento T2 es el que mejor comportamiento presentó, con una eficiencia en el uso del agua y nutrientes muy elevada y una producción de fruto de 15 kg.m⁻².

Las correlaciones entre nutrientes y producción obtenidas permitirán calcular la absorción de nutrientes realizada por este cultivo en función de la producción comercial y así poder gestionar la fertirrigación de una forma sostenible y eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAO T.; ASADUZZAMAN M.; MONDAL M.F.; TOKURA M.; ADACHI F.; UENO M.; BAN T. 2013. *Impact of reduced potassium nitrate concentrations in nutrient solution on the growth, yield and fruit quality of melon in hydroponics*. *Scientia Horticulturae* 164: 221-231.
- CAMACHO F.F.; FERNÁNDEZ E.J. 2008. *Manual práctico de fertirrigación en riego por goteo*. Ediciones Agrotécnicas, SL, Madrid, España
- ÇOLPAN E.; ZENGİN M.; ÖZBAHÇE A. 2013. *The effects of potassium on the yield and fruit quality components of stick tomato*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 54(1): 20-28.
- CONTRERAS J.I. 2014. *Optimización de las estrategias de fertirrigación de cultivos hortícolas en invernadero utilizando aguas de baja calidad (agua salina y agua regenerada) en condiciones del litoral de Andalucía*. PhD Diss., Univ. Almeria, Almeria, Spain (2014).
- CONTRERAS J.I.; EYMAR, E.; LOPEZ, J.G.; LAO M.T.; SEGURA M.L. 2013a. *Influences of Nitrogen and Potassium Fertigation on Nutrient Uptake, Production, and Quality of Pepper Irrigated with Disinfected Urban Wastewater*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44:767-775 (ISSN 0010-3624 print/1532-2416 online).
- CONTRERAS J.I.; LÓPEZ J.G.; LAO M.T.; EYMAR E.; SEGURA M.L. 2013b. *Dry-Matter Allocation and Nutrient Uptake Dynamic in Pepper Plant Irrigated with Recycled Water by Different Nitrogen and Potassium Rate*. *Communications in soil science and plant analysis*, 44 (1-4), 758-766.
- CONTRERAS J.I.; PLAZA B.M.; LAO M.T.; SEGURA M.L. 2012. *Growth and Nutritional Response of Melon to Water Quality and Nitrogen Potassium Fertigation Levels under Greenhouse Mediterranean Conditions*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43:434-444 (ISSN 0010-3624 print/1532-2416 online).
- CONVERSA G.; LAZZIZERA C.; BONASIA A.; ELIA A. 2013. *Yield and phosphorus uptake of a processing tomato crop grown at different phosphorus levels in a calcareous soil as affected by mycorrhizal inoculation under field conditions*. *Biology and Fertility of Soils* 49(6): 691-703.
- FAGERIA N.K.; BALIGAR V.C. 2005. *Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants*. *Advances in Agronomy* 88: 97-185.

- FONTES P.C.R.; LOURES J.L.; MANTOVANI E.C.; SILVA FILHO J.B.D. 2014. *Leaf Nutrient Content and Tomato Fruit Yield as Affected by Single Super Phosphate Rates Applied by Drip Irrigation*. Journal of Plant Nutrition 37(2): 259-269.
- GIANQUINTO G.; MUÑOZ P.; PARDOSSI A.; RAMAZZOTTI S.; SAVVAS D. 2013. *Soil fertility and plant nutrition. In: Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops. Principles for Mediterranean climate areas*. FAO Plant Production and Protection Paper 217:205-270.
- JONES J.B. 1998. *Phosphorus toxicity in tomato plants: when and how does it occur?* Communications in Soil Science and Plant Analysis 29(11-14): 1779-1784.
- KAFKAFI U. 2005. *Global aspects of fertigation usage*. In Fertigation Proceedings, International Symposium on Fertigation. Beijing, China (pp. 8-22).
- LIMA P.R.; CARLESSO R.E.; BORSO, A.; ECCO M.; FERNANDES F.V.I.; RAM-PIM L.; DA FONSECA P.R.E.B. 2014. *Effects of different rates of nitrogen (N) and phosphorus pentoxide (P_2O_5) on eggplant yield*. African Journal of Agricultural Research 9 (19): 1435-1441.
- MOHAMMAD M.J.; HAMMOURI A.; FERDOWS A.E. 2004. *Phosphorus Fertigation and Preplant Conventional Soil Application of Drip Irrigated Summer Squash*. Journal of Agronomy 3(3): 162-169.
- PALL K.K.; ROY S.S.; KHAN M.S.I. 2011. *Nitrogen and Phosphorus Efficiency on the Fruit Size and Yield of Capsicum*. Journal of Experimental Sciences 2(1).
- SEGURA M. L.; CONTRERAS J.I.; PLAZA B.M.; LAO M.T. 2012. *Assessment of the Nitrogen and Potassium Fertilizer in Green Bean Irrigated with Disinfected Urban Wastewater*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 43:426-433 (ISSN 0010-3624 print/1532-2416 online).
- SEGURA M.L.; CONTRERAS J.I.; SALINAS R.; LAO M.T. 2009a. *Influence of Salinity and Fertilization Level on Greenhouse Tomato Yield and Quality*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 40: 485-497 .
- SEGURA M.L.; CONTRERAS J.I.; SALINAS R.; LAO M.T. 2009b. *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: 498-513.
- THOMPSON R.B.; MARTÍNEZ-GAITAN C.; GALLARDO M.; GIMÉNEZ C.; FERNÁNDEZ M.D. 2007. *Identification of irrigation and N management practices that contribute to nitrate leaching loss from an intensive vegetable production system by use of a comprehensive survey*. Agricultural Water Management 89(3): 261-274.
- YASUOR H.; BEN-GAL A.; YERMIYAHU U.; BEIT-YANNAI E.; COHEN S. 2013. *Nitrogen Management of Greenhouse Pepper Production: Agronomic, Nutritional, and Environmental Implications*. HortScience 48: 1241-1249.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del “Proyecto de Transferencia de Tecnología al Regadío (PP.TRA.TRA201600.3), siendo cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Rural (FEDER) y la Consejería de Agricultura y Pesca (IFAPA-Junta de Andalucía).

TABLAS

Tabla 1. Producción comercial, materia seca total y extracción de nutrientes por la parte aérea de la planta.

	Producción Comercial	Materia seca total	N	P	K	Ca	Mg
	Kg.m ⁻²	g.m ⁻²			g.m ⁻²		
F125%	16,6a	1376a	46,06a	14,95a	73,19a	26,15a	11,37a
F100%	14,9b	1179ab	37,99b	12,67a	69,6a	22,67a	10,00a
F85%	12,8c	1057b	34,37b	10,80a	51,52b	29,03a	11,54a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$

Tabla 2. Eficiencia productiva (EP) del agua (expresada en kg de fruto comercial por m³ de agua aplicado), EP de los nutrientes (expresada en kg de fruto comercial por kg de nutriente aplicado) y eficiencia medio ambiental (EMA) de los nutrientes (expresada en kg de nutriente absorbido por la planta por kg de nutriente aplicado).

	Eficiencia productiva (EP)					Eficiencia medio ambiental (EMA)					
	Aqua	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	Kg.m ⁻³			Kg.kg ⁻¹				Kg.kg ⁻¹			
F125%	43b	253b	915b	167b	236b	1168b	70	82	74	37	80
F100%	47a	282a	1017a	186a	262a	1298a	72	86	87	40	87
F85%	47a	280a	1012a	185a	261a	1291a	75	85	75	59	116

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$

FIGURAS

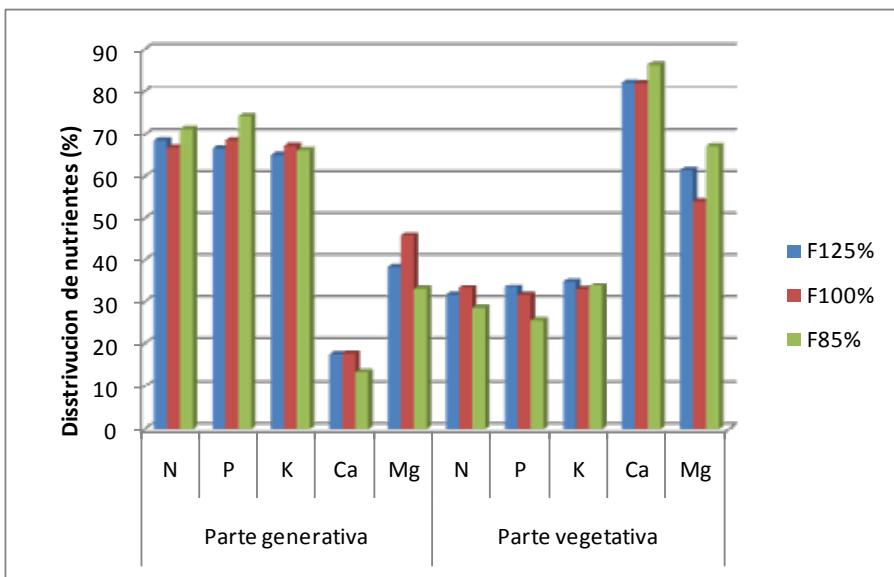


Figura 1. Distribución de nutrientes en la planta: parte generativa (fruto) y parte vegetativa.

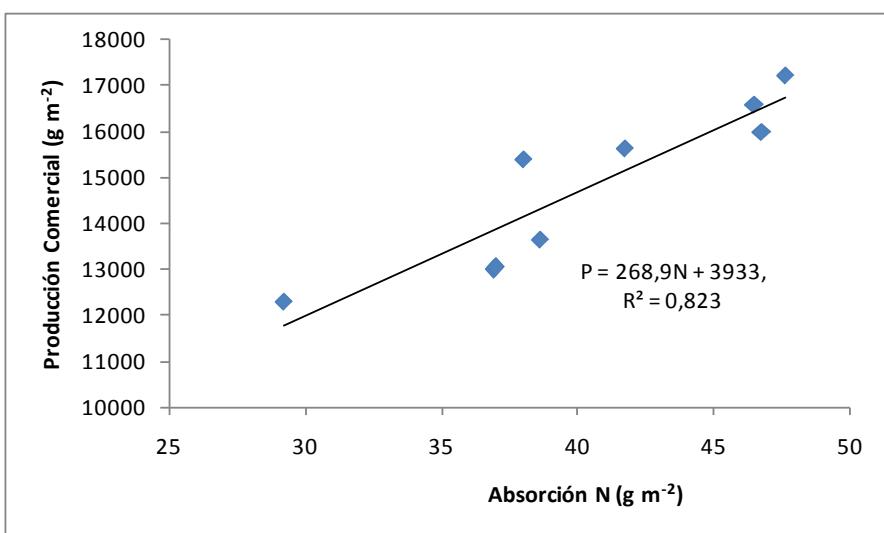


Figura 2. Relación entre la producción comercial y la absorción de N realizada por la parte aérea de la planta.

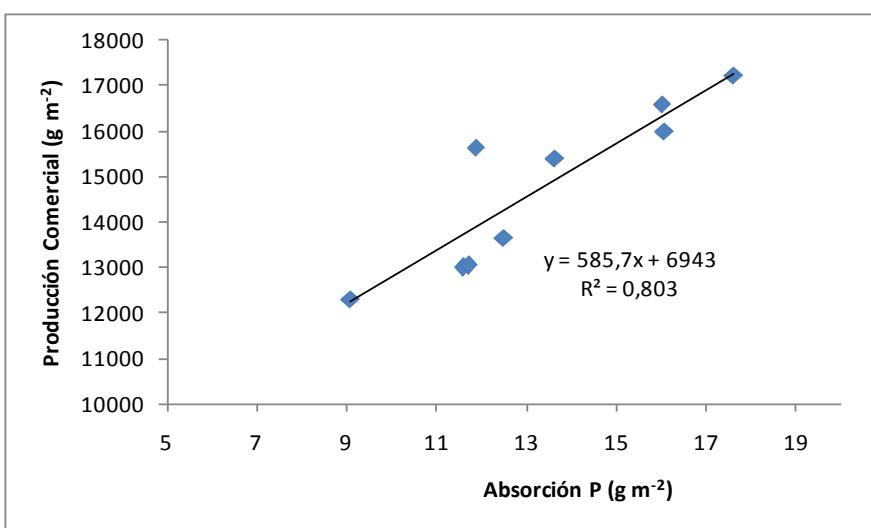


Figura 3. Relación entre la producción comercial y la absorción de P realizada por la parte aérea de la planta.

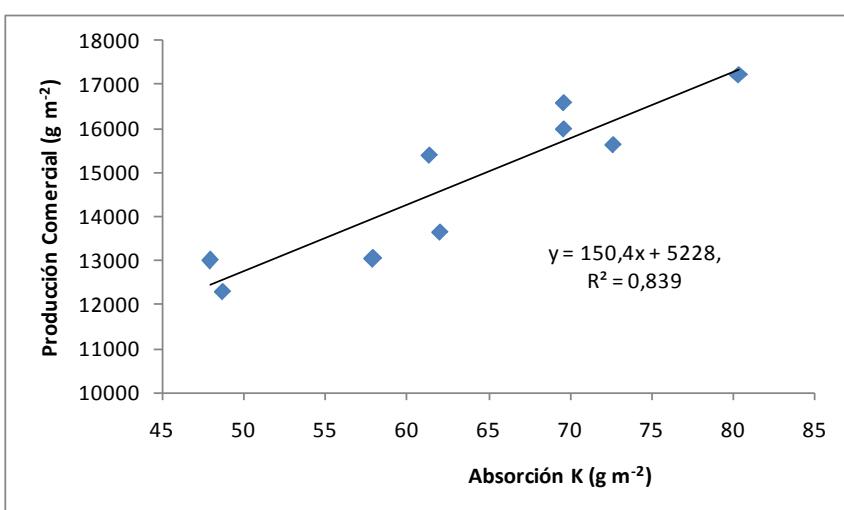


Figura 4. Relación entre la producción comercial y la absorción de K realizada por la parte aérea de la planta.

CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN CULTIVO DE PEPINO DE INVIERNO: *Amblyseius swirskii* ATHIAS-HENRIOT FRENTE A *Transeius montdorensis* (SCHICHA)

Rodríguez, E.; Lara, L.; Fernández, M.; Téllez, M.M.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) Centro La Mojonería, Almería.

RESUMEN

En cultivo de pepino, el control biológico se basa fundamentalmente en sueltas del ácaro depredador *A. swirskii* para el control de la mosca blanca *B. tabaci* y del trips de las flores *F. occidentalis*. Sin embargo, su instalación puede estar limitada en los ciclos tardíos de otoño-invierno, debido a diferentes causas. Actualmente está disponible comercialmente otro ácaro depredador, *Transeius montdorensis* que también puede alimentarse de mosca blanca y trips. Los estudios realizados con este depredador, lo muestran con mayor potencial en el control de plagas, principalmente en el control de trips. El objetivo de este trabajo ha sido realizar un ensayo comparativo entre ambas especies de depredadores *A. swirskii* y *T. montdorensis*, para evaluar su comportamiento en condiciones de bajas temperaturas y su eficacia en el control de plagas en un cultivo de pepino de otoño-invierno. El ensayo se ha realizado en un invernadero experimental durante los meses de noviembre a abril, en un diseño de bloques al azar. La evolución de las poblaciones tanto de mosca blanca y trips, como la de los depredadores en el cultivo, se realizó mediante muestreos semanales de campo y de laboratorio. Los resultados muestran un comportamiento muy similar tanto en el desarrollo de las poblaciones de los ácaros depredadores, como en el control que realizan sobre las plagas de mosca blanca y trips. No obstante, *T. montdorensis* mostró una tasa reproductiva mayor en momentos puntuales.

Palabras clave: ácaro depredador, cucurbitáceas, invernadero, lucha biológica, mosca blanca, *trips*.

INTRODUCCIÓN

En los cultivos hortícolas de invernadero, las estrategias de control integrado basadas principalmente en la utilización de enemigos naturales para el control biológico de plagas se han implantado de forma muy importante, especialmente en cultivos de ciclo largo como pimiento y tomate. Sin embargo, en los de ciclo corto de cucurbitáceas, como el pepino, el uso de organismos de control biológico no está tan extendido.

En cultivo de pepino, el control biológico se basa fundamentalmente en sueltas del ácaro depredador *A. swirskii* (*Fotografía 1*) para el control de la mosca blan-

ca *B. tabaci* (Gennadius) y del trips de las flores *F. occidentalis* (Pergande). No obstante, su instalación principalmente en los ciclos tardíos de otoño-invierno, puede estar limitada debido a diferentes causas. En esos ciclos, este depredador suele soltarse a la 5^a semana tras el trasplante, coincidiendo con las temperaturas más bajas del año y con fotoperiodos más cortos, lo que influye no solo en su desarrollo y reproducción sino en la disponibilidad de sus presas, al producirse también una disminución de las poblaciones de plagas (Sola, 2015). La falta de polen debido a la ausencia de flores macho en este cultivo es otra causa que influye en el mantenimiento de las poblaciones del ácaro, todo ello puede limitar la eficacia de este depredador en el cultivo. Sin embargo, los trabajos llevados a cabo por Téllez (2015), utilizando la instalación temprana de *A. swirskii*, en plántulas de semillero y utilizando un alimento suplementario, como el polen, para el mantenimiento de sus poblaciones, contribuye a mejorar la estrategia de control biológico en este cultivo.

Actualmente está disponible comercialmente otro ácaro depredador, *Transeius montdorensis* (anteriormente conocido como *Amblyseius montdorensis*), perteneciente a la familia de los Fitoseídos (*Fotografía 2*). Este depredador es originario de Australia, fue recolectado sobre plantas de *Datura* y tomate alimentándose de ácaros eriódidos (Schicha 1979). Posteriormente fue identificado como depredador de la especie de trips, *Frankliniella occidentalis*, demostrando capacidad de otros pequeños artrópodos, así como de polen (Steiner y Goodwin, 1995). Los estudios realizados con este depredador lo muestran con mayor potencial en el control de plagas, principalmente en el control de trips, con una mayor tasa de depredación y capaz de depredar larvas de primer y segundo estadio. Otra característica que parece favorecer su potencial es su actividad a bajas temperaturas y la mayor tolerancia de los huevos a bajas humedades relativas, recuperándose sus poblaciones después del invierno mucho más rápidamente que otras especies (Steiner *et al*, 2003).

El objetivo de este trabajo ha sido realizar un ensayo comparativo entre ambas especies de depredadores *A. swirskii* y *T. montdorensis* para evaluar tanto su comportamiento en condiciones de bajas temperaturas como su eficacia en el control de plagas en un cultivo de pepino de invierno.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernadero experimental con una superficie de 1000 m². El cultivar de pepino utilizada fue Corsario. La fecha de siembra del cultivo fue el 17 de noviembre de 2016, a un marco de plantación de 2 plantas.m⁻². El periodo de cultivo fue durante los meses de noviembre a mayo.

Se hizo gran hincapié en la adopción de medidas preventivas relacionadas con la hermeticidad del invernadero, como la colocación de mallas en ventanas laterales y cenitales con una densidad de hilos de 20x10, adecuación de la doble puerta del invernadero y enterrado de los faldones del plástico sobrantes de la parte inferior de las ventanas.

El manejo de cultivo se llevó a cabo de acuerdo con las prácticas culturales habituales para un cultivo de pepino. La protección fitosanitaria del cultivo con relación al control de enfermedades fúngicas y otros fitoparásitos (araña roja o pulgón) se realizó mediante productos químicos compatibles con los ácaros depredadores utilizados en el ensayo.

Para el control de trips y mosca blanca se estableció una estrategia basada en las sueltas de *A. swirskii* y *T. montdorensis*. El diseño experimental que se estableció fue bloques al azar, con dos tratamientos, siendo estos las especies de ácaro depredador. Para ello el invernadero se dividió en dos bloques, cada uno a su vez con dos parcelas experimentales y con cuatro líneas de cultivo por parcela. Cada tratamiento estaba suficientemente separado del siguiente para evitar la trasferencia de ácaros (*Fotografía 3*). Las especies de depredadores se asignaron aleatoriamente dentro de cada bloque y fueron introducidos en formato de sobre, a una dosis de 1 sobre cada dos plantas, el 27 de diciembre, a las seis semanas desde la siembra.

Evaluaciones:

La evolución de las poblaciones, tanto de mosca blanca y trips, como la de los depredadores en el cultivo, se realizó mediante seguimientos un muestreo de 6 hojas por tratamiento en las que, bajo lupa binocular en laboratorio, se contabilizó el número de huevos y formas móviles de las especies de ácaros, el número de larvas y adultos de trips y el número de huevos y ninfas de mosca blanca. El análisis de los datos se realizó mediante un AOV con el Test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

El registro de datos climáticos dentro del invernadero se realizó mediante un datalogger situado en el centro de la parcela, colocado a la altura de la planta para estimar, con mayor precisión, las condiciones de temperatura y humedad relativa en el cultivo. Ambos parámetros inciden directamente en el desarrollo tanto de las poblaciones de las plagas como del depredador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación al control de plagas y enfermedades en el cultivo, previamente a la suelta de los depredadores se realizaron tratamientos de tipo preventivo con abamectina para araña roja y con spinosad para trips. Una vez realizada la suelta de los ácaros depredadores, no fue necesario aplicar ningún tratamiento insecticida para el control de plagas, solo se dieron tratamientos fungicidas semanales para el control de oídio.

En la *Figura 1* se representa la evolución del número medio de ácaros por hojas (estimado como la suma del número de huevos y el número de formas móviles para las dos especies de depredadores a lo largo del ciclo de cultivo). Las poblaciones de los depredadores se mantienen en valores bajos durante todo el

mes de enero, coincidiendo el periodo de su instalación con la época de temperaturas más bajas, alcanzándose T° media mínima de hasta 10,9°C (*Fig. 2*). Sin embargo, ambas especies a partir de la tercera semana de febrero comienzan a incrementar sus poblaciones alcanzándose valores máximos en la segunda mitad de marzo, de 58,4 y 46,9 ácaros/hoja para *T. montdorensis* y *A. swirskii* respectivamente.

En condiciones de laboratorio el umbral mínimo de desarrollo de la especie *T. montdorensis*, es de 10,3 (Hatherley *et al.*, 2014), mientras que el de *A. swirskii* es de 13°C (Lee & Gillespies, 2011), por los que cabe esperar que esta última tenga menos capacidad de recuperación después de un periodo de bajas temperaturas. La humedad es otro factor que, si desciende por debajo del 70%, durante un tiempo prolongado, influye especialmente en la eclosión de los huevos de los ácaros depredadores. En condiciones de laboratorio, con temperatura y humedad constantes de 30°C y 50% respectivamente, los huevos de *T. montdorensis* son más tolerantes a las bajas humedades. En el ensayo, las condiciones de humedad relativa se han mantenido en un rango medio de 68-74%, valores favorables en principios para el establecimiento de los depredadores. De forma puntual se ha encontrado diferencias significativas (*) en el número de huevos por hoja, siendo este mayor en la especie *T. montdorensis*, coincidiendo con momentos puntuales de humedad relativa baja (valores por debajo del 55%). Sin embargo, la curva evolutiva y de desarrollo de sus poblaciones muestran que ambos depredadores presentan un comportamiento muy similar, en estas condiciones de invierno del ciclo de pepino.

Con relación al control de plagas que realizan ambos depredadores, en la *Figura 3* y *4* se representa de nuevo la evolución del número de ácaros por hojas, así como el número medio de huevos de mosca blanca y el número medio de larvas de trips por hoja para las dos especies de depredadores a lo largo del ciclo de cultivo. En el caso de la mosca blanca, se observa que la presencia de la plaga al inicio del cultivo es cuando alcanza valores más altos, con medias de 23,4 y 33,4 huevos/hoja para *T. montdorensis* y *A. swirskii* respectivamente, sin embargo, en ambos casos las poblaciones van disminuyendo hasta alcanzar valores muy poco significativos. Con relación a la plaga de trips, en ambos tratamientos, se observa que durante los primeros meses de cultivo su incidencia es prácticamente nula, comenzando a incrementarse sus poblaciones al inicio del mes de febrero, con fluctuaciones hasta final del cultivo.

La dinámica poblacional de ambos depredadores parece estar claramente relacionada con la incidencia en el cultivo tanto de la mosca blanca como del trips. Las poblaciones de los ácaros depredadores alcanzan valores muy bajos en las primeras semanas tras su suelta, si bien la alta disponibilidad de huevos de mosca blanca en las hojas durante ese periodo ha permitido mantener sus poblaciones. Posteriormente, estas se incrementan de forma muy importante coincidiendo cuando la plaga de trips comienza a aumentar su incidencia en el cultivo al inicio del mes de febrero.

La ausencia de tratamientos dirigidos al control de estas plagas ha evitado posibles pérdidas de población de ambas especies de fitoseídos, por lo que los resultados muestran una clara relación depredador-presa, que ha permitido una regulación adecuada y con éxito de las poblaciones de ambas plagas. En trabajos realizados en cultivo de calabacín, utilizando *A. swirskii* como organismo de control de mosca blanca y trips, también se ha visto que su dinámica poblacional, en ausencia de tratamientos químicos, está claramente relacionada con la dinámica estacional de las poblaciones de estas dos plagas en condiciones de otoño - invierno (Martín y Téllez, 2016).

CONCLUSIONES

La especie *T. montdorensis* se adapta perfectamente a las condiciones de los cultivos de otoño - invierno de la provincia de Almería, ejerciendo un buen control de mosca blanca y trips.

En las condiciones del ensayo, tanto *A. swirskii* como *T. montdorensis* presenta un comportamiento muy similar en la instalación y desarrollo de sus poblaciones en el cultivo, si bien, en momentos puntuales de baja humedad relativa, la supervivencia de los huevos de *T. montdorensis* fue mayor que la de *A. swirskii*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HATHERLY, I.S.; BALE, J.S.; WALTERS, K.F.A.; WORLAND, M.R. 2004. *Thermal biology of Typhlodromips montdorensis: implications for its introduction as a glasshouse biological control agent in the UK*. Entomologia Experimentalis et Applicata 111:97- 109.
- LEE, H.S.; GILLESPIES, D.R. 2011. *Life tables and development of Amblyseius swirskii (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures*. Exp. App. Acarol., 53(1): 17-27.
- MARTÍN, E.; TÉLLEZ, MM. 2016. *Control Integrado de plagas en cultivo de calabacín bajo plástico en ciclo de primavera*. Horticultura, 323: 10-15.
- SCHICHA, E. 1979. *Three new species of Amblyseius Berlese from New Caledonia and Australia*. Australian Entomological Magazine 6, 41-48.
- SOLA, F.J. 2015. *Gestión integrada de plagas en pepino bajo invernadero*. Documentos técnicos [nº8]. Edita Cajamar Caja Rural, 32pp.
- STEINER, M.Y.; GOODWIN S. 1995. *Biological Control of Western Flower Thrips. Phase 1: the Search for Natural Enemies*. HRDC/HSNA Report. NSW Agriculture, Gosford, Australia.
- STEINER, M.Y.; GOODWIN, S.; WELLHAM T.M.; BARCHIA I.M.; SPOHR L.J. 2003. *Biological studies of the Australian predatory mite Typhlodromips montdorensis (Schicha) (Acari: Phytoseiidae), a potential biocontrol agent for western flower thrips, Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)*. Australian Journal of Entomology 42, 124-130.

TÉLLEZ, M.M. 2015. Estrategia de control biológico mediante la utilización de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot en cultivo de pepino. *Phytoma*, 272: 20-24.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto de investigación “Innovación Sostenible en Horticultura Protegida” (PR.AVA.AVA201601.7), cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Adulto de *Amblyseius swirskii*.



Fotografía 2. Adulto de *Transeius montdorensis*.



Fotografía 3. Invernadero experimental con cultivo de pepino.

FIGURAS

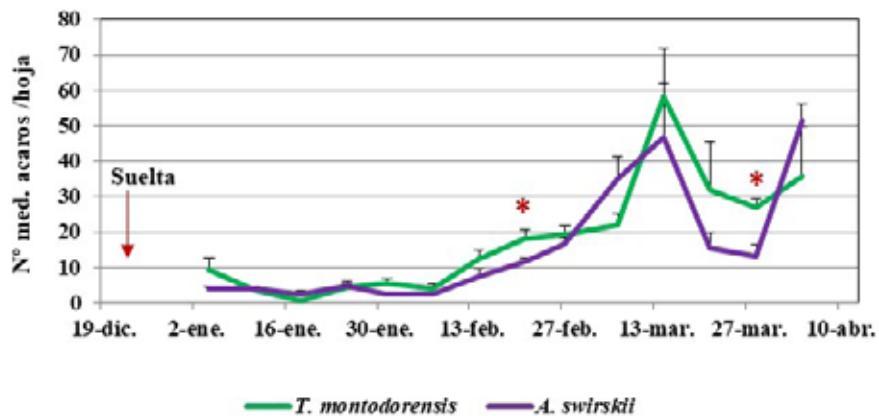


Figura 1. Evolución de las poblaciones de *A. swirskii* y *T. montodorensis* en pepino ($X \pm SE$). (*): diferencias significativas.

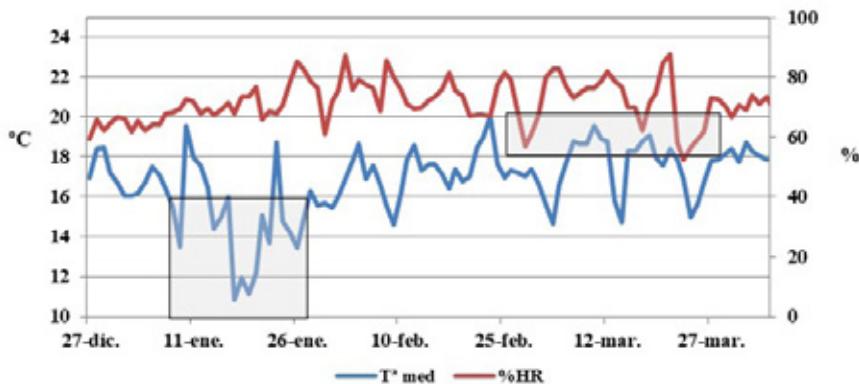


Figura 2. Evolución de la temperatura y humedad relativa durante el ciclo de cultivo.

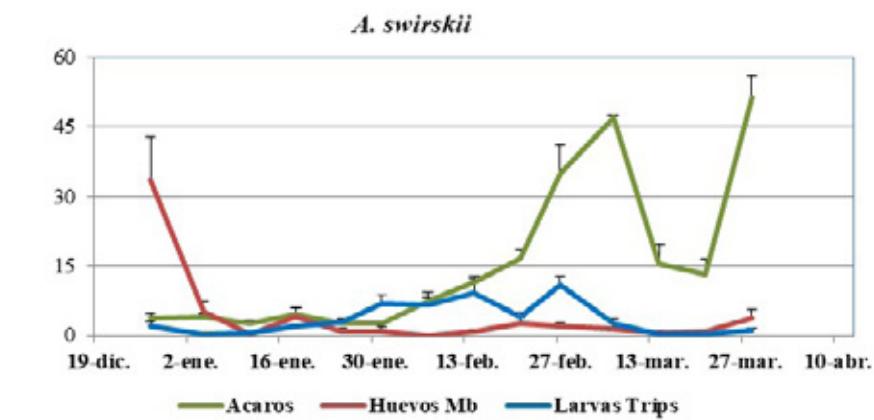


Figura 3. Evolución de las poblaciones de *A. swirskii*, mosca banca y trips a lo largo del ciclo de cultivo ($X \pm SE$).

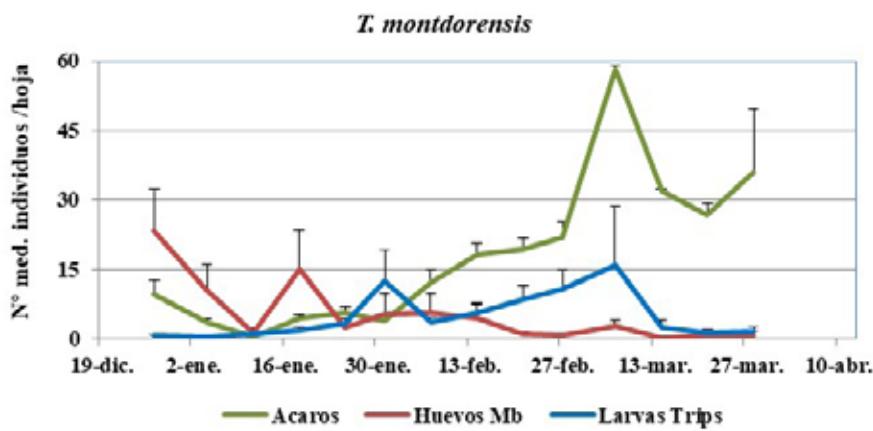


Figura 4. Evolución de las poblaciones de *T. montdorensis*, mosca banca y trips a lo largo del ciclo de cultivo ($X \pm SE$).

EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN FERTILIZANTE ORGANOMINERAL PELETIZADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO EN CULTIVO DE CALABACÍN

Baeza Cano, R.; Cánovas Fernández, G.; Contreras París, J.I.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

La horticultura intensiva bajo invernadero desarrollada en el sureste español se ha caracterizado por incorporar equipos de fertirriego de alta tecnología, que permiten controlar con relativa precisión los equilibrios fertilizantes aplicados. La incorporación de tecnología ha generado una modificación de las pautas de trabajo en la labor de fertilización, desapareciendo casi por completo los abonados de fondo en detrimento del fertirriego. Esta situación y el incremento continuo de los precios de los fertilizantes en los últimos años está motivando que se replantee la situación y se busquen alternativas a los fertilizantes solubles de síntesis. Una de las alternativas sería el empleo como fertilizantes de fondo de compuestos orgánico-minerales. En este contexto se ha planteado el presente trabajo con el objetivo de comprobar la eficacia de los abonos orgánico-minerales como alternativa a los fertilizantes químicos de síntesis en la horticultura bajo abrigo.

El ensayo se realizó en un invernadero tipo “parral de raspa y amagado” de 1.000 m² con ventilación natural (ventanas laterales y cenitales manuales), suelo enarenado y riego por goteo con cabezal de fertirrigación automatizado con control de pH, CE y equilibrio de fertilizantes. La experiencia se desarrolló en un cultivo de calabacín. Se establecieron tres tratamientos:

- T1: Formulación orgánico-mineral 6-4-12 complementada con fertirrigación estándar reducida un 50 %. Se han aplicado 273 g.m⁻² de formulación orgánico-mineral.
- T2: Formulación orgánico-mineral complementada con fertirrigación estándar reducida un 25 %. Se han aplicado 136 g.m⁻² de formulación orgánico-mineral.
- T3: Tratamiento control. Fertirrigación estándar.

Los resultados obtenidos mostraron que la formulación orgánico-mineral aplicada como fertilizante de fondo puede ser una alternativa eficiente, en un cultivo de calabacín en invernadero, para sustituir parcialmente a los fertilizantes químicos de síntesis.

Palabras clave: abonado de fondo, fertirrigación, invernadero, enarenado.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la horticultura intensiva bajo invernadero desarrollada en el sureste español se ha caracterizado por incorporar equipos de fertirriego de alta tecnología, que permiten controlar con relativa precisión los equilibrios fertilizantes aplicados. La incorporación de tecnología ha generado una modificación de las pautas de trabajo en la labor de fertilización, desapareciendo casi por completo los abonados de fondo en detrimento del fertirriego. Estas aplicaciones, muy comunes hace décadas, consistían básicamente en la incorporación de fertilizantes orgánicos, principalmente estiércol, mediante la técnica del retransqueo. Si bien el actual sistema permite controlar con precisión los nutrientes aportados, los contenidos de materia orgánica de los suelos han disminuido. Esta disminución supone una pérdida de fertilidad de los suelos y del poder tampon de los mismos. Esta situación y el incremento continuo de los precios de los fertilizantes en los últimos años está motivando que se replantee la situación y se busquen alternativas a los fertilizantes solubles de síntesis. Una de las alternativas sería el empleo como fertilizantes de fondo de compuestos organo-minerales combinado con una reducción en la cantidad de fertilizante aportado en fertirriego, que puede ser interesante desde el punto de vista económico (Segura, 1995). En este contexto se ha planteado el presente trabajo, con el objetivo de comprobar la eficacia de los abonos organo-minerales como alternativa a los fertilizantes químicos de síntesis en la horticultura bajo abrigo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha desarrollado en un invernadero parral de raspa y amagado de 1.000 m² con ventilación natural (cenital y lateral) (*Fotografía 1*). El invernadero cuenta con una instalación de riego localizada equipada con cabezal automatizado de fertirrigación con control de pH, CE y equilibrio de fertilizantes (*Fotografía 2*). La red de riego está dotada de goteros interlinea de 3 L.h⁻¹ a un marco de 0,5m x 1m y cuatro sectores independientes desde el cabezal, subdivididos cada uno de ellos en 3 subsectores. Esta sectorización permite un total de 12 parcelas experimentales de 55 m² cada una. El suelo de cultivo presenta una textura franco-arcilloso-arenosa, con un 29 % de arcilla. El porcentaje de materia orgánica es bajo (1,6 %), siendo los valores de los suelos de la zona similares, e incluso, menores.

El experimento se ha desarrollado en un ciclo corto de calabacín, cultivar Victoria de Clause. El trasplante se efectuó el día 19 de septiembre de 2012 (*Fotografía 3*). La densidad de plantación utilizada ha sido de 1 planta.m⁻¹. Se ha finalizado el cultivo el día 18 de enero de 2013 con la última recolección. No obstante, se han mantenido las plantas dos semanas más sobre el terreno para agotar los nitratos disueltos en la solución del suelo con el fin de minimizar los efectos potencialmente contaminantes de los mismos. Las técnicas de cultivo empleadas han sido las consideradas estándar para un cultivo de calabacín en invernadero, con excepción de la práctica de fertilización, para la cual se han seguido los siguientes tratamientos:

- T1: Formulación órgano-mineral 6-4-12 complementada con fertirrigación estándar reducida un 50 %. Se han aplicado 273 g.m^{-2} de formulación orgáno-mineral.
- T2: Formulación órgano-mineral complementada con fertirrigación estándar reducida un 25 %. Se han aplicado 136 g.m^{-2} de formulación orgáno-mineral.
- T3: Tratamiento control. Fertirrigación estándar.

La formulación orgáno-mineral y orgánica se ha aplicado como abonado de fondo previa a la implantación del cultivo. Se ha realizado una aportación manual en los golpes de plantación. En un cultivo hortícola de amplio marco, como es el caso del calabacín, en el que las densidades de plantación oscilan entre 0,8 y 1,0 plantas. m^{-2} , la aplicación manual logra un reparto más homogéneo, sin encarecer excesivamente la labor. La fertirrigación estándar se ha calculado siguiendo las directrices planteadas en “Técnicas de Producción de Cultivos Hortícolas Protegidos” (Camacho, 2009). En la *Tabla 1* se muestra el equilibrio nutritivo aportado al cultivo. Este equilibrio se ha mantenido a lo largo de todo el ciclo de cultivo, con excepción del periodo comprendido entre el 18/10/2012 y el 8/11/2012 en el que para “forzar la regulación de la planta” se ha aportado un equilibrio nutritivo, más rico en potasio (*Tabla 2*). Los resultados en cuanto a elementos nutritivos del análisis realizado al agua empleada en el riego se muestran en la *Tabla 3*.

El consumo final de fertilizantes comerciales para cada uno de los tratamientos aparece desglosado en la *Tabla 4*. Estos fertilizantes se han aplicado diluidos en el agua de riego a lo largo de 68 riegos. El consumo final de agua de riego ha sido de $175,5 \text{ L.m}^{-1}$. El seguimiento y control del riego se ha realizado mediante tensiómetros. Se han instalado un total de 12 sensores, uno por repetición experimental. Se ha intentado mantener la tensión matricial del suelo en valores comprendidos entre 10 y 15 cbar (Castilla, 2005).

Determinaciones

Se ha medido: producción comercial, clasificada por categorías, porcentaje de destriío y clasificación del destriío.

Los parámetros de calidad de fruto estudiados han sido peso medio de fruto, color y firmeza en fruto fresco y conservado (guardado en cámara frigorífica a 10°C durante 7 días). El color de fruto se determinó en tres zonas de una cara del fruto. Se midieron 6 frutos por tratamiento en cada recolección. Se utilizó un colorímetro de acuerdo al modelo cromático CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB). Los tres parámetros en el modelo representan la luminosidad de color (L^* , $L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica blanca), su posición entre rojo y verde (a^* , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

La firmeza de fruto se midió en la zona central del fruto, realizando dos observaciones por fruto en caras opuestas, utilizando 6 frutos por tratamiento en cada recolección (*Fotografía 4*).

El tratamiento estadístico de los resultados se realizó mediante el análisis de la varianza ANOVA y la separación de medias con el test de la mínima diferencia significativa MDS ($P<0.05$), utilizando el programa Statgraphics Plus v. 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

La *Figura 1* muestra la producción comercial acumulada obtenida por cada tratamiento en la experiencia de calabacín. Los datos de producción comercial clasificada por categorías se muestran en la *Tabla 5*.

El comportamiento productivo del cultivo ha sido en todos los tratamientos muy bueno. Las plantas, una vez reguladas, han emitido un fruto comercial por entrenudo y al finalizar el cultivo aún mantenían una buena capacidad productiva.

Con los tratamientos T1 y T2, en los que se ha realizado un aporte de 273 y 136 g.m⁻² de fertilizante órgano-mineral han obtenido las producciones más elevadas. Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos, ni en lo que se refiere a la producción total final, ni en la clasificación por categorías. No obstante, si se han encontrado diferencias significativas en la evolución de la producción a lo largo del ciclo.

El tratamiento T3 (100% fertirrigación) ha tenido un comienzo de cosecha inferior a los otros tres tratamientos, tal y como se puede apreciar en la *Tabla 6*.

Los tres tratamientos en los que se ha aportado abonado de fondo han sido más precoces que el tratamiento 3. Esto se ha podido apreciar incluso en el aspecto del cultivo ya que las plantas del tratamiento T3 al comienzo del ciclo han presentado un menor crecimiento y una tonalidad ligeramente clorótica en las hojas (*Fotografía 5*).

La *Figura 2* aclara el comportamiento productivo que han seguido los tratamientos. Mientras que los tratamientos T1 y T2 han tenido una evolución muy similar, el tratamiento T3 ha comenzado con una producción inferior, igualándose a los otros tratamientos al llegar al primer mes de cosecha. Durante el segundo mes de cosecha, periodo de máxima carga productiva y por tanto mayor extracción nutricional, el tratamiento T3 ha superado a los otros tres tratamientos, volviéndose a igualar los cuatro tratamientos al final del ciclo. De esta información se puede extraer que los abonados de fondo han generado una mayor producción en el primer mes de cosecha. Sin embargo, dadas las elevadas extracciones del cultivo de calabacín, el tratamiento T3 se ha mostrado más productivo en el tercer mes de cultivo (segundo de cosecha), momento en el que

las plantas presentan las mayores demandas de nutrientes. Posiblemente en esa fase ya se han consumido una parte importante de los fertilizantes de fondo y la fertirrigación reducida no ha sido capaz de cubrir el 100 % de las necesidades del cultivo. Cabe interpretar que un manejo más adecuado de la fertilización hubiese sido comenzar el fertirriego, tras la aplicación de abonado de fondo, con una reducción del 50 % o incluso superior, e ir incrementándola progresivamente hasta alcanzar el 100 % en la fase central del cultivo.

El destío obtenido a lo largo de todo el ciclo ha sido muy bajo en los cuatro tratamientos. No se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos ni en el total, ni en la clasificación por tipos de defectos presentes (*Tabla 7*).

Calidad de la Producción

Los tratamientos fertilizantes no han afectado a los parámetros de calidad de fruto, presentando todos los tratamientos valores similares de color, firmeza y peso medio de fruto.

Los frutos conservados disminuyen la luminosidad con respecto a los frescos (L^*) e incrementa su tendencia al verde (a^*) y al amarillo (b^*) (*Tabla 8*).

Existe una pérdida de peso en los frutos conservados que oscila entre el 4,1-5,5 %, según tratamiento. Esta pérdida de peso está muy asociada al tamaño del fruto recolectado (*Tabla 9*).

En cuanto a la firmeza del fruto todos los tratamientos siguen pautas similares, sin presentar diferencias significativas. Los frutos conservados presentan una firmeza mayor, como consecuencia de la natural pérdida de agua y su influencia sobre la resistencia de la zona externa de los frutos.

CONCLUSIONES

Los tratamientos en los que se ha aplicado fertilizante órgano-mineral en fondo han sido más precoces que el tratamiento en el que la fertilización se ha realizado exclusivamente con fertirriego.

La aplicación mixta de fertilizantes órgano-minerales y fertirriego, frente al fertirriego convencional, no ocasiona diferencias en los parámetros de calidad en fruto de calabacín.

La formulación órgano-mineral aplicada como fertilizante de fondo puede ser una alternativa eficiente, en un cultivo de calabacín en invernadero, para sustituir parcialmente a los fertilizantes químicos de síntesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMACHO, F. 2009. *Técnicas de producción en cultivos protegidos*. Ed. Caja Rural Intermediterránea, Cajamar, ISBN: 84-95531-17-8.

CASTILLA, N. 2005. *Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo*. Ed. Mundiprensa, Madrid, 2005. 462 pp.

SEGURA, M.L. 1995. *Fertirrigación en Cultivos hortícolas en condiciones salinas con sistema y sustratos alternativos* (Tesis doctoral). Universidad de Almería.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la empresa FERTINAGRO y el Instituto de Investigación y Formación Agraria (IFAPA) de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Invernadero en el que se desarrolló el experimento.



Fotografía 2. Cabezal automatizado de fertirrigación.



Fotografía 3. Cultivo de calabacín.



Fotografía 4. Detalles de la medición de firmeza en fruto.



Fotografía 5. Vista comparativa de los tratamientos T2 y T3 al inicio del cultivo (02/10/2012).

TABLAS

Tabla 1. Equilibrio nutritivo utilizado en el ciclo de calabacín.

	NO ₃	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Concentración (mmol.L ⁻¹)	12	1,5	1,5	6,5	4,5	1,8*

*La cantidad contenida en el agua de riego (1,8 mmol.L⁻¹) es superior a la recomendada por Camacho (1,5 mmol.L⁻¹).

Tabla 2. Equilibrio nutritivo utilizado en el periodo de regulación de la planta.

	NO ₃	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Concentración (mmol.L ⁻¹)	8	1,5	1,5	8,5	2,5	1,8

Tabla 3. Elementos nutritivos presentes en el agua de riego.

	NO ₃	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Concentración (mmol.L ⁻¹)	0	0	0,5	0,1	1,3	1,8

Tabla 4. Consumo final de fertilizantes solubles por tratamiento.

Tratamiento	C.E.	Nitrato Cálcico (g.m ⁻²)	Ácido fosfórico (g.m ⁻²)	Nitrato Potásico (g.m ⁻²)	Sulfato potásico (g.m ⁻²)	Micros (g.m ⁻²)
T1	0,50	48,79	11,8	54,22	11,58	0,46
T2	0,75	73,18	17,82	81,33	17,36	0,68
T3	1,00	97,58	23,76	108,44	23,15	0,91

Tabla 5. Producción comercial clasificada por categorías.

Tratamiento	1 ^a		2 ^a		Total	
	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²
T1	7857,9 a	25,4 a	195,5 a	1,0 a	8053,3 a	26,4 a
T2	7893,0 a	25,3 a	134,5 a	0,8 a	8027,6 a	26,1 a
T3	7657,7 a	24,8 a	153,8 a	0,8 a	7811,5 a	25,6 a

Tabla 6. Producción comercial clasificada por categorías hasta 51 días desde transplante.

Tratamiento	1 ^a		2 ^a		Total	
	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²	Peso (g.m ⁻²)	Nºfrutos.m ⁻²
T1	2251,8 a	7,2 a	80,3 a	0,4 a	2332,1 b	7,6 b
T2	2208,8 a	7,2 a	65,5 a	0,4 a	2274,2 ab	7,6 b
T3	1890 a	6,2 a	46,4 a	0,4 a	1936,4 a	6,5 a

Tabla 7. Porcentaje de destriño obtenido (% respecto al número total de frutos) y clasificación del mismo por tipos de defectos.

Tratamiento	Clasificación destriño			
	% Destriño	Chupados	Anieblados	Pequeños
T1	4,40%	33,84%	28,96%	37,20%
T2	3,69%	41,36%	25,62%	33,02%
T3	4,52%	48,15%	32,59%	19,26%

Tabla 8. Parámetros de calidad de fruto: Valores medios de color.

	Color Fruto Fresco			Color Fruto Conservado		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
T1	32,35	-6,89	13,31	31,84	-7,09	14,17
T2	32,37	-6,64	13,22	32,09	-7,28	14,01
T3	44,55	-5,06	22,30	32,33	-6,92	13,29
Media	36,42	-6,20	16,28	32,09	-7,10	13,82

Tabla 9. Parámetros de calidad de fruto: Valores medios de firmeza y peso medio de fruto.

	Firmeza		Peso Medio		
	Fruto Fresco (N)	Fruto Conservado (N)	Fruto Fresco (g)	Fruto Conservado (g)	Pérdida Peso (%)
T1	15,89	20,08	311,1	297,1	4,7
T2	15,76	19,91	307,0	294,1	4,4
T3	16,11	19,52	304,0	291,8	4,1

FIGURAS

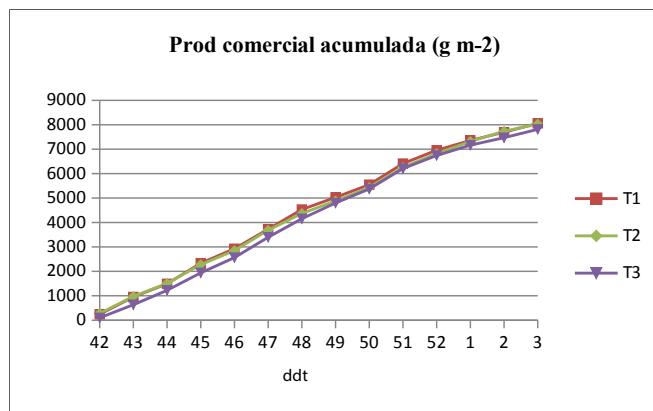


Figura 1. Evolución de la producción comercial acumulada en el cultivo de calabacín (ddt: días desde transplante).

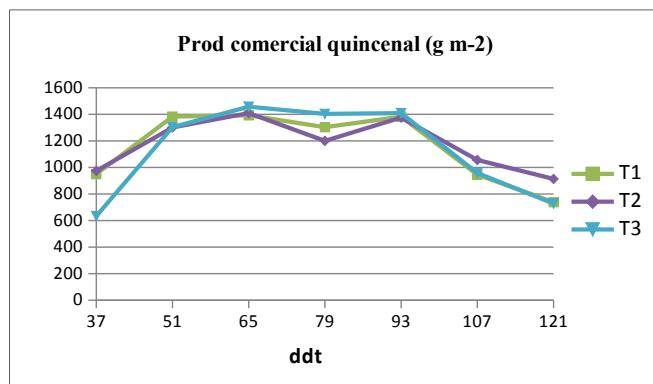


Figura 2. Producción comercial quincenal.

COMPOSTAS



ENSAYOS DE CULTIVARES DE LECHUGA TIPO BATAVIA EN LA ZONA NORESTE DE TENERIFE EN CICLOS DE PRIMAVERA Y VERANO. CAMPAÑA 2017

Santos Coello, B.¹; Trujillo Díaz, L.B.¹; Pérez Hernández, E.¹; Ríos Mesa, D. J.^{1,2},

*¹: Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

*²: Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

La lechuga es el primer cultivo hortícola por superficie en la isla de Tenerife. Es un producto con un alto porcentaje de producción local, debido a su carácter perecedero y a las preferencias de mercado: en Tenerife, el consumidor busca lechugas tipo Batavia. Sin embargo, se observa un incremento en el cultivo de otros tipos, sobre todo Iceberg. Además de adaptarse a las demandas de los consumidores, el agricultor necesita contar con material vegetal adaptado a las particulares condiciones agroclimáticas y de cultivo de las zonas productoras de la isla. Se realizaron dos ensayos de cultivares tipo Batavia y de tipo Iceberg: en ciclo de primavera-verano (10 Batavias y 9 Icebergs) y de verano-otoño (13 Batavias y 14 Icebergs), algunas de ellas en ambos ciclos. Los ensayos se llevaron a cabo en una explotación comercial en el municipio de La Laguna (NE de Tenerife), a una altura de 260 msnm. En el ciclo de primavera-verano, el trasplante fue el 19 de mayo de 2017, siendo recolectados los cultivares tipo Batavia el 27 de junio y los cultivares tipo Iceberg se recolectaron el 4 de julio. En el ciclo de verano-otoño, el trasplante fue el 29 de agosto, siendo recolectados los cultivares tipo Batavia el 11 de octubre y los cultivares tipo Iceberg se recolectaron el 19 de octubre. Los parámetros medidos en el ensayo fueron: porcentaje de plantas recolectadas, producción comercial, causas de destriño, peso medio unitario de la pieza y largo del tallo central para las lechugas tipo Iceberg. En el ciclo de primavera-verano y para los cultivares tipo Batavia, destacaron los cultivares BSV6621LA y E01F.30466 por encima del testigo Kayak. En la parte de las lechugas tipo Iceberg no se encontraron cultivares con una producción significativamente mayor que el testigo Rigel, siendo el más productivo Metalia, seguido de Yecla y SV2639. Teniendo en cuenta el tamaño del tallo central como criterio de calidad, Yecla y Metalia combinaron un menor largo de tallo que el testigo y una producción interesante. En el ciclo de verano-otoño, en el aspecto productivo, todos los cultivares tipo Batavia ensayados se comportaron bien, destacando BSV6621LA junto con el testigo Kayak. En el caso de los cultivares tipo Iceberg, el ensayo estuvo marcado por los problemas de subida a flor. El testigo Rigel bajó mucho su producción siendo Yecla el más productivo, seguido de los cultivares en desarrollo, Maracaibo y Metalia. AS26113, Yecla, Maracaibo, Metalia y AR29376 tuvieron un menor largo de tallo. De los cultivares ensayados en ambos ciclos, tuvieron un buen comportamiento en ambas

plantaciones. BSV6621LA, Dragone y Kayak entre las Batavias y Kayak Metalia, Yecla y SV2639 en las Icebergs.

Palabras clave: variedades comerciales, *Lactuca sativa*, Canarias.

INTRODUCCIÓN

La lechuga es el tercer cultivo hortícola en la isla de Tenerife, con 244 ha, tras el tomate y las crucíferas (ISTAC, 2018), suponiendo aproximadamente la mitad de lo que se planta en todo el archipiélago. Es un producto con un alto porcentaje de producción local, debido a su carácter perecedero y a las preferencias de mercado: en Tenerife, el consumidor busca lechugas tipo Batavia. Esto supone que sea el tipo de lechuga más cultivado por los agricultores (Ríos, 2003).

Además de adaptarse a las demandas de los consumidores, el agricultor necesita contar con material vegetal adaptado a las particulares condiciones agroclimáticas y de cultivo de las zonas productoras de la isla. Dado que el último ensayo de cultivares de lechuga fue realizado por el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural en 2014 (Trujillo *et al.*, 2015) y que el relevo varietal en este cultivo se produce con gran rapidez, dentro del Plan Anual de Trabajo 2017, se planteó este ensayo con el objetivo de analizar la oferta de material vegetal existente en el mercado y transferir los resultados obtenidos al sector.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos, uno en ciclo de primavera-verano, con 12 cultivares, y en verano-otoño, con 13, repitiéndose algunos de ellos en ambos ciclos. Los cultivares fueron suministrados por las casas comerciales teniendo en cuenta los ciclos de plantación. En ambos casos se consideraron como testigos al cultivar Dragone, uno de los mejores en el último ensayo de cultivares (Trujillo *et al.* 2015) y Kayak, el utilizado por el agricultor en el resto de la parcela.

Tabla con las principales características de los cultivares ensayados:

Cultivar P-V	Ciclo*		C. comercial	Resistencias* *
	V-O			
Agibel		X	Bejo Zaden	Bl: 16-33 / Nr / LMV
Batuka	X	X	Nunhems	Bl: 16-31 / Nr
BSV 6621 LA	X	X	Seminis	cultivar en desarrollo
BVP.15551	X	X	Vilmorin	cultivar en desarrollo
Caipira	X	X	Enza Zaden	Bl: 16-28, 29 / Nr / LMV
Dragone	X	X	Vilmorin	Bl: 16-28, 30, 31/ Nr
E01F.30466	X		Enza Zaden	cultivar en desarrollo
Kayak	X	X	Seminis	Bl: 1-28, 30, 31 / Nr / LMV
Loubressac	X	X	Seminis	Bl: 16-33 / Nr / LMV / Fol
Maradone	X	X	Vilmorin	Bl: 16-32 / Nr / LMV / Fol
Munguia	X		Fitó	Sin resistencias
Palatina		X	Gautier	Bl: 16-28, 30-32 / Nr / LMV
Serrana		X	Enza Zaden	Bl: 16-32 / Nr
NUN 05379	X	X	Nunhems	cultivar en desarrollo
Zarina	X	X	Isi Sementi	Bl: 16-28,30-32 / Fol
P-V: Ensayado en ciclo primavera - verano	V-O: Ensayado en verano - otoño			
**: Las resistencias son las declaradas por la Casa Comercial	Bl: <i>Bremia lactucae</i> .			
LMV: Vírus del mosaico de la lechuga	Nr: <i>Nasonovia ribis-nigri</i>		Fol: <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lactucae</i>	

Los ensayos se llevaron a cabo en la finca propiedad del Agricultor Colaborador Anselmo Hernández Galván en el paraje conocido como El Pico, municipio de La Laguna, a una altura de 260 msnm. El manejo del cultivo (riego, fertilización, labores culturales y tratamientos fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las prácticas habituales del agricultor. El suelo y el agua estaban dentro de los niveles normales de parámetros químicos de los suelos de la zona. La conductividad eléctrica del agua fue de 1.1 dS.m⁻¹ y el pH de 7.6. El suelo tenía un pH de 7.1 y una CE del extracto saturado de 1.3 dS.m⁻¹.

Los cultivares se sembraron un semillero comercial. El marco de plantación fue de 8,3 plantas.m⁻² (30 cm entre plantas x 40 cm entre filas). El ensayo se dispuso en un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones por cultivar. El tamaño de la unidad experimental fue de 5.3 m² (44 plantas). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la diferencia significativa menor (LSD), utilizando el programa Stastitix 10.

En el ensayo de primavera-verano, la siembra se realizó en un vivero comercial el 19 de abril de 2017. El trasplante a terreno definitivo fue el 19 de mayo de 2017 y la recolección el 27 de junio de 2017 (37 días tras trasplante). En el ensayo de verano-otoño, la siembra fue el 25 de julio de 2017 y el trasplante fue el 29 de agosto. La recolección fue el 11 de octubre (43 días tras trasplante).

Los parámetros medidos en el ensayo fueron:

- **Porcentaje de plantas recolectadas:** Calculado como el porcentaje de plantas cosechadas al final del cultivo respecto de las unidades plantadas. El punto de corte del agricultor fue cuando las cabezas tenían el aspecto de alcanzar los 400 - 500 gramos.
- **Producción comercial:** Calculada como la producción de piezas comerciales obtenidas en cada unidad experimental.
- **Peso medio unitario de la pieza:** Determinado dividiendo la producción comercial de cada parcela experimental entre el número de piezas comerciales.
- **Causas de destrozo.** Se determinó, sobre las plantas no recolectadas, el porcentaje de plantas afectadas por “tip burn”, espigado, pudriciones, tamaño insuficiente en recolección (menos de 250 gramos) y daños por virosis.

Se tomaron datos de temperatura y humedad durante la experiencia, registrados con un termo higrómetro digital (Hygrocron, Maxim Integrated). Los datos de las temperaturas se presentan en la *Figura 1* y los de la humedad relativa media y el Déficit de presión de vapor (DPV) en la *Figura 2*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de plantas cosechadas

En primavera-verano, todos los cultivares salvo Munguía tuvieron valores aceptables, por encima del 80%, destacando BVP.15551, Caipira, BSV6621LA y Maradone, con más de un 93% de plantas recolectadas, estadísticamente mejores que el testigo Kayak (*Tabla 1*). El bajo valor de Munguía, significativamente menor que el resto de cultivares, se debió a la alta incidencia de piezas con tip burn, no comercializables.

Todos los cultivares tuvieron valores muy altos en el ciclo de verano-otoño, por encima del 90%, salvo Serrana que tuvo un 84% debido a la incidencia de tip-burn en uno de los bloques del ensayo (*Tabla 2*).

Pesos medios de las piezas

En el ciclo de primavera-verano, los mayores pesos por pieza correspondieron a BSV6621LA, con casi 500 g/pieza, mientras que E01F30466 y Dragone casi alcanzaron los 400 g/pieza (*Tabla 1*). Por el contrario, Batuka, NUN 05379 y Zarina se quedaron entre 275 y 290 g/pieza. Estos bajos valores podrían indicar que el ciclo de estos cultivares sería más largo que los 37 días del ensayo. BSV6221LA tuvo un peso por pieza estadísticamente superior al testigo.

El peso por pieza estuvo en valores buenos en todos los cultivares ensayados en el ciclo de verano-otoño (366-558 g/pieza). Los mayores valores correspondieron a BSV6621LA, Kayak y Serrana, con más de 500 g/pieza. (*Tabla 2*). Por el

contrario, NUN 05379 se quedó en 366 g/pieza, un valor significativamente menor que el resto de cultivares ensayados (de nuevo podría indicar que tiene un ciclo más largo). Este cultivar junto con Zarina, Batuka, Maradone y BVP15551 obtuvieron un valor estadísticamente inferior al testigo, Kayak.

Producciones

En primavera-verano, BSV6621LA, Eo1F.30466 y BVP 15551 obtuvieron producciones comerciales por encima de los 3 kg.m⁻², seguidos muy de cerca por Dragone (*Tabla 1*). El resto de cultivares se movieron entre los 2.0 y los 2.7 kg.m⁻². Munguía tuvo una producción muy baja, debido a los problemas de tip-burn. BSV6621LA y Eo1F.30466 tuvieron valores estadísticamente superiores al testigo, Kayak. Los valores relativamente bajos de producción se deben a que el agricultor usa el mismo marco de plantación (33 plantas.m⁻²) para las lechugas Batavia que para las Icebergs.

En verano – otoño, BSV6621LA con 4.5 kg.m⁻² fue el cultivar con mayor producción comercial, seguido de Kayak, Dragone y Agribel, con más de 4 kg.m⁻². El resto de cultivares se movieron entre los 3 y 4 kg.m⁻². Batuka, BVP15551, Capira, Maradone, NUN05379, Serrana y Zarina tuvieron valores estadísticamente inferiores al testigo, Kayak. (*Tabla 2*)

Destríos

Munguía, con un 87% de piezas de destío fue el cultivar con más problemas en el ciclo de primavera – verano (*Tabla 3*). A gran distancia estuvieron Kayak y Batuka, con un 15-18%. BSV6621LA y Maradone tuvieron menos de un 2% de piezas no comerciales. Los relativamente altos valores de DPV durante el comienzo del cierre de las lechugas podría haber causado esos problemas (*Fig. 2 izquierda*). También se observaron destríos por virus del bronceado (TSWV), por pudriciones y por peso bajo, pero en mucha menor cuantía.

En el ciclo de verano – otoño (*Tabla 4*), Serrana fue el cultivar aparentemente con más problemas (15.2% lechugas no comerciales), aunque se debieron a un problema de tip burn en un solo bloque por lo que podría tratarse de un fallo con el riego. Los destríos más frecuentes fueron el bajo peso y la afección por virosis, aunque en números muy bajos (menos del 9% de lechugas afectadas). Agribel, Kayak y Maradone tuvieron alguna cabeza con síntomas de subida a flor, aunque en valores muy bajos respecto a la producción comercial.

CONCLUSIONES

Ciclo de primavera – verano

En el aspecto productivo destacaron por encima del testigo Kayak, los cultivares BSV6621LA, con una producción comercial de 3.9 kg/m² y un peso de 494

g/pieza y E01F.30466, con 3.2 kg.m⁻² y un peso de 397 g/pieza. Ambos cultivares tuvieron unos destíos muy bajos, con muy poca afección por tip-burn. Por el contrario, debido principalmente al destío por tip-burn, el cultivar Munguía, con un 87% de piezas no comerciales fue el cultivar con más problemas. A gran distancia estuvieron Batuka y Kayak, con valores comprendidos entre el 15 y el 18%.

Ciclo de verano - otoño

En el aspecto productivo, todos los cultivares ensayados se comportaron bien, con lechugas entre 400 y 550 g/pieza, destacando BSV6621LA junto con el testigo Kayak. No se observaron destíos importantes, con todos los cultivares con más de un 90% de cabezas comerciales, salvo Serrana, que se vio penalizado al tener una de las repeticiones con incidencia de tip burn, debido muy probablemente a un problema con el riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA ISTAC. 2018. *Sector Primario*. Disponible en línea en: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/

MARHUENDA, J.A.; GARCÍA, J. 2017. *Lechuga*. pp.239-273. En: MAROTO, J.V., BAUXAULI, C. (Coord.). *Cultivos hortícolas al aire libre*. Cajamar Caja Rural.

RÍOS, D. 2003. Canarias. pp 179-185. En: GONZALEZ, A.; LÓPEZ, M^a.J. (Coord.). *La lechuga en la Región de Murcia y otras Comunidades*. Serie Técnica y de Estudios nº 24. Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente. Región de Murcia.

TRUJILLO, L.; FERNANDEZ, J.; CALZADILLA, V.; SANTOS, B. 2015. *Ensayos de variedades de lechuga Batavia 2014*. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 14 p. Disponible en línea en: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_548_ensayo.pdf

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 agradecen especialmente la participación de Anselmo Hernández Galván como agricultor colaborador, la colaboración de su personal y la cooperación de las casas comerciales que participaron en el ensayo.

TABLAS

Tabla 1. Componentes de la producción. Ensayo de primavera - verano.

cultivar	Piezas recolectadas		Producción comercial kg.m ⁻²	Peso medio de la pieza gramos/pieza	
	%	kg.m ⁻²		gramos/pieza	gramos/pieza
Batuka	82,0	b	2,05	e	291
BSV6621LA	95,5	a	3,93	a	494
BVP15551	96,2	a	3,03	bc	373
Caipira	95,7	a	2,68	bcd	326
Dragone	89,4	ab	2,92	bc	392
E01F.30466	94,0	a	3,17	b	397
Kayak	81,3	b	2,50	cde	364
Loubressac	87,1	ab	2,68	bcd	370
Maradone	93,2	a	2,66	bcd	340
Munguía	12,7	c	0,31	f	315
NUN 05379	89,4	ab	2,04	e	275
Zarina	90,9	ab	2,18	de	287
CV est. (%)	6,9		12,2		11,3

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

Tabla 2: Componentes de la producción. Ensayo de verano - otoño.

cultivar	Piezas recolectadas		Producción comercial kg.m ⁻²	Peso medio de la pieza gramos/pieza	
	%	kg.m ⁻²		gramos/pieza	gramos/pieza
Agribel	96,7	ab*	4,00	bc	498
Batuka	99,2	a	3,39	def	411
BSV6621LA	98,4	a	4,55	a	558
BVP15551	94,0	ab	3,52	cde	453
Caipira	91,9	ab	3,44	def	452
Dragone	97,6	a	4,02	abc	497
Kayak	99,2	a	4,31	ab	523
Loubressac	97,7	a	3,92	bcd	483
Maradone	95,8	ab	3,26	ef	409
NUN 05379	95,9	ab	2,92	f	366
Palatina	98,4	a	3,78	bcde	462
Serrana	84,8	b	3,59	cde	512
Zarina	96,8	ab	3,25	ef	404
CV est. (%)	7,9		8,9		8,4

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

Tabla 3: Destrios totales y causas principales. Ensayo de primavera - verano.

Cultivar	Destrio (% piezas afectadas)	Causa de destrio			
		Tipburn	Bajo peso	Pudrición	Virosis
Batuka	15,7	b*	XXXX	XX	X 0
BSV6621LA	1,6	c	0	0	XXXX 0
BVP15551	2,6	c	XX	XXX	0 0
Caipira	4,3	c	XX	XXX	0 X
Dragone	3,2	c	XX	XX	XX 0
E01F.30466	3,7	c	X	XX	X X
Kayak	18,0	b	XXXX	X	0 X
Loubressac	6,5	c	X	XXX	XX XX
Maradone	1,2	c	0	XXXX	0 0
Munguía	86,7	a	XXXX	0	0 0
NUN 05379	5,6	c	XXXX	0	X 0
Zarina	6,1	c	XXXX	XX	0 0
CV est. (%)		37,7			

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

XXXX: Afección muy alta (más del 80% del destrio); XXX: Afección alta (entre un 50 y 80% del destrio); XX: Afección media (entre un 50 y 20% de destrio). X: Afección baja (menos del 20% del destrio). 0: ninguna afección

Tabla 4: Destrios totales y causas principales. Ensayo de verano - otoño

Cultivar	Destrio (% plantas afectadas)	Causa de destrio			
		bronceado	tipburn	peso bajo	espigado
Agribel	6,0	*a	X		X XX
Batuka	3,3	a			XXXX
BSV6621LA	0,8	a			XXXX
BVP15551	1,6	a	XX	XX	
Caipira	8,1	a	XXXX		X
Dragone	2,4	a	XXX		XX
Kayak	0,8	a			XXXX
Loubressac	2,3	a			XXXX
Maradone	4,2	a	XXX		X XX
NUN 05379	4,1	a			XXXX
Palatina	1,6	b	XX		XX
Serrana	15,2	a			XXXX
Zarina	3,2	a	X		XXXX
CV est. (%)		183,4			

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

XXXX: Afección muy alta (más del 80% del destrio); XXX: Afección alta (entre un 50 y 80% del destrio); XX: Afección media (entre un 50 y 20% de destrio). X: Afección baja (menos del 20% del destrio). 0: ninguna afección

FIGURAS

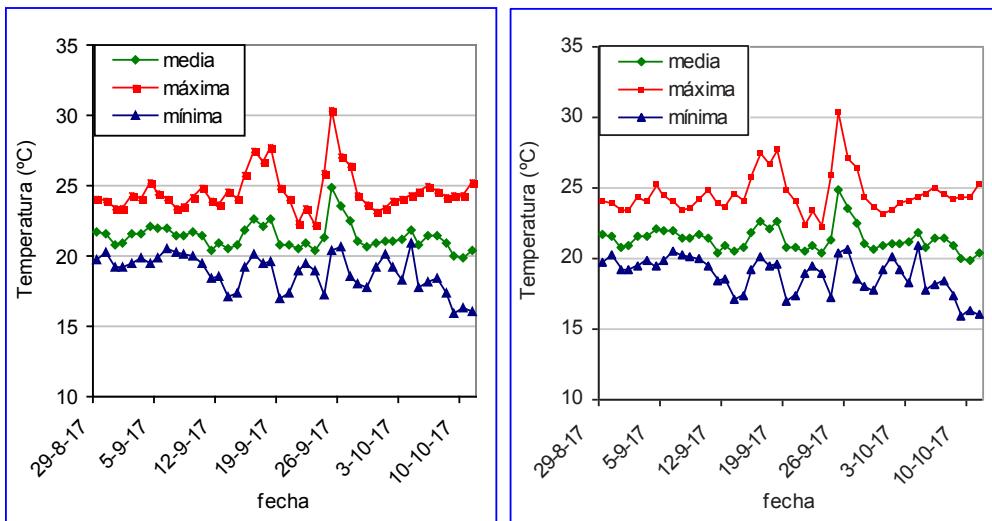


Figura 1: Temperaturas diarias registradas en el ensayo de primavera - verano (izquierda) y en verano - otoño (derecha)

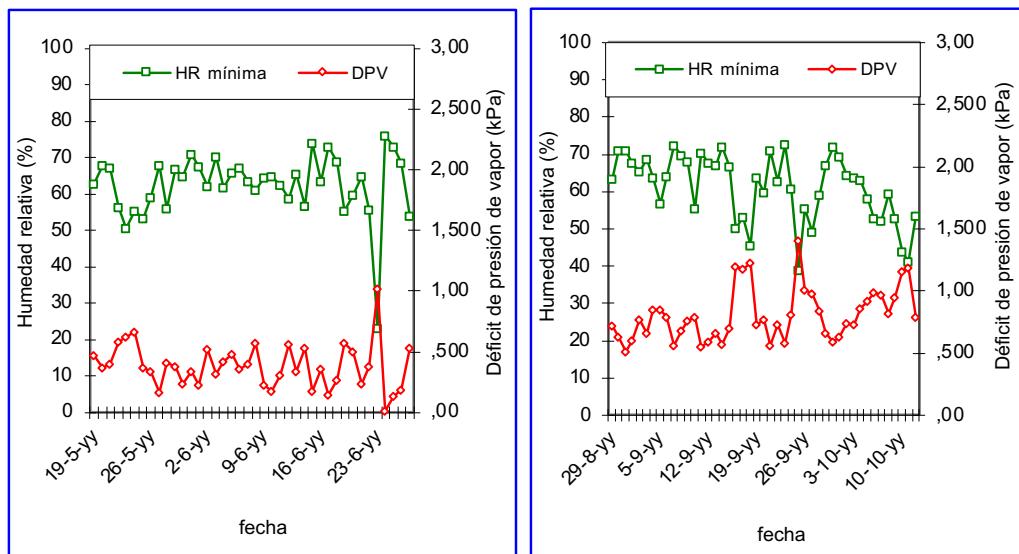


Figura 2: Humedades relativas medias y DPV diarios registrados en el ensayo de primavera - verano (izquierda) y en verano - otoño (derecha)

ENSAYOS DE CULTIVARES DE LECHUGA TIPO ICEBERG EN LA ZONA NE DE TENERIFE EN CICLOS DE PRIMAVERA Y VERANO. CAMPAÑA 2017

Trujillo Díaz, L.B.¹; Pérez Hernández, E.¹; Ríos Mesa, D. J.^{1,2}; Santos Coello, B.¹

*¹Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

*²Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima. Universidad de La Laguna.

RESUMEN

La lechuga es el primer cultivo hortícola por superficie en la isla de Tenerife. Es un producto con un alto porcentaje de producción local, debido a su carácter perecedero y a las preferencias de mercado: en Tenerife, el consumidor busca lechugas tipo Batavia. Sin embargo, se observa un incremento en el cultivo de otros tipos, sobre todo Iceberg. Además de adaptarse a las demandas de los consumidores, el agricultor necesita contar con material vegetal adaptado a las particulares condiciones agroclimáticas y de cultivo de las zonas productoras de la isla. Se realizaron dos ensayos de cultivares tipo Batavia y de tipo Iceberg: en ciclo de primavera-verano (10 Batavias y 9 Icebergs) y de verano-otoño (13 Batavias y 14 Icebergs), algunas de ellas en ambos ciclos. Los ensayos se llevaron a cabo en una explotación comercial en el municipio de La Laguna (NE de Tenerife), a una altura de 260 msnm. En el ciclo de primavera-verano, el trasplante fue el 19 de mayo de 2017, siendo recolectados los cultivares tipo Batavia el 27 de junio y los cultivares tipo Iceberg se recolectaron el 4 de julio. En el ciclo de verano-otoño, el trasplante fue el 29 de agosto, siendo recolectados los cultivares tipo Batavia el 11 de octubre y los cultivares tipo Iceberg se recolectaron el 19 de octubre. Los parámetros medidos en el ensayo fueron: porcentaje de plantas recolectadas, producción comercial, causas de destriño, peso medio unitario de la pieza y largo del tallo central para las lechugas tipo Iceberg. En el ciclo de primavera-verano y para los cultivares tipo Batavia, destacaron los cultivares BSV6621LA y E01F.30466 por encima del testigo Kayak. En la parte de las lechugas tipo Iceberg no se encontraron cultivares con una producción significativamente mayor que el testigo Rigel, siendo el más productivo Metalia, seguido de Yecla y SV2639. Teniendo en cuenta el tamaño del tallo central como criterio de calidad, Yecla y Metalia combinaron un menor largo de tallo que el testigo y una producción interesante. En el ciclo de verano-otoño, en el aspecto productivo, todos los cultivares tipo Batavia ensayados se comportaron bien, destacando BSV6621LA junto con el testigo Kayak. En el caso de los cultivares tipo Iceberg, el ensayo estuvo marcado por los problemas de subida a flor. El testigo Rigel bajó mucho su producción siendo Yecla el más productivo, seguido de los cultivares en desarrollo, Maracaibo y Metalia. AS26113, Yecla, Maracaibo, Metalia y AR29376 tuvieron un menor largo de tallo. De los cultivares ensayados en ambos ciclos, tuvieron un buen comportamiento en ambas

plantaciones. BSV6621LA, Dragone y Kayak entre las Batavias y Kayak Metalia, Yecla y SV2639 en las Icebergs.

Palabras clave: variedades comerciales, *Lactuca sativa*, Canarias.

INTRODUCCIÓN

La lechuga es el tercer cultivo hortícola en la isla de Tenerife, con 244 ha, tras el tomate y las crucíferas (ISTAC, 2018), suponiendo aproximadamente la mitad de lo que se planta en todo el archipiélago. Es un producto con un alto porcentaje de producción local, debido a su carácter perecedero y a las preferencias de mercado: en Tenerife, el consumidor busca lechugas tipo Batavia. Esto supone que sea el tipo de lechuga más cultivado por los agricultores. Por otra parte, se observa un incremento en el cultivo de otros tipos de lechuga, sobre todo la Iceberg. Por otra parte, también se cultivan cada vez más otros tipos como los cogollos, hoja de roble, lollos, etc., pero de forma muy minoritaria (Ríos, 2003).

Además de adaptarse a las demandas de los consumidores, el agricultor necesita contar con material vegetal adaptado a las particulares condiciones agroclimáticas y de cultivo de las zonas productoras de la isla. Dado que el último ensayo de cultivares de lechuga fue realizado por el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural en 2014 (Trujillo *et al.*, 2015) y que el relevo varietal en este cultivo se produce con gran rapidez, dentro del Plan Anual de Trabajo 2017, se planteó este ensayo con el objetivo de analizar la oferta de material vegetal existente en el mercado y transferir los resultados obtenidos al sector.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos, uno en ciclo de primavera-verano, con 9 cultivares tipo Iceberg, mientras que en del verano-otoño se plantaron 14 cultivares Batavia. Los cultivares fueron suministrados por las casas comerciales teniendo en cuenta los ciclos de plantación. En ambos casos se consideró como testigos al cultivar Rigel, el utilizado por el agricultor en el resto de la parcela.

Tabla con las principales características de los cultivares ensayados:

Cultivar	Ciclo*		C. comercial	Resistencias**
	P-V	V-O		
AS 22083	X		Bejo Zaden	cultivar en desarrollo
AS 26113	X		Bejo Zaden	cultivar en desarrollo
AR 29376	X		Ramiro Arnedo	cultivar en desarrollo
AR 29377	X		Ramiro Arnedo	cultivar en desarrollo
AR 29378	X		Ramiro Arnedo	cultivar en desarrollo
Buda	X		Enza Zaden	Bl 16-33 / Nr
Chavela	X		Enza Zaden	Bl: 16-27,29,32
Gemela	X	X	Enza Zaden	Bl:16-33 / Nr
ICE.20153 Chaconera	X		Vilmorin	cultivar en desarrollo
Maracaibo	X	X	Vilmorin	Bl: 16-32
Metalia	X	X	Nunhems	Bl: 16-33 / Nr
Newduke	X	X	Isi Sementi	Sin resistencias declaradas
Rigel	X	X	Diamond Seeds	Bl: 1-16,19,21,23
Sunline	X		Vilmorin	Sin resistencias declaradas
SV2639	X	X	Seminis	cultivar en desarrollo
Yecla	X	X	Enza Zaden	Bl:16,21,23,32 / Fol

*: P-V: ciclo primavera-verano. V-O: ciclo verano-otoño

**: Las resistencias son las declaradas por la Casa Comercial

P-V: Ensayado en ciclo primavera - verano V-O: Ensayado en verano – otoño

Bl: *Bremia lactucae*. Nr:*Nasonovia ribis-nigri*

Fol: *F. oxysporum* f.sp. *lactucae*

Los ensayos se llevaron a cabo en la finca propiedad del Agricultor Colaborador Anselmo Hernández Galván en el paraje conocido como El Pico, municipio de La Laguna, a una altura de 260 msnm. El manejo del cultivo (riego, fertilización, labores culturales y tratamientos fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las prácticas habituales del agricultor. El suelo y el agua estaban dentro de los niveles normales de parámetros químicos de los suelos de la zona. La conductividad eléctrica del agua fue de 1.1 dS.m⁻¹ y el pH de 7.6. El suelo tenía un pH de 7.1 y una CE del extracto saturado de 1.3 dS.m⁻¹.

Los cultivares se sembraron un semillero comercial. El marco de plantación fue de 8,3 plantas.m⁻² (30 cm entre plantas x 40 cm entre filas). El ensayo se dispuso en un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones por cultivar. El tamaño de la parcela experimental fue de 5.3 m² (44 plantas). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la diferencia significativa menor (LSD), utilizando el programa Stastitix 10.

En el ensayo de primavera – verano, la siembra se realizó en un vivero comercial el 19 de abril de 2017. El trasplante a terreno definitivo fue el 19 de mayo de 2017 y la recolección el 4 de julio de 2017 (46 días tras trasplante). En el ensayo de verano - otoño, las semillas se sembraron el 25 de julio de 2017 y el trasplante fue el 29 de agosto. La recolección fue el 19 de octubre (51 días tras trasplante).

Los parámetros medidos en el ensayo fueron:

- **Porcentaje de plantas recolectadas:** Calculado como el porcentaje de plantas cosechadas al final del cultivo respecto de las unidades plantadas. El punto de corte del agricultor fue cuando las cabezas tenían el aspecto de alcanzar los 400 - 500 gramos.
- **Producción comercial:** Calculada como la producción de piezas comerciales obtenidas en cada unidad experimental.
- **Peso medio unitario de la pieza:** Determinado dividiendo la producción comercial de cada parcela experimental entre el número de piezas comerciales.
- **Causas de destrozo.** Se determinó, sobre las plantas no recolectadas, el porcentaje de plantas afectadas por “tip burn” o quemadura en los bordes de las hojas, por subida a flor o espigado, por pudriciones y por tamaño insuficiente en el momento de la recolección (peso bajo, aproximadamente menos de 250 gramos), así como por daños por virosis.
- **Largo del tallo central:** Se midió el largo del tallo central de 9 lechugas por cultivar, como posible criterio de calidad para 4^a gama.

Se tomaron datos de temperatura y humedad durante la experiencia, registrados con un termo higrómetro digital (Hygrocron, Maxim Integrated). Los datos de las temperaturas se presentan en la *Figura 1* y los de la humedad relativa media y el Déficit de presión de vapor (DPV) en la *Figura 2*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de plantas cosechadas

En el ciclo de primavera-verano, Yecla, Metalia y Sunline superaron el 90%, mientras que Newduke y Gemela se quedó en el 77 y 74%, respectivamente (*Tabla 1*). Todos los cultivares ensayados tuvieron un valor estadísticamente similar al testigo Rigel, salvo Newduke, que se quedó por debajo.

En el ciclo de verano-otoño, Yecla, con un 86% de cabezas recolectadas fue el cultivar con mejores resultados, seguido de Maracaibo, AR29378, AR29377 y AS26113, que superaron el 70%. Por el contrario, Gemela no llegó al 40% de cabezas recolectadas. Maracaibo y Yecla, con más del 78% tuvieron una producción significativamente mayor que Rigel, Buda y Gemela que tuvieron valores por debajo del 52%. (*Tabla 2*).

Pesos medios de las piezas

En el ciclo de primavera-verano, las lechugas estuvieron dentro de los pesos especificados (500-600 g/pieza), salvo Chaconera, que obtuvo 418 g/pieza. El cultivar con mayor peso fue SV2639, con 586 g/pieza, seguido de Gemela, Newduke y Metalia, con cabezas por encima de 550 g/pieza. SV2639, con 586 g/

pieza tuvo una producción significativamente mayor que Sunline y Chaconera. Este cultivar tuvo una producción significativamente menor que el resto de cultivares (*Tabla 1*).

Los cultivares tuvieron buenos pesos en el ciclo de verano-otoño, 600-900 g/pieza, (*Figura 4*). El cultivar con mayor peso fue Yecla con 892 g/pieza, seguido por Buda y Gemela por encima de 800 g/pieza. Por el contrario, Newduke y Maracaibo se quedaron en los 680 g/pieza, valores significativamente menores que Gemela, Buda y Yecla.

Producciones

En primavera-verano, el cultivar más productivo fue Metalia, con casi 4.4 kg.m⁻² comerciales, seguido de Yecla y SV2639, que superaron los 4 kg.m⁻² (*Tabla 1*). Por el contrario, ICE.20153 no alcanzó los 3 kg.m⁻². De nuevo, casi todos los cultivares tuvieron un valor estadísticamente similar al testigo Rigel, salvo en este caso, Chaconera.

En verano-otoño, el cultivar más productivo fue Yecla, con 6.30 kg.m⁻² comerciales, seguido a distancia por AR29377 y AR29378, con 4,46 kg.m⁻². Por el contrario, Gemela y Rigel no alcanzaron los 3 kg.m⁻². Yecla tuvo un valor estadísticamente superior al resto de cultivares, incluso el testigo. El resto de cultivares tuvo un valor similar al testigo (*Tabla 2*).

Destríos

Los destríos en el ciclo de primavera-verano estuvieron entre el 3.1% de Sunline y el 17% de Newduke (*Tabla 3*). En este caso no se detectaron problemas de tip burn externo, aunque si se vio algún síntoma al cortar las piezas para medir el largo del tallo en Gemela. Además de algunas piezas con pudrición, habría que destacar los siguientes destríos:

Peso bajo: Cuando se recogió el ensayo, quedaban lechugas que no se recolectaron. Fue el problema más común, aunque con valores dentro de lo aceptable, siendo el cultivar más afectado Chaconera, con un 9% de la producción total afectada.

Virosis: En la zona de las lechugas Iceberg se observaron lechugas con síntomas de virus del bronceado (TSWV), tanto más cuanto más cerca del borde de la parcela, estando Newduke más afectado por la distribución en el ensayo.

En el ciclo de verano-otoño, además de algunas piezas con pudrición, el destío principal fue por subida a flor. Las condiciones durante al final del cultivo fueron favorables con temperaturas altas y el comienzo del acortamiento de los días (*Figura 1 derecha*). Las altas temperaturas registradas durante el mes de agosto durante el semillero pudieron aumentar la sensibilidad a subida a flor (Marhuenda y García, 2017). El porcentaje de destío en el ensayo fue alto: Gemela, Rigel y Buda superaron el 40% de cabezas no recolectadas. El resto de

cultivares se movió entre el 20 y el 30%, salvo Yecla, que sólo tuvo un 14% de destriño (*Fig. 3*).

Aunque no se detectaron problemas de tip burn externo, si se vieron síntomas al cortar las piezas para medir el largo del tallo en Chavela y en Buda.

Largo del tallo central

El largo del tallo central es un criterio de calidad en lechuga iceberg, siendo más apreciadas aquellas con tallos centrales más cortos, sobre todo si se destinan a 4^a gama. En el ciclo de primavera-verano, se observó que Chaconera y Sunline tuvieron tallos por debajo de 3 cm de largo, siendo bastante uniformes (*Fig. 4*). Por el contrario, Gemela, SV2639 y Rigel estuvieron por encima de 4 cm de largo, teniendo diferencias apreciables entre medidas (Rigel tuvo tallos entre 3 y 6.5 cm). Maracaibo, Yecla y Metalia tuvieron un tamaño intermedio, con 3.5 cm, con valores extremos en los 4 cm.

En el ciclo de verano – otoño, AS 26113 tuvo tallos por debajo de 3 cm de largo, siendo bastante uniforme (*Fig. 5*). Por el contrario, Newduke AS22083 y SV 2639 estuvieron claramente por encima de 5 cm de largo, teniendo diferencias apreciables entre medidas. El resto de cultivares se movió entre los 4 y 5 cm de largo. Son de destacar las grandes diferencias entre medidas de AS22083, SV2639 y Rigel (entre 2 cm y 7 cm).

CONCLUSIONES

Ciclo de primavera – verano

En este caso, no se encontraron cultivares con una producción significativamente mayor que el testigo Rigel, siendo el cultivar más productivo Metalia, seguido de Yecla y SV2639, que superaron los 4 kg.m⁻².

Si tenemos en cuenta el tamaño del tallo central como criterio de calidad, Yecla y Metalia combinaron un menor largo de tallo que el testigo y una producción interesante.

Ciclo de verano - otoño

En este caso, el ensayo estuvo marcado por los problemas de subida a flor. El testigo Rigel bajó mucho su producción (3 kg.m⁻²), siendo el cultivar más productivo Yecla, que superó los 6 kg.m⁻², seguido de los cultivares en desarrollo (AR29376, AR29377, AR29378, AS22083, AS26113 y SV2639), Maracaibo y Metalia, que superaron los 4 kg/m². Teniendo en cuenta el tamaño del tallo central como criterio de calidad, AS26113, Yecla, Maracaibo, Metalia y AR29376 tuvieron un menor largo de tallo y una producción interesante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INSTITUTO CANARIO DE ESTADÍSTICA ISTAC. 2018. *Sector Primario*. Disponible en línea en: http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/.
- MARHUENDA, J.A.; GARCÍA, J. 2017. *Lechuga*. pp. 239-273. En: MAROTO, J.V., BAUXAULI, C. (Coord.). *Cultivos hortícolas al aire libre*. Cajamar Caja Rural.
- RÍOS, D. 2003. *Canarias*. pp 179-185. En: GONZALEZ, A.; LÓPEZ, M^a.J. (Coord.). *La lechuga en la Región de Murcia y otras Comunidades*. Serie Técnica y de Estudios nº 24. Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente. Región de Murcia.
- TRUJILLO, L.; FERNANDEZ, J.; CALZADILLA, V.; SANTOS, B. 2015. *Ensayos de variedades de lechuga Iceberg 2014*. Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura. Cabildo de Tenerife. 10 p. Disponible en línea en: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_549_iceberg.pdf.

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 agradecen especialmente a Anselmo Hernández Galván, quién como agricultor colaborador, cedió las instalaciones donde realizar el ensayo, la colaboración de su personal y la cooperación de las casas comerciales que participaron en el ensayo.

TABLAS

Tabla 1. Componentes de la producción. Ensayo de primavera-verano.

cultivar	Piezas recolectadas		Producción comercial kg.m ⁻²	Peso medio de la pieza gramos/pieza	
	%				
Gemela	77,5	bc*	3,76	ab	579
Chaconera	84,8	ab	2,96	c	418
Maracaibo	85,6	ab	3,70	ab	522
Metalia	92,4	a	4,38	a	566
Newduke	73,5	c	3,49	bc	576
Rigel	87,1	ab	3,81	ab	527
Sunline	91,7	a	3,84	ab	502
SV2639	83,5	abc	4,13	ab	586
Yecla	93,3	a	4,31	a	547
CV est. (%)	7,0		10,7		8,6

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

Tabla 2. Componentes de la producción. Ensayo de verano-otoño.

cultivar	Piezas recolectadas		Producción comercial kg.m ⁻²	Peso medio de la pieza		
	%	gramos/pieza		gramos/pieza	gramos/pieza	
AR29376	70,5	ab*	4,14	b*	705	bc*
AR29377	72,0	ab	4,46	b	756	bc
AR29378	75,8	ab	4,46	b	703	bc
AS22083	69,7	ab	4,18	b	721	bc
AS26113	72,0	ab	4,26	b	708	bc
Buda	52,3	bc	3,52	bc	805	ab
Chavela	62,1	abc	4,04	bc	777	abc
Gemela	38,6	c	2,56	c	800	ab
Maracaibo	78,0	a	4,43	b	681	c
Metalia	68,2	ab	4,05	b	713	bc
Newduke	66,7	ab	3,77	bc	678	c
Rigel	52,3	bc	2,99	bc	703	bc
SV2639	67,4	ab	4,18	b	736	bc
Yecla	85,6	a	6,30	a	892	a
CV est. (%)	21,4		22,4		9,4	

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

Tabla 3. Destri o total y causas principales. Ensayo de primavera - verano.

Cultivar	Destri (% plantas afectadas) Pudrición	Causa de destri o		
		Peso bajo	Virosis	
Gemela	15,2	ab*	XXX	XX
Chaconera	8,8	abc	0	XXXX
Maracaibo	5,9	bc	0	XXX
Metalia	3,3	c	XX	XXX
Newduke	17,4	a	X	XX
Rigel	6,5	bc	XX	XXX
Sunline	3,1	c		XXX
SV2639	7,2	bc	XXX	XX
Yecla	5,9	bc	XX	XXX
CV est. (%)	68,7			

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

XXXX: Afección muy alta (más del 80% del destri o); XXX: Afección alta (entre un 50 y 80% del destri o); XX: Afección media (entre un 50 y 20% de destri o). X: Afección baja (menos del 20% del destri o). 0: ninguna afección

FIGURAS

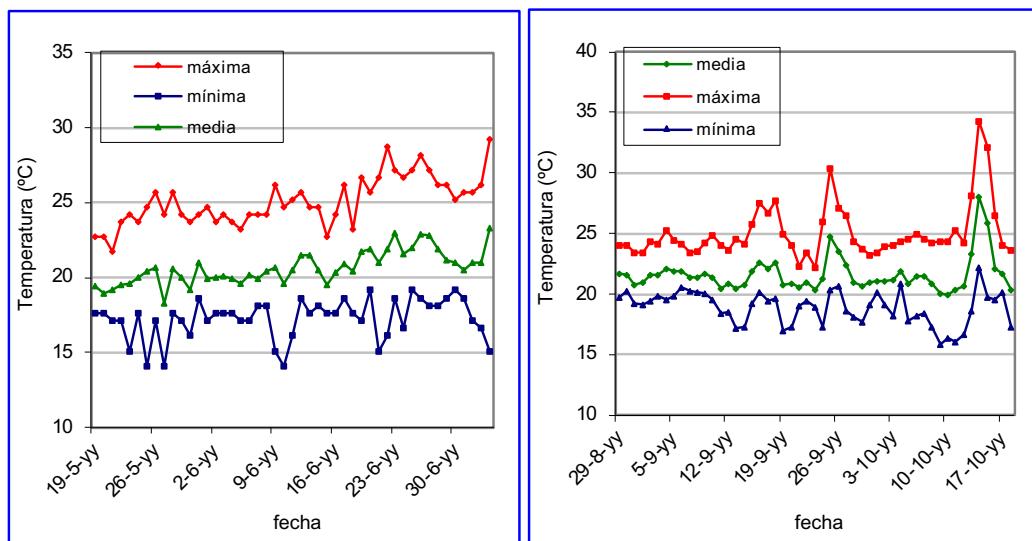


Figura 1. Temperaturas diarias registradas en el ensayo de primavera - verano (izquierda) y en verano - otoño (derecha).

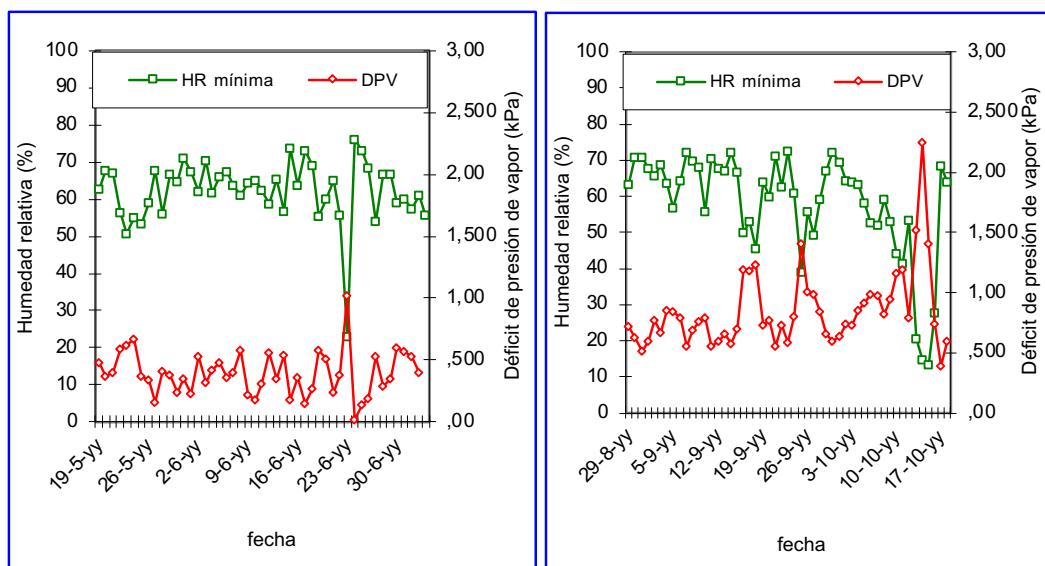


Figura 2. Humedades relativas medias y DPV diarios registrados en el ensayo de primavera - verano (izquierda) y en verano - otoño (derecha).

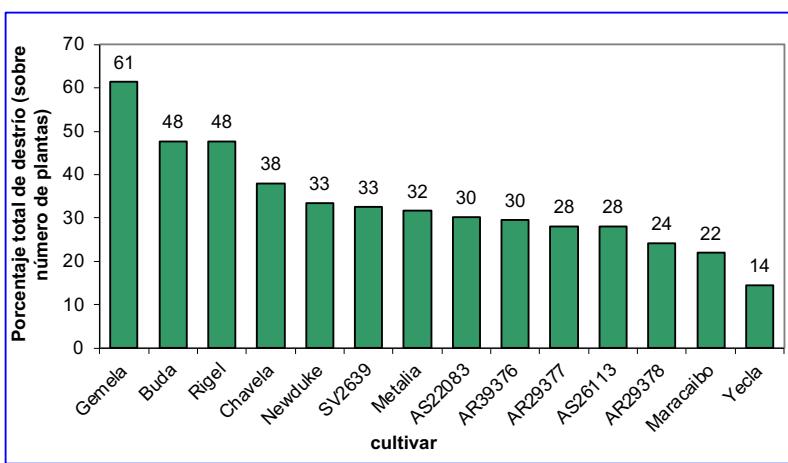


Figura 3. Porcentaje de destrozo en el ensayo de verano-otoño, ordenados de mayor a menor.

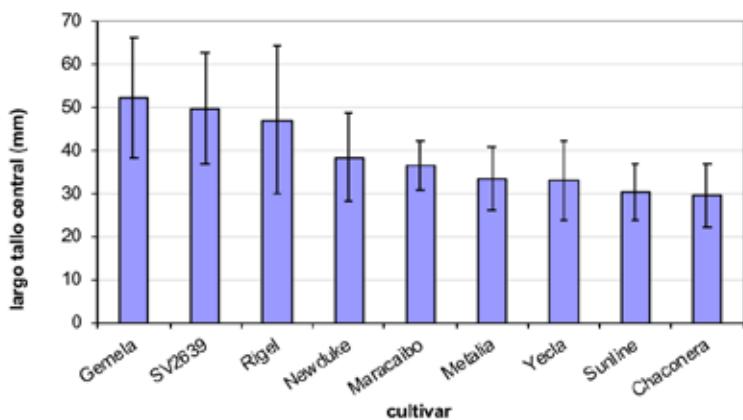


Figura 4. Longitud de los tallos centrales en el ciclo primavera - verano, ordenadas de mayor a menor. Se muestran las desviaciones estándar (barras).

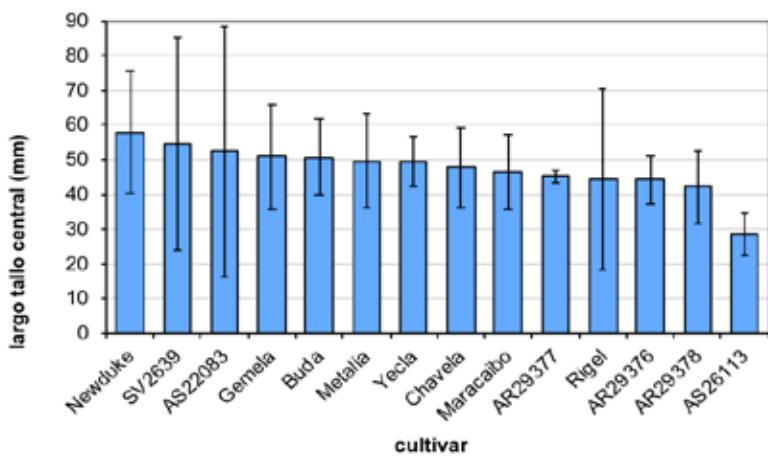


Figura 5. Longitud de los tallos centrales en el ciclo verano-otoño, ordenadas de mayor a menor. Se muestran las desviaciones estándar (barras).

INFLUENCIA DE UN EXTRACTO BIOLÓGICO DE COMPOST Y DE SU MODO DE APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA BABY LEAF EN BANDEJAS FLOTANTES

Giménez, A¹; Fernández, J.A.¹; Egea-Gilabert, C.²; Pascual, J.A.³; Ros, M.³

¹Dpto. Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Cartagena.

²Dpto. Ciencia y Tecnología Agraria (UPCT), Cartagena.

³Dpto. Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos. CEBAS-CSIC, Murcia.

RESUMEN

Los extractos biológicos de compost, también denominados té de compost, son empleados en agricultura como fuente de nutrientes y como efecto supresor de diferentes patógenos de plantas, favoreciendo de esta manera una reducción en el uso de fertilizantes y de productos fitosanitarios. La producción de lechuga 'baby leaf' en bandejas flotantes puede verse afectada por enfermedades como el "damping off", causada por hongos como *Pythium spp.*, que perturban el crecimiento y la calidad del cultivo. El uso de extractos biológicos de compost con actividad supresiva podría evitar la instauración y control de estos patógenos, evitando el uso de compuestos químicos, permitiendo a su vez un sistema de producción más sostenible. El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de un extracto biológico de compost (té de compost) y de su modo de aplicación (añadido al agua de las mesas de cultivo y por microaspersión) en el patosistema *Pythium irregularе*-lechuga y en la calidad y producción de lechuga 'baby leaf'. Para ello, se sembró un cultivar de lechuga 'baby leaf' roja 'Antoria', en bandejas tipo "styrofloat" y se aplicó té de compost a las 72 horas tras la siembra, manteniéndose su aplicación hasta la recolección. Asimismo, el patógeno se aplicó al agua de las mesas de cultivo para los tratamientos de inoculación, a los 5 días después de la siembra. La recolección se efectuó 30 días tras la siembra, analizándose el crecimiento aéreo y radical de la planta y el contenido nutricional en hojas. En ausencia de patógeno y en condiciones de inoculación del patógeno, la aplicación de té de compost en el agua mejoró el crecimiento de las plantas de lechuga, obteniendo valores significativamente mayores que la aplicación por microaspersión en peso fresco, área foliar y de altura en presencia del patógeno. Por otro lado, el contenido de nitratos se redujo significativamente en presencia y ausencia de patógeno aplicando el té de compost por microaspersión. El uso de extractos biológicos de compost con efecto supresivo en la producción de lechuga 'baby leaf' en bandejas flotantes añadido al agua de las mesas de cultivo, puede mejorar el crecimiento y calidad de las plantas al reducir el contenido de nitratos en hojas.

Palabras clave: *Lactuca sativa*, supresividad, té de compost, damping off.

INTRODUCCIÓN

La industria procesadora de frutas y hortalizas produce una gran cantidad de residuos orgánicos, que pueden representar una importante fuente de nutrientes para las plantas y microorganismos y, por tanto, mejorar la producción de los cultivos (Hernández *et al.*, 2014). Estos residuos, a través del compostaje, producen un compost de alta calidad que puede ser utilizado en agricultura (Blaya *et al.*, 2015). Los extractos biológicos de compost, también denominados té de compost, se consiguen con una fermentación aérobica del compost en un medio acuoso. Estos son ampliamente empleados en agricultura como fuente de nutrientes (Arancon *et al.* 2007) y como efecto supresor de diferentes patógenos de plantas, como mildiu, phytium y esclerotinia (Dianez *et al.* 2006), favoreciendo de esta manera una reducción en el uso de fertilizantes y de productos fitosanitarios. Los materiales iniciales, la madurez, la composición y la actividad microbiana del compost son características importantes que pueden determinar la capacidad supresora del sustrato (Castaño *et al.*, 2011). Las aplicaciones de los extractos biológicos pueden realizarse a nivel foliar o directamente al sustrato junto con el agua de riego, favoreciendo la disponibilidad de los nutrientes a la planta y el crecimiento de microorganismos en la rizosfera.

En la producción de lechuga 'baby leaf' en sistema hidropónico de bandeja flotante se utiliza turba como sustrato. No obstante, el uso de turba hace que las plantas puedan verse afectadas por enfermedades tales como el 'damping off', causada por patógenos como *Pythium spp.*, que reducen el crecimiento y la calidad de los cultivos. Para las hortalizas de hoja pequeña 'baby leaf', además de controlar patógenos, el compost también podría mejorar el rendimiento y la calidad del producto final, ya que afecta al contenido final de nitratos, regulado por el Reglamento de la UE 1258/2011. La acumulación de nitratos en planta está influenciada por muchos factores, siendo la fertilización nitrogenada y la intensidad luminosa los principales factores que influyen en dicho proceso (Santamaría, 2006). Tesi y Lenzi (1998) observaron que el uso de fertilizantes de liberación lenta produce una reducción del contenido de nitratos en las plantas, por lo que la utilización de compost o sus extractos podría favorecer la reducción de nitratos debido a su forma gradual de liberación de nutrientes. En este sentido, el uso del té de compost en la producción de hortalizas de hoja pequeña podría mejorar el rendimiento y la calidad del producto final.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de un extracto biológico de compost (té de compost) y de su modo de aplicación (añadido al agua de las mesas de cultivo y por microaspersión) en el patosistema *Pythium irregularе*-lechuga y en la calidad y producción de lechuga 'baby leaf' en bandejas flotantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la estación experimental agrícola “Tomas Ferro” de la UPCT ($37^{\circ} 41' N$; $0^{\circ} 57' O$). Se utilizó el cultivar de lechuga roja ‘Antoria’ de la casa Rijk Zwaan. La siembra se realizó manualmente el 27 de febrero de 2017 en bandejas “styrofloat” de 40×60 cm, con un total de 48 fisuras tronco-cónicas por bandeja. Tras la siembra, las bandejas se dispusieron en una cámara climática a $18^{\circ}C$, 90% de humedad relativa y oscuridad durante 48 horas. Seguidamente, las bandejas pasaron a unas mesas de cultivo con 200 L de agua de dimensiones $1,35 \times 1,25 \times 0,2$ m, ubicadas en el interior de un invernadero de policarbonato. Transcurrida una semana, se realizó un aclareo de las plántulas de lechuga, dejando 8 por fisura ($1.600 \text{ plantas.m}^{-2}$). Al mismo tiempo, se añadió al agua la solución nutritiva (Egea-Gilabert *et al.* 2009), la cual, fue oxigenada mediante bombas de aire y tubos perforados situados en la base de las mesas de flotación. La duración del ciclo de cultivo fue de 30 días.

El compost utilizado fue C14, compuesto por tomate (71%), cebolla (17%) y residuos de viñedo (12%), producido por el CEBAS-CSIC en pilotes al aire libre, con una fase bioxidante y una de maduración de 75 y 42 días, respectivamente. Una vez terminado el proceso de compostaje, éste se molió y se pasó a través de un tamiz de 1 cm. Las bandejas de todos los tratamientos se llenaron con un sustrato comercial (Pindstrup), compuesto por turba rubia. El té de compost se aplicó al agua de las mesas o por microaspersión a las 72 horas tras la siembra, manteniéndose su aplicación hasta la recolección. Para el tratamiento de té de compost en el agua, se introdujeron unas bolsas realizadas con malla fina conteniendo 150 g de compost. En el caso del tratamiento de té de compost por microaspersión, se introdujeron dichas mallas con la misma cantidad en el depósito de riego.

La solución de micelio de *Pythium irregularare* se obtuvo a partir de un inóculo infectivo crecido en placa Petri de patata dextrosa agar a $28^{\circ}C$ durante 7 días, batiendo todo esto en 25 ml de agua destilada estéril. La cantidad a incorporar fue de 100 ml por cada 200 litros de agua $2,6 \times 10^3$ copias ITS P en cada una de las mesas de cultivo para los tratamientos de inoculación, a los 5 días después de la siembra. Se consideraron dos condiciones, el agua no inoculada (NI) e inoculada (I) con el patógeno *Pythium irregularare*.

Condiciones	Tipo de aplicación
Agua no inoculada (NI)	Sin té de compost
	Té de compost en agua
	Té de compost microaspersión
Agua inoculada (I)	Sin té de compost
	Té de compost en agua
	Té de compost microaspersión

En el momento de la recolección se analizaron los siguientes parámetros en 64 plantas; para el crecimiento aéreo; peso fresco, peso seco, altura de hoja y área foliar, que se determinó con el medidor de área foliar (LICOR- 3100 C, Biosciences Inc., Lincoln, USA). Para el crecimiento radical, la longitud total y el diámetro de raíz, que se determinaron con el contador de raíces Winzhizo LA 1600 (Regent Inc., Quebec, Canada). Además, se analizaron los parámetros bioquímicos que se detallan a continuación. El contenido de nitratos se extrajo por triplicado utilizando 0.2 g de muestra seca de hoja de lechuga por tratamiento y cuantificado por cromatografía iónica (Lara *et al.* 2011). El contenido de fenoles totales se determinó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. La capacidad antioxidante se evaluó en términos de su capacidad de absorción de radicales libres (Brand-Williams *et al.* 1995) con las modificaciones descritas por Pérez-Tortosa *et al.* (2012).

Para el diseño experimental se consideró como parcela elemental una mesa de flotación de 1,7 m², disponiendo de bloques al azar con 3 repeticiones por cada una de las combinaciones de infección y aplicación de extracto biológico. En cada mesa se dispusieron tres bandejas de 60 x 41 cm. Los datos tomados se sometieron a un análisis de variancia multifactorial ANOVA, utilizando el test LSD (95%) para la separación de las medias mediante el software Statgraphics Plus para Windows, versión 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el crecimiento vegetativo hubo una interacción significativa entre la inoculación y el tipo de aplicación del té de compost en todos los parámetros (*Tabla 1*). La aplicación de té de compost en el agua, tanto en presencia como en ausencia de patógeno, mejoró el crecimiento (peso fresco, área foliar y de altura) en comparación con su aplicación en microaspersión en condiciones de inoculación. (*Fig. 1*). El crecimiento radicular mostró una interacción significativa entre la inoculación y el tipo de aplicación del té de compost en la longitud total, diámetro y longitud entre 0-0,5 mm de diámetro de raíz (*Tabla 1*). Los valores de longitud total fueron menores en condiciones de inoculación del patógeno, alcanzándose el mayor valor en ausencia de patógeno en la aplicación de té de compost por microaspersión (*Fig. 1D*).

La concentración de fenoles totales y la capacidad antioxidante en hojas de lechuga presentaron interacciones significativas entre la inoculación y el tipo de aplicación del té de compost (*Tabla 2*). El contenido de fenoles totales fue significativamente mayor en condiciones de inoculación del patógeno, en todos los tipos de aplicación del té de compost (*Fig. 2A*). En el caso de la capacidad antioxidante, el contenido aumentó significativamente en condiciones de inoculación aplicando el té de compost en el agua con respecto a su valor obtenido en ausencia de patógeno (*Fig. 2B*). Se ha demostrado que el contenido de estos compuestos fitoquímicos puede incrementarse por factores que inducen estrés en la planta (Pandino *et al.*, 2010). El contenido de nitratos también presentó una interacción significativa entre la inoculación y el tipo de aplicación del té

de compost (*Tabla 2*), presentando los menores valores aplicando el té de compost por microaspersión en presencia y ausencia de patógeno (*Fig. 2C*). Todos los valores obtenidos se encuentran muy por debajo de los niveles máximos de nitratos establecidos por la Comisión Europea en el Reglamento de la UE 1258/2011, que para lechuga en invernadero en dichas fechas es de 5000 mg.Kg⁻¹.

CONCLUSIONES

Tanto, en condiciones de inoculación y no inoculación, el uso de extractos biológicos de compost con efecto supresivo añadido al agua de las mesas de cultivo puede mejorar el crecimiento aéreo de las plantas de lechuga 'baby leaf' cultivadas en bandejas flotantes. El uso de extractos biológicos de compost redujo el contenido de nitratos en hoja aplicado mediante microaspersión, tanto en ausencia como en presencia del patógeno. Así mismo, la presencia de patógeno aumenta la capacidad antioxidante y el contenido en fenoles totales en ambas aplicaciones del té de compost. Por tanto, el uso de extractos biológicos de compost con efecto supresivo podría ser un complemento junto con la turba en la producción de lechuga 'baby leaf' en bandejas flotantes, ya que mejora el crecimiento y la calidad de las plantas en presencia de patógeno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos AGL-2014-52732-C2-1-R y AGL-2014-52732-C2-2-R del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANCON, N.Q.; EDWARDS, C.A.; DICK, R.; DICK, L. 2007. *Vermicompost tea production and plant growth impacts*. Biocycle. 48, 51-52.
- BLAYA, J.; LLORET, E.; ROS, M.; PASCUAL, J.A. 2015. *Identification of predictor parameters to determine agro-industrial compost suppressiveness against Fusarium oxysporum and Phytophthora capsici diseases in muskmelon and pepper seedlings*. Journal Science Food Agriculture. 95(7), 1482-90.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. 1995. *Use of free radical method to evaluate antioxidant activity*. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie. 28, 25-30.
- CASTAÑO, R.; BORRERO, C.; AVILÉS, M. 2011. *Organic matter fractions by SP-MAS ¹³C NMR and microbial communities involved in the suppression of Fusarium wilt in organic growth media*. Biol. Control. 58, 286-293.
- DIÁNEZ, F.; SANTOS, M.; BOIX, A.; DE CARA, M.; TRILLAS, I.; AVILÉS, M.; TELLO, J.C. 2006. *Grape marc compost tea suppressiveness to plant pathogenic fungi: role of siderophores*. Compost science and utilization. 14 (1), 48-53.

- EGEA-GILABERT, C.; FERNÁNDEZ, J.A.; MIGLIARO, D.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J.J.; VICENTE, M.J. 2009. *Genetic variability in wild vs. cultivated Eruca vesicaria populations as assessed by morphological, agronomical and molecular analyses*. Scientia Horticulturae. 121, 260-266.
- HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO, J.L.; GARCÍA, C., 2014. *Towards a more sustainable fertilization: combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation*. Agric. Ecosyst. Environ. 196, 178-184
- LARA, L.J.; EGEA-GILABERT, C.; NIÑIROLA, D.; CONESA, E.; FERNÁNDEZ, J.A. 2011. *Effect of aeration of the nutrient solution on the growth and quality of purslane (Portulaca oleracea)*. Journal Horticultural Science Biotechnology. 86, 603-610.
- PANDINO, G.; COURTS, F.L.; LOMBARDO, S.; MANUROMICALE, G.; WILLIAMSON, G. 2010. *Caffeoylquinic acids and flavonoids in the immature inflorescence of globe artichoke, wild cardoon, and cultivated cardoon*. Journal of Agricultural Food Chemistry. 58, 1026-1031.
- PÉREZ-TORTOSA, V.; LÓPEZ-ORENES, A.; MARTÍNEZ-PÉREZ, A.; FERRER M.A.; CALDERÓN, AA. 2012. *Antioxidant activity and rosmarinic acid changes in salicylic acid-treated Thymus membranaceus shoots*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 130, 362-369.
- SANTAMARIA, P. 2006. *Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation*. Journal Science Food Agriculture. 86, 10-17.
- TESI, R.; LENZI, A., 1998. *Controlled-release fertilizers and nitrate accumulation in lettuce (Lactuca sativa L.)*. Agricoltura Mediterranea 128(4), 313-320.

TABLAS

Tabla 1. **Influencia de la inoculación con *P. irregularis* (no inoculado -NI- e inoculado -I-) y el modo de aplicación del té de compost (sin té de compost -STE-, té de compost en agua -TEA-, té de compost microaspersión -TEM-) en los parámetros de crecimiento aéreo y radicular en lechuga roja 'baby leaf' cv 'Antoria' cultivada en bandeja flotante.**

Inoculación (A)	Aplicación (B)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Área Foliar (cm ²)	Altura (cm)	Longitud total (cm)	Diámetro raíz (mm)	Long. 0-0,5 diám. raíz (cm)
NI		2,23 b ^y	0,078	62,63 b	13,08	304,51 b	0,53	254,55 b
I		2,05 a	0,081	59,98 a	13,17	206,56 a	0,50	164,24 a
	STE	2,10 a	0,079 b	62,52 b	12,94	237,47 a	0,57 b	193,48 a
	TEA	2,29 b	0,086 c	64,75 c	13,27	230,47 a	0,48 a	189,94 a
	TEM	2,03 a	0,073 a	56,66 a	13,17	294,17 b	0,49 a	244,77 b
A		** ^z	n.s.	***	n.s.	***	n.s.	***
B		***	***	***	n.s.	***	***	***
A x B		***	***	***	**	***	***	***

^yLos valores dentro de la misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes $P \leq 0,05$.

^z Los asteriscos indican significancia * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s: no significativo.

Tabla 2. Influencia de la inoculación con *P. irregularare* (no inoculado -NI- e inoculado -I-) y el modo de aplicación del té de compost (sin té de compost control -STE-, té de compost en agua -TEA-, té de compost microaspersión -TEM-) en los parámetros bioquímicos en lechuga roja 'baby leaf' cv 'Antoria' cultivada en bandeja flotante.

Inoculación (A)	Aplicación (B)	Fenoles totales (mg GA. Kg ⁻¹ FW)	Cap. Antioxidante (mg DPPH reducido.kg ⁻¹ FW)	Nitratos (mg.kg ⁻¹ FW)
NI		1526,92 a ^y	128,00 a	1497,18
I		1566,76 b	142,64 b	1482,87
	STE	1526,92 b	143,27 b	1620,59 b
	TEA	1363,39 a	123,49 a	1533,93 b
	TEM	1502,76 b	139,21 b	1315,56 a
	A	*** ^z	***	n.s.
	B	*	***	***
	A x B	***	***	***

^y Los valores dentro de la misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes $P \leq 0.05$.

^z Los asteriscos indican significancia * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; *** $P \leq 0.001$; n.s: no significativo.

GA: ácido gálico; DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo; FW: peso fresco.

FIGURAS

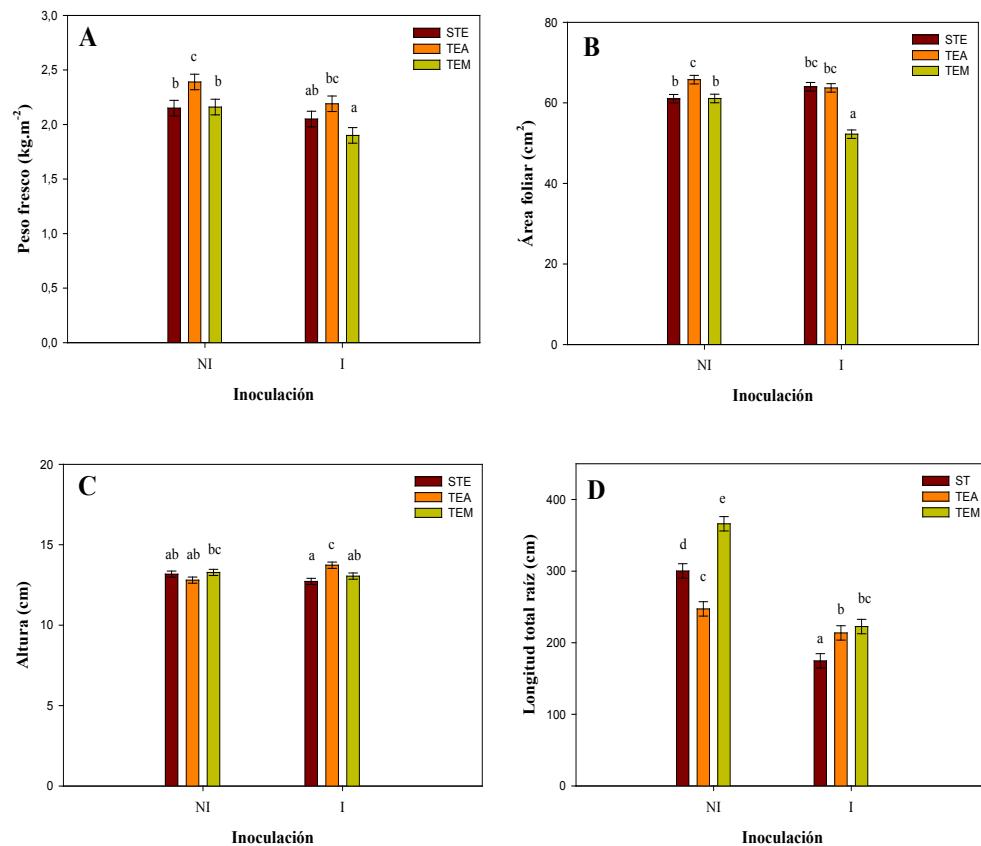


Figura 1. Efecto sobre el peso fresco (A), área foliar (B), altura (C) y longitud total de raíz (D) en ambas condiciones (no inoculado -NI- e inoculado -I-) en el modo de aplicación del té de compost (sin té de compost control -STE-, té de compost en agua -TEA-, té de compost microaspersión -TEM-) en lechuga roja 'baby leaf' cultivar 'Antoria'. Diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

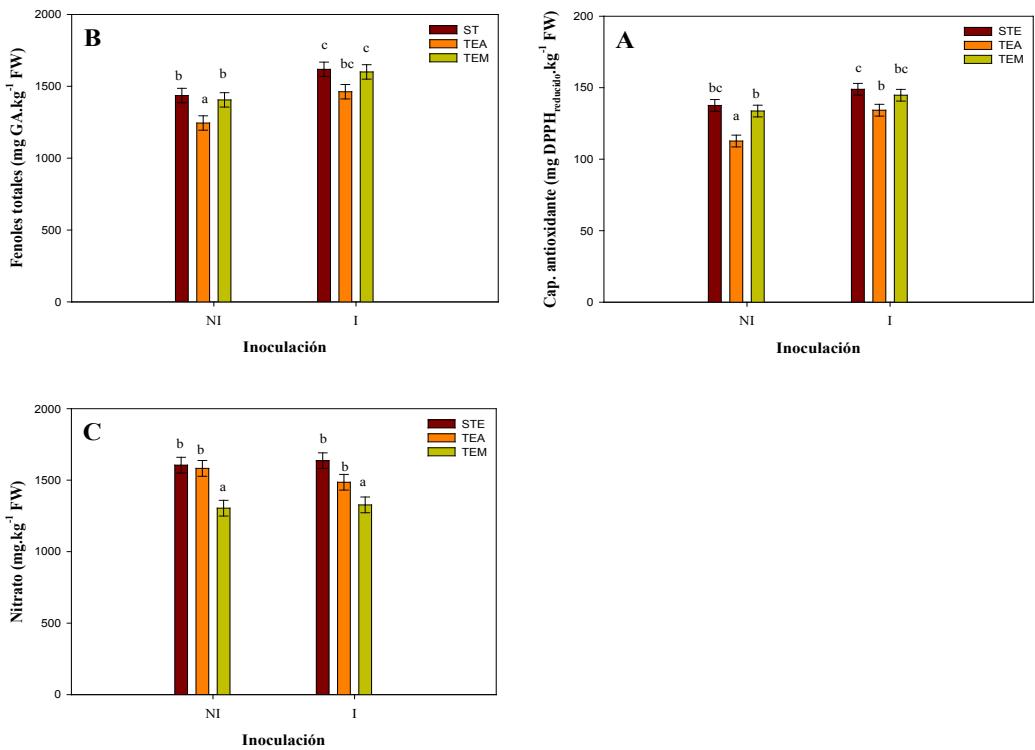


Figura 2. Efecto sobre el contenido de fenoles totales (B), capacidad antioxidante (A) y nitratos (C) en ambas condiciones (no inoculado -NI- e inoculado -I-) en el modo de aplicación del té de compost (sin té de compost control -STE-, té de compost en agua -TEA-, té de compost microasperción -TEM-) en lechuga roja 'baby leaf' cultivar 'Antoria'. Diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

ESTUDIO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE ALCACHOFA (*Cynara scolymus L.*) PROCEDENTES DE SEMILLA

Parra, J.; Bartual, J.; García, J.; Ortiz, M.

Estación Experimental Agraria de Elche (EEA Elx), Alicante.

RESUMEN

El cultivar de alcachofa más cultivado en España es “Blanca de Tudela” multiplicado a través de zuecas o estacas. También se reproduce mediante zueca el cv. Calicó, cultivar tardío de gran calibre destinada al mercado de exportación. En ambos casos se está observando un grave problema de descenso en los rendimientos del cultivo, debido principalmente a marras de plantación y al decaimiento del vigor de las plantas. El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento agronómico de cultivares de características similares a las anteriores propagadas por semilla. Se emplearon en el ensayo 10 cultivares de semilla comparándolos con Blanca de Tudela y Calicó multiplicados por zueca, durante la campaña 2016-17, en una parcela experimental en la que se había cultivado alcachofa durante 15 años, con desinfección mediante solarización anual. También estudiamos la influencia que ejerce sobre el ciclo productivo de estas cultivares de semilla la aplicación de ácido giberélico (AG3).

De entre los cultivares estudiados, Sambo F1, del tipo “Calicó”, resultó más productivo y precoz que el “Calicó” multiplicado por estaca. Del tipo “Blanca de Tudela” los mejores resultados en cuanto a producción y calidad del capítulo los obtuvo el cv. Symphony F1, de media estación, el cual inicia las recolecciones más tarde y concentra el periodo de recolección en menos tiempo. Entre los del tipo “Imperial Star”, Nova G-6 fue el más productivo, más precoz y con menos trazas violetas en la base del capítulo. De los violetas, el cv. Opera, resultó algo tardío, de color muy atractivo y gran calidad.

En general, se ha obtenido una mayor productividad de varios de los cultivares de semilla ensayados respecto a los testigos y una gran influencia sobre la precocidad en la aplicación de ácido giberélico sobre las cultivares más tempranas. Los resultados de estos trabajos confirman que se pueden compensar los problemas de cultivo, que aparecen en suelos donde se reitera la producción de alcachofa, con empleo de los nuevos cultivares y la desinfección de suelos.

Palabras clave: fatiga suelo, vigor híbrido.

INTRODUCCIÓN

En España se cultiva mayoritariamente la alcachofa “Blanca de Tudela”, la cual se multiplica vegetativamente, a través de zuecas o estacas, trozos de tallos con yemas y parte de rizoma en que se divide la planta una vez acabado el cultivo.

No se emplean sus semillas porque son extraordinariamente heterocigóticas, de modo que las plantas resultantes no se parecen a sus progenitores.

La problemática de la alcachofa en las principales zonas de producción viene definida por:

- Un alto número de marras o fallos de plantación.
- Decaimiento del vigor de las plantas.
- Incremento del número de plantas fuera de tipo (“rebordecidas”, “marceras” o “cuaresmeras y las “madrileñas o “cabeza de gato”) con la consiguiente disminución de la producción y de la calidad (menor tamaño del capítulo, pérdida de color en violetas, etc.).

Estos problemas se han relacionado con “fatiga del suelo”, contaminación y salinidad del agua, manejo del riego y altas temperaturas en la plantación, hongos del suelo e incluso nematodos, degeneración de las plantas, duración del cultivo en el mismo terreno y poca renovación del material vegetal.

La propagación por semilla sería de gran interés por las grandes ventajas que podría aportar:

- Eliminación de marras de plantación, mejor uniformidad del cultivo.
- Evitar la transmisión de enfermedades (*Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*) y plagas como el barrenador o taladro de la alcachofa (*Gortyna xanthenes*).
- Una mayor flexibilidad en las épocas de plantación-producción.
- La posibilidad de mecanizar la plantación.

Ya existen en el mercado cultivares de alcachofa procedentes de semilla que, sin ser Blanca de Tudela, dan producciones muy interesantes. Su manejo agronómico difiere del cultivo tradicional de Blanca de Tudela, razón por la que se hace imprescindible el estudio del mismo.

El objetivo de este trabajo fue alcanzar un mayor conocimiento de los nuevos cultivares de alcachofa procedente de semilla, así como el estudio de las técnicas agronómicas más apropiadas para su cultivo, los cuales resultan de gran interés para los agricultores españoles, como complemento y posible alternativa a la multiplicación tradicional por estaca.

MATERIAL Y METODOS

El cultivo se desarrolló al aire libre en una parcela sita en la Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante), perteneciente al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, con las siguientes coordenadas según el sistema de referencia ETRS89: X 701.555,86-Y 4.235.919,06 UTM - H30.

El terreno de cultivo previamente se había desinfectado durante los meses de junio-julio con una combinación de solarización, cubriendo el terreno con plástico transparente de 100 galgas (Cebolla, 2002) y Metam-Sodio a baja dosis (40 g.m⁻²).

Es importante destacar que en este mismo terreno se vienen cultivando alcachofas desde hace más de 15 años empleando la técnica de desinfección anteriormente descrita.

El marco de plantación fue de 0,8 x 1,67 m y la parcela elemental 12,024 m² (9 plantas/parcela), lo que equivale a aproximadamente 7.500 plantas.ha⁻¹.

Este marco es más amplio que el que suele emplearse en el cultivo tradicional de Blanca de Tudela donde pueden llegar a plantarse hasta 10.000 plantas por hectárea (Calabrese, 2009). El material ensayado y su procedencia se detallan en la siguiente tabla:

Nº	CULTIVAR	Método de propagación	Casa comercial	Tipo
1	NUM 4011 F1	Híbrido	NUNHEMS	Blanca
2	AK-ALC 401	Polinización abierta	AKIRA SEEDS	Imperial Star
3	LORCA	Polinización abierta	RAMIRO ARNEDO	Imperial Star
4	OPERA F1	Híbrido	NUNHEMS	Violeta
5	NOVA G6	Polinización abierta	RAMIRO ARNEDO	Imperial Star
6	AK-ALC 399	Polinización abierta	AKIRA SEEDS	Imperial Star
7	SYMPHONY	Híbrido	NUNHEMS	Blanca
8	AK-ALC 400	Polinización abierta	AKIRA SEEDS	Imperial Star
9	KENDO F1	Híbrido	NUNHEMS	Calicó
10	SAMBO F1	Híbrido	NUNHEMS	Calicó
11	BLANCA DE TUDELA	Zueca o estaca	INTIA Navarra	Blanca
12	CALICÓ	Zueca o estaca	AGRICULTOR	Calicó

Las plantas procedentes de semillas tienen mayor desarrollo vegetativo que la Blanca de Tudela. En los ensayos sobre marcos de plantación que hemos realizado otros años los resultados indicaron que 7500 plantas.ha⁻¹ es la densidad más adecuada.

La siembra de las cultivares de semilla se realizó el 10/06/2016 y se trasplantaron el 27/07/2016 junto a las estacas de Blanca de Tudela y Calicó.

Se realizó un diseño experimental con una distribución estadística en bloques al azar con dos repeticiones por cultivar. A todos los cultivares de semilla se les aplicaron tres tratamientos hormonales con ácido giberélico, cuando la planta alcanzó las 7-8 hojas verdaderas. El objetivo de dicha aplicación fue influir en el adelanto de las recolecciones, razón por la que repetimos el ensayo (bloques al azar con dos repeticiones por cultivar), sin tratar con la hormona, para determinar el alcance de dicho adelanto. Se realizaron tres tratamientos (cada 14 días), gastando alrededor de 25-30 cc/planta de caldo por tratamiento. Para los tratamientos hormonales se empleó un producto comercial en forma de concentrado soluble [SL] con un contenido en ácido giberélico del 1,6% [SL] P/V.

El primer pase fue el 15/09/16, el segundo el 29/09/16 y el último el 14/10/16. En el caso de las estacas de Calicó que iban más atrasadas tan solo hicimos dos tratamientos, el 14 y el 28 de octubre de 2016.

La dosis fue de 60 ppm para los cvs. considerados como tardíos: AK-ALC 401, SYMPHONY F1, KENDO F1, SAMBO F1 y CALICÓ y de 30 ppm para los considerados tempranos (el resto).

En los tratados con giberélico se realizaron un total de 25 recolecciones, siendo la primera el 28/10/2016 y la última el 05/05/2017. En las parcelas sin tratar iniciamos las recolecciones el 07/12/2016, acabando el cultivo el 05/05/2017, con un total de 20 recolecciones. En la recolección seguimos el criterio de exportación, según el cual se corta el capítulo cuando detiene su crecimiento (lo más grande posible). 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

Las plantas procedentes de semilla arraigaron todas, mientras que en el caso de las procedentes de estaca tuvimos entre un 11 y un 33% de marras (*Tablas 1 y 2*).

Los meses de agosto y septiembre fueron especialmente cálidos (*Fig. 1*), lo que provocó que cuando realizamos el tercer tratamiento de giberélico ya se encontrara inducido el primer capítulo en los cultivares más tempranos. Esto se tradujo en la atrofia y/o deformación de los primeros capítulos (*Fotografía 1*) ya que, según García Morató (1999), “en esta anomalía pueden influir todos aquellos factores que aceleren la vegetación, como son: el exceso de abono nitrogenado, el insuficiente reposo estival de las plantas y la aplicación de ácido giberélico con temperaturas anormalmente altas”.

Por si esto fuera poco, tratamos el cv AK 401 a 60 ppm (por indicación de la casa comercial) tomándolo como cv tardío, pero resultó ser de los tempranos, lo que provocó una mayor atrofia de los capítulos (*Fotografía 2*). Analizada la producción comercial final en los cultivares con tratamiento de ácido giberélico (*Tabla 3*) aparece el cultivar Kendo F1 como el más productivo del tipo Calicó, con un buen porcentaje de capítulos de gran calibre (*Tabla 5*). Aunque presenta un grave problema de germinación de las semillas (38% según el semillero), una mayor sensibilidad al frío (*Fotografía 3*) que Calicó y una tendencia al encamado de la planta por el viento (en estos dos últimos problemas coincide con Sambo F1). Blanca de Tudela tuvo una gran producción por planta, pero al igual que en Calicó, debido a su problema de marras de plantación se vio reducido su rendimiento por hectárea (*Tabla 4*). Excepto AK 399,400, 401, Lorca y Calicó, todos los cultivares produjeron sobre los 2 kg.m⁻². Posiblemente los cv AK y Lorca (tipo Imperial Star) al ser más tempranos se vieron más afectados por las altas

temperaturas de final de verano - comienzo de otoño. En el caso de Calicó fue debido claramente al alto porcentaje de marras de plantación.

Cuando estudiamos los resultados de los cvs. sin tratar obtuvimos resultados algo superiores por hectárea (*Tabla 6*), sin diferencias estadísticas analizado el efecto de aplicar o no la hormona (*Tabla 7*), pero con una gran diferencia en cuanto a la entrada en producción y a la duración del periodo de recolecciones (*Fig. 2 y 3*).

CONCLUSIONES

Mientras que no se corrijan los problemas de germinación de Kendo F1, el cultivar Sambo F1 sería el cultivar tipo “Calicó” (*Fotografía 4*) más interesante para nuestra zona ya que es más temprano que Calicó, más productivo y nos permitiría evitar las dificultades de conseguir zuecas de calidad y los problemas vegetativos que suele dar la estaca de Calicó. De los cultivares tipo Blanca seleccionaríamos la cultivar Symphony F1 (*Fotografía 5*), algo más tardía que Blanca de Tudela, pero con buenas producciones y con un capítulo muy parecido a ella. La selección Nova G-6 (*Fotografía 6*) destacó por su mayor precocidad y menor presencia de trazas violetas en la base del capítulo. Fue la más productiva del tipo Imperial Star estudiadas. El cultivar tipo violeta, Opera F1 (*Fotografía 7*), aunque resultó algo tardío, presentó un gran color y una gran calidad de alcachofa.

Comprobamos la efectividad de combinar solarización (*Fotografía 8*), junto con la renovación anual del material vegetal, frente a los problemas de cultivo que aparecen en suelos donde se repite alcachofa desde hace años. Otra ventaja agronómica sería la posibilidad de realizar anualmente la incorporación al suelo de las plantas una vez finalizado el cultivo, en lugar de mantener las plantas durante dos campañas como suele hacerse cuando se multiplica por estaca.

El mercado demanda alcachofa todo el año y con estos cultivares conseguimos una gran flexibilidad a la hora de programar los calendarios de producción.

Se demuestra que la aplicación de ácido giberélico produce un importante adelanto en la entrada en producción, lo que se traduce en mejores precios de venta y una mejor distribución del periodo de recolección.

La investigación debería ir enfocada hacia cultivares que no precisen de la aplicación de ácido giberélico en trasplantes de verano (en las plantaciones de enero a mayo no se suele emplear).

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Deformación capítulo.



Fotografía 2. Atrofia capítulo.



Fotografía 3. Daños por frío.



Fotografía 4. Cvs. tipo “Calicó”.



Fotografía 5. Cvs. SYMPHONY F1.



Fotografía 6. Cvs. Nova G 6.



Fotografía 7. Cvs. ensayados.



Fotografía 8. Solarización.

TABLAS

Tabla 1. Plantas arrraigadas en los cultivares con tratamiento de ácido giberélico.

Nº	Tratados con AG3	% de arraigue
1	NUM 4011 F1	100%
2	AK-ALC 401	100%
3	LORCA	91%
4	OPERA F1	100%
5	NOVA GG	100%
6	AK-ALC 399	100%
7	SYMPHONY	100%
8	AK-ALC 400	100%
9	KENDO F1	100%
10	SAMBO F1	100%
11	B. DE TUDELA	89%
12	CALICÓ	67%

Tabla 2. Plantas arrraigadas en los cultivares sin tratar.

Nº	Testigos sin tratar	% de arraigue
1	NUM 4011 F1	100%
2	AK-ALC 401	100%
3	LORCA	100%
4	OPERA F1	100%
5	NOVA GG	100%
6	AK-ALC 399	100%
7	SYMPHONY	100%
8	AK-ALC 400	100%
9	KENDO F1	100%
10	SAMBO F1	100%
11	B. TUDELA	89%
12	CALICÓ	67%

Tabla 3. Producción comercial por planta. Cvs. tratados con ácido giberélico.

CULTIVAR	Producción Comercial			Destino	
	Kilos/planta	Capítulos/planta	Peso medio (g)	Kilos/planta	Capítulos/planta
KENDO F1	4,52 a	19 b c	239 b	0,28 d e	3 e
B. DE TUDELA	3,56 b	25 a	144 c d	0,84 a b c	9 b c
NUM 4011 F1	3,22 b c	22 a b	147 c	0,65 c d	8 c d
CALICÓ	2,75 b c d	9 f	319 a	0,09 e	1 e
SYMPHONY	2,72 b c d	17 c d	160 c	0,30 d e	3 d e
OPERA F1	2,67 b c d	18 b c d	149 c	0,27 d e	3 d e
NOVA G6	2,61 c d	18 b c d	143 c d	0,72 b c	9 b c
SAMBO F1	2,53 c d e	11 e f	241 b	0,20 e	2 e
LORCA	2,03 d e f	15 c d e	138 c d	0,94 a b c	11 a b c
AK-ALC 399	1,94 d e f	14 c d e	136 c d	1,15 a	13 a b
AK-ALC 400	1,67 e f	14 d e	119 d	1,18 a	15 a
AK-ALC 401	1,55 f	11 e f	137 c d	1,08 a b	12 a b c
CV	15,83	13,47	7,09	27,90	30,28
MDS	0,92	4,75	26,94	0,39	5,01

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según Test LSD de Fisher

*CV: Coeficiente de Variación

*MDS: Menor Diferencia Significativa

Tabla 4. Producción comercial por superficie. Cvs. tratados con ácido giberélico.

CULTIVAR	Producción Comercial		Destrio	
	kg.m ⁻²	Capítulos.m ⁻²	kg.m ⁻²	Capítulos.m ⁻²
KENDO F1	3,39 a	14 a b	0,21	d e
NUM 4011 F1	2,41 b	16 a	0,49	c d
B. DE TUDELA	2,41 b	17 a	0,55 b c	6 c d
SYMPHONY	2,03 b c	13 a b c	0,22	d e
OPERA F1	2,00 b c	13 a b	0,2	d e
NOVA G6	1,96 b c	14 a b	0,54 b c	7 b c
SAMBO F1	1,89 b c d	8 d e	0,15	e
AK-ALC 399	1,45 c d	11 b c d	0,86 a	10 a b
LORCA	1,44 c d	11 b c d	0,67 a b c	8 a b c
CALICÓ	1,37 c d	4 e	0,04	0 e
AK-ALC 400	1,25 c d	10 b c d	0,89 a	11 a
AK-ALC 401	1,16 d	8 c d e	0,81 a b	9 a b c
CV	18,91	18,63	29,1	31,05
MDS	0,79	4,76	0,3	3,76

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según Test LSD de Fisher

Tabla 5. Distribución de capítulos por peso medio en cultivares tipo Calicó.

TRAT	Cultivar	>250 g	Entre 250-200 g	>150 g
AG	SAMBO F1	33%	36%	31%
TEST	SAMBO F1	44%	32%	25%
AG	KENDO F1	43%	30%	28%
TEST	KENDO F1	37%	38%	25%
AG	Calicó	57%	17%	26%
TEST	Calicó	48%	20%	32%

Tabla 6. Producción comercial por planta. Cvs. testigos sin tratar con AG3.

CULTIVAR	Producción Comercial			Destrio	
	Kilos/planta	Capítulos/planta	Peso medio (g)	Kilos/planta	Capítulos/planta
KENDO F1	3,65 a	14,39 b c	254 b	0,60 b c	3,00 c d e
SAMBO F1	3,57 a	11,94 c d	300 a	0,16 f	1,67 e
B. DE TUDELA	3,56 a	24,71 a	144 e	0,84 a b	9,48 a
NUM 4011 F1	3,38 a	18,83 b	179 c d	0,29 d e f	3,00 c d e
SYMPHONY F1	2,76 a b	13,61 b c	203 c	0,12 f	1,33 e
OPERA F1	2,58 a b	13,78 b c	187 c d	0,25 e f	2,61 d e
CALICÓ	2,26 b c	7,00 d	318 a	0,11 f	1,00 e
AK-ALC 401	2,22 b c	13,39 b c	165 d e	0,64 b c	6,06 b c
NOVA G6	2,01 b c	12,61 c	158 d e	0,47 c d e	5,22 c d
AK-ALC 399	1,76 b c	10,28 c d	172 d e	0,94 a	8,56 a b
LORCA	1,67 b c	11,28 c d	148 e	0,53 c d	5,28 c d
AK-ALC 400	1,36 c	9,39 c d	145 e	0,46 c d e	5,17 c d
CV	19,80	18,69	6,87	24,87	32,47
MDS	1,12	5,53	29,90	0,25	3,12

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según Test LSD de Fisher

Tabla 7. Efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre la producción por planta.

TRAT	Producción Comercial			Destrio	
	Kilos/planta	Capítulos/planta	Peso medio (gramos)	Kilos/planta	Capítulos/planta
CON AG3	2,65	16,01	173	0,64	7,52 a
TESTIGO	2,57	13,43	198	0,45	4,36 b
CV	33,97	33,17	32,74	65,34	70,94
MDS	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	2,45

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según Test LSD de Fisher

FIGURAS

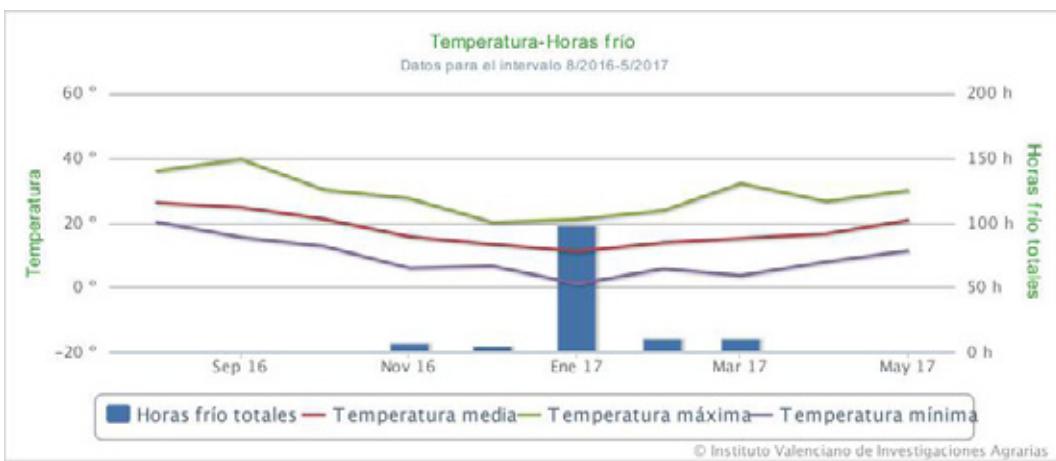


Figura 1: Temperaturas y horas frío durante el cultivo.

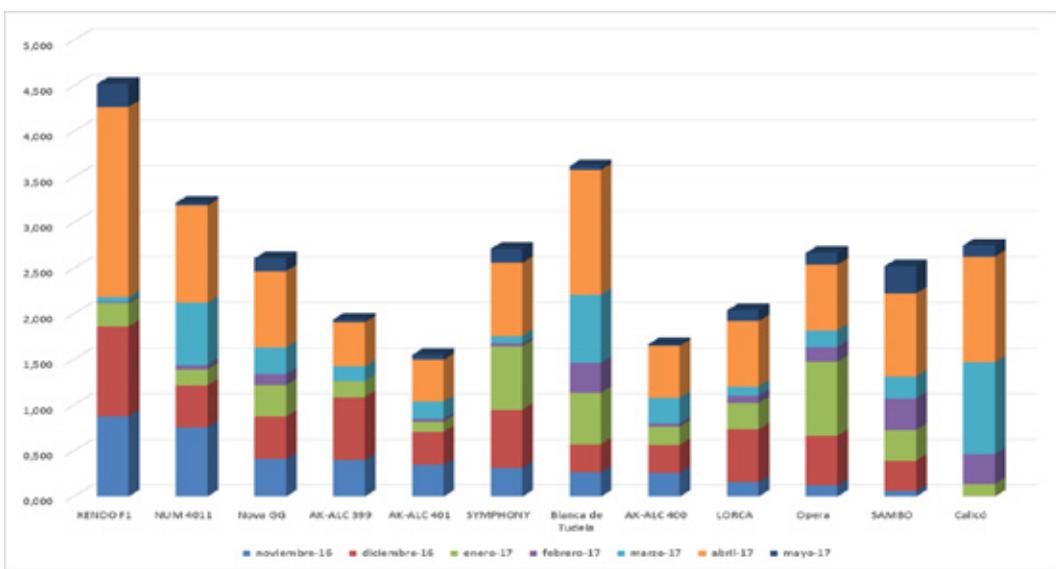


Figura 2: Producción Comercial Mensual (kg.planta^{-1}) en cvs. tratados con AG3.

3 PUBLICACIONES. COMPUSTAS.

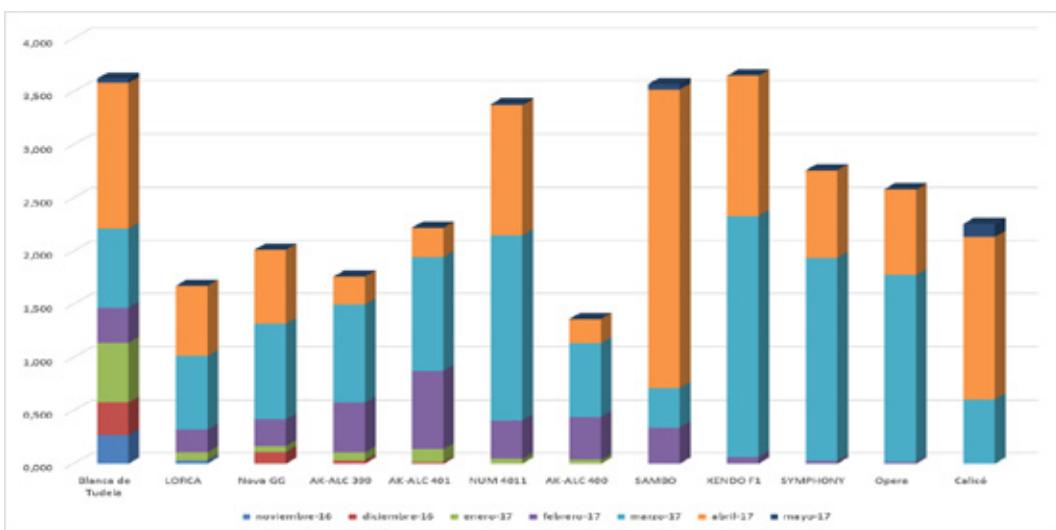
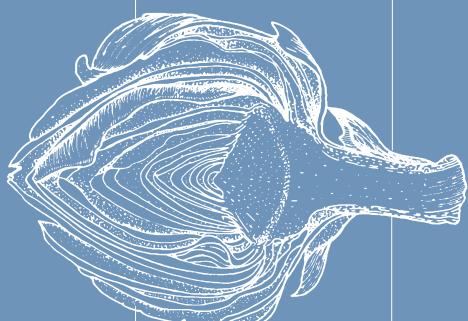
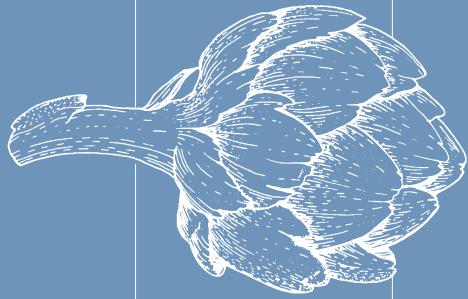


Figura 3: Producción Comercial Mensual (kg/planta) en cvs. testigos sin tratar.

OTROS TEMAS



BUENAS PRÁCTICAS HIGIÉNICAS PARA CONTROL DE VIRUS DE CONTACTO EN INVERNADERO

Ruiz-García, M.L.; García-García, M.C.; Janssen, D.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA) Centro La Mojónera, Almería.

RESUMEN

Debido al aumento de las virosis de hortícolas cuya transmisión se produce mecánicamente, por contacto, por suelo o por semilla, desde el IFAPA, y como un objetivo del proyecto AVA201601.7 se determinó la necesidad de prospectar al sector hortícola. El objetivo es recabar, a través de expertos, la información relativa a las buenas prácticas higiénicas utilizadas y recomendadas en el caso de este tipo de infecciones víricas afecten a hortalizas cultivadas en invernadero.

Se determinó el uso de la metodología Delphi, con la consiguiente elaboración de un amplio panel de expertos, procedentes de diferentes subsectores de la horticultura. Los expertos opinaron de forma independiente, con objeto de minimizar el efecto de la presión social y otros aspectos de comportamiento de pequeños grupos. Los expertos cumplimentaron un completo cuestionario, consistente en 25 preguntas de selección múltiple y 5 preguntas abiertas, en el que se abordan diferentes temáticas relativas al origen biótico/abiótico de los principales daños en los cultivos; cuantificación de patologías víricas y vector de transmisión; realización de analíticas patológicas; desinfección de herramientas; uso de medidas profilácticas diversas; empleo de guantes y calzas; control de visitas en finca; productos desinfectantes de herramientas y dosis recomendadas.

Como resultado final se elaboró el informe Delphi, que cuantifica las respuestas del panel de expertos y recoge con los datos tratados estadísticamente, una compilación del conocimiento aplicado/recomendado en buenas prácticas higiénicas para el control de virus de contacto en invernadero.

Palabras clave: hortalizas, desinfectantes, buenas prácticas.

INTRODUCCIÓN

Según datos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, la horticultura intensiva en invernadero de la provincia de Almería supera ya el 60% de la producción hortícola de la Comunidad Autónoma de Andalucía, con la puesta en el mercado de cerca de 3,7 millones de toneladas de frutas y hortalizas cuya comercialización reportó en la campaña 2016-2017 más de 3.150 millones de euros. La superficie invernada alcanzó las 30.654 ha. Los problemas más importantes para los productores son principalmente los derivados de los bajos

precios de la producción (93%) y la subida de los costes de la misma (83%). Pero, seguidamente (71%), para los productores, los problemas causados por plagas y enfermedades son lo más importantes (García-García *et al.*, 2016). No es casualidad que, después de la introducción de la fertirrigación, el siguiente gran cambio en la horticultura intensiva haya sido la aplicación del control integrado, la revolución verde. Actualmente, la lucha integrada se usa en 25.715 hectáreas de invernaderos (Cajamar, 2017).

Desde el IFAPA, y como objetivo del proyecto “Innovación sostenible en horticultura protegida” (AVA201601.7), se determinó la necesidad de prospectar al sector hortícola para aportar información acerca del estado en que se encuentra el manejo de los cultivos hortícolas en invernadero, con especial interés en problemas derivados de inputs y del propio manejo de los cultivos. Esta prospección sirve de guía a los sectores involucrados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la aplicación de una metodología prospectiva en el sector hortícola se optó por un método cualitativo de pronóstico y comprobación, denominado Método Delphi (Linstone y Turoff, 1975). Este procedimiento utiliza a un Panel de Expertos anónimos que opinan de forma independiente, con objeto de minimizar el efecto de la presión social y otros aspectos de comportamiento de pequeños grupos. Mediante el método Delphi se pretende conseguir un consenso basado en la discusión entre estos expertos mediante un proceso interactivo. El núcleo de la técnica lo forman cuestionarios que debe contestar cada experto. Una vez analizados los resultados globales, se vuelve a realizar el cuestionario que deberán contestar los mismos expertos, tras darles a conocer los resultados obtenidos en la consulta anterior. El proceso puede repetirse varias veces hasta alcanzar cierto nivel de consenso; en nuestro estudio se realizaron dos iteraciones. Finalmente, el responsable del estudio elaborará sus conclusiones a partir de la explotación estadística de los datos obtenidos. Por tanto, existen al menos tres fases: en la primera se envía un cuestionario a un grupo de expertos, en la segunda se prepara un resumen de la primera fase, y en la tercera fase se prepara un resumen de la segunda fase.

En el presente estudio, realizado entre enero y marzo del 2018, contamos con un panel inicial de 52 expertos, que formaban una amplia representación de profesionales del sector hortícola (investigadores, ingenieros de cooperativas, asesores de industria auxiliar). El cuestionario constó de 25 preguntas de selección múltiple y 5 preguntas abiertas donde se solicitaron respuestas cortas. Mediante estas preguntas, formuladas después de varias pruebas pilotos con algunos expertos, hemos buscado la opinión sobre problemas encontrados en los cultivos hortícolas en invernadero, problemas que pueden tener su origen en la semilla, en virus transmitidos por semilla y/o contacto, y en cómo se obtiene la confirmación de la etiología de estos problemas; cuestiones sobre las prácticas de manejo del cultivo que pueden estar relacionadas con estos problemas;

la profilaxis y el control de enfermedades transmitidas por contacto; y preguntas sobre productos y técnicas de desinfección del invernadero. El cuestionario, contestado de manera anónima, incluía también 4 preguntas para catalogar a los expertos en función de la edad, género, marco profesional, y una opinión de autoevaluación como experto en la materia del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, realizado entre enero y marzo del 2018, enviamos el cuestionario a 167 expertos, de los cuales contestaron 52 que formaron el panel de expertos en la primera iteración. Se calcula una edad media de 47,4 años, siendo 77% hombres y 23% mujeres, conformando una amplia representación de profesionales del sector hortícola intensivo (investigadores, ingenieros de cooperativos, asesores de industria auxiliar), tanto del sector privado (73%) como de la administración pública (27%). Una vez recibidos los cuestionarios cumplimentados, se envió el resumen al panel, invitando a los expertos a contestar de nuevo el cuestionario considerando las opiniones recibidas. En la segunda vuelta del estudio colaboraron 25 expertos.

El éxito de la horticultura protegida depende de la medida en que el productor logra optimizar sus recursos bióticos y abióticos. Entre los primeros están las propias semillas y plántulas del cultivo, organismos de control biológico, polinizadores, etc. Y en segundo, se encuentran desde la propia instalación del invernadero, con o sin sistemas de exclusión de insectos y control climático, el tipo de suelo/sustrato, el manejo de la fertilización, etc. Ambos recursos pueden verse afectados y causar daños al cultivo. Los expertos opinan que ocasionalmente ocurren problemas de origen abiótico, y que pueden ser derivados del riego, de la fertilización, temperaturas y humedades extremas, etc. En cambio, los principales problemas con los que se enfrenta, y además frecuentemente, el productor, son de origen biótico, y son los derivados de plagas y enfermedades (*Fig. 1*).

Profundizando en el aspecto biótico de los problemas, el 63,2 % de los expertos cree que entre 1 y 10% de los casos pueden estar transmitido por semilla, contacto y/o mecánicamente. El 26,3% de los expertos opina igual con una frecuencia del 11-50%, y una fracción menor (10,5%) cree que incluso podría ser entre el 51 y 90%. Cuando se pregunta, ¿en estos casos, qué porcentaje considera que puede ser debido a virus? muchos opinan que así es en más de un 50% (*Fig. 2*). De los virus que son transmitidos por semilla, contacto y/o mecánicamente, se cree que los más importante actualmente son *Pepino mosaic virus* (PepMV) y *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV), seguido por *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Pepper mild mottle virus* (PMMoV), y *Tobacco mosaic virus* (TMV).

Son los asesores técnicos de las empresas comercializadoras o de los almacenes de insumos los que generalmente alertan al agricultor de la presencia de una patología que se transmite por contacto. También los asesores independientes tienen un papel importante en el traspaso de información al productor.

Los laboratorios de la administración pública o independientes diagnostican la presencia de este tipo de patologías. Otras entidades o personas físicas que informan son las empresas de semillas, otros agricultores, o incluso los propios productores solicitando algún tipo de análisis; aunque estos últimos son la minoría (*Fig. 3*). De hecho, un 68% del Panel de Expertos opina que solo ocasionalmente se realizan análisis para diagnosticar el posible patógeno.

La profilaxis y el control de enfermedades transmitidas por contacto, como los virus relacionados, dependen mucho del manejo de los cultivos, las herramientas utilizadas y los movimientos de personas. En Almería, hay unos 1.000 ha de cultivo protegido de judía. Es un cultivo con una alta demanda en mano de obra, y según los expertos, el manejo es casi 100 % manual, sin uso de tijeras ni de cuchillos. Esto no sucede así durante los manejos de poda y destallado en el caso de cultivos de cucurbitáceas (calabacín, pepino, melón, sandía), donde estas herramientas se utilizan sobre todo en la recolección. El uso de tijeras y/o cuchillos es muy habitual en la recolección de cultivos de solanáceas (pimiento, tomate, berenjena), pero también a menudo en la poda y destallado de pimiento y berenjena. El tomate es el cultivo donde más se utilizan estas herramientas en los tres tipos de operaciones.

Aunque hay división de opinión, la mayoría de los expertos (56%) opina que solo ocasionalmente asesores y visitantes utilizan guantes o toman alguna medida profiláctica alternativa. Cuando nos centramos en el manejo de cara a problemas transmitidos mecánicamente o por contacto en el invernadero, igualmente la mayoría opina que solo ocasionalmente se utilizan guantes o el personal agrícola se desinfecta las manos (*Fig. 4*). Algo menos (56%) de los expertos creen que, de manera ocasional, el personal se cambia de guantes o limpia sus manos periódicamente. Debemos mencionar que el 20% cree que esto se hace a menudo, y el 12%, que lo hacen siempre. Encontrarse con problemas infecciosos que se transmiten por contrato y/o mediante herramientas debería inducir a marcar plantas o zonas plantadas dentro del invernadero. El 12% de los expertos opina que esto siempre ocurre; y un 32% de ellos cree que esto se hace frecuentemente. Sólo el 24% opina que se marcan plantas o zonas afectadas ocasionalmente.

La mayoría (68%) de los expertos opina que los productores ocasionalmente aplican el abonado en verde con restos vegetales. El 12% de ellos opina que esto ocurre a menudo, pero el 20% cree que se hace nunca.

El control de una enfermedad transmitida por contacto puede depender de si el campo de acción de los operarios es limitado o si se mueven muchos en varias zonas e invernaderos. El 16% de los expertos cree que frecuentemente los operarios se limitan a trabajar en determinadas zonas. En cambio, el 44% de ellos cree que lo hacen ocasionalmente, pero el 24 % nunca. El 16% de los expertos opina que las últimas zonas que se manipulan del invernadero son siempre las más afectadas, aunque la mayoría de ellos, el 32%, cree que esto se hace solo ocasionalmente. En el manejo de enfermedades transmitidas por contacto puede ser importante que los operarios estén debidamente informados de que ellos

mismos pueden ser transmisores de la enfermedad. La mayoría, el 36%, de los expertos cree que esta información se proporciona ocasionalmente, y el 16% de ellos cree que esto ocurre siempre. En el mismo sentido se advierten a los operarios de que no pueden repetir vestuario, guantes, etc. lo que ocurre siempre, según el 20% de los expertos.

Mientras que las preguntas anteriores son enfocadas a la prevención de la diseminación de enfermedades por contacto, en un siguiente capítulo preguntamos a los expertos sobre las herramientas y la forma de utilizarlas en la desinfección. Nos han proporcionado una lista de materias activas usadas para desinfectar herramientas: lejía (hipoclorito sódico) al 10-15%; sosa; ácido benzoico al 1-3%; peróxido de hidrógeno/agua oxigenada (H_2O_2), fosfato trisódico; leche desnatada; alcoholes; hipoclorito cálcico.

La mayoría (52%) de los expertos cree que entre el 1 y el 10 % de los invernaderos tiene un recipiente con desinfectante en la entrada/antesala. Así opinan 48% en cuanto a la presencia de recipientes con desinfectante al principio de las líneas de cultivo, o el 40% de que el operario tenga tal recipiente asido al cinturón del operario, o el 44% de que haya tal recipiente presente en el carro de trabajo. En caso de sumergir las herramientas en un desinfectante, realmente no se contempla el tiempo de exposición: el 40% de los expertos opina que no se hace nunca, y el 36% dice que se hace ocasionalmente. En cambio, los recipientes de desinfección son adecuadamente mantenidos: solo el 12% de los expertos cree que no se hace nunca. En cuanto al acceso y mantenimiento de instalaciones, la gran mayoría (70,8%) opina que muy pocos (1-10% de los invernaderos) tienen un vado o una alfombra en la entrada del invernadero. El 60% de los expertos cree que solo ocasionalmente se desinfectan las paredes en instalaciones de los invernaderos.

La sanidad de la semilla es lo más importante y crítico para 12 de los 25 expertos en el marco de infecciones de virus transmitidos por semilla, contacto y/o mecánicamente, seguido por la sanidad de la plántula (7 de 25), la desinfección del suelo o sustratos, y de herramientas (4 de 25). Puntos importantes también son las visitas al cultivo por parte de terceros sin las debidas medidas profilácticas, abono en verde con restos vegetales (3 de 25), entre otros.

La desinfección del suelo es una práctica cultural generalizada. Según otro estudio reciente, el 97,5 % de los productores manifiestan que desinfectan el suelo o el medio de cultivo (García-García *et al.*, 2016). La solarización es una técnica para la desinfección del suelo que aprovecha la energía de la radiación solar. Consiste en acolchar el suelo húmedo durante 4-6 semanas con plástico transparente y fino (generalmente PE de 100 a 200 galgas), en la época de mayor temperatura y radiación solar. La solarización produce en el suelo un aumento de la temperatura, cambios en la microflora y cambios en las propiedades físico-químicas del mismo. La eficacia de la solarización se mejora con la combinación con productos químicos (solarización mixta) u orgánicos (biosolarización) (Perez *et al.*, 2015). Respecto al sistema de solarización utilizado, el 60% se decanta

por la solarización mixta, mientras que un 30% utilizan la solarización pura. En la solarización mixta la materia activa más utilizada por los productores ha sido el metam-sodio, en un 74 % de los casos (García-García *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

Las virosis transmitidas por insectos vectores, la falta de eficacia de tratamientos químicos, y el consumidor exigiendo alimentos libres de residuos, han causado un cambio radical en el control de plagas en los invernaderos del sur-este de España. La “revolución verde” a partir de los años 2000, introdujo el uso de control biológico e integrado en gran parte de los cultivos bajo plástico, acompañando mejoras estructurales de las instalaciones. El agricultor de hoy es muy consciente de cómo pocos insectos-vectores pueden causar grandes daños al transmitir virus. Pero quizás se necesite otra “revolución” y un cambio en infraestructuras y en la manera de manipular los cultivos. Acontecimientos como la introducción y diseminación de PepMV, y más recientemente, de nuevas cepas de CGMMV, deberían hacernos revisar los controles de calidad de semillas. Los expertos en el presente estudio Delphi también abogan por una mejora de las medidas profilácticas y protocolos de trabajo, lo cual implica que tenemos todavía un camino importante que recorrer hacia una horticultura segura y aún más rentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAJAMAR. 2017. *Análisis de la Campaña Hortofrutícola de Almería en la campaña 2016/2017*. Informes/Documentos Técnicos 56, Almería.
- CAMPOS-CLIMENT, V.; APETREI, A.; CHAVES-ÁVILA, R. 2012. *Delphi method applied to horticultural cooperatives*. Management Decision 50: 1266-1284.
- GARCÍA, M.C.; CÉSPEDES, A.J.; LORENZO, P.; PÉREZ-PARRA, J.J.; ESCUDERO, M.C.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; BAEZA, E.; LÓPEZ, J.C.; MAGÁN, J.J.; FERNÁNDEZ, M.D.; PARRA, S.; MECA, D.E.; GÁZQUEZ, J.C.; GARCÍA, R.; PÉREZ, C. 2016. *El sistema de producción hortícola protegido de la provincia de Almería*, Eds. García M.C., Céspedes A.J., Pérez Parra J.J., Lorenzo P. IFAPA, Sevilla, 179 pp.
- LINSTONE, H.A.; TUROFF, M. 1975. *The Delphi Method: Techniques and Applications*. Wesley Publishing Company, 620 pp.
- PÉREZ, A.; MARTÍN, E.; GIMÉNEZ, M.; FERNÁNDEZ, M.M.; GÓMEZ, J. 2015. *Eficacia de la solarización y biosolarización en cultivos enarenados contra patógenos fúngicos de suelo*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 1-20 p.
- SAYADI, S.; RUIZ-AVILÉS, P. 2011. *Ciencia y tecnología al servicio del desarrollo del sistema agroalimentario andaluz. Una especial referencia a la producción agroalimentaria de Jaén*. ISBN 978-84-92876-13-6. Instituto de Estudios Jienenses. Junta de Andalucía. 356 páginas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido realizado con financiación de FEDER con el proyecto IFAPA AVA201601.7 “Innovación sostenible en horticultura protegida”. Agradecemos especialmente a los 52 miembros anónimos del primer Panel de Expertos, y a los 25 miembros que formaron el Panel en la segunda vuelta. También damos gracias a Javier García, José Figueredo, Ángel Martínez y Antonia González por ayudarnos durante la preparación del cuestionario.

FIGURAS

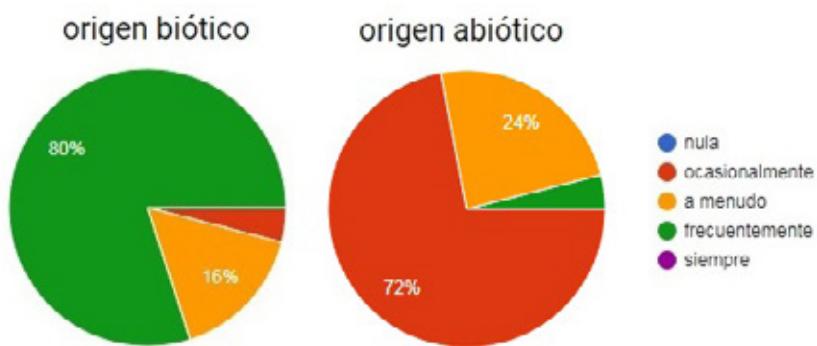


Figura 1. Distribución de las opiniones del Panel de Expertos sobre el origen de los problemas en cultivos de invernadero.

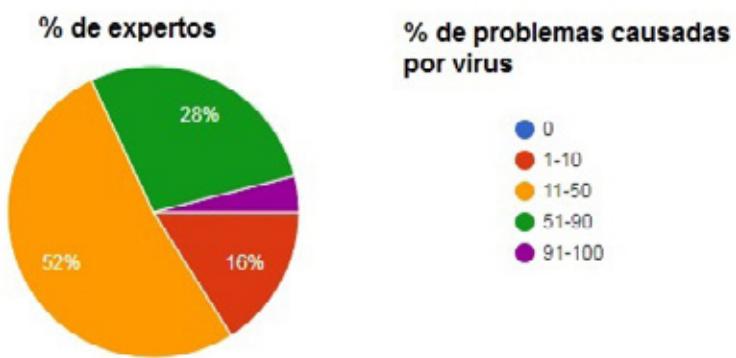


Figura 2. Opinión del Panel de Expertos sobre virus como causa de problemas de origen biótico.

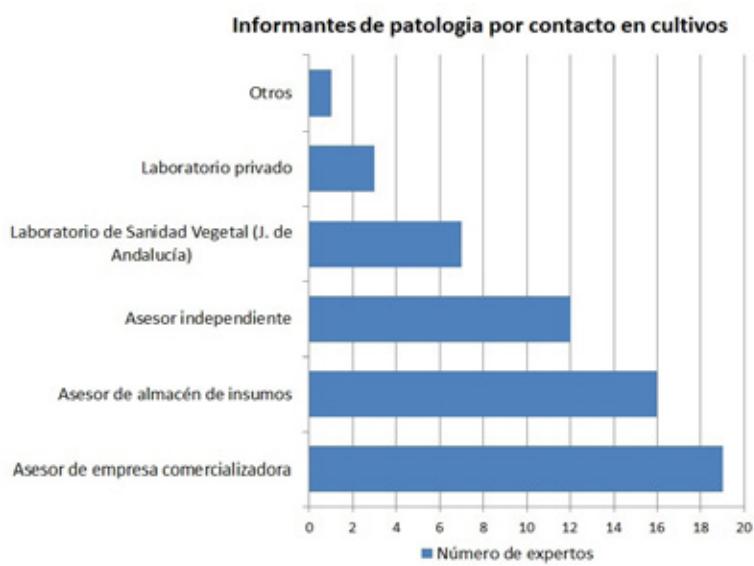


Figura 3. Fuentes de información al agricultor sobre la presencia una patología que se transmite por contacto.

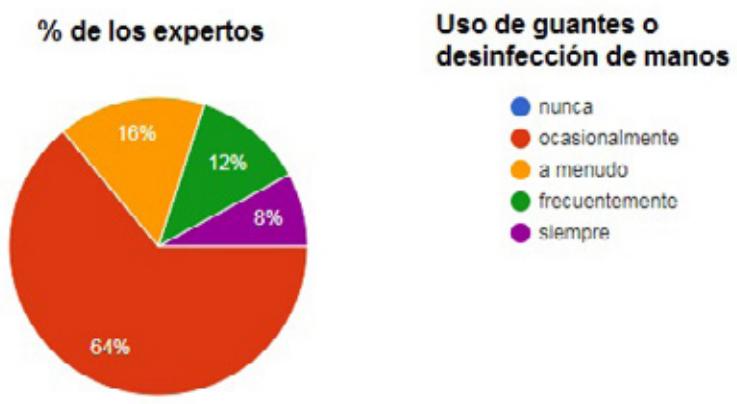


Figura 4: Opinión del Panel de Expertos sobre el uso de guantes o la desinfección de manos por los productores.

FORMACIÓN INSTITUCIONAL EN APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS. CARNÉ DE FUMIGADOR

Lara Acedo, L.; Fernández Fernández, M.M.

Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA) Centro La Mojonera, Almería.

RESUMEN

El Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, estableció el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, exigiendo a partir de noviembre de 2015, unos requisitos de formación para usuarios profesionales y vendedores que incluían como novedad, un nuevo nivel de capacitación para los aplicadores que realicen tratamientos con productos fitosanitarios que sean o generen gases tóxicos, como es el caso de los productos para la desinfección del terreno, previo a la siembra, trasplante o plantación. Dicho nivel de capacitación se acredita mediante el carné de fumigador.

El Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica (IFAPA), como organismo responsable de la formación de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, ha desarrollado los cursos de formación necesarios para la obtención del carné de fumigador, ha elaborado los materiales didácticos y ha impartido los cursos de formador de formadores necesarios para la acreditación del profesorado y de las entidades privadas que se quieran homologar para impartirlos.

En la presente comunicación, se mostrará cómo ha evolucionado la demanda formativa de sector agrícola andaluz respecto a los cursos de fumigador desde la entrada en vigor de esta normativa, se expondrán los contenidos de los cursos, el acceso a los materiales didácticos y se abordarán las cuestiones frecuentes en torno a esta nueva capacitación necesaria para aplicar los productos fumigantes.

Palabras clave: fumigantes, 1,3 dicloropropeno, cloropicrina, metam sodio, metam potasio, dazomet, fosfuro de aluminio, fosfuro de magnesio.

INTRODUCCIÓN

En el año 2012, se publicó la normativa en la que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, mediante la reducción de los riesgos y los efectos de su uso en la salud humana y el medio ambiente y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativas, tales como métodos no químicos (Real Decreto 1311/2012). Además, se regula la aplicación y el desarrollo reglamentario de ciertos precep-

tos relativos a la comercialización, la utilización y el uso racional y sostenible de los productos fitosanitarios establecidos en la Ley de Sanidad Vegetal (Ley 43/2002).

En esta normativa, también se establecen las necesidades formativas para los usuarios profesionales y vendedores de productos fitosanitarios. De forma que, además de los carnés de aplicador de productos fitosanitarios básico, cualificado y piloto aplicador, se establecía un nuevo nivel de capacitación, el carné de fumigador, para los aplicadores que realicen tratamientos con productos fitosanitarios que sean o que generen gases tóxicos. Además, también se especificaba que sólo podrán suministrarse estos productos a los profesionales titulares de dicho carné. El plazo establecido para estar en posesión del carné fue el 26 de noviembre de 2015.

Esta normativa vino a sustituir la Orden de 8 de marzo de 1994 (BOE núm. 63), que regulaba la homologación de cursos de capacitación para realizar tratamientos con plaguicidas y la Orden PRE/2922/2005 de 19 de septiembre (BOE núm. 228), por la que se modificaba la anterior.

En la Comunidad Autónoma de Andalucía, este Real Decreto tiene su desarrollo normativo en el año 2016 (Decreto 96/ 2016), regulándose entre otras, cuestiones como la designación del Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaría y de la Producción Ecológica de Andalucía (IFAPA), como órgano responsable de la formación de los usuarios profesionales de productos fitosanitarios.

MATERIAS DE FORMACIÓN

Los fumigantes son productos fitosanitarios que son o que generan gases tóxicos. Algunos se utilizan para la desinfección del terreno, previo a la siembra, trasplante o plantación, como son los formulados a base de las sustancias activas metam sodio, metam potasio, dazomet, 1,3 dicloropropeno y cloropicrina. Otros, como son los productos formulados a base de las sustancias activas fosfuro de aluminio y fosfuro de magnesio, se usan para proteger el producto de la cosecha que se encuentra almacenada y que está expuesta a insectos, hongos, roedores o aves.

El importante papel de los fumigantes en la agricultura, ha generado una gran demanda por parte de los usuarios profesionales, para la obtención del correspondiente carné. Para ello, es imprescindible haber obtenido previamente el carné básico o cualificado y recibir la formación adecuada.

El IFAPA ha establecido la programación didáctica del curso de Aplicador de Productos Fitosanitarios Nivel Fumigador a desarrollar en Andalucía, con una duración de 25 h lectivas teórico-prácticas y que es aplicable tanto a cursos propios como a los que se imparten por entidades homologadas. Además, ha elaborado un manual para el alumno (Lara *et al.*, 2017), en el que se desarrollan todas las materias formativas especificadas en la normativa, divididas en 15 unidades didácticas.

Este manual incluye aspectos generales relacionados con los productos fitosanitarios, como son la interpretación de etiquetas y fichas de datos de seguridad, el mantenimiento, regulación, calibración, revisión e inspección de los equipos de aplicación, la trazabilidad, las buenas prácticas fitosanitarias, la seguridad social agraria, el transporte y almacenamiento y la legislación. También aborda aspectos específicos, como es la problemática fitosanitaria de los suelos agrícolas y los productos vegetales almacenados, con el objetivo de concienciar a los profesionales del sector, de la necesidad de realizar un diagnóstico adecuado antes de aplicar un tratamiento de fumigación. Otro tema importante asociado al uso de fumigantes, es evitar los riesgos, por ello se dedica buena parte del temario a la planificación de las fumigaciones, a la preparación y señalización de las mercancías, recintos y zonas a fumigar y al conocimiento del modo de acción, distinguiendo entre fumigantes de suelo y fumigantes para la protección de los productos vegetales almacenados. Especial atención se dedica a los peligros específicos para la salud y a la descripción de los detectores de gases, filtros, máscaras y otros elementos de seguridad. Además, se abordan especificaciones concretas sobre técnicas y equipos de fumigación, puesto que existen diferentes formulaciones desarrolladas para los diferentes sistemas de aplicación. Cabe destacar la parte dedicada a factores a considerar en la aplicación, ya que los fumigantes formulados con las sustancias activas 1,3 dicloropropeno, cloropicrina y 1,3 dicloropropeno+cloropicrina, que se utilizan para la desinfección del suelo, actualmente, tienen autorizaciones excepcionales de uso de 120 días al año, limitadas a un cultivo y una zona geográfica determinada y sólo pueden utilizarse en el periodo establecido en dicha autorización excepcional. Estas autorizaciones son publicadas cada año por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (www.mapama.gob.es/es/). Una parte importante del temario está dedicada a las prácticas, realizando tanto ejercicios de cálculo de dosificación y aplicación, como prácticas de campo. Por último, se ha incluido una unidad didáctica en la que se describen métodos no químicos para la desinfección de suelos, como alternativa a la utilización de fumigantes y en la línea del R.D. 1311/2012 de uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Paralelamente, el IFAPA ha puesto en marcha el curso de Formador de Formadores en Aplicación de Productos Fitosanitarios Nivel Fumigador, dirigido a los profesionales que quieran homologarse como personal docente de los cursos de fumigador.

EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA FORMATIVA PARA LA OBTENCIÓN DEL CARNÉ DE FUMIGADOR

El R.D.1311/2012 de uso sostenible establece que los usuarios profesionales y vendedores deben estar en posesión del carné a partir del 26 de noviembre de 2015. Desde la publicación de esta normativa, el IFAPA ha planificado la programación de cursos, en función de la demanda del sector.

En la *Figura 1* se representan el número de cursos de fumigador impartidos por el IFAPA en las diferentes provincias, indicando el número de alumnos por año,

desde 2013 hasta el mes de mayo de 2018. Como puede observarse, ya en 2013 se impartieron dos cursos en la provincia de Almería, para responder a las solicitudes registradas. Al año siguiente, también se impartieron en Almería, Huelva y Málaga. El número de cursos se fue incrementando a lo largo de estos años, cubriendo las necesidades demandadas por el sector.

Almería y Huelva son las dos provincias donde mayor número de cursos se han impartido, debido a la necesidad de aplicación de fumigantes de suelo en cultivos hortícolas protegidos y en fresa respectivamente. También en Cádiz, por las aplicaciones en cultivos ornamentales y en Granada, por los cultivos hortícolas, se han impartido estos cursos. En el resto de las provincias la demanda es mucho menor, ya que las restricciones de uso de algunos de los productos fumigantes limita las aplicaciones a muy pocos cultivos y/o en períodos del año muy concretos, lo que hace que su uso en agricultura no protegida sea minoritario. Respecto a los fumigantes de productos vegetales almacenados, su uso también está bastante limitado.

En total, a lo largo de estos años, han accedido a la formación en los centros IFAPA, 2.135 personas. Cabe destacar que este carné no es homologable con ninguna otra titulación, por lo que además de los agricultores, una gran cantidad de técnicos también han realizado estos cursos.

Además, en el año 2013 se impartieron tres cursos de Formador de Formadores en Aplicación de Productos Fitosanitarios Nivel Fumigador, en las provincias de Granada, Huelva y Cádiz.

En el año 2017, el IFAPA puso en marcha el procedimiento de acreditación de entidades para la impartición de cursos de fumigador. Además, este año se realizaron dos nuevas actividades de Formor de Formadores en Aplicación de Productos Fitosanitarios Nivel fumigador, en la provincia de Almería.

En la *Figura 2*, se representa el número de cursos impartidos por las entidades homologadas durante este año y los primeros 5 meses de 2018. Es en Almería donde las entidades han impartido mayor número de cursos de toda Andalucía, seguida de Granada. En total, en este periodo, han hecho el curso de fumigador 8.110 personas.

Actualmente, la demanda formativa sigue vigente. El IFAPA sigue impartiendo estos cursos y, además, es el órgano encargado de supervisar las actividades de formación desarrolladas por las entidades acreditadas y de realizar los exámenes.

CONCLUSIONES

El IFAPA, como organismo responsable de la formación en aplicación de productos fitosanitarios en Andalucía, ha dado respuesta a los requisitos establecidos en el RD 1311/2012, poniendo en marcha los mecanismos necesarios para la impartición de los cursos de Aplicación de Productos Fitosanitarios Nivel fumigador, permitiendo el acceso a la formación correspondiente de 10.245 personas,

desde 2013 hasta mayo de 2018. Dichos mecanismos permitirán dar respuesta a la demanda previsible, a corto y medio plazo, de profesionales del sector agrario que necesiten acreditar sus conocimientos en la aplicación de productos fumigantes, a través de la obtención del carné correspondiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto 96/2016, de 3 de mayo, por el que se regula la prevención y lucha contra las plagas, el uso sostenible de productos fitosanitarios, la inspección de equipos para su aplicación y se crea el censo de equipos de aplicación de productos fitosanitarios. Boletín de la Junta de Andalucía. Sevilla, 9 de mayo de 2016, núm.86, pp. 17-50.

LARA, L. et al. (2017). *Aplicador de productos fitosanitarios. Nivel fumigador*. Sevilla. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. <http://www.servifapa.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/contenidoAlf?id=74d844d4-e6ef-41bf-boaa-80f19c09c35b&l=material>

Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal. Boletín Oficial del Estado. Madrid, 21 de noviembre de 2002, núm. 279, pp.40970-40988.

Real Decreto 1311/2012 de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. Boletín Oficial del Estado. Madrid, 15 de septiembre de 2012, núm. 22, pp. 65127-65171.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto PP.FAI 201400.5 Formación Institucional en Aplicación de Plaguicidas. Cofinanciado al 90% con Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER 2014 - 20).

FIGURAS

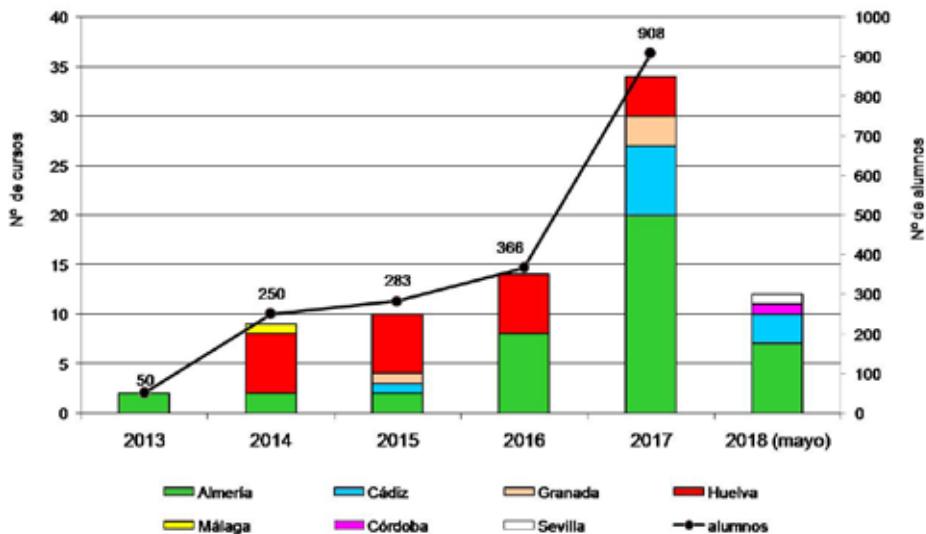


Figura 1. Cursos de Aplicador de Productos Fitosanitarios Nivel Fumigador, impartidos por el IFAPA. En el eje de la izquierda se representa el número de curso por provincia y año. En el eje de la derecha, el número de alumnos por año.

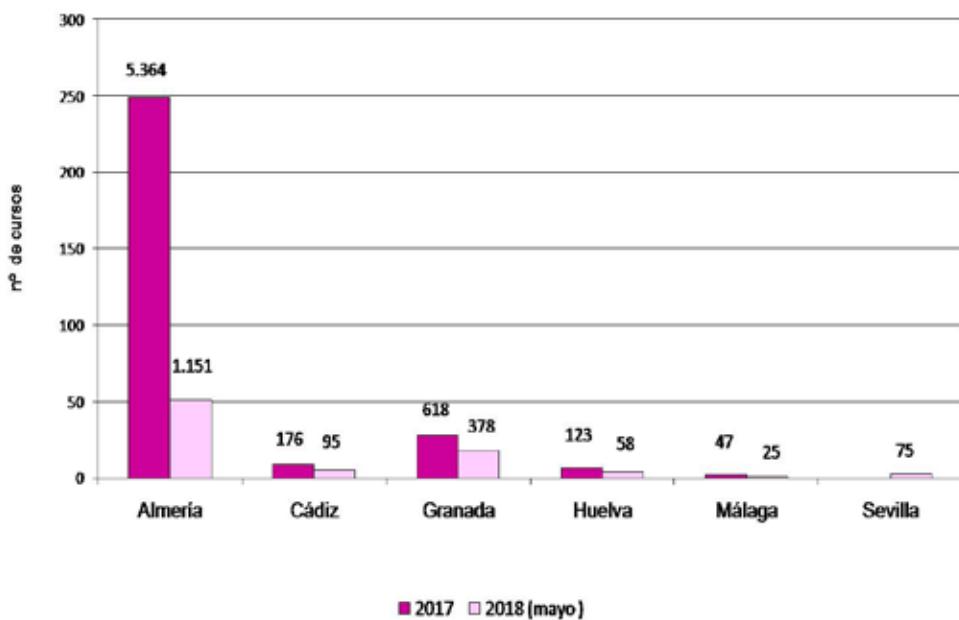


Figura 2. Cursos de Aplicador de Productos Fitosanitarios Nivel Fumigador, impartidos por entidades acreditadas en las distintas provincias durante los años 2017 y 2018. El dato sobre cada columna representa el nº de alumnos que han realizado el curso.

