

# **XLVII SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA**

**Murcia, 2017**





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

# **XLVII SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA**

Murcia, 2017

## **Editores:**

Josefa López Marín  
L.Fernando Condés Rodríguez  
Pedro Cermeño Sacristán

**Edita:**

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

**Distribución:**

Paseo de la Infanta Isabel, 1  
28014 Madrid  
Teléfono: 91 347 55 41  
e-mail: centropublicaciones@mapama.es

**Impresión y encuadernación:**

Centro de Publicaciones MAPA  
NIPO: 003-18-012-2  
Depósito Legal: M-37457-2018  
ISBN: 978-84-491-1531-8  
Gratuita / Unitaria / CD / pdf

[www.mapa.gob.es](http://www.mapa.gob.es)

Catálogo de Publicaciones de la AGE:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

# **XLVII SEMINARIO DE TÉCNICOS Y ESPECIALISTAS EN HORTICULTURA**

## **Coordinación**

Josefa López Marín  
L.Fernando Condés Rodríguez  
Jose Vicente Peinado Pulpón  
Antonio Pato Folgoso

## **Organización**

Jose Vicente Peinado Pulpón  
Antonio Pato Folgoso  
Josefa López Marín  
L.Fernando Condés Rodríguez  
Pedro Cermeño Sacristán  
Yolanda Santiago Calvo

## **Organizadores**

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.  
Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca  
Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y  
Alimentario (IMIDA)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



Región de Murcia

Consejería de Agua, Agricultura,  
Ganadería y Pesca



EXCELENCIA  
Agroalimentaria

Aqua, el conocimiento se comparte



Organiza



Colabora



## ■ JORNADA TÉCNICA AGROALIMENTARIA

# SOSTENIBILIDAD EN EL USO DEL AGUA Y FERTILIZACIÓN DE HORTÍCOLAS EN ZONAS VULNERABLES A CONTAMINACIÓN POR NITRATOS

Día 24 de abril de 2017 a las 9:30 horas

Salón de actos de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente  
Plaza Juan XXIII  
Murcia

### 09:30 h. Inauguración de las jornadas

Carmen T. Morales Cuenca

Directora general de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura / CAAMA - CARM

Jesús López Martínez

Gerente de Negocio Agroalimentario de Cajamar Caja Rural / Región de Murcia - Alicante

### 09:55 h. Presentación del libro: 'Cultivos hortícolas al aire libre'

Carlos Baixaulli Soria / Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta

### 10:10 h. Situación y estado actual de la normativa en la Región de Murcia

Decreto 1-17

Pedro Fernández Molina / Oficina Comarcal Agraria de Cieza

### 10:45 h. Lixiviación de nitratos

Rodney Thompson / Universidad de Almería

### 11:25 h. Café

### 11:55 h. Fertiriego de precisión

Diego Intrigliolo Molina / Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura  
CEBAS-CSIC

### 12:25 h. Gestión sostenible de la fertilización nitrogenada

Francisco M. del Amor Saavedra / Instituto Murciano de Investigación  
y Desarrollo Agrario y Alimentario IMIDA

### 12:45 h. Reutilización de purines

Ángel Faz Cano / Universidad Politécnica de Cartagena

### 13:10 h. Mesa redonda: visión del sector productor

Abelardo Hernández Martínez / Director técnico de Proexport

Felipe López Blasco / Representante del sector de hortalizas de FECOAM  
y gerente de Gregal, S. Coop.

Es necesaria inscripción previa a través de este [formulario online](#)  
Más información en el teléfono 950 580 548

 Región de Murcia Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente	<b>XLVII</b> <b>Seminario de Técnicos y Especialistas</b> <b>en Horticultura</b>	 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## PROGRAMA

### LUNES 24 DE ABRIL

Salón de Actos de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente. Murcia

- 9:00 Entrega de documentación y acreditaciones
- 9:30 Inauguración del Seminario.
- 10.00 Situación y Estado actual de la normativa en la Región de Murcia: Decreto Ley 1/17
  - Pedro Fernández Molina / Oficina Comarcal Agraria de Cieza
- 10.30 Lixiviación de Nitratos
  - Rodney Thompson / Universidad de Almería
- 11:15 Descanso
- 11:45 Fertilriego de precisión
  - Diego Intrigliolo Molina / Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura CEBAS-CSIC
- 12.10 Gestión sostenible de la fertilización Nitrogenada
  - Francisco M. del Amor Saavedra / IMIDA
- 12:30 Reutilización de purines
  - Ángel Faz Cano / Universidad Politécnica de Cartagena
- 13.00 Mesa redonda: Visión general de la horticultura en la Región de Murcia
  - Abelardo Hernández Martínez / Proexport
  - Felipe López Blasco/Representante del sector de hortalizas de FECOAM y Gerente de Gregal, S.Coop
- 14:00-16:00 Pausa comida
- 16:00-18:00 Comunicaciones. Riego y Fertilización
- 19:00-21:00 Visita cultural al centro de Murcia

### MARTES 25 DE ABRIL

8:00 Salida autobús puerta de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente

8:45-14:00 Visitas Campo de Cartagena (Agromediterránea y Agriexport)

14:00-16:00 Pausa comida

16:00-20:00 Visitas Campo de Cartagena (CDTA "El Mirador" y Semilleros La Sala)

### MIÉRCOLES 26 DE ABRIL

Salón de Actos del IMIDA. La Alberca

- 8:30 Salida autobús puerta de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente
- 9:00 - 10:00 Recepción en el IMIDA y visita a instalaciones
- 10:00 -14:00 Comunicaciones. Técnicas de Cultivo y Cucurbitáceas
- 14:00 -16:00 Pausa comida
- 16:00 -19:00 Comunicaciones. Brassicas y Cultivos Ecológicos

### JUEVES 27 DE ABRIL

Sala de Juntas de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente. Murcia

- 8:30-14:00 Comunicaciones. Solanáceas
- 14:00-16:00 Pausa comida
- 16:00-17:30 Comunicaciones. Otros cultivos
- 17:30-18:30 Conclusiones y Clausura
- 21:00 Cena de clausura

## INDICE

<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>RELACION DE PARTICIPANTES.....</b>	<b>6</b>
<b>BRASSICAS .....</b>	<b>9</b>
COMPORTAMIENTO AGRÓNOMICO DE CULTIVARES DE COLIFLOR EN DOS CICLOS (OTOÑO-INVIERNO Y VERANO) EN TENERIFE (CANARIAS). CAMPAÑA 2014-2015 .....	10
BRÓCOLI: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE OTOÑO DE 2015 EN EXTREMADURA.....	18
ENSAYOS DE CULTIVARES DE BROCOLI EN DOS CICLOS (OTOÑO-INVIERNO Y PRIMAVERA-VERANO) EN LA ZONA NORTE DE TENERIFE (CANARIAS). CAMPAÑA 2014-2015 .....	25
<b>COMPUESTAS.....</b>	<b>35</b>
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CV DE ALCACHOFA SYMPHONY UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO GIBERÉLICO ..	36
EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA ICEBERG EN EL CAMPO DE CARTAGENA. ASPECTOS PRODUCTIVOS Y MEDIOAMBIENTALES.....	42
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN ALCACHOFAS CALICÓ Y SAMBO F1 .....	51
INFLUENCIA DEL USO DE NUEVOS COMPOST EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA BABY LEAF EN SISTEMA DE BANDEJAS FLOTANTES .....	61
<b>CUCURBITACEAS.....</b>	<b>68</b>
ESTUDIO DE DIFERENTES TIPOS Y CULTIVARES DE SANDÍA.....	69
USO DE PORTAINJERTOS EN EL CULTIVO DE SANDIA BAJO PLÁSTICO .....	82
EVALUACIÓN DE LA POLINIZACIÓN EN SANDÍA: USO DE POLINIZADORES DESECHABLES VS POLINIZADORES ESTÁNDAR .....	88
<b>SOLANACEAS .....</b>	<b>94</b>
TIPOS DE PODA EN PIMIENTO ITALIANO. CULTIVO AL AIRE LIBRE.....	95
TÉCNICAS DE ENTUTORADO EN PIMIENTO ITALIANO. CULTIVO AL AIRE LIBRE .....	107
CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE 6 CULTIVARES DE PEPINO DULCE CULTIVADOS EN INVERNADERO EN ALMERÍA .....	119
EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICO, NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE 7 CULTIVARES DE TOMATE <i>CHERRY</i> ROJO .....	124

EVALUACION AGRONÓMICA Y DE CALIDAD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE PATATA ENSAYADOS EN ARAGON. CAMPAÑA 2016.....	130
EL MERCADO DEL PIMIENTO SNACK. OPINIONES Y PREFERENCIAS DE LAS COMERCIALIZADORAS .....	146
EL USO DE PORTA-INJERTOS EN CULTIVARES DE PIMIENTO EN INVERNADERO COMO ATENUANTE AL ESTRÉS SALINO .....	152
CULTIVO DE PIMIENTO AL AIRE LIBRE BAJO MALLAS DE SOMBREO .....	158
EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PIMIENTO CALIFORNIA TOLERANTES A OIDIO .....	168
<b>OTROS CULTIVOS.....</b>	<b>175</b>
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE ACCESIONES DE CAUPÍ DEL SUR EUROPEO .....	176
ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL CÁÑAMO ( <i>Cannabis Sativa L.</i> ) PARA USO INDUSTRIAL Y FARMACEÚTICO.....	184
EFECTO DE LA SANIDAD DE LOS TUBERCULOS DE CHUFA DE SIEMBRA SEGÚN SU ORIGEN SOBRE LA CALIDAD Y PRODUCCIÓN EN CAMPO .....	192
INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DE RIZOMA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN, SECANO vs. REGADÍO, EN EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO... <b>CULTIVO ECOLOGICO.....</b>	202 206
SITUACIÓN ACTUAL DE LA HORTICULTURA ECOLÓGICA BAJO PLÁSTICO EN EL LITORAL ORIENTAL ANDALUZ.....	207
EFECTO DE LA DOSIS DE FERTIRRIGACIÓN SOBRE EL CULTIVO DE LEGUMINOSAS EN INVERNADERO ECOLÓGICO .....	215
CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TOMATE ‘ROSA DE LIAÑO’ DE CANTABRIA .....	221
EFECTO DE LA DOSIS DE FERTIRRIGACIÓN SOBRE EL CULTIVO DE LEGUMINOSAS EN INVERNADERO ECOLÓGICO .....	231
TOMATES ECOLÓGICOS TRADICIONALES: EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS INTRÍNSECOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR .....	237
TOMATES ECOLÓGICOS TRADICIONALES: EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR .....	244
EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES PARA EL CUAJE EN CALABACÍN ..	252
<b>RIEGO Y FERTILIZACION.....</b>	<b>259</b>
CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA INTENSIVA EN EL SURESTE ESPAÑOL. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE ACUAPONÍA.....	260

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL DEL POLJE DE ZAFARRAYA .....	267
APLICACIÓN DE AGUA OZONIZADA EN CULTIVO LECHUGA ICEBERG....	272
ISÓTOPOS ESTABLES DEL NITRÓGENO ( $\delta^{15}\text{N}$ ) PARA MONITORIZAR LA TIPOLOGÍA Y DOSIS DE LA FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA .....	284
INFLUENCIA DEL VOLUMEN DE FERTIRRIGACIÓN EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CALABACÍN EN INVERNADERO .....	292
INFLUENCIA DEL CULTIVAR Y TIPO DE PIMIENTO SOBRE LOS NIVELES DE NITRATO Y POTASIO EN SAVIA.....	298
NIVEL DE HUMEDAD DE SUELO EN CULTIVO DE PIMIENTO EN INVERNADERO: INFLUENCIA EN LA EVOLUCIÓN DE NITRATOS EN LA SOLUCIÓN DEL SUELO.....	308
EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA VARIEDAD DE TOMATE ‘ORONE’® .....	316
ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EN LECHUGA MEDIANTE LISIMETRÍA DE PESADA, FOTOGRAFÍA CENITAL Y SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO DE BAJO COSTE. ALGUNOS RESULTADOS INICIALES.....	330
EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS Y DOSIS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MELÓN EN INVERNADERO .....	337
<b>PLAGAS Y ENFERMEDADES.....</b>	<b>344</b>
MANEJO DEL CULTIVO DE CALABACÍN EN INVERNADERO CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN SUELO. INFLUENCIA SOBRE EL DESARROLLO DE PATOLOGÍAS.....	345
ESTUDIO DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Bactericera</i> spp. EN CULTIVOS DE PUERRO Y ZANAHORIA EN LA ZONA DEL CARRACILLO (SEGOVIA) ..	352
EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CORAGEN 20 SC EN EL CONTROL DE LA POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA EN TENERIFE (CANARIAS).....	362
SUSCEPTIBILIDAD DE DISTINTAS CUCURBITÁCEAS AL NUEVO VIRUS DEL CRIBADO (MNSV-W-SP) DESCrito EN EL SUDESTE ESPAÑOL .....	369

## PRESENTACIÓN

El XLVII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura (STEH) se celebró en Murcia entre los días 24 y 27 de abril de 2017.

El perfil del personal asistente son: técnicos e investigadores procedentes de distintos organismos públicos de la Administración, empresas privadas de investigación y transferencia, técnicos de empresas del sector y agricultores de las doce Comunidades Autónomas siguientes: Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura, Madrid, Murcia, Navarra y Valenciana.

Las entidades organizadoras fueron la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) y el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).

Las comunicaciones y Conferencias se celebraron en el Salón de actos y Sala de Juntas de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente y en el Salón de Actos del IMIDA.

En la inauguración, el lunes 24 de abril, tuvo lugar la Jornada Técnica sobre “Sostenibilidad en el uso del agua y Fertilización de hortícolas en zonas vulnerables a contaminación por nitratos”, en el Salón de Actos de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente. Esta jornada estaba organizada por la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente a través del Servicio de Coordinación de Oficinas Comarcales Agrarias, el IMIDA y Cajamar en colaboración con FECOAM, PROEXPORT y Semillas Ramiro Arnedo. Fue una jornada abierta para organizaciones agrarias, técnicos del sector y agricultores. La inauguración ha sido a cargo de la Directora General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura, Dña Carmen T. Morales Cuenca. Al inicio se presentó el libro “Cultivos hortícolas al aire libre” por parte de D. Carlos Baixaulli Soria (Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta). Posteriormente, D. Pedro Fernández Molina de la Oficina Comarcal Agraria de Cieza habló de la situación y estado actual de la normativa en zonas vulnerables a nitratos en la Región de Murcia y presentó el Decreto – Ley 1/2017 de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor; sobre lixiviación de nitratos y sus consecuencias y medios de minimizarlos expone D. Rodney Thompson perteneciente a la Universidad de Almería; posteriormente, fertiriego de precisión a cargo de D. Diego Intrigliolo Molina del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura CEBAS-CSIC; a continuación D. Francisco M. del Amor Saavedra del IMIDA realiza la ponencia sobre gestión sostenible de la fertilización nitrogenada; y D. Angel Faz Cano de la Universidad Politécnica de Cartagena hizo su intervención sobre la reutilización de purines y las experiencias que estaba llevando a cabo. Para finalizar se abre una mesa redonda donde se expone la visión del sector productor y del sector comercializador a través de D. Abelardo Hernández Martínez, Director Técnico de PROEXPORT y D. Felipe López Blasco, Gerente de GREGAL, S.Coop y representante del sector de hortalizas de FECOAM.

El objetivo de esta Jornada fue poner en conocimiento la normativa y experiencias que se están realizando en el tema de nitratos en zonas vulnerables en la Región de Murcia, así como exponer una visión global a nivel europeo de los planteamientos que se están llevando a cabo. En la jornada vespertina se trabaja en las sesiones sobre “Riego y Fertilización”.

El martes día 25 se realizaron visitas técnicas en el Campo de Cartagena, visitando tanto campo de cultivo como de las instalaciones de Agromediterránea Hortofrutícola S.L., S.A.T. nº 9836/MU Agricultura y Exportación (invernaderos de pimiento y

explicación de la planta de trigeneración), el Centro de Demostración y Transferencia Tecnológica “El Mirador” (ensayos de campo al aire libre y en invernadero) y Semilleros La Sala (procesos de producción de plántulas hortícolas).

El miércoles día 26, las jornadas se desarrollaron en el salón de Actos del IMIDA, donde la Directora General de Innovación Agroalimentaria, Dña Juana Mulero Cánovas hizo la presentación del Centro de investigación. Se desarrollaron las comunicaciones sobre “Técnicas de cultivos” y “Cucurbitáceas” en la jornada matinal y por la tarde se expusieron las de “Brassicás” y “Cultivos ecológicos”

El jueves día 27, en la Sala de Juntas de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente se llevaron a cabo las comunicaciones de “Solanáceas” y “Otros cultivos”.

A lo largo de la semana los técnicos asistentes al Seminario han presentado los diferentes trabajos en forma de comunicación. La temática ha sido variada, desde el estudio de diferentes técnicas de multiplicación y cultivo, uso sostenible y manejo de fitosanitarios, requerimiento nutricional y estudio de las variedades tradicionales, así como estudios llevados para la introducción de productos en formatos diversos para su comercialización.

Se acordó en este Seminario que sea la Comunidad Autónoma de Cantabria la sede para el desarrollo del XLVIII Seminario a celebrar en el año 2018.

Se constituye un nuevo comité organizador formado por la persona o personas que designe el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente; Dña. Eva María García Méndez de la Comunidad de Cantabria y Dña. Josefa López Marín y D. Fernando Condés Rodríguez de la Región de Murcia y D. Carlos García-Villarrubia Bernabé de la Comunidad Autónoma de Castilla – La Mancha.

Por último, hay que agradecer de forma especial a las empresas patrocinadoras, ASP, CAJAMAR, AGROSEGURO, ECONEX, RAMIRO ARNEDO, SOB, AGROINECO, AEFA, BIOLINE y SYNGENTA, y a las colaboradoras del Seminario, AGROMEDITERRÁNEA, S.A.T. Nº 9836/MU AGRICULTURA Y EXPORTACIÓN, CDTA “EL MIRADOR”, VIVEROS LA SALA, D.O PIMENTÓN DE MURCIA, MURCIA TURÍSTICA Y AYUNTAMIENTO DE MURCIA. Sin su apoyo no hubiese sido posible la realización de este Seminario.

## Relacion de Participantes



<b>Aguilar Olivert, José Mariano</b>	<a href="mailto:josemarianoaguilar@cajamar.com">josemarianoaguilar@cajamar.com</a>
<b>Agurruza Mutuberría, Miguel Javier</b>	<a href="mailto:agurruza@agroseguro.es">agurruza@agroseguro.es</a>
<b>Ayuso Yuste, M.Concepción</b>	<a href="mailto:cayuso@unex.es">cayuso@unex.es</a>
<b>Baeza Cano, Rafael J.</b>	<a href="mailto:rafaelj.baeza@juntadeandalucia.es">rafaelj.baeza@juntadeandalucia.es</a>
<b>Baixaulli Soria, Carlos</b>	<a href="mailto:carlosbaixaulli@cajamar.com">carlosbaixaulli@cajamar.com</a>
<b>Bayo Gonzalvo, Manuel</b>	
<b>Bruna Lavilla, Pablo</b>	<a href="mailto:pbruna@aragon.es">pbruna@aragon.es</a>
<b>Cánovas Fernández, Gema</b>	<a href="mailto:gamacanovas@hotmail.es">gamacanovas@hotmail.es</a>
<b>Cánovas Ruiz, Gonzalo</b>	<a href="mailto:gonzalo.canovas@e-econex.com">gonzalo.canovas@e-econex.com</a>
<b>Castillo Martínez, Patricia</b>	<a href="mailto:patricia.castillo2809@gmail.com">patricia.castillo2809@gmail.com</a>
<b>Cermeño Sacristán, Pedro</b>	<a href="mailto:pedro.cermeño@juntadeandalucia.es">pedro.cermeño@juntadeandalucia.es</a>
<b>Condés Rodríguez, L.Fernando</b>	<a href="mailto:luisf.condes@carm.es">luisf.condes@carm.es</a>
<b>Contreras París, Juana Isabel</b>	<a href="mailto:juanai.contreras@juntadeandalucia.es">juanai.contreras@juntadeandalucia.es</a>
<b>De Haro Domínguez, Carolina</b>	
<b>Del Amor Saavedra, Francisco</b>	<a href="mailto:franciscom.delamor@carm.es">franciscom.delamor@carm.es</a>
<b>Fernández Hernández, Juan Antonio</b>	<a href="mailto:juan.fernandez@upct.es">juan.fernandez@upct.es</a>

<b>Fernández Morueco, Ricardo</b>	<a href="mailto:fermorri@jcyt.es">fermorri@jcyt.es</a>
<b>Gálvez López, Amparo</b>	<a href="mailto:1297@coitarm.es">1297@coitarm.es</a>
<b>García García, María del Carmen</b>	<a href="mailto:mariac.garcia.g@juntadeandalucia.es">mariac.garcia.g@juntadeandalucia.es</a>
<b>García González de Lena, Guillermo</b>	<a href="mailto:g1861g@hotmail.com">g1861g@hotmail.com</a>
<b>García Méndez, Eva M<sup>a</sup></b>	<a href="mailto:evagarcia@cifacantabria.org">evagarcia@cifacantabria.org</a>
<b>García Velasco, M<sup>a</sup> Ascensión</b>	<a href="mailto:agarciaav@magrama.es">agarciaav@magrama.es</a>
<b>García-Villarrubia Bernabé, Carlos</b>	<a href="mailto:cgarciav@jccm.es">cgarciav@jccm.es</a>
<b>Garrido Martín, Isabel</b>	<a href="mailto:isabel.garrido3@carm.es">isabel.garrido3@carm.es</a>
<b>Gázquez López. Juan Carlos</b>	<a href="mailto:juancarlosgazquez@fundacioncajamar.com">juancarlosgazquez@fundacioncajamar.com</a>
<b>Giménez Martínez , Almudena</b>	<a href="mailto:almudena.gimenez@upct.es">almudena.gimenez@upct.es</a>
<b>González García, José Angel</b>	<a href="mailto:joseangel.gonzalezg@juntaex.es">joseangel.gonzalezg@juntaex.es</a>
<b>González Vizcaino, Antonia</b>	<a href="mailto:antonia.gonzalez.vizcaino@juntadeandalucia.es">antonia.gonzalez.vizcaino@juntadeandalucia.es</a>
<b>Hernández Hermosa, Miguel Ángel</b>	<a href="mailto:mahernandez@mapama.es">mahernandez@mapama.es</a>
<b>Ladrón de Guevara Valcárcel, Aurora</b>	<a href="mailto:aguevara@agroseguro.es">aguevara@agroseguro.es</a>
<b>López Baquero, Jesús</b>	<a href="mailto:jbaquero@agroseguro.es">jbaquero@agroseguro.es</a>
<b>López Cermeño, Fco. Javier</b>	
<b>López Marín, Josefa</b>	<a href="mailto:josefa.lopez38@carm.es">josefa.lopez38@carm.es</a>
<b>López Martínez, María</b>	<a href="mailto:cdtaelmirador@yahoo.es">cdtaelmirador@yahoo.es</a>
<b>Macua González, Juan Ignacio</b>	<a href="mailto:jimgla2@gmail.com">jimgla2@gmail.com</a>
<b>Marsal Peset, José Ignacio</b>	<a href="mailto:jimarsal@ivia.es">jimarsal@ivia.es</a>
<b>Martín Expósito, Emilio</b>	<a href="mailto:emilio.martin.exposito@juntadeandalucia.es">emilio.martin.exposito@juntadeandalucia.es</a>
<b>Martínez Puras, Victorino</b>	<a href="mailto:victorino@aefa-agronutrientes.com">victorino@aefa-agronutrientes.com</a>
<b>Martos Fuentes, Marina Marta</b>	<a href="mailto:horto3mf@hotmail.com">horto3mf@hotmail.com</a>
<b>Meca Abad, David Erik</b>	<a href="mailto:daviderikmeca@fundacioncajamar.com">daviderikmeca@fundacioncajamar.com</a>
<b>Mínguez Alcaraz, Pedro</b>	<a href="mailto:cdtaelmirador@yahoo.es">cdtaelmirador@yahoo.es</a>
<b>Molina Vivaracho, Sotero</b>	<a href="mailto:soteromv@yahoo.es">soteromv@yahoo.es</a>
<b>Navarro Cuesta, Virginia</b>	<a href="mailto:virginia.navarro@juntadeandalucia.es">virginia.navarro@juntadeandalucia.es</a>
<b>Otalora Alcón, Ginés</b>	<a href="mailto:qvimigou.1@yahoo.es">qvimigou.1@yahoo.es</a>
<b>Parra Galant, Joaquín</b>	<a href="mailto:parra_joa@gva.es">parra_joa@gva.es</a>
<b>Parra Gómez, Salvador</b>	<a href="mailto:salvador.parra@juntadeandalucia.es">salvador.parra@juntadeandalucia.es</a>
<b>Pato Folgoso, Antonio</b>	<a href="mailto:antonio.pato@carm.es">antonio.pato@carm.es</a>
<b>Peinado Pulpón, José Vicente</b>	<a href="mailto:josev.peinado@carm.es">josev.peinado@carm.es</a>

<b>Pérez Jiménez, Margarita</b>	<a href="mailto:mrgperezjimenez@gmail.com">mrgperezjimenez@gmail.com</a>
<b>Pérez Martínez, Corpus</b>	<a href="mailto:corpusperez@fundacioncajamar.com">corpusperez@fundacioncajamar.com</a>
<b>Raya Ramallo, Vanesa</b>	<a href="mailto:vraya@icia.es">vraya@icia.es</a>
<b>Ríos Mesa, Domingo José</b>	<a href="mailto:domingor@tenerife.es">domingor@tenerife.es</a>
<b>Rodríguez Sánchez, Carmen Maxi</b>	<a href="mailto:c_maxi21@hotmail.com">c_maxi21@hotmail.com</a>
<b>Romero Solís, María José</b>	<a href="mailto:marajoseromerosolis@gmail.com">marajoseromerosolis@gmail.com</a>
<b>Ruiz Canales, Antonio</b>	<a href="mailto:acanales@umh.es">acanales@umh.es</a>
<b>Ruiz García, Leticia</b>	<a href="mailto:leticia@virtualred.net">leticia@virtualred.net</a>
<b>Ruiz Jiménez, José María</b>	<a href="mailto:josemariaruizj@hotmail.com">josemariaruizj@hotmail.com</a>
<b>Sabando Arnedo, Roberto</b>	<a href="mailto:rsa@ramiroarnedo.com">rsa@ramiroarnedo.com</a>
<b>Sánchez Sereno, Andrés</b>	
<b>Santos Coello, Belarmino</b>	<a href="mailto:belarmino@tenerife.es">belarmino@tenerife.es</a>
<b>Sevilla Monsalve, Jaume</b>	
<b>Solchaga Laquin, Jesús Angel</b>	<a href="mailto:solchaga.ja@hotmail.com">solchaga.ja@hotmail.com</a>
<b>Trujillo Díaz, Luisa benigna</b>	<a href="mailto:luisat@tenerife.es">luisat@tenerife.es</a>
<b>Valero López, Ismael</b>	
<b>Varó Vicedo, Plácido</b>	<a href="mailto:placido.varo@carm.es">placido.varo@carm.es</a>
<b>Villa Gil, Fernando</b>	<a href="mailto:fernando.villagil@gmail.com">fernando.villagil@gmail.com</a>

## **BRASSICAS**

# **COMPORTAMIENTO AGRÓNOMICO DE CULTIVARES DE COLIFLOR EN DOS CICLOS (OTOÑO-INVIERNO Y VERANO) EN TENERIFE (CANARIAS). CAMPAÑA 2014-2015.**

Santos, B.; Fernández, J.; Coello, A.; Saavedra, O. ; Ríos, D.J.  
Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

## **RESUMEN**

La elección de cultivares de coliflor en función del ciclo es una parte fundamental del éxito en el cultivo. Se ha planteado un ensayo de cultivares en dos ciclos: otoño-invierno y pleno verano en la zona sur de Tenerife. En el ciclo de otoño-invierno, todos los cultivares ensayados tuvieron un comportamiento aceptable, siendo ‘Tercia’, ‘Karneval’ y ‘Kamis’ los de mayor producción, con valores algo superiores al testigo ‘Casper’. El primero y el último de ellos tuvieron un ciclo de 102-116 días y una producción relativamente concentrada, mientras que ‘Karneval’ tuvo un ciclo más corto, de 76 días y recolección más escalonada. En el ciclo de verano, sólo ‘Linda’, ‘Freedom’ y ‘Karneval’, junto con el testigo ‘Aviso’, se adaptaron a las condiciones, mientras que el resto de cultivares no produjeron cabezas comerciales o si lo hicieron, con producciones bajas. ‘Freedom’ fue un cultivar precoz de recolección concentrada (83 días de ciclo y el 90% de la recolección en 2 pasadas), mientras que ‘Linda’ y ‘Karneva’ se comportaron como ‘Aviso’ (83-85 días de ciclo y más de 4 pasadas para un 90% de recolección).

**Palabras clave:** *Brasicca oleracea var. botrytis, adaptabilidad, ciclo de cultivo, producción, variedad, híbrido*

## **INTRODUCCIÓN**

La coliflor es un cultivo en aumento en Canarias, siendo la segunda de la familia de col en importancia. En el 2015, se plantaron 171 ha en Canarias y 93 ha en Tenerife, centrado en unas zonas determinadas de la isla (Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas Gobierno de Canarias, 2016). Este cultivo se considera de zonas relativamente frescas, ya que la planta necesita un periodo de vernalización para poder formar las cabezas florales, que varía según el tipo de cultivar: para coliflores de invierno, las temperaturas deberían estar entre 6 y 10 °C; para coliflores de otoño, entre 8 y 15 °C, y para coliflores de verano, superiores a los 15 °C (Baixauli y Maroto, 2017). Existe material vegetal más adaptado a altas temperaturas (tipos “tropicales”) que puede formar cabezas florales entre 20 y 25°C (Grubben y Denton, 2004)

El mercado es cada vez más exigente demandando una oferta constante de productos hortícolas durante todo el año, lo que obliga a producir coliflor durante todo el año, incluso fuera de su época óptima de cultivo. Por otra parte, este cultivo tiene una serie de ventajas para ser incluido en la programación de las explotaciones, como la tolerancia a aguas de calidad mediocre (Maas y Grattam, 1999) y la gran cantidad de restos de cultivo que quedan tras la recolección que permiten la práctica de la biofumigación (Tascón et al., 2008).

Teniendo en cuenta que la elección del cultivar apropiado en función de la fecha de plantación es una de las decisiones más importantes para el éxito del cultivo y dado que el último ensayo de cultivares de coliflor fue realizado por el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife en el año 2002 (Ríos et al., 2002), y que el relevo varietal en este cultivo se produce con cierta rapidez, dentro del Plan Anual de Trabajo para el año 2014 se planteó este ensayo con el objetivo de analizar

la estructura varietal de coliflor existente en el mercado, ensayar su cultivo en las condiciones de la isla y transferir los resultados obtenidos al sector.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia consistió en realizar un ensayo de cultivares de coliflor, en dos ciclos: otoño invierno y en verano. La experiencia se llevó a cabo en la explotación colaboradora de Demelsa Delgado Gómez en la zona de El Malpaís, en el municipio de Candelaria (zona sureste de Tenerife) a una altitud de 245 msnm.

Los cultivares plantados se solicitaron a las casas comerciales, pidiendo adaptación al ciclo. En algunos casos, se cambiaron los cultivares mientras que en otros se utilizó el mismo material, siempre siguiendo el criterio de la Casa Comercial. Se utilizó en el ciclo de otoño-invierno a Casper como testigo, mientras que en el de verano fue Aviso. En la tabla siguiente se reflejan los cultivares ensayados en cada ciclo.

**Tabla:** Cultivares en ensayo

Cultivar	Casa comercial	Ciclo ensayado	
		Otoño	Verano
‘Ardent’	Clause	X	X
‘Aviso’	Clause		X
‘Bola de Nieve’	Shal	X	
‘Casper’	Rijk Zwaan	X	
‘Charlot’	Bejo Zaden	X	X
‘Density’	Enza Zaden		X
‘Freedom’	Monsanto Seminis		X
‘ISI 16280’	Diamond Seeds	X	
‘Kamis’	Vilmorin	X	X
‘Karneval’	Sakata Seeds	X	X
‘Linda’	Diamond Seeds		X
‘Marine’	Syngenta		X
‘Tercia’	Enza Zaden	X	X
‘Tipton’	Monsanto Seminis		X

El manejo del cultivo (riego por goteo, fertirrigación, labores culturales y tratamientos fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las prácticas habituales del agricultor. El suelo estaba dentro de los niveles normales de la zona, correspondiendo a un enarenado con jable (nombre con el que se conoce a la pumita en la isla) ya muy mezclado con tierra ( $\text{pH } 8,0$  y  $\text{CE } 1,2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , alto porcentaje de sodio y potasio cambiables). El agua también fue representativa de lo normal en la zona: agua bicarbonatada con altos valores de sodio y de magnesio, con una  $\text{CE}$  de  $0,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y un  $\text{pH}$  de 8,5.

Los cultivares se sembraron en un semillero comercial. En el ciclo de otoño, el trasplante se realizó el 15/09/2014. El marco de plantación fue de 0,5 m entre plantas y 0,6 m entre filas ( $3,3 \text{ plantas}\cdot\text{m}^{-2}$ ). La recolección comenzó el 20/10/2014 y se prolongó hasta el 26/01/2015.

En el ciclo de verano, las plantas se trasplantaron el 2 de julio de 2015. La recolección comenzó el 17/09/2015 y se dio por finalizada el 13/10/2015. Se utilizó un

marco de plantación de 0,6 m entre filas y 0,4 m entre plantas, dando una densidad de 4,2 plantas·m<sup>-2</sup>.

Los controles realizados 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 500 gramos.

**Producción comercial:** Calculada como la producción de piezas totales y comerciales obtenidas en cada unidad experimental. Las cabezas se recolectaron coronadas.

**Peso medio unitario de la pieza:** Determinado dividiendo la producción comercial de cada parcela experimental entre el número de piezas comerciales.

**Características del ciclo:** Se determinó la duración del periodo de recolección y número de pases de corte, así como la producción recolectada en cada corte. Con esos datos se calculó el ciclo definido como la media de días transcurridos desde el trasplante hasta la fecha en que se recolectó el 50% de la producción.

El ensayo se dispuso en un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento. El tamaño de la unidad experimental en la plantación de otoño-invierno fue 8,4 m<sup>2</sup> (28 plantas) mientras que en el ciclo de otoño no fue de 7,2 m<sup>2</sup> (30 plantas). Los datos obtenidos de producción, peso medio de la pieza y porcentaje de plantas recolectadas se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la diferencia significativa menor (LSD), utilizando el paquete estadístico Statitix 10. Se utilizaron los datos climáticos registrados en la estación agrometeorológica Araya, perteneciente a la red de estaciones del Cabildo Insular de Tenerife. Dicha estación está situada a 525 msnm y a 1,5 km del ensayo. Las temperaturas registradas se presentan en la figura 1 y 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Porcentaje de pellas recolectadas:** En la tabla 1 se observa que casi todos los cultivares ensayados estuvieron entre el 80 y el 90% de cabezas comerciales recolectadas, salvo ‘Casper’ que obtuvo un 70% y ‘Freedom’ que no llegó al 50%. ‘Bola de Nieve’ no tuvo cabezas comerciales recolectadas, siendo éstas muy abiertas y de color amarillento. El resto de cultivares tenía un color satisfactorio (blanco o marfil).

En verano (Tabla 2), ‘Linda’, ‘Ardent’ y ‘Karneval’ tuvieron un porcentaje de cabezas recolectadas por encima del 60%, destacando la primera con un 77%, aunque sin diferencias significativas frente al testigo. ‘Freedom’ y ‘Aviso’ estuvieron en el entorno del 50% de cabezas recolectadas. Se recogió una cantidad de cabezas de ‘Charlot’ y ‘Density’ por debajo del 40%. ‘Kamis’, ‘Tercia’ y ‘Tipton’ no llegaron a formar cabezas comerciales, siendo de pequeño tamaño, por debajo de los 200 g/pieza. Hay que tener en cuenta que las temperaturas medias durante todo el periodo de cultivo no bajaron de 18°C y que desde el 12 al 24 de julio no se bajó de 25°C (Figura 2), lo que haría que sólo los cultivares claramente de verano o de comportamiento tropical, adaptados a producir cabezas florales con temperaturas altas podrían producir en este ciclo.

**Producción comercial:** El cultivar más productivo en el ciclo de otoño-invierno fue ‘Tercia’, con 2,85 kg·m<sup>-2</sup>, seguido a distancia de ‘Karneval’, ‘Kamis’, ‘Ardent’ y ‘Charlot’, con producciones entre 2,3 y 2,5 kg·m<sup>-2</sup> (Tabla 1). ‘Freedom’, con sólo 0,9 kg·m<sup>-2</sup> tuvo una producción significativamente más baja que el resto de cultivares ensayados. Sólo ‘Tercia’ por arriba y ‘Freedom’ por abajo (sin contar con ‘Bola de Nieve’), tuvieron diferencias significativas con el testigo ‘Casper’.

En verano (Tabla 2), ‘Linda’, con casi 3,5 kg·m<sup>-2</sup>, tuvo una producción significativamente mayor que el resto de cultivares. ‘Aviso’, ‘Freedom’ y ‘Karneval’ se

movieron en el entorno de  $3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , mientras que ‘Ardent’ obtuvo  $2,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . El resto de cultivares tuvo un comportamiento bastante regular con producciones por debajo de  $2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  (‘Marine’, ‘Density’ y ‘Charlot’) o malo sin producción comercial (‘Kamis’, ‘Tercia’ y ‘Tipton’).

**Peso de la pella:** En otoño-invierno, ‘Tercia’ obtuvo pesos medios de coliflor de  $1 \text{ kg/pieza}$ , valor significativamente más alto que todos los cultivares ensayados salvo ‘Karneval’, con casi  $900 \text{ g/pieza}$ . ‘Marine’ y ‘Freedom’ tuvieron el menor peso de cabeza, con menos de  $600 \text{ g/pieza}$ , significativamente más bajo que el testigo (Tabla 1).

En verano, ‘Linda’, ‘Freedom’ y ‘Aviso’, con cabezas de más de  $650 \text{ g/pieza}$  tuvieron los mejores resultados, aunque ‘Karneval’ casi alcanzó los  $600 \text{ g/pieza}$ . En un segundo escalón estaría ‘Ardent’ con  $457 \text{ g/pieza}$ . ‘Charlot’ y ‘Marine’ tuvieron pesos muy bajos, por debajo de  $400 \text{ g/pieza}$  (Tabla 2).

**Ciclo:** En la tabla 3 se muestra el escalonamiento de la recolección en el ciclo de otoño-invierno. A los 77 dtt y con sólo 2 pasos, ya se había recogido el 95% de la producción de ‘Freedom’ y el 68% de ‘ISI 16280’, por lo que podrían ser los cultivares más precoces, seguidos de ‘Karneval’, con el 91% de la producción recolectada a los 87 días. ‘Freedom’ e ‘ISI 16280’ tienen un ciclo de 74 días (Figura 3). Por el contrario, ‘Tercia’ fue el cultivar que más tardó en recogerse, ya que se recolectó el 90% de la producción entre los 126 y 133 dtt. El segundo cultivar más tarde sería ‘Kamis’. El resto de cultivares tuvo un comportamiento muy similar al testigo ‘Casper’, con un ciclo en el entorno de los 86-92 dtt.

En el ciclo de verano (Tabla 4), ‘Freedom’ fue el cultivar más precoz, recogiéndose el 50% de la producción en el primer pase y el 90% en el 2º, a los 81 dtt. ‘Karneval’ y ‘Linda’ fueron algo menos precoces, yendo hasta los 84 dtt para el 50% y 88-91 dtt para la recolección del 90% de las cabezas. Por el contrario, ‘Charlot’ y ‘Marine’ fueron algo tardías, tardando 95 – 98 dtt en tener al menos el 50% de la producción recolectada (Figura 4).

La duración de los ciclos fue similar en los cultivares que tuvieron producción comercial en ambas plantaciones, aunque el tiempo entre la primera y la última recolección fue menor en verano que en otoño-invierno.

## CONCLUSIONES

Casi todos los cultivares ensayados en el ciclo de otoño-invierno se comportaron igual que el testigo ‘Casper’, salvo ‘Marine’ y ‘Freedom’. Sin embargo, en verano, sólo ‘Freedom’, ‘Linda’ y ‘Karneval’ tuvieron un comportamiento aceptable, con valores similares o ligeramente superiores al testigo ‘Aviso’. La elección del cultivar en el ciclo de verano en las condiciones del ensayo es un factor muy importante en el éxito de la plantación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIXAULI, C. ; MAROTO, J.V. 2017. Bróculis, coliflores y coles. En: MAROTO, J.V.; BAIXAULI, C. (Coord). Cultivos hortícolas al aire libre. Cajamar Caja Rural. Almería. 786 p.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y AGUAS DEL GOBIERNO DE CANARIAS. 2016. Estadística Agraria de Canarias. Series anuales de agricultura. Municipios, islas y provincias de Canarias. 1999-2015. Recuperado de: [http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas\\_estadisticos/sectorprimario/agricultura/agricultura](http://www.gobiernodecanarias.org/istac/temas_estadisticos/sectorprimario/agricultura/agricultura)
- GRUBBEN, G.J.H.; DENTON, O.A. 2004. Plant resources of Tropical Africa: 2. Vegetables. PROTA Foundation. Wageningen. 668 p.

MAAS, E.W.; GRATTAN, S.R. 1999. Crop yields as affected by salinity. En: SKAGGS, R.W.; VAN SCHILFGAARDE, J. (Eds). Agricultural Drainage. Agronomy Monograph, 38. ASA, CSSA, SSSA. Madison. EE.UU.

RÍOS, D.J.; RAYA, V.; DELGADO, M.A.; SOLAZ, C. 2002. Ensayo de variedades de Coliflor. Campaña 2001. Información Técnica. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife. 19 pag. Recuperado de: [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/hort\\_80\\_L\\_coliflor4.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/hort_80_L_coliflor4.pdf)

TASCON, C.; CUBAS, F.; TRUJILLO, E.; PERERA, S. 2008. Ensayo sobre desinfección de suelos mediante solarización y biosolarización para el control de hongos de suelos, especialmente *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa. Información Técnica. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife. 14 p. Recuperado de:

[http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa\\_197\\_L\\_ENSAYODESINFEC\\_CIONSUELOSENPAPA.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_197_L_ENSAYODESINFEC_CIONSUELOSENPAPA.pdf)

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarcó de los Planes Anuales de Trabajo 2014 y 2015 del Proyecto Horticultura Intensiva del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife.

Los autores quieren agradecer la colaboración de Demelsa Delgado Gómez, su familia así la de las casas de semillas que participaron en los ensayos.

## TABLAS

**Tabla 1:** Parámetros productivos. Ensayo de otoño-invierno

Cultivar	Porcentaje cabezas comerciales	Producción comercial kg·m <sup>-2</sup>	Peso coliflor gramos/pieza
‘Ardent’	87 a*	2,31 abc	797 bc
‘Bola de Nieve’	0 --	--	--
‘Casper’	69 ab	1,90 bc	815 bc
‘Charlot’	82 a	2,11 abc	771 bc
‘Freedom’	49 b	0,89 d	550 d
‘ISI 16280’	83 a	2,15 abc	737 bc
‘Kamis’	85 a	2,38 abc	805 bc
‘Karneval’	83 a	2,45 abc	893 ab
‘Marine’	83 a	1,60 cd	578 d
‘Tercia’	86 a	2,85 a	1001 a
CV est. (%)	22	18	10

\*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (LSD, 95%)

**Tabla 2:** Parámetros productivos. Ensayo de verano

Cultivar	Porcentaje cabezas comerciales	Producción comercial		Peso coliflor gramos/pieza
		kg·m <sup>-2</sup>		
‘Ardent’	61 a*	2,38 b*		457 bc*
‘Aviso’	57 ab	3,16 b		653 a
‘Charlot’	36 bc	1,38 c		387 c
‘Density’	29 c	1,14 c		450 bc
‘Freedom’	52 abc	3,08 b		687 a
‘Kamis’	1 ---	---		---
‘Karneval’	61 a	3,04 b		587 ab
‘Linda’	77 a	3,43 a		755 a
‘Marine’	52 abc	1,64 c		360 c
‘Tercia’	0 ---	---		---
‘Tipton’	0 ---	---		---
CV est. (%)	28	11		17

\*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (LSD, 95%)

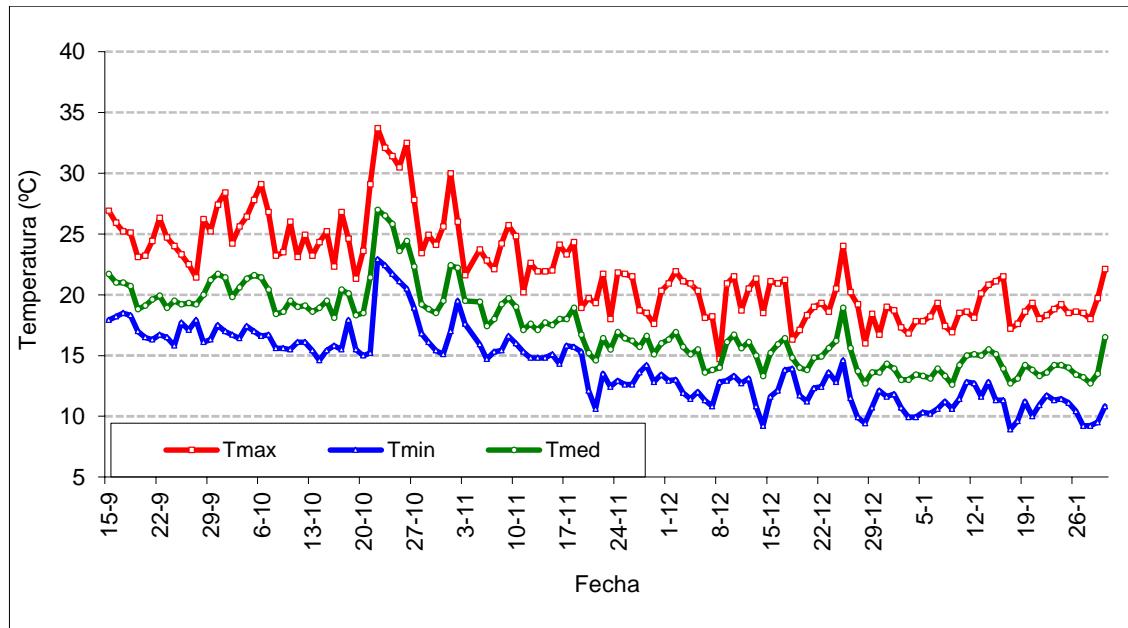
**Tabla 3:** Distribución de la producción en el ciclo. Ciclo de otoño invierno

Cultivar	Porcentaje de cabezas recolectadas												nº pasos	
	días tras el trasplante													
	72	77	79	84	87	91	94	98	105	111	115	119	126	133
‘Freedom’	22	73		5										3
‘ISI 16280’	33	35	1	4	27									5
‘Karneval’	1	27	12	21	31	2	3	1		2				9
‘Casper’	1	1	30	20	28	10	2	5		4				9
‘Marina’		6	29	25	14	8	7	7		3				8
‘Charlot’		1		22	26	15	17	14	5		1			8
‘Ardent’	3	1	11	21	18	16	13	9	3	5				10
‘Kamis’						3	29	24	26	19				5
‘Tercia’							4	6		51	39			4

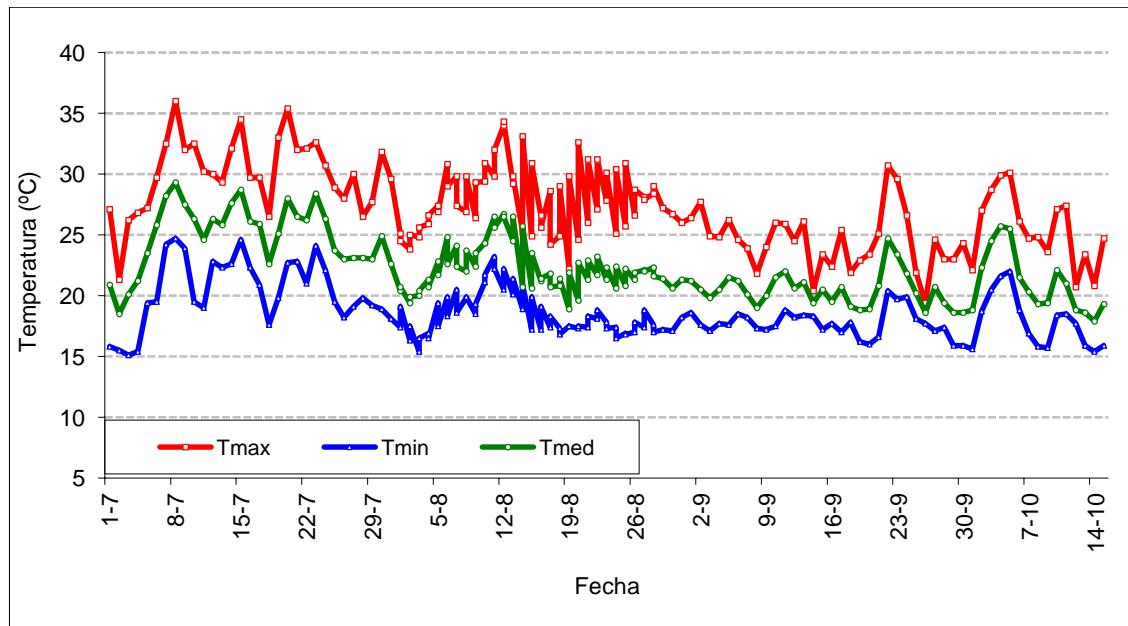
**Tabla 4:** Distribución de la producción en el ciclo. Ciclo de verano

Cultivar	Porcentaje de cabezas recolectadas								nº pasos	
	días tras el trasplante									
	77	81	84	88	91	95	98	103		
‘Freedom’	65	26	5	5					4	
‘Linda’	4	14	34	41	6	1			6	
‘Karneval’	3	20	28	26	14	9			6	
‘Aviso’	12	5	33	21	7	13	5	5	8	
‘Ardent’		7	11	25	14	27	13	4	7	
‘Density’				14	25	45	16		4	
‘Marine’				10	14	32	39	5	5	
‘Charlot’		2	2	10	45	12	30		6	

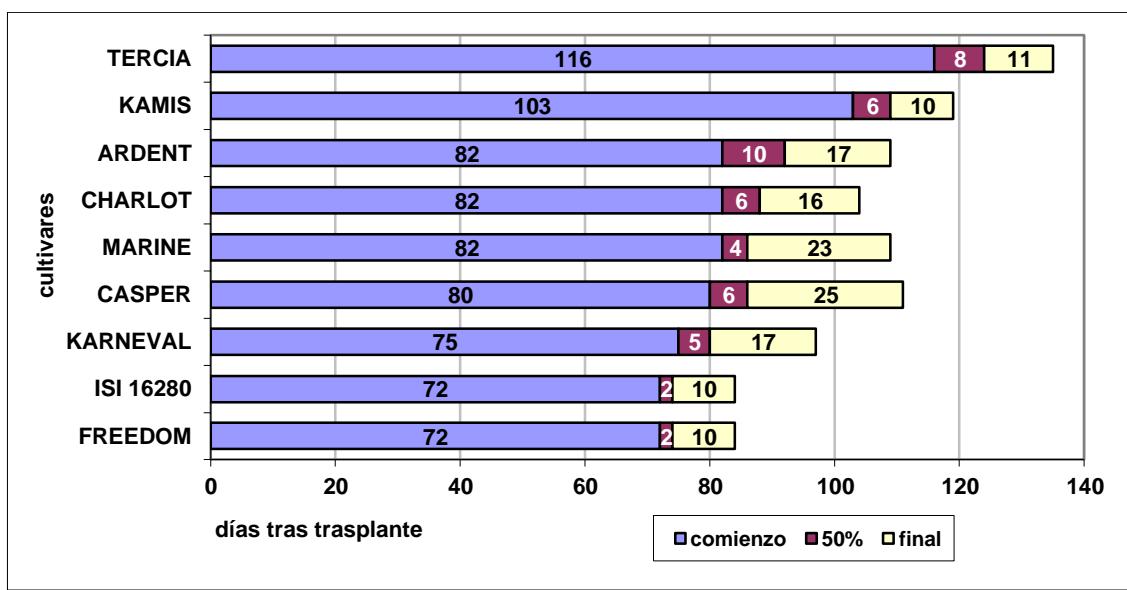
## FIGURAS



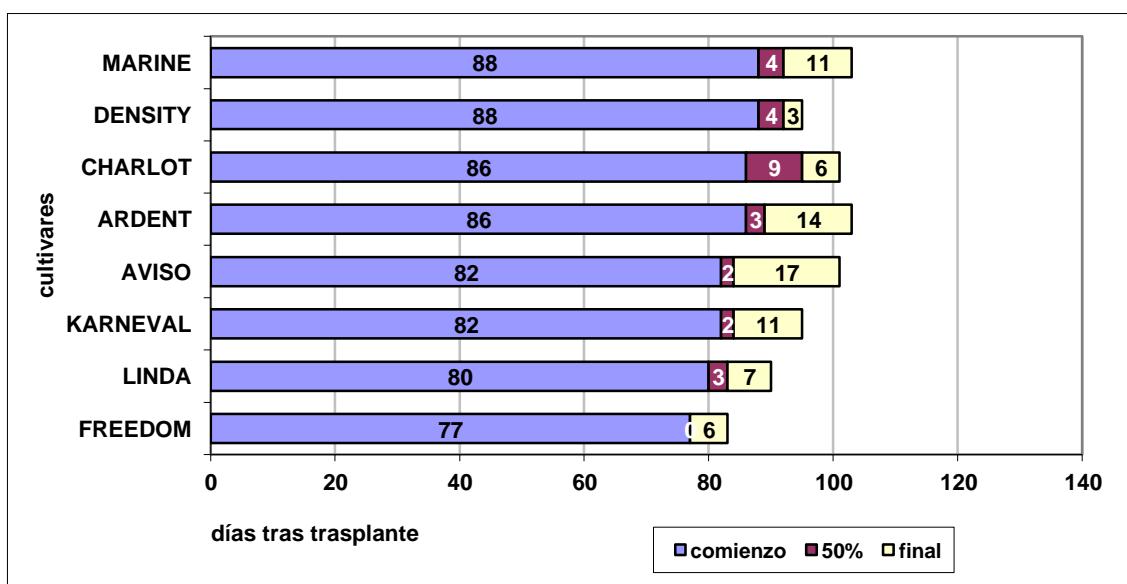
**Figura 1:** Temperaturas diarias registradas. Ciclo de otoño-invierno. (Tmax: temperatura máxima, Tmin: temperatura mínima, Tmed: temperatura media).



**Figura 2:** Temperaturas diarias registradas. Ciclo de verano. (Tmax: temperatura máxima, Tmin: temperatura mínima, Tmed: temperatura media).



**Figura 3:** Días hasta el comienzo y el final de la recolección y hasta recoger el 50% de la producción. Ciclo de otoño invierno.



**Figura 4:** Días hasta el comienzo y el final de la recolección y hasta recoger el 50% de la producción. Ciclo de verano.

# **BRÓCOLI: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE OTOÑO DE 2015 EN EXTREMADURA**

González García, J.A<sup>1</sup>, Daza Delgado, C<sup>1</sup>, Ayuso Yuste, M. C<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Hortofruticultura. Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Junta de Extremadura. 06187 Guadajira (Badajoz).

<sup>2</sup>Dpto. Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n, 06007 Badajoz.

e-mail: [joseangel.gonzalezg@juntaex.es](mailto:joseangel.gonzalezg@juntaex.es)

## **RESUMEN**

El cultivo de brócoli ha tenido en los últimos años una importante expansión en Extremadura, con una superficie estimada de unas 2.500 ha según el Ministerio de Agricultura, y se localiza fundamentalmente en las Vegas del Guadiana. Se realiza principalmente cultivo de otoño, no obstante, se está produciendo un incremento en el cultivo de primavera. Su destino más frecuente es la industria transformadora, elaborándose brócoli congelado y deshidratado; aunque también hay exportación en fresco.

Este ensayo se realizó en los campos del Instituto de Investigación “Finca La Orden Valdesequera”, del centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), con un suelo aluvial, ligeramente ácido y de bajo contenido en materia orgánica. Se ensayaron 19 cultivares, el trasplante se hizo el 27/08/2015, con una densidad de plantación de 33.333 plantas ha<sup>-1</sup>, siendo las operaciones de cultivo las habituales en la zona. Se tomaron datos de las características de las plantas durante el cultivo, y en el momento de la recolección se registraron los parámetros productivos, así como las características de calidad sobre 20 pellas de cada cultivar. También se han analizado los datos de precipitación y temperaturas durante el ensayo, para intentar establecer las relaciones de estos parámetros con algunos datos productivos.

Los cultivares con mayores rendimientos fueron ‘BRO 1223’ y ‘Baobab’, con casi 19.000 kg ha<sup>-1</sup>, en ambas la práctica totalidad de las plantas fueron comerciales. En el extremo opuesto, ‘Chronos’, ‘Orantes’ y ‘BRO A-4’ presentaron los rendimientos más bajos, con muchas pérdidas de pellas por podredumbre, debido a un fuerte ataque de Alternaria.

La calidad de las pellas comerciales fue buena en todos los cultivares, destacando ‘Mónaco’, ‘Tritón’ y ‘Naxos’ por presentar los mayores pesos, así como ‘Baobab’, ‘Monrello’ y ‘SV 7709’ por la finura de su grano y la compacidad y la forma de sus pellas. La recolección se inició el 2 de noviembre en los cultivares más precoces, ‘Chronos’ y ‘Naxos’ con un ciclo de 66 días y el cultivar de ciclo más largo (89 días) fue ‘K7-097’ cuya recolección se inició en 24 de noviembre.

**Palabras clave:** *Brassica oleracea L. botrytis, producción, ciclo, cultivares, calidad*

## **INTRODUCCIÓN**

La superficie de cultivo de brócoli en Extremadura continúa experimentando un fuerte crecimiento y se localiza fundamentalmente en las Vegas del Guadiana, se estima que de las 1.000 ha que se plantaban en 2010, se ha pasado a unas 2.500 ha en la actualidad, según estimaciones propias basadas en la información de casas de semillas y

viveros de producción de planta hortícola. Las cifras oficiales según el Ministerio de Agricultura son para el año 2014 de 2.586 ha y 29.946 t (MAPAMA, 2015).

La expansión del cultivo del brócoli se debe a varios factores. Hay una demanda creciente de este producto, ya que los consumidores están cada vez más concienciados de la importancia de una alimentación adecuada, rica en frutas y verduras. El brócoli es muy apreciado ya que diversas investigaciones han demostrado que es una hortaliza muy saludable, por su alta concentración de vitaminas y antioxidantes, así como de otros compuestos con carácter funcional, los glucosinolatos, con efectos anticancerígenos. Por otra parte, los precios también resultan interesantes para los agricultores extremeños, que lo comercializan para su transformación mediante deshidratación o congelación, ya que en Extremadura hay varias empresas que elaboran estos productos, aunque también se realiza comercialización en fresco.

En el Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICITEX) se vienen desarrollando desde hace mucho tiempo ensayos de cultivares de brócoli con el fin de caracterizarlos de manera completa y tener criterios objetivos para asesorar a los agricultores y a las empresas. El objetivo concreto de este ensayo (campaña de 2015) fue conocer el comportamiento agronómico en nuestras condiciones de cultivo, establecer la duración de los ciclos y caracterizar las pellas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo con un diseño en bloques al azar, 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, con pH ligeramente ácido, con textura franco arenosa y que posee bajo contenido en materia orgánica. 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 disponiendo al tresbolillo dos líneas de plantas sobre la cama, con una densidad de 3,33 plantas m<sup>-2</sup>. La planta fue producida en un vivero comercial, la siembra se realizó en bandejas de alveolos el 16 de julio de 2015 y el trasplante se llevó a cabo cuando la planta presentaba una altura de aproximadamente 10 cm, el 27 de agosto. El cultivo se realizó siguiendo las prácticas habituales de la zona, se aplicó riego por goteo, según los datos de ETc, y se proporcionó en cobertura un total de 100 UF ha<sup>-1</sup> mediante fertirrigación, siendo el abonado total de 195-95-220 UF ha<sup>-1</sup> NPK. Durante el cultivo el único problema fitosanitario de importancia que se produjo fue el ataque de Alternaria.

Se ensayaron 19 cultivares de brócoli y siguiendo la misma metodología que en campañas anteriores (González García et al., 2016), se valoraron diversos parámetros de calidad de las plantas y de las inflorescencias durante el cultivo y en la recolección.

Cultivar	Casa comercial	Cultivar	Casa comercial
‘TRITÓN’	Sakata	‘NAXOS’	Sakata
‘PHAROS’	Sakata	‘PARTHENON’	Sakata
‘BRO 01606’	Sakata	‘BRO A-4’	Sakata
‘K7-097’	Sakata	‘TIRRENO’	Tozer
‘SEULISA’	Intersemillas	‘BAOBAB’	Ramiro Arnedo
‘DOMINO’	Clause	‘15.B.15 252’	Rijz-Zwann
‘MONRELLO’	Syngenta	‘SV 7709’	Séminis
‘ORANTES’	Rijz-Zwann	‘BRO 1223’	Diamond
‘MÓNACO’	Syngenta	‘15.B.251’	Rijz-Zwann
‘CHRONOS’	Sakata		

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<sup>-1</sup>. 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.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las producciones de 2015 pueden observarse en la Figura 1, fueron en general más bajas que en otros años de ensayo. Los mejores rendimientos fueron para ‘BRO 1223’, ‘Baobab’ y ‘SV 7709’, con 18.750, 18.703 y 17.318 kg ha<sup>-1</sup> de producto comercial. El cultivar con menor producción fue ‘Chronos’, que en todos los años previos ha ofrecido rendimientos muy buenos, radicando la diferencia en el alto nivel de pellas no comerciales por Alternaria (76 %) (Figura 2). Siete cultivares presentaron rendimientos menores a 10.000 kg ha<sup>-1</sup>, extremadamente bajos para condiciones experimentales. ‘Parthenon’ que es el cultivar más empleado por los agricultores en toda España, presentó una incidencia baja de Alternaria (16%), con una producción aceptable en comparación con el resto de los cultivares, lo que le confirma como un cultivar de alta fiabilidad.

En esta campaña se produjo una alta incidencia de Alternaria, lo que contrasta con los resultados de otros años en los que nunca se observaron problemas fitosanitarios de importancia. La Alternaria afectó en mayor medida a los cultivares más precoces, con plantas poco aireada o cuyas pellas estaban a menor altura. Se cree que fue debida a las fuertes lluvias del 18 de octubre, pocos días antes de la recolección (Figura 3), que originó una elevada humedad relativa, próxima al 100%, y que se mantuvo hasta el final del ensayo y que junto a las altas temperaturas de los meses de octubre y noviembre, causaron un elevado porcentaje de pérdida de pellas (Figura 2).

Sobre las características de las pellas (Figura 4), fueron los cultivares ‘BRO 1223’, ‘Baobab’ y ‘Mónaco’ los que presentaron las pellas más grandes, con moderada incidencia de podredumbres y con buena consistencia y finura de grano. Hubo muchas diferencias en la presencia de tallos huecos, en ‘K7-097’ y ‘Baobab’ nunca se produjo este defecto y en ‘BRO 1223’ la incidencia fue la mayor con un 78,6 %.

La duración del ciclo en esta campaña (Figura 5) fue de 66 días para ‘Chronos’ y ‘Naxos’, los cultivares más precoces y de 89 días para ‘K7-097’, que como en la campaña de 2014 fue el de ciclo más tardío (González García et al., 2016). La duración de los ciclos fue similar a la observada en campañas anteriores. Como puede apreciarse en la Figura 4, la cosecha del brócoli se inició el 2 de noviembre de 2015, y finalizó el 15 de diciembre. En esta campaña de 2015 los períodos de recolección fueron parecidos a los de 2014, en torno a los 20 días. En la campaña de 2013, la recolección se prolongó más, entre 42 y 53 días, ya que este dato depende en gran medida de las condiciones de temperatura (González García et al., 2013 y 2016).

Como conclusión de los resultados de brócoli se pueden destacar por su producción y calidad ‘BRO 1223’, ‘Baobab’, ‘SV 7709’, ‘Mónaco’ y ‘Parthenon’. La alta sensibilidad de ‘Chronos’ a Alternaria en esta campaña pone en cuestión las buenas cualidades que se habían observado previamente, por lo que será necesario en campañas sucesivas confirmar estos resultados. Se pone en evidencia que la duración de los ciclos de cultivo depende en cierta medida de las condiciones climáticas y que si queremos tener un amplio periodo de recolección del producto es preciso establecer las plantaciones en diferentes fechas.

## 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.

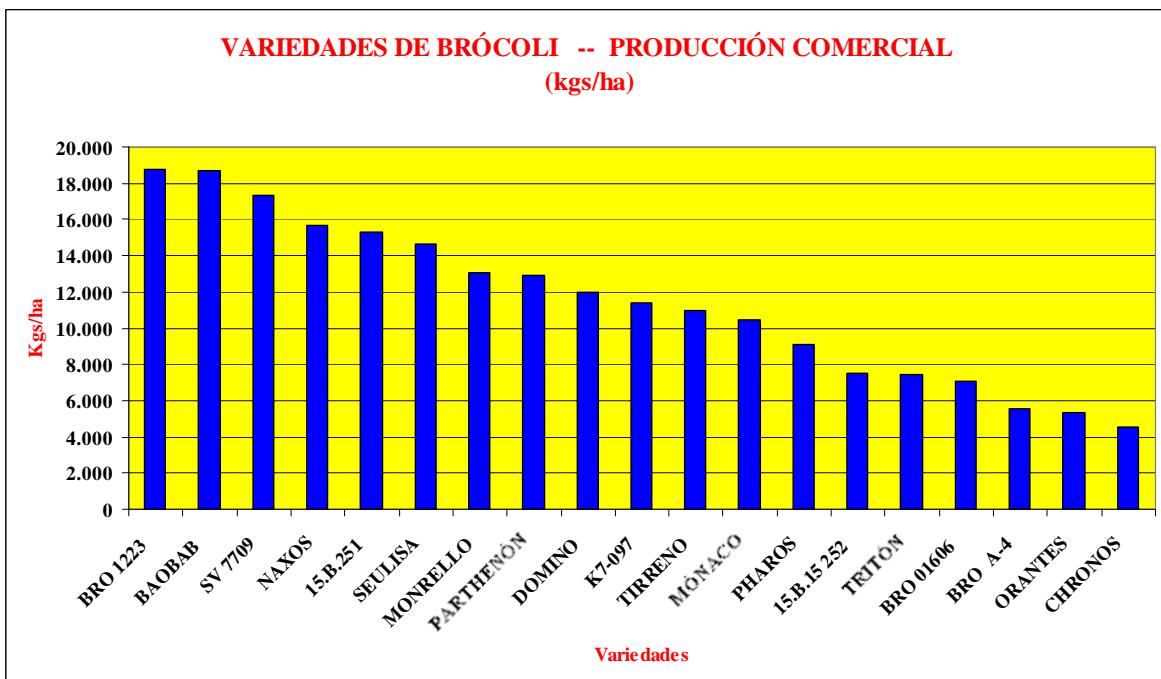
MAPAMA, 2015. Anuario de Estadística 2015.

[http://www.mapama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2015/TABLAS%20PDF/CAPITULO%2013/pdfc13\\_6.32.3.pdf](http://www.mapama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2015/TABLAS%20PDF/CAPITULO%2013/pdfc13_6.32.3.pdf). [Consultado en febrero de 2017]

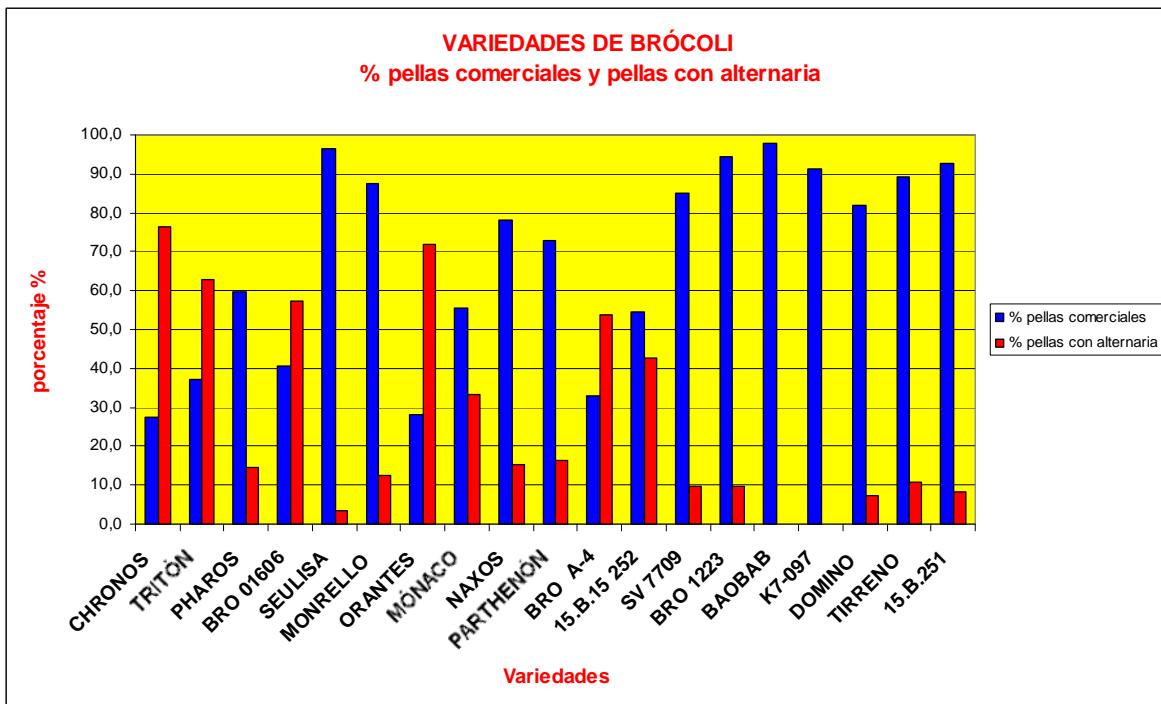
## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean expresar su agradecimiento al Grupo de Investigación AGA001, al proyecto de la Junta de Extremadura GR15112 y a los proyectos FEDER LOI 12020017/7, GR 10130 GR10006 por la cofinanciación.

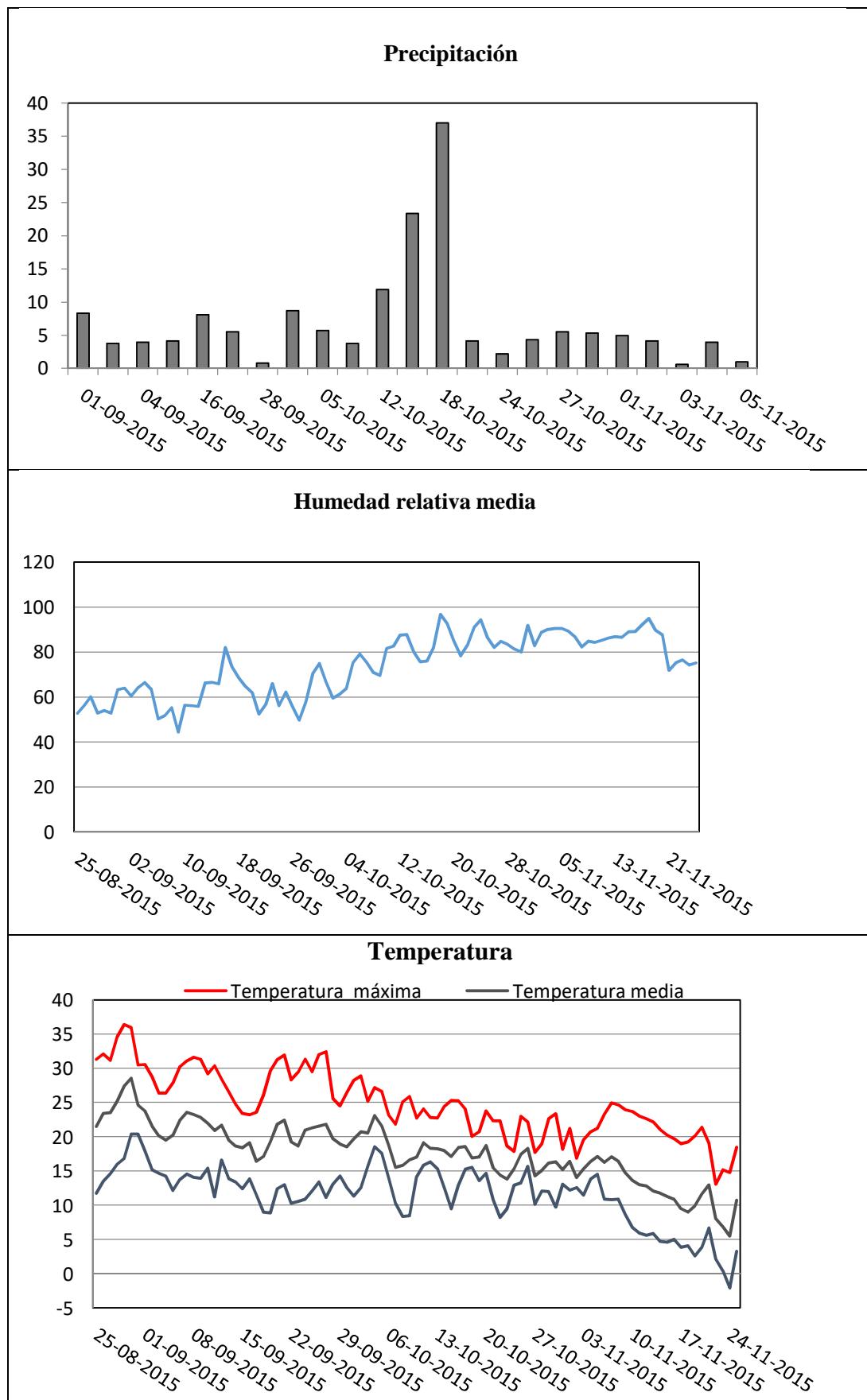
## FIGURAS



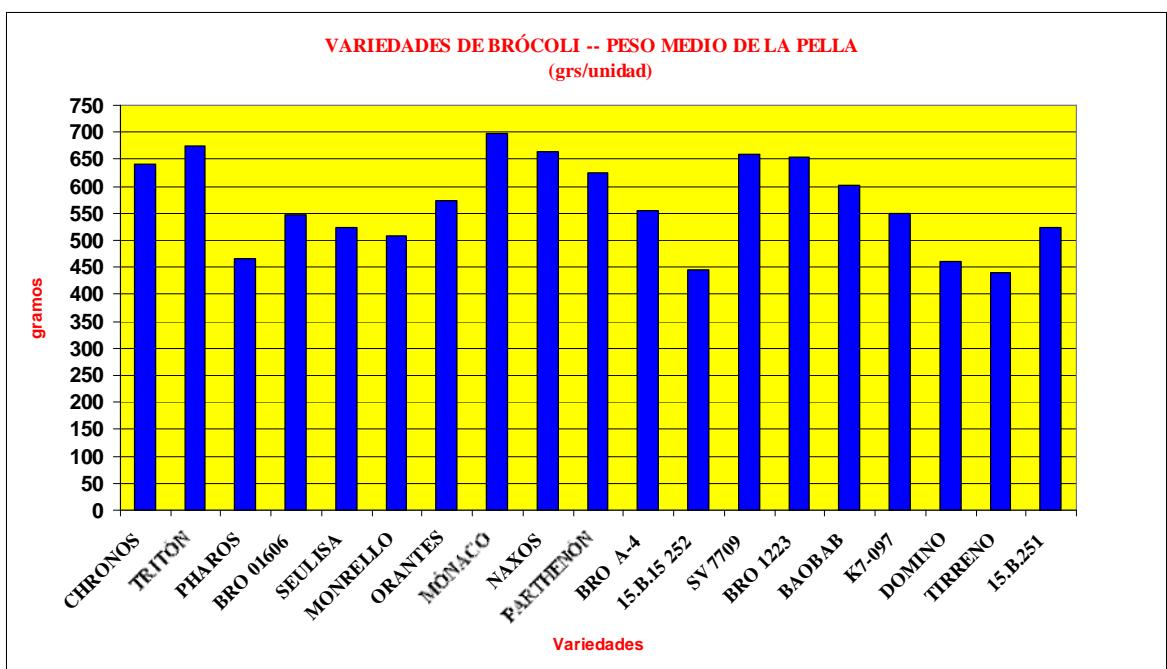
**Fig. 1.** Rendimiento de pellas comerciales de los distintos cultivares de brócoli ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )



**Fig. 2.** Incidencia de Alternaria para los distintos cultivares de brócoli, expresada en porcentaje.



**Fig. 3.** Precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C) durante el cultivo



**Fig. 4.** Peso medio de las pellas comerciales para los distintos cultivares de brócoli (g)

CULTIVAR	NOVIEMBRE															DICIEMBRE															C	R	P												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CHRONOS																															66	3	17												
NAXOS																															66	4	22												
TRITÓN																															67	3	14												
ORANTES																															70	4	17												
BRO A-4																															72	4	16												
BRO 1223																															72	4	16												
BRO 01606																															72	3	16												
SV 7709																															72	4	16												
PARTHENÓN																															72	3	14												
PHAROS																															72	3	14												
MÓNACO																															74	3	12												
15.B.15 252																															74	3	13												
TIRRENO																															75	5	35												
SEULISA																															79	3	8												
15.B.251																															79	4	31												
MONRELLO																															79	2	8												
BAOBAB																															79	3	13												
DOMINO																															81	4	28												
K7-097																															89	3	21												

C : Ciclo de cultivo (días trasplante-comienzo de recolección)

#### R: Número de recolecciones

P: Periodo de recolección (días)

**Fig. 5.** Calendario de recolección de los cultivares de brócoli: duración del ciclo, número de recolecciones y periodo de cosecha

# **ENSAYOS DE CULTIVARES DE BROCOLI EN DOS CICLOS (OTOÑO-INVIERNO Y PRIMAVERA-VERANO) EN LA ZONA NORTE DE TENERIFE (CANARIAS). CAMPAÑA 2014-2015**

Trujillo, L.B.<sup>1</sup>; Santos, B.; Monge, J<sup>1</sup>; Fernández, J.<sup>1</sup>; Beautell, A<sup>2</sup>; D.J. Ríos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima. Universidad de La Laguna

## **RESUMEN**

El brócoli, pese a ser un producto en boga, sigue siendo un cultivo minoritario en Canarias, tanto en consumo como en producción. Sin embargo, puede ser un producto interesante para abrir la oferta de cultivos. Se ha planteado un ensayo de 10 cultivares en ciclo de primavera-verano y de otoño-invierno en la zona norte de Tenerife. En el ciclo de primavera-verano, los cultivares que mejor se comportaron en las condiciones del ensayo fueron ‘Orantes’ y ‘Chronos’, además del testigo. Estos cultivares presentaron las producciones comerciales más elevadas, los mayores pesos unitarios de la pella y tuvieron una buena precocidad. Atendiendo a las características cualitativas de la inflorescencia, ‘Chronos’ presentó un comportamiento algo superior a ‘Orantes’. En el ciclo de otoño-invierno no hubieron diferencias en producción entre los cultivares ensayados, pudiendo estar la elección varietal a la adaptación del ciclo a las condiciones productivas y de comercialización de las explotaciones. ‘Chronos’, ‘Malibu’ e ‘Ironman’ fueron más precoces, mientras que ‘Naxos’ y ‘Jeremy’ concentraron su producción más hacia el final. ‘Naxos’, ‘Jeremy’ y ‘Belstar’ concentraron sus producciones mientras que ‘Ironman’, ‘Lord’, ‘Malibu’ y ‘Orantes’ tendieron a repartir más la producción. En el caso de la calidad de la inflorescencia, destacaron ‘Naxos’ y ‘Parthenon’.

**Palabras clave:** *Brasicca olearacea* var. *italica*, adaptabilidad, ciclo de cultivo, producción, variedad, híbrido

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, el brócoli está muy revalorizado en el sector alimentario debido a su alto valor nutritivo y a sus propiedades funcionales, aspectos cada vez tenidos más en cuenta por el consumidor, lo que justifica el creciente interés en su consumo. En otros países europeos es un producto conocido y consumido, aunque menos que en España (Macua et al., 2010). En Canarias, es un producto con una aceptación menor que la coliflor aunque es un cultivo de interés para un grupo de agricultores.

En Canarias, no existen referencias sobre la superficie, debido a que las estadísticas oficiales recogen los datos relativos al brócoli junto con los de la coliflor. La única referencia relativa a la superficie de cultivo, es la Encuesta sobre Superficie y Rendimientos, realizada en el 2013 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en la que se estima una superficie cultivada de 54 ha (MAGRAMA, 2014).

El brócoli es un cultivo de estación fría que posee ciertos requerimientos climáticos para producir una pella comercializable y de calidad, de manera que las condiciones ambientales y por tanto, las fechas de plantación, influyen sobre las características de la misma y la duración del ciclo. Dada la gran cantidad de cultivares de brócoli que ofrecen las casas comerciales, se le plantea al agricultor la dificultad de elegir

el más adecuado para las particulares condiciones agroclimáticas y de cultivo de las zonas productoras de la isla de Tenerife.

Dado que el último ensayo de cultivares de brócoli fue realizado por el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife en el año 2003 (Ríos et al., 2005), y que el relevo varietal en este cultivo se produce con cierta rapidez, dentro del Plan Anual de Trabajo para el año 2014 se planteó estos ensayos con el objetivo de analizar la estructura varietal de brócoli existente en el mercado, ensayar su cultivo en las condiciones de la isla en 2 ciclos (primavera-verano y otoño-invierno) y transferir los resultados obtenidos al sector.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia consistió en realizar un ensayo de 10 cultivares de brócoli, en dos ciclos: otoño invierno y primavera verano. La experiencia se realizó en la finca de SAT El Miradero, situada en Santa Bárbara, en el municipio de Icod de Los Vinos (zona noroeste de Tenerife), a una altitud de unos 480 msnm. Esta zona, dentro de las dedicadas a la horticultura en la isla, tendría las mejores condiciones para el cultivo de brócoli.

Los cultivares plantados se solicitaron a las casas comerciales, pidiendo adaptación al ciclo. Se utilizó a ‘Ironman’ como testigo, al ser el cultivar más utilizado en la zona. En la tabla siguiente se reflejan los cultivares ensayados y sus características según las casas comerciales.

**Tabla:** Cultivares ensayados

Cultivar	C. comercial
‘Agassi’	Rijk Zwaan
‘Belstar’	Bejo Zade
‘Chronos’	Sakata Seeds
‘Ironman’	Monsanto Seminis
‘Jeremy’	Diamond Seeds
‘Lord’	Monsanto Seminis
‘Malibu’	Bejo Zaden
‘Naxos’	Sakata Seeds
‘Parthenon’	Sakata Seeds
‘Orantes’	Rijk Zwaan

El manejo del cultivo (riego por microaspersión, fertirrigación, labores culturales y tratamientos fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las prácticas habituales del agricultor. La conductividad eléctrica del agua fue de  $1,7 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$  y el pH de 8,6. El suelo tenía un pH de 8,6 y una CE del extracto saturado de  $1,7 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ , dentro de los niveles normales de parámetros químicos de la zona.

En el ciclo de primavera-verano, la siembra se llevó a cabo el 21 de marzo de 2014 en el vivero de la propia explotación. Las plantas se llevaron a campo el 2 de mayo. La recolección comenzó el 26 de junio y terminó el 27 de julio. En el ciclo de otoño-invierno, la siembra se llevó a cabo el 3 de septiembre de 2014 en el vivero de la propia explotación. Las plantas se llevaron a campo el 10 de octubre. La recolección comenzó el 14 de enero de 2015 y se dio por terminada el 30 de enero.

En ambos ensayos, se utilizó un marco de plantación de 0,5 m entre plantas y 0,5 m entre filas ( $4 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$ ). 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 16  $\text{m}^2$  (64 plantas). Los datos obtenidos, sin tener en cuenta las plantas del borde de cada unidad experimental, 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:

**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 500 gramos y sin síntomas de sobremadurez.

**Producción total y comercial:** Calculada como la producción de piezas totales y 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.

**Características del ciclo:** Se determinó la duración del ciclo (días desde trasplante hasta que se recogió el 50% de la producción), duración del periodo de recolección y número de pases de corte.

**Características de la inflorescencia:** Se realizó una caracterización cualitativa de las inflorescencias, teniendo en cuenta las características que influyen en el valor comercial de las mismas, utilizando la guía de criterios de calidad del ITGA de Navarra (actual INTIA), tomando los siguientes datos: granulometría, color de la cabeza, granos marrones, amarilleamiento, forma, tamaño de los floretes, presencia de hojas en la cabeza, tallo hueco y cabezas secundarias.

Se utilizaron los datos climáticos registrados en la estación agrometeorológica situada en la zona de Llanito Perera, perteneciente a la red de estaciones del Cabildo Insular de Tenerife. Dicha estación se localiza a menos de 1 km del ensayo y a la misma cota. Las temperaturas registradas en los 2 ciclos se presentan en las figuras 1 y 2. La humedad relativa media y la precipitación en los dos períodos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Parámetros productivos

**Porcentaje de pellas recolectadas:** En la tabla 1 se observa, en el ciclo de primavera-verano como ‘Agassi’, ‘Malibu’ y ‘Lord’, con valores por encima del 99 %, presentaron un porcentaje de pellas recolectadas significativamente superior al de ‘Naxos’. El resto de cultivares no presentaron diferencias significativas, con porcentajes de recolección entre el 85 y el 98 %. No se recogieron cabezas del cultivar ‘Jeremy’ debido al fuerte ataque de bacteriosis que sufrió en el ensayo, favorecido por la temperatura, alta humedades relativas y humedad sobre las cabezas registradas durante la formación de las inflorescencias (Figuras 1 y 3).

En la tabla 2 se observa que no se presentaron diferencias significativas entre cultivares en el ciclo de otoño-invierno, con porcentajes de recolección entre el 82 y el 97 %.

**Producción:** En relación con la producción total (Tabla 1), ‘Orantes’ fue el más productivo, con  $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , seguido de ‘Agassi’, ‘Lord’, ‘Chronos’ y ‘Ironman’, que tuvieron  $20 - 25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Por el contrario, ‘Parthenon’, ‘Belstar’ y ‘Naxos’ se quedaron por debajo de los  $18 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , teniendo los dos últimos, valores significativamente más bajos que ‘Orantes’ y que el testigo. Los datos de producción comercial cambiaron algo debido a los destrozos relativamente altos de ‘Belstar’ y ‘Agassi’, debido a problemas por

bacteriosis. ‘Orantes’ volvió a ser el más productivo, con  $2,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , seguido de ‘Ironman’ y de ‘Chronos’, con  $2,3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ . ‘Naxos’ y ‘Belstar’ tuvieron una producción significativamente menor que ‘Orantes’ y que el testigo (Tabla 1).

En el ciclo de otoño no hubieron diferencias significativas en producción comercial entre cultivares, con valores comprendidos entre  $1,3$  y  $1,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  (Tabla 2). En general, las producciones en el ciclo de otoño invierno, las producciones fueron un 30% inferiores al ciclo de primavera verano.

**Peso de la pella:** En el ciclo de primavera-verano, ‘Orantes’ fue el cultivar que produjo pellas mayores con una media de 643 g/pieza (Tabla 1). Este valor fue significativamente superior al obtenido por ‘Malibu’, ‘Naxos’ y ‘Belstar’, con pellas de menos de 500 g/pieza. Sólo ‘Belstar’ tuvo un peso unitario significativamente menor que el testigo.

‘Lord’, ‘Parthenon’ y ‘Orantes’ fueron los cultivares que produjeron cabezas más pesadas en el ciclo de otoño-invierno, con una media por encima de los 400 gramos/pieza. ‘Malibu’ con 359 g/pieza fue el cultivar con menor peso unitario. No se observaron diferencias estadísticas entre los cultivares ensayados (Tabla 2).

El peso medio en el ciclo de otoño invierno estuvo en 388 g/pieza, mientras que el ciclo de primavera fue de 499 g/pieza. Estas diferencias pudieron ser debidas a la diferente fertilización frente al ciclo de primavera (con una cantidad bastante menor de nitrógeno), junto con los más que posibles lavados de nutrientes por las fuertes lluvias de noviembre (Figura 4).

**Ciclo:** En las tablas 3 y 4 se muestra el ciclo de los distintos cultivares. En el ciclo de primavera-verano, ‘Malibu’, con 64 días presentó un ciclo más precoz. Los cultivares más tardíos fueron ‘Naxos’ y ‘Parthenon’, con 73 y 74 días de media. El resto de cultivares presentó ciclos de entre 66 y 71 días.

También hubo diferencias en la duración del período de recolección. ‘Malibu’, presentó un ciclo de recolección más largo, con 13 días de recolección y 5 pasos de recolección. ‘Belstar’, ‘Naxos’ y ‘Parthenon’ presentaron los ciclos de recolección más cortos, con sólo 3 días. El resto de cultivares presentó un ciclo de recolección de 7 días y 2 pasos. ‘Agassi’, ‘Naxos’ y ‘Lord’ concentraron en un solo corte más de un 65% de la producción.

En el ciclo de otoño-invierno, las diferencias en ciclo fueron menores, con sólo 10 días de diferencia entre el cultivar más precoz ‘Ironman’, con 99 días de ciclo, y el más tardío, ‘Naxos’ con 109. ‘Lord’ y ‘Naxos’, en menor medida, concentraron mucho su producción, con más de un 70% de la producción en 2 pasadas. Por el contrario, ‘Orantes’, ‘Parthenon’ y ‘Malibu’ tuvieron su producción más repartida.

### Características de la inflorescencia

En la tabla 5 se presentan las características de la inflorescencia de los cultivares ensayados en ambos ciclos.

**Granulometría:** Los consumidores suelen preferir cabezas de grano fino. ‘Jeremy’ y ‘Naxo’s tuvieron la granulometría más fina, seguidos de ‘Malibu’ y ‘Parthenon’. En el extremo negativo se encontraron los cultivares ‘Chronos’ y ‘Orantes’, con granos medios-gruesos, y ‘Agassi’, con granos gruesos.

**Color:** Considerando que el color más aceptado por el mercado es el verde oscuro, ligeramente azulado, todos los cultivares corresponderían al tipo buscado, excepto ‘Jeremy’, ‘Lord’ y ‘Agassi’.

**Porcentaje de granos marrones:** A excepción de ‘Ironman’, ‘Orantes’ y ‘Agassi’, que tuvieron un porcentaje menor del 5%, no se detectaron granos marrones en el resto de cultivares ensayados

**Porcentaje de amarillamiento:** ‘Agassi’ y ‘Chronos’ presentaron mayor grado de amarilleamiento, con valores entre el 5 y el 10%, pero sin afectar al atractivo comercial de las cabezas. El resto de cultivares tuvieron menos del 5% de amarilleamiento.

**Forma de la cabeza:** El cultivar con inflorescencia más redondeada fue ‘Chronos’. En el otro extremo se encontraron ‘Lord’, ‘Ironman’ y ‘Agassi’, con las pellas menos regulares, con mayor número de protuberancias, pero siempre de un comportamiento satisfactorio.

**Tamaño de los floretes:** ‘Jeremy’, ‘Belstar’, ‘Naxos’ y ‘Chronos’ tuvieron floretes cortos, mientras que ‘Lord’, ‘Orantes’ y ‘Agassi’ tuvieron floretes medios largos. El resto de cultivares presentaron floretes con tamaño intermedio.

**Presencia de hojas en la cabeza:** No se observó la presencia de hojas bracteiformes en ninguno de los cultivares. La ausencia de temperaturas elevadas ayudó a que no apareciera este problema (Heather et al., 1992).

**Ahuecado del tallo:** Sólo ‘Malibu’, ‘Ironman’ y ‘Orantes’ presentaron valores de ahuecado bajo, medio bajo y medio, respectivamente.

**Emisión de cabezas secundarias:** Ningún cultivar emitió cabezas secundarias en el momento de corte de la cabeza floral, excepto Agassi, que si comenzó a desarrollar rebrotes en el momento de corte. La emisión de rebrotes secundarios puede resultar un aspecto negativo o positivo según lo que se desee de cara a la comercialización del producto.

## CONCLUSIONES

En el ensayo de otoño – invierno, no se encontraron diferencias significativas en producción en los cultivares ensayados. La elección varietal se podría basar más bien en características de ciclos o en las de la inflorescencia.

En el ensayo de verano, si se observaron diferencias, destacando ‘Chronos’, ‘Orantes’ y ‘Malibu’, con valores similares al testigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HEATHER, D.W.; SIECZKA, J. B; DICKSON, M. H. Y WIOLFE, D. W. 1992. Heat tolerance and holding ability broccoli. *J. Hort. Sci.* 117 (6): 887-892.
- MACUA, J.I.; A. SANTOS, I. LAHOZ, Y S. CALVILLO. 2010. Brocoli. Campaña 2009-2010. Navarra Agraria, 179: 19-24
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. 2014. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). Disponible en línea en:  
<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/>
- RÍOS, D., S. MESA Y B. SANTOS. 2005. Resultados del ensayo de cultivares de brocoli en Tenerife del programa nacional de experimentación con brócoli 2002. p. 119-124. En: MARTÍN M. P. HOYOS, A. NUÑEZ, J. TORRES Y J.C. GAZQUEZ (Ed). XXXV Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 414 p.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro de los Planes Anuales de Trabajo 2014 y 2015 del Proyecto Horticultura Intensiva del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Los autores quieren agradecer la participación de D. Domingo López González, de SAT El Miradero, agricultor colaborador en muchas experiencias en col, coliflor y brócoli, así como a las casas comerciales que han suministrado la semillas de los cultivares ensayados.

## TABLAS

**Tabla 1:** Parámetros productivos ensayo primavera verano

Cultivar	Pellas recolectadas (%)	Producción comercial (t·ha <sup>-1</sup> )		Peso unitario pella (g)		
		comercial				
‘Agassi’	100	a*	16,5	bc*	538	abcd*
‘Belstar’	94	ab	7,2	d	433	d
‘Chronos’	93	ab	23,4	ab	633	ab
‘Ironman’	98	ab	23,6	ab	601	abc
‘Jeremy’	---	---			---	
‘Lord’	99	a	19,8	abc	591	abc
‘Malibu’	99	a	20,1	abc	495	bcd
‘Naxos’	84	b	14,8	cd	460	cd
‘Orantes’	98	ab	25,0	a	643	a
‘Parthenon’	85	ab	17,3	abc	538	abcd

\*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Tukey, 95%)

**Tabla 2:** Parámetros productivos ensayo otoño-invierno

Cultivar	Pellas recolectadas (%)	Producción comercial (t·ha <sup>-1</sup> )		Peso unitario pella (g)		
		comercial				
‘Agassi’	97	a*	16,3	a*	393	a*
‘Belstar’	85	a	12,9	a	363	a
‘Chronos’	91	a	12,6	a	368	a
‘Ironman’	92	a	13,7	a	380	a
‘Jeremy’	93	a	13,4	a	363	a
‘Lord’	92	a	15,4	a	431	a
‘Malibu’	97	a	13,9	a	359	a
‘Naxos’	82	a	12,9	a	385	a
‘Orantes’	89	a	14,7	a	412	a
‘Parthenon’	92	a	16,1	a	424	a

**Tabla 3:** Ciclo de los cultivares: Ensayo de primavera-verano

Cultivar	Días tras transplante							Nº pasadas	Ciclo
	55	59	62	66	69	73	76		
	% producción recolectada								
‘Malibu’	4	19	36	17	24			5	64
‘Orantes’			19	28	53			3	66
‘Chronos’			17	19	64			3	67
‘Ironman’				16	65	19		3	68
‘Lord’				6	69	25		3	68
‘Agassi’				7	84	8		3	68
‘Belstar’					2	98		2	71
‘Parthenon’						60	40	2	73
‘Naxos’						29	71	2	74

**Tabla 4:** Ciclo de los cultivares. Ensayo de otoño-invierno

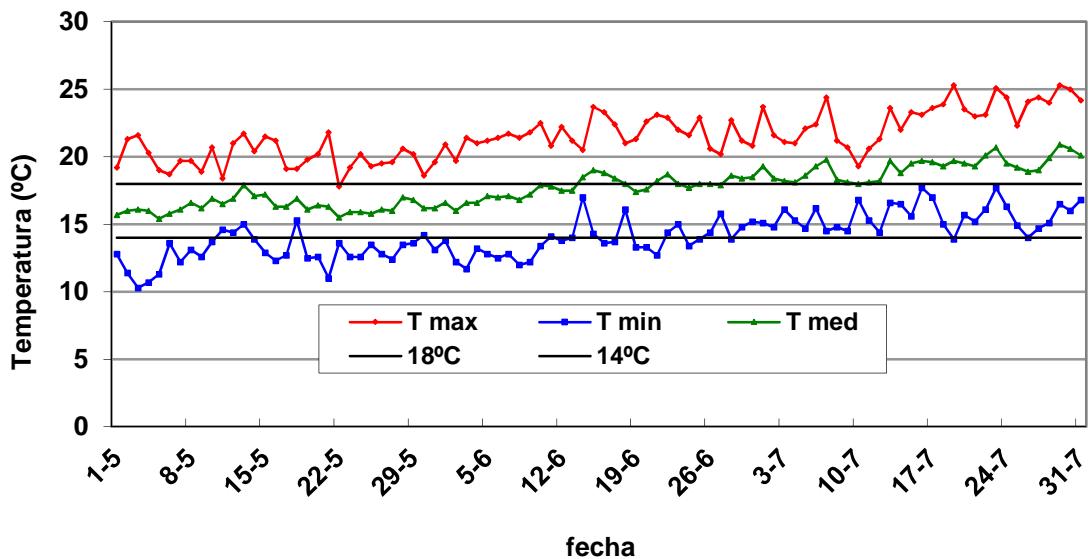
Cultivar	Días tras transplante					Nº pasadas	Ciclo (dtt)
	97	102	106	110	113		
	% producción recolectada						
‘Ironman’	32	38	24	6		4	99
‘Chronos’	31	42	20	6	1	5	100
‘Orantes’	28	30	29	13	1	5	100
‘Malibu’	29	36	29	6		4	101
‘Parthenon’	32	27	30	12		4	102
‘Agassi’	18	32	36	14		4	102
‘Belstar’	3	15	41	35	5	5	105
‘Lord’		4	24	51	21	4	108
‘Naxos’		3	13	40	44	4	109

**Tabla 5:** Características de la inflorescencia (ciclo de primavera/verano / ciclo otoño invierno)

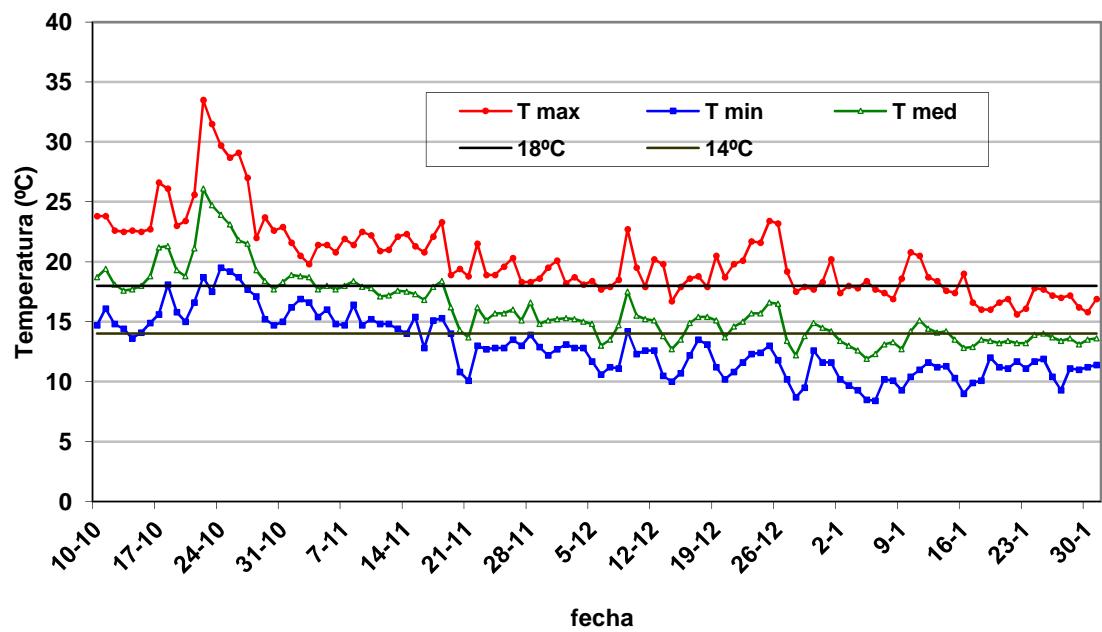
Característica	Cultivar									
	Agassi	Belstar	Chronos	Ironman	Jeremy	Lord	Malibu	Naxos	Orantes	Parthenon
Granulometría	Gruesa / M. gruesa *	Media / M. fina	M. Gruesa / M. Gruesa	Media / Media fina	Fina /Fina	Media / M. Gruesa	M. Fina /M. Fina Verde	Fina /Media V.	M. gruesa / M. gruesa	M. fina / M. fina
Color	V. Claro / Verde	V. Azulado / Verde	V. Azulado / V.azulado	Verde Azulado	Verde / V. claro	Verde / V. Claro	Azulado / Verde	Azulado / V. azulado	V. Azulado / Verde	Verde Azulado / Verde
Granos marrones	<5 / <1	0 / <1	0 / <1	<5 / <1	0/ n.d.	0/ <1	0/ <1	0/ <1	<5 / <1	0/ <1
Amarillamiento	<10 / <10	<5 / <5	<10 / <5	<5 / <5	0 / n.d.	0 / 0	<5	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Forma	Bultosa / A. bultos	P. bultos / P. bultos	Algunos bultos / Media redonda	Bultosa / Algunos bultos	Pocos bultos / Casi redonda	Bultosa / Algunos bultos	Pocos bultos / Pocos bultos			
Tamaño floretes	M. largo / Medio	Corto / Corto	Corto / M. largos	Medio / Medio	Corto / Corto	M. largo / Largo	Medio / Corto	Corto / Largo	M. largo / Medio	Medio / M. corto
Hojas cabeza	Escasa / Media	Escasa / Escasa	Escasa / Escasa	Escasa / Escasa	Escasa / Escasa	Escasa / Media	Escasa / Escasa	Escasa / Escasa	Escasa / Escasa	Escasa / Escasa
Tallo hueco	Nulo / M. alto	Nulo /Alto	Nulo/Bajo	M. bajo / Medio	Nulo / M. alto	Nulo / M. Alto	Bajo / M. bajo	Nulo / Bajo	Medio / M. alto	Nulo /Bajo
Cabezas secundarias	M. presencia /Ausencia	Ausencia / Ausencia	Ausencia /Ausencia	Ausencia / Ausencia	Ausencia /Ausencia	Ausencia / Ausencia	Ausencia / Ausencia	Ausencia / Ausencia	Ausencia / Ausencia	Ausencia / Ausencia

Característica ciclo primavera verano / Característica ciclo otoño invierno

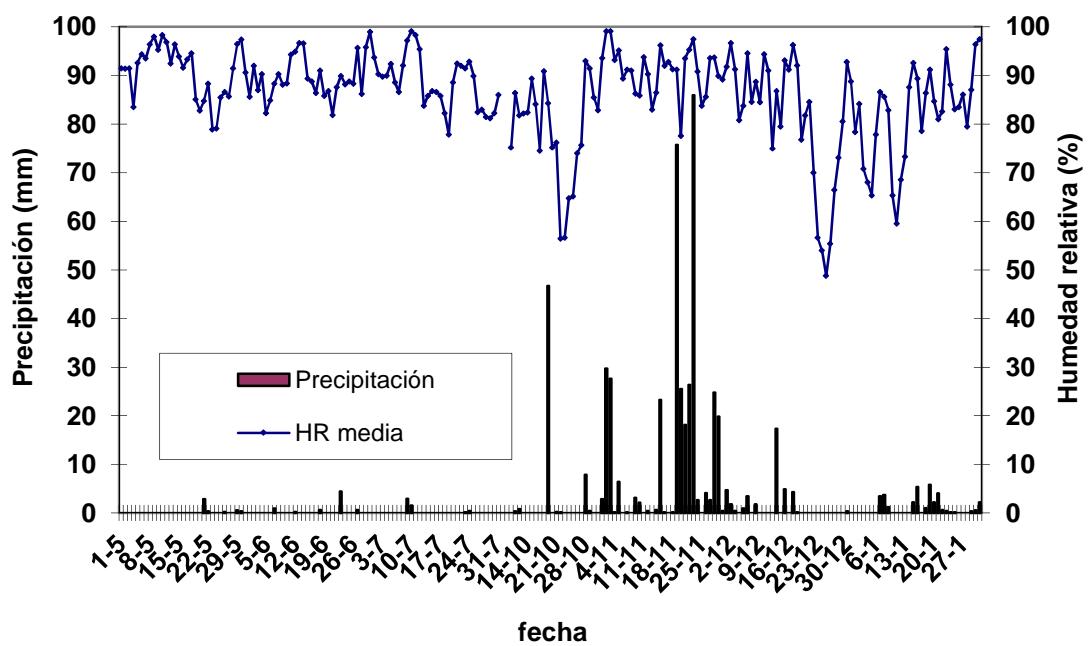
## FIGURAS



**Figura 1:** Temperaturas diarias registradas ensayo primavera-verano



**Figura 2:** Temperaturas diarias registradas. Ensayo otoño-invierno.



**Figura 3:** Humedades relativas medias y precipitación.

## **COMPUESTAS**

# **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CV DE ALCACHOFA SYMPHONY UTILIZANDO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO GIBERÉLICO**

C. Baixuali, A. Giner, J.M. Aguilar, I. Nájera.

Centro de Experiencias de Cajamar. Paiporta (Valencia)

carlosbaixauli@cajamar.com

## **RESUMEN**

El empleo de material vegetal multiplicado vegetativamente en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) puede dar lugar a problemas de marras de plantación, principalmente debido a la presencia de hongos de suelo, vasculares y virus. Los nuevos cvs de alcachofa reproducibles por semilla pueden ser una alternativa a este sistema de multiplicación. En esta experiencia se evalúa el comportamiento agronómico y productivo del cv de alcachofa propagable por semilla ‘Symphony’, en el que interesa estudiar técnicas de cultivo que permita mejorar la precocidad.

Se analizó la tecnología del uso del ácido giberélico, para lo cual se estudiaron un total de 4 concentraciones (30,40, 50 y 60 ppm) y un testigo sin tratar.

Aunque no se observaron diferencias en la producción precoz entre las concentraciones comprendidas entre 40 y 60 ppm, se permitió adelantar el inicio de recolección una semana con las concentraciones más altas. Las concentraciones altas de ácido giberélico no afectaron a la producción comercial final, incluso con ellas se obtuvieron los mejores rendimientos.

La mayor producción de destriño por brácteas abiertas y total se obtuvo con el testigo y la concentración más baja de ácido giberélico.

La mejora de precocidad con la aplicación de ácido giberélico permitió que se produjesen 2 colmos, mientras que en el testigo únicamente dio para desarrollar el primero.

**Palabras clave:** *marras, semilla, precocidad, colmos.*

## **INTRODUCCION**

El empleo de material vegetal multiplicado vegetativamente en alcachofa puede dar lugar a problemas de marras de plantación, principalmente debido a la presencia de hongos de suelo, vasculares y virus. Los nuevos cvs de alcachofa reproducibles por semilla pueden ser una alternativa a este sistema de multiplicación. En esta experiencia se evalúa el comportamiento agronómico y productivo del cvs de alcachofa propagable por semilla ‘Symphony’, en el que interesa estudiar técnicas de cultivo que permita mejorar la precocidad.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se analizó la tecnología del uso del ácido giberélico, para lo cual se estudiaron un total de 4 concentraciones (30, 40, 50 y 60 ppm) y un testigo sin tratar. Las plantas fueron sometidas a tres tratamientos sucesivos con el ácido giberélico, añadiendo un abono foliar (abofol) al 0,1 %: los días 18 de septiembre, 2 y 16 de octubre de 2015. El primer tratamiento se realizó cuando la mayor parte de las plantas tenían entre 7 y 8 hojas verdaderas y un diámetro de proyección de las hojas entre 50 y 60 cm.

El cv ‘Symphony’ fue sembrado sobre bandeja de alvéolos llenos de una mezcla de turba rubia y negra el 9 de junio de 2015. El trasplante tuvo lugar el 29 de julio. El marco de plantación empleado fue de 1,75 m entre hileras y 0,80 m entre plantas. Se realizó un diseño estadístico de bloques al azar con 3 repeticiones de 8 plantas por parcela elemental.

Para estudiar la precocidad se determinó el momento de inicio de recolección y la producción precoz. Se clasificó la producción comercial y la de destío acumulado por meses durante el período productivo. En el caso de la producción de destío se separó entre las diferentes causas que la provocaron. En cada uno de los meses de recolección se determinó el peso medio de los capítulos.

El 18 de febrero de 2016 se hicieron medidas de altura de la planta, tomando 3 plantas por repetición. Se hizo un seguimiento de los “colmos”, determinando la fecha final del primer colmo, período de transición entre colmos y fecha de inicio del 2º colmo, así como estado de la planta al final del cultivo.

Marco de plantación	Nº plantas/rep	Superficie		Riego
		parcela elemental	Nº repeticiones (m <sup>2</sup> )	
1,75 x 0,80 m	8	11,20	3	Localizado

Aplicación de AG	Inicio recolección	Final recolección	Nº
			recolecciones
<b>0 ppm</b>	12-02-16	13-05-16	15
<b>30 ppm</b>	04-12-15	13-05-16	25
<b>40 ppm</b>	30-11-15	13-05-16	26
<b>50 ppm</b>	24-11-15	13-05-16	27
<b>60 ppm</b>	24-11-15	13-05-16	27

Tratamientos AG
1º tratamiento 18/09/2015
2º tratamiento 02/10/2015
3º tratamiento 16/10/2015

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las recolecciones se iniciaron el 24 de noviembre de 2015 para las concentraciones de 60 y 50 ppm, sobre las que se realizaron un total de 27 cosechas. Con la concentración de 40 ppm se inició la recolección el 30 de noviembre y se realizaron un total de 26 cosechas, con la concentración de 30 ppm la recolección se inició el 4 de diciembre y se efectuaron 25 cosechas en la parcela testigo la recolección se inició el 12 de febrero de 2016 y se realizaron un total de 15 cosechas.

La mayor producción comercial precoz (acumulada en enero) se obtuvo con las concentraciones de 40, 50 y 60 ppm, sin diferencias significativas a nivel estadístico d.s.n.e. entre ellas, le siguió la concentración de 30 ppm y por último el testigo sin tratar, detectando (d.s.n.e.) ( $p<0,01$ ) entre las concentraciones más altas, la de 30 ppm y el

testigo. La menor producción comercial final se obtuvo con el testigo sin tratar, sin observar d.s.n.e. entre ésta y el resto de dosis utilizadas (Tabla 1).

Las diferencias en el peso medio de los capítulos, se deben principalmente al desfase en el inicio de recolección, diferencias que se observan de manera más evidente en el mes de febrero en el que los capítulos de mayor peso medio se obtuvieron en el testigo, le siguió la concentración baja de ácido giberélico y el menor tamaño se obtuvo con la concentración de ácido giberélico más alta (Tabla 2).

La principal causa de destrozo fue la presencia de capítulos con brácteas abiertas, en donde la mayor cantidad se obtuvo con el testigo, detectando d.s.n.e. respecto las plantas tratadas con giberélico. La mayor producción de destrozo total se obtuvo también con el testigo, sin observar d.s.n.e. respecto la concentración de 30 ppm, pero con d.s.n.e. entre el testigo y el resto de concentraciones (Tablas 3, 4, 5 y 6).

Con el testigo sólo se obtuvo un colmo, que finalizó a finales de abril, con el resto de tratamientos con ácido giberélico se produjeron dos colmos, el primero finalizó el 5, 19 y 26 de febrero respectivamente para las concentraciones de mayor a menor concentración y el 4 de marzo para la concentración de 30 ppm. Iniciaron el 2º colmo los días 15, 26 de abril, y 3 de mayo respectivamente (Tabla 7).

## CONCLUSIONES

Aunque no se han observado diferencias en la producción precoz entre las concentraciones comprendidas entre 40 y 60 ppm, las recolecciones se iniciaron una semana antes con las concentraciones más altas. Las concentraciones altas de ácido giberélico no afectaron a la producción comercial final, incluso con ellas se obtuvieron los mejores rendimientos.

La mayor producción de destrozo por presencia de brácteas abiertas en los capítulos y destrozo total, se obtuvo con el testigo y la concentración más baja de ácido giberélico.

La mejora de precocidad con la aplicación de ácido giberélico ha permitido que se produzcan 2 colmos, mientras que en el testigo únicamente se desarrolló el primero.

## TABLAS

**Tabla 1.** Datos productivos. Producción comercial acumulada

Tratamiento	Producción comercial acumulada ( $\text{kg.m}^{-2}$ )							
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
0	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,25 b	1,11	1,14	1,14	
30	0,03 bc	0,21 b	0,55 b	0,93 a	0,98	1,08	1,25	
40	0,07 abc	0,52 a	0,90 a	1,15 a	1,16	1,31	1,46	
50	0,09 ab	0,53 a	0,87 a	1,07 a	1,07	1,20	1,44	
60	0,15 a	0,67 a	0,91 a	0,99 a	0,99	1,14	1,39	
Significación estadística (F-valor)	p<0,05	p<0,01	p<0,01	p<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 2.** Datos productivos. Peso medio

Tratamiento	Peso medio mensual del capítulo (g)						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0				205,81 a	195,74	182,00	
30	170,50	157,28	184,92 a	175,60 b	171,11	156,04	166,21
40	191,43	171,76	165,32 b	171,05 bc	195,00	161,98	157,08
50	177,78	167,03	157,34 b	158,21 bc		176,58	178,42
60	192,04	165,30	149,04 b	156,67 c		157,76	148,33
Significación estadística (F-valor)	n.s.	n.s.	p<0,01	p<0,01	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 3.** Datos productivos. Destriño acumulado por capítulos pequeños y deformes

Tratamiento	Producción de destriño acumulada por capítulos pequeños y deformes (kg.m <sup>-2</sup> )						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0			0,00	0,00	0,07	0,07	0,07
30			0,00	0,00	0,06	0,06	0,12
40			0,00	0,00	0,01	0,01	0,03
50			0,00	0,01	0,03	0,03	0,03
60			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Significación estadística (F-valor)	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 4.** Datos productivos. Destriño acumulado por capítulos con brácteas abiertas

Tratamiento	Producción de destriño acumulada por capítulos con brácteas abiertas (kg.m <sup>-2</sup> )						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0		0,00	0,00	0,03	0,19	0,82 a	0,85 a
30		0,00	0,11	0,32	0,38	0,41 b	0,41 b
40		0,00	0,09	0,23	0,26	0,28 b	0,28 b
50		0,01	0,11	0,18	0,20	0,24 b	0,25 b
60		0,01	0,08	0,21	0,23	0,24 b	0,25 b
Significación estadística (F-valor)	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	p<0,05	p<0,05

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 5.** Datos productivos. Destriño acumulado por daños por frío

Tratamiento	Producción de destriño acumulada por daños por frío (kg.m <sup>-2</sup> )						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0			0,00 b				
30		0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 b
40		0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,01 b
50		0,02 b	0,03 ab				
60		0,06 a	0,07 a	0,07 a	0,07 a	0,07 a	0,07 a
Significación estadística (F-valor)	-	-	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 6.** Datos productivos. Destriño acumulado total

Tratamiento	Producción de destri acumulada total (kg.m <sup>-2</sup> )						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
0		0,00	0,00	0,03	0,25	0,89 a	0,93 a
30		0,00	0,11	0,33	0,44	0,48 b	0,55 ab
40		0,00	0,10	0,24	0,28	0,30 b	0,32 b
50		0,01	0,12	0,22	0,26	0,30 b	0,31 b
60		0,01	0,15	0,28	0,30	0,31 b	0,32 b
Significación estadística (F-valor)	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	p<0,05	p<0,05

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 respectivamente, según el test LSD.

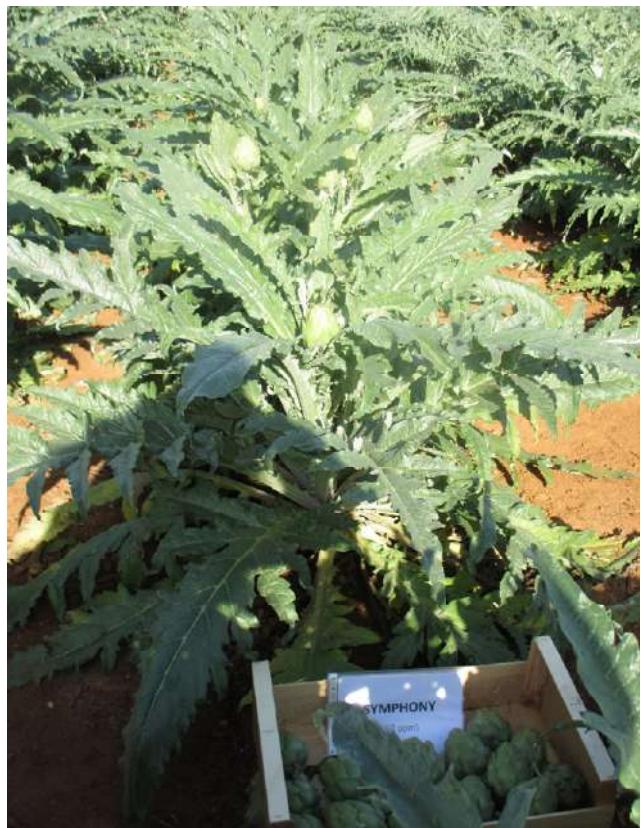
**Tabla 7.** Datos productivos. Evolución de los colmos

Dosis de giberélico	Fecha final primer colmo	Período de transición entre colmos	Fecha inicio segundo colmo	Observaciones al finalizar el cultivo (13/05/16)
0	26/04/2016		-	Planta totalmente agotada y sin apricación del 2º colmo
30	04/03/2016	60	03/05/2016	Buen aspecto. En plena recolección 2º colmo
40	26/02/2016	67	03/05/2016	Buen aspecto. En plena recolección 2º colmo
50	19/02/2016	67	26/04/2016	Buen aspecto. En plena recolección 2º colmo
60	05/02/2016	70	15/04/2016	Buen aspecto. En plena recolección 2º colmo

## FOTOGRAFÍAS



**Fotografía 1.** Cv Synphony



**Fotografía 2.** Cv Symphony



**Fotografía 3.** Aplicación ácido giberélico

# EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA ICEBERG EN EL CAMPO DE CARTAGENA. ASPECTOS PRODUCTIVOS Y MEDIOAMBIENTALES.

Varó, P.<sup>1,\*</sup>, Gálvez, R.<sup>1</sup>, Otálora, G., Del Amor, F.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias. C/ Gerardo Molina 30700  
Torre Pacheco. Murcia.

<sup>2</sup> Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. (IMIDA). c/  
Mayor 30150 La Alberca .Murcia.

\* placido.varo@carm.es

## RESUMEN

El incremento en la utilización de fertilizantes nitrogenados de síntesis y de estiércoles en la agricultura intensiva, genera una mayor concentración de nitratos en los cultivos hortícolas, así como en aguas superficiales y subterráneas. Los procesos de eutrofización de los ecosistemas acuáticos pueden ser limitados por un mayor control de la fertilización nitrogenada, una mayor optimización en las aplicaciones, y mejor ajuste a la demanda de N del cultivo. En este estudio se evaluaron cuatro plantaciones de lechuga tipo iceberg (*Lactuca sativa* L., var. Capitata), dos en la época de invierno-primavera y dos en otoño, en una zona vulnerable a la contaminación por nitratos de origen agrario (Campo de Cartagena, Murcia). Se aplicaron tres dosis de nitrógeno sobre lisímetros de gravedad de 7x7 m<sup>2</sup>. Los tres tratamientos consistieron en un tratamiento sin aportación de nitrógeno de origen mineral, la aportación recomendada en la normativa de producción integrada de la Región de Murcia, y una aportación del 20 % más que el integrado (convencional). A todas las parcelas se aportó materia orgánica en forma de estiércol (mezcla de gallinaza, ovino y vacuno) a razón de 1,5 kg·m<sup>-2</sup>. en plantaciones alternas. La concentración de nitratos en los lixiviados fue afectada tanto por la dosis y forma de abono aplicado, como de la época de aplicación. Así, al final de la plantación invierno-primavera el tratamiento sin abonado N de síntesis presentó una concentración de 18,8 ppm frente a 247,1 y 393 ppm (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) del integrado y del convencional. Sin embargo, en la plantación de otoño, las concentraciones en los lixiviados fueron significativamente menores en todos los tratamientos, donde se registraron valores de 4,7, 46,5 y 62,8 ppm (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), respectivamente. Los análisis de nitratos en hoja (descartadas las exteriores y más deterioradas para el análisis), fue especialmente relevante al presentar valores muy por debajo de los límites máximos regulados por la Comisión Europea para este cultivo. En la plantación de otoño los tres tratamientos mostraron valores por debajo de 250 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg PF, no habiendo diferencias significativas entre el aporte cero y el integrado. La respuesta en la plantación invierno-primavera fue distinta. Si bien ambos tratamientos con aporte de N mineral originaron concentraciones en hoja similares de 600 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg PF, estos fueron muy superiores al tratamiento que no se aplicó N mineral. En general, la producción fue poco afectada por el incremento en la aplicación de N mineral, pero no con la única aportación de N orgánico. La disminución significativa del aporte mineral (finalmente inferiores a la dosis máxima en cultivo integrado, debido a la climatología y humedad del suelo), indican un amplio margen para el potencial de reducción en la aplicación de N mineral, con los consiguientes beneficios medioambientales y productivos.

**Palabras clave:** Uso del agua y los fertilizantes, contaminación por nitratos.

## INTRODUCCIÓN

Con este ensayo se pretende extender el conocimiento actual del efecto que la fertilización nitrogenada tiene en cultivos de lechuga tipo iceberg (*Lactuca sativa*, var. Capitata, L.), sobre su producción y la lixiviación de nitratos a través del suelo, en una zona vulnerable a la contaminación por nitratos de origen agrario correspondiente a los Acuíferos Pleistoceno y Cuaternario definida por la Zona Regable Oriental del Trasvase Tajo-Segura y el Sector Litoral del Mar Menor. El ensayo se ha realizado en la finca experimental del Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre Pacheco, sobre un suelo arcilloso, muy alterado, representativo de los suelos de la Comarca.

Para ello se ensayarán tres dosis de aportación de nitrógeno, en forma de abono químico, sobre 9 lisímetros de gravedad, de 49 m<sup>2</sup> (7x7) de superficie, situados al aire libre, Las parcelas tendrán una red de drenaje, situada a 0,50 de profundidad que recogerá las aguas de percolación producidas durante el cultivo. Esta red constará también de un colector y una tubería secundaria, por cada parcela, que conducirá los efluentes hacia un depósito donde quedarán almacenados para su medida y caracterización.

Los tres tratamientos experimentales consistirán en 0 aportación de Nitrógeno de origen mineral, la aportación que se recomiendan en la normativa de producción integrada de la región de Murcia y el tercero, que denominamos estándar, con una aportación del 20 % mayor a la integrada El estudio de la lixiviación de nitratos en las diferentes cantidades aportadas, nos permitirá evaluar la actividad residual del suelo en relación con esta sustancia.

Se ha proyectado realizar de una a dos plantaciones durante cada año agrícola. El ensayo se prolongará con las siguiente cadencia de plantaciones: primera, febrero (2013); segunda, octubre (2013); tercera, febrero (2015) y cuarta, octubre (2015). Se cultivarán lechugas iceberg tipo salinas, con resistencia incorporada, sobre todo a pulgones y hongos.

Los conocimientos obtenidos en este estudio permitirán ajustar las dosis de abonado de este cultivo en la citada zona vulnerable a contaminación de las aguas subterráneas por nitratos de origen agrario, reduciendo el impacto sobre las aguas subterráneas y sobre el Mar Menor.

Se pretenden obtener resultados sobre la producción y calidad de la lechuga iceberg, en los diferentes tratamientos, para lo cual se medirá el peso y las dimensiones (alto y ancho) de cada pieza. También se controlarán la lixiviación de nitratos en cada tratamiento.

## MATERIAL Y METODOS

Para alcanzar los objetivos propuestos se establece un ensayo de abonado nitrogenado de lechuga iceberg sobre 9 parcelas-lisímetros de gravedad de 7x7 m. En el Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Torre Pacheco.

Se han ensayado las tres dosis de abonado nitrogenado siguientes:

**Tratamiento 1 (TB).** Consiste en aplicar una dosis de nitrógeno mineral un 20 % superior a la recomendada para el cultivo integrado en la Región de Murcia a la que denominamos como “tradicional”. Se aporta el nitrógeno mineral bajo la forma de fosfato monoamónico, fosfato monopotásico, nitrato cálcico, nitrato potásico y ácido nítrico. Todo ello incorporado a través del sistema de riego localizado, según el programa de fertirrigación.

**Tratamiento 2 (TA).** Consiste en aplicar dosis de nitrógeno mineral semejantes a las recomendadas en la Región de Murcia para el Cultivo Integrado de lechuga iceberg. Se aportará el nitrógeno mineral bajo la forma de fosfato monoamónico, fosfato monopotásico, nitrato cálcico, nitrato potásico y ácido nítrico. Todo ello aportado a través del sistema de riego localizado, según el programa de fertirrigación.

**Tratamiento 3 (TC).** Dosis cero de N mineral. Sin aportación de nitrógeno mineral. No obstante, al igual que en los otros tratamientos se aplicará fósforo, potasio y magnesio mediante ácido fosfórico, fosfato monopotásico, sulfato potásico y sulfato de magnesio. Todo ello aportado a través del sistema de riego localizado, según el programa de fertirrigación. De cada uno de los tratamientos descritos se realizaron tres repeticiones.

En cada parcela elemental se realizaron seis mesetas de 6 m de longitud, separadas un metro entre si. En cada meseta se trasplantaron 42 plantas de lechuga, dispuestas en dos filas paralelas (21 plantas por fila). Por tanto, fueron necesarias 252 plantas por parcela, con un total de 2.268 en todo el ensayo. En la Figura 1. Se muestra la disposición de las parcelas. Los cultivares de lechuga estudiados en cada ciclo, la fecha de trasplante y recolección fueron las siguientes:

1. Cultivares de invierno-primavera
  - Año 2013: ‘Cartagena’ de Rijk Zwaan - Trasplante 4 Feb.- Recolección 17 de abril. (73 días)
  - Año 2015: ‘Albanas’ de Rijk Zwaan - Trasplante 13 Feb- Recolección 21 abril (T-A y B) (67 días) y 27 de abril (T-C) (73 días).
2. Cultivares de otoño
  - Año 2013: ‘Alcalá’ de Enza Zaden- Trasplante 4 Oct- Recolección 26 de noviembre (54 días)
  - Año 2015: ‘Mestiza’ de Nunhems-Trasplante 13 Oct.- Recolección 21 de diciembre (62 días).

El agua total aportada en cada ciclo fue la siguiente:

- 1 Cultivares de invierno-primavera
  - Año 2013: ‘Cartagena’ de Rijk Zwaan - Trasplante 4 Feb.-  $1.470 \text{ m}^3$  de riego y lluvia  $48,3 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$
  - Año 2015: ‘Albanas’ de Rijk Zwaan - Trasplante 13 Feb-  $1.055 \text{ m}^3$  de riego y lluvia  $44,4 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$
- 2 Cultivares de otoño
  - Año 2013: ‘Alcalá’ de Enza Zaden- Trasplante 4 Oct-  $1.350 \text{ m}^3$  de agua de riego y lluvia  $11,1 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$
  - Año 2015: ‘Mestiza’ de Nunhems-Trasplante 13 Oct.-  $1.170 \text{ m}^3$  de agua de riego y lluvia  $67 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$

El abonado se aplicó mediante fertirrigación utilizando una línea de riego por meseta, con goteros integrados de  $2 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $0,33 \text{ m}$ . Como abonado orgánico, se utilizó mezcla de gallinaza+vacuno+ovino en plantaciones alternas, a razón de  $1,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Los fertilizantes se aplicaron con una abonadora por parcela elemental. Se establece como referencia para control integrado  $130-75-180 \text{ UF} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Las dosis aportadas se presentan en las tablas 1 y 2.

Las concentraciones de  $\text{NO}_3^-$  en la disolución de los drenajes o en hoja (peso seco, tras eliminar las hojas viejas más exteriores/deterioradas) se determinaron en un cromatógrafo iónico (METROHM 861 Advanced Compact IC; METROHM838 Advanced Sampler) con la columna METROHM Metrosep A Supp7 250/4.0 mm. Los

controles de producción y calidad se realizaron sobre una superficie de 2x2 m de cada parcela elemental (Figura 3).

Los análisis estadísticos se han realizado aplicando el Método Duncan 95 %, con el software estadístico IBM SPSS Statistics V. 21.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hortalizas pueden constituir una de las mayores fuentes de nitratos en la dieta, pero su contribución al total en la ingesta de nitritos es mucho menor que la proporcionada por los productos cárnicos curados (Santamaría, 2006). Su concentración depende del órgano considerado (el peciolo o la hoja, mayor que en los frutos o la semilla), así como de la dosis y frecuencia de aplicación y la radiación luminosa. En la tabla 3 se muestran los datos de peso medio de las lechugas según el tratamiento de fertilización. Tanto en las plantaciones invierno-primavera como en las de otoño, el tratamiento con el solo aporte de fertilización orgánica presentó pesos significativamente menores que aquellos con este aporte. A su vez, las diferentes dosis de abonado mineral resultaron en diferencias significativas en este parámetro con la excepción de la última plantación durante 2015. Con respecto a la altura de la lechuga, si bien hay diferencias entre el abonado mineral y el solo aporte de orgánico, en general las diferencias entre las dosis de abonado mineral son mucho menores, e incluso en una de las recolecciones el tratamiento integrado alcanzó valores significativamente superiores al convencional. En cuanto al ancho de la lechuga, los resultados son similares al largo, con una disminución del tratamiento sin abono de síntesis y unos resultados similares independientemente de la dosis de N mineral.

La evolución en la concentración de nitratos en los lixiviados se presenta en la Figura 4. Durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo se observan las menores diferencias entre tratamientos con aporte de N mineral. El tratamiento integrado y aquel sin aporte de N mineral se desmarcan del convencional, cuyas concentraciones son claramente superiores. Es solo en los últimos muestreos de noviembre donde se aprecia una menor diferencia entre estos tratamientos.

La concentración de nitratos en la hoja (Figura 5) nos muestra la baja concentración de nitratos de los tres tratamientos con respecto a los valores medios indicados en la bibliografía para este cultivo. Además, no se han encontrado diferencias, para el muestreo analizado, respecto a los tratamientos con aplicación de N mineral, si bien fueron claramente superiores con respecto al tratamiento C (solo aplicación de N orgánico).

Los resultados generales de este estudio nos indican que la calidad de la lechuga no viene significativamente determinada por la nutrición nitrogenada, en los aportes específicamente estudiados, influye directamente la climatología, labores de cultivo, estado del terreno, manejo y estado del sistema de riego y el material vegetal. Las aportaciones de nitrógeno en los tratamientos A y B, han estado por debajo de las recomendadas como máximas en producción integrada, alcanzando buenos resultados en producción y calidad, superando al tratamiento C. Este tratamiento donde no aplicamos abono de síntesis, no ha obtenido malos resultados, si bien pueden ser mejorados con técnicas de cultivo: abonado orgánico, manejo del riego, duración del ciclo, etc. En cuanto a la concentración de N en los lixiviados, se aprecia con claridad la menor concentración en el tratamiento “C”, 0 nitrógeno mineral, estos se deben a los aportes de materia orgánica. El tratamiento “A”, de producción integrada, está por debajo del tratamiento “B”, de mayor aporte de nitrógeno mineral, aunque con mínimas diferencias. El tratamiento B, donde los aportes de N mineral son mayores, el contenido en el lixiviado

es bajo, estando relacionado por la baja aportación general, la fertirrigación y la climatología. Un aspecto a destacar es la concentración de nitrato en las hojas. La concentración en hoja de nitrógeno es menor en el tratamiento “C”, con 0 nitrógeno mineral, alcanzando la mayor concentración el tratamiento “B”, que corresponde al de mayor aportación, pero con niveles muy por debajo de los máximos admitidos por el reglamento de la U.E., que no deben superar las 2000 ppm. Este aspecto está directamente relacionado con las bajas aportaciones realizadas durante los diferentes ensayos y por la climatología.

Como conclusión final podemos indicar que es aconsejable reducir las cantidades de nitrógeno aportadas al cultivo de lechuga a 70/80 UF de nitrógeno en plantaciones invierno-primavera y entre 40/60 en las de otoño, según los datos del ensayo para plantaciones en suelos de fertilidad estándar y climatología media de la zona, disponer de una buena instalación de riego, adecuada fertirrigación, elección del cultivar, según la época y destino del producto, así como, la preparación del terreno, abonado orgánico y rotación de cultivos. Esta reducción produce un ahorro económico, se ayuda a la protección medioambiental con la disminución de lixiviados nitrogenados y lo más importante, se obtienen productos más saludables con un menor contenido de nitrógeno en su composición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

SANTAMARIA, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric* 86:10–17.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto CIFE A T-1/13 y 15, Cofinanciado por la Región de Murcia, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y el FEDER a través de la Medida 111 del PDR.

## FOTOS



**Foto. 1.** Disposición de las parcelas lisímetros.



**Foto 2.** Área de muestreo para determinaciones de producción y calidad de cada parcela.



**Foto 3.** Recolección de las lechugas de acuerdo al tratamiento de fertilización utilizado.

## TABLAS

**Tabla 1.** Fertilizantes aplicados en las plantaciones invierno-primavera

Año 2013: Tp. 4 feb		UNIDADES FERTILIZANTES ha				
TRATAMIENTO		N <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	S
A		105	74,6	185	31,1	4,51
B		132	74,6	185	38,9	4,51
C		0	88,8	168	0	164

Año 2015: Tp.13 feb		UNIDADES FERTILIZANTES ha				
TRATAMIENTO		N <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	S
A		74,6	14	79,6	33,6	
B		103	114	79,6	33,6	
C		0	114	91	0	86,9

**Tabla 2.** Fertilizantes aplicados en las plantaciones de otoño

Año 2013: Tp 4 oct		UNIDADES FERTILIZANTES/ ha				
TRATAMIENTO		N <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	S
A		55,6	80,9	73,2	23,3	0
B		93,6	92,7	73,2	23,3	0
C		0	99,7	105	0	89,7

Año 2015: Tp. 13 oct		UNIDADES FERTILIZANTES/ ha				
TRATAMIENTO		N <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	S
A		30	78	68	10	0
B		53	78	68	10	0
C		0	74	71	10	63

**Tabla 3.** Peso medio de la lechuga según el tratamiento de fertilización.

Método Duncan 95%		PLANTACIÓN INV.- PRIMAVERA : 4 FEBRERO		Método Duncan 95%		PLANTACIÓN INV-PRIMAVERA : 13 Febrero	
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS		TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	
SIN N	359.89	x		SIN N	438.11	x	
CONVENCIONAL	516.44	x		CONVENCIONAL	605.93	x	
INTEGRADO	569.95	x		INTEGRADO	496.27	x	

Método Duncan 95%		PLANTACIÓN OTOÑO : 4 OCTUBRE		Método Duncan 95%		PLANTACIÓN OTOÑO : 2015	
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS		TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	
SIN N	434.57	x		SIN N	526.05	x	
CONVENCIONAL	561.51	x		CONVENCIONAL	618.34	x	
INTEGRADO	601.53	x		INTEGRADO	629.62	x	

**Tabla 4.** Altura media de la lechuga según el tratamiento de fertilización.

Método Duncan 95%		PLANTACIÓN INV.- PRIMAVERA : 4 FEBRERO	Método Duncan 95%		PLANTACIÓN INV.- PRIMAVERA : 13 Febrero
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
SIN N	359.89	x	SIN N	438.11	x
CONVENCIONAL	516.44	x	CONVENCIONAL	605.93	x
INTEGRADO	569.95	x	INTEGRADO	496.27	x

Método Duncan 95%		PLANTACIÓN OTOÑO : 4 OCTUBRE	Método Duncan 95%		PLANTACIÓN OTOÑO : 2015
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
SIN N	434.57	x	SIN N	526.05	x
CONVENCIONAL	561.51	x	CONVENCIONAL	618.34	x
INTEGRADO	601.53	x	INTEGRADO	629.62	x

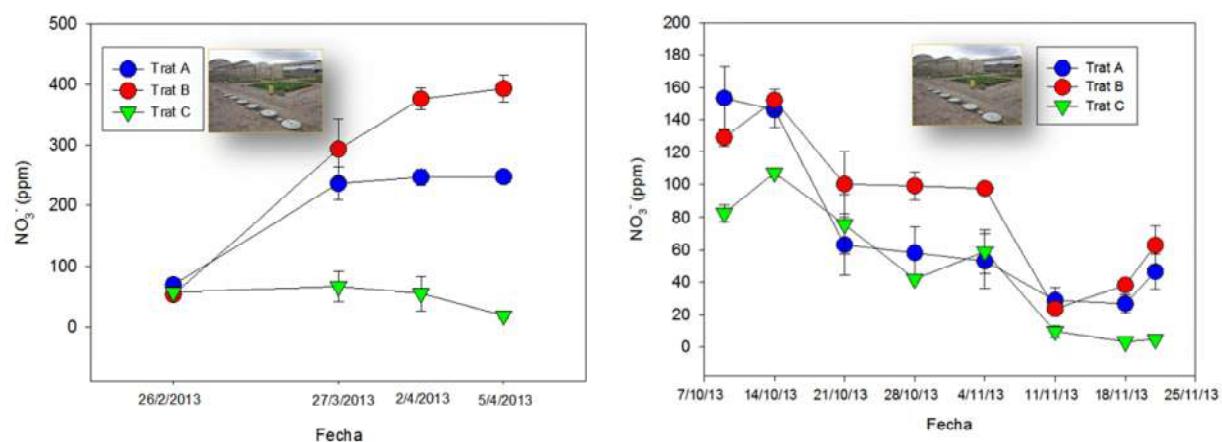
**Tabla 5.** Ancho medio de la lechuga según el tratamiento de fertilización.

Método Duncan 95%		PLANTACIÓN INV.- PRIMAVERA : 4 FEBRERO	Método Duncan 95%		PLANTACIÓN INV.- PRIMAVERA : 13 Febrero
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
SIN N	12.11	x	SIN N	15.83	x
CONVENCIONAL	14.73	x	CONVENCIONAL	17.47	x
INTEGRADO	15.06	x	INTEGRADO	17.32	x

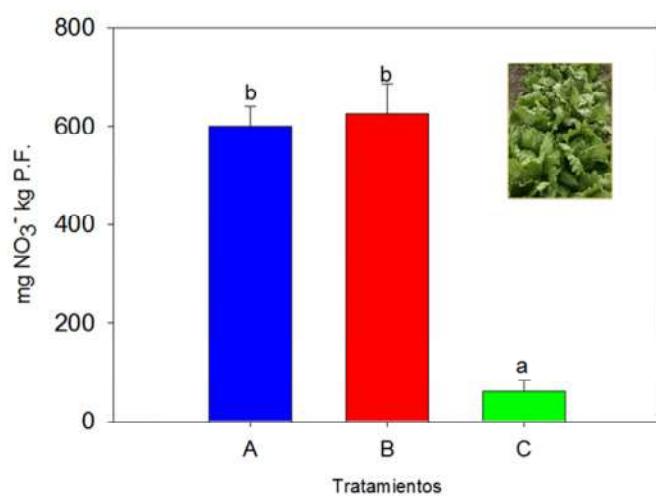
  

Método Duncan 95%		PLANTACIÓN OTOÑO : 4 OCTUBRE	Método Duncan 95%		PLANTACIÓN OTOÑO : 2015
TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	TRATAMIENTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
SIN N	14.54	x	SIN N	15.83	x
CONVENCIONAL	15.05	x	CONVENCIONAL	17.47	x
INTEGRADO	15.85	x	INTEGRADO	17.32	x

## FIGURAS



**Fig. 1.** Evolución de la concentración de nitratos en los lixiviados de los diferentes tratamientos.



**Fig. 2.** Concentración de nitratos en hoja de los diferentes tratamientos.

# **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN ALCACHOFAS CALICÓ Y SAMBO F1**

Parra, J

Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante). S.T.T.

## **RESUMEN**

El cv. Calicó es una alcachofa tardía con capítulos de gran calibre que se destina casi exclusivamente a la exportación, principalmente al mercado francés.

Para este cultivo es de vital importancia el inicio de la recolección, porque cuando comienzan los campos franceses a producir dejan de comprarnos alcachofas.

Se multiplica vegetativamente mediante zuecas o estacas y suele resultar complicado conseguir material de calidad. Al igual que sucede con Blanca de Tudela la propagación por estacas nos provoca un problema de marras de plantación.

Ya existe en el mercado una alcachofa muy parecida multiplicada por semilla, el cv. Sambo F1 de la casa Nunhems. Buscamos conocer el efecto de la aplicación de Ácido Giberélico (AG3) sobre la entrada en producción de ‘Calicó’ y ‘Sambo’ y la influencia que pudiera tener dicho tratamiento sobre la calidad y cantidad de los capítulos.

El cultivo se desarrolló en Elche dentro del campo de ensayo de la Estación Experimental Agraria, perteneciente al Servicio de Transferencia de Tecnología de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.

Plantamos el cv Calicó, procedente de estaca cultivada en Elche y el cv Sambo F1, de Nunhems el 30/07/2015. El diseño estadístico fue en bloques al azar con dos repeticiones por cultivar tratadas a 120, 60 y 30 ppm de ácido giberélico y dos repeticiones sin tratar, iniciándose los tratamientos a las 7-8 hojas verdaderas.

Terminado el estudio concluimos que el cv. Sambo F1 resultó muy interesante como alternativa a ‘Calicó’ por mejor porcentaje de arraigüe y precocidad, con el inconveniente del coste de la planta y una mayor sensibilidad a las bajas temperaturas. En este cv. las dosis de 120 ppm y 60 ppm son las que arrojaron los mejores resultados en cuanto a precocidad y tamaño de los capítulos, siendo la de 120 algo excesiva por el desarrollo acelerado de las plantas que se traducía en un encamado de las mismas por el viento.

El cv. Calicó produjo alcachofas de mayor calibre y de gran calidad, pero fue más tardía y poco uniforme en el arraigüe.

Lo ideal sería combinar su plantación con ‘Sambo’ F1 para alargar el ciclo productivo. La dosis 30 ppm sería la perfecta a la hora de hacerlo. Ya que 60 ppm produjo mucho menos y con 120 ppm se adelantó algo más pero a cambio de descender la cosecha y el tamaño de los capítulos.

**Palabras clave:** *precocidad, AG3, alcaucil*

## INTRODUCCIÓN

‘Calicó’ es un cultivar de alcachofa de producción tardía (marzo-abril), que se multiplica vegetativamente mediante zuecas o estacas. Produce capítulos de gran calibre que se destina casi exclusivamente a la exportación, principalmente al mercado francés.

La multiplicación vegetativa, al igual que sucede con Blanca de Tudela, nos puede provocar un problema de marras de plantación y la posibilidad de transmisión de plagas y enfermedades. Además suele resultar complicado conseguir material vegetal de calidad. En la actualidad, ya existe en el mercado una alcachofa híbrida muy parecida a ‘Calicó’ multiplicada por semilla, el cv. Sambo F1 de la casa Nunhems.

Comercialmente, resulta de vital importancia el inicio de la recolección para este cultivo, debido a los altos precios que alcanzan los primeros capítulos y a que cuando comienzan los campos franceses a producir se reduce de manera importante la demanda de nuestras alcachofas. Por esta causa es muy normal que se realicen aplicaciones de ácido giberélico (AG3) para inducir la entrada en producción.

Con este trabajo buscábamos conocer la influencia de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico (AG3) sobre la entrada en producción de ‘Calicó’ y ‘Sambo’ F1 y el efecto que pudiera tener dicho tratamiento sobre la calidad y cantidad de los capítulos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo se desarrolló en la Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante), en una parcela al aire libre, con riego localizado, que previamente se había desinfectado durante los meses de junio-julio con una combinación de solarización y Metam-Sodio a baja dosis (de  $40 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

Se realizó un diseño experimental con una distribución estadística en bloques al azar, con dos repeticiones por cultivar y dosis, tratados a 120, 60, 30 y 0 ppm de ácido giberélico.

El material vegetal ensayado se recoge en la siguiente tabla:

Cultivar	Procedencia	Propagación	Dosis de AG3 (en ppm)
Calicó	Agricultor Elche	Zuecas o estacas	0-30-60-120
Sambo F1	Nunhems Spain	Semilla	0-30-60-120

Se sembró el cultivar Sambo F1 el 8/06/2015 en Viveros La Sala en San Pedro del Pinatar y el trasplante del ensayo se realizó el 30/07/2015

El marco de plantación fue de 1,67 x 0,8 m y 9 plantas por parcela (sobre 7.500 plantas/hectárea). Lo que supone una parcela elemental de 12  $\text{m}^2$ .

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 calendario de aplicación se inició al alcanzar las plantas alrededor de 7-8 hojas verdaderas (Fotos 1 y 2), lo que en el caso del cv. Calicó planteó algunos problemas debido a la disparidad de tamaño en las plantas. Se realizaron tres tratamientos (cada 14 días), los días 2, 16 y 30 de octubre de 2015, gastando alrededor de 25-30 cc/planta de caldo por tratamiento. Este año se retrasó bastante el inicio de los tratamientos con giberélico ya que las plantas estaban más pequeñas de lo que suele ser normal en esas fechas.

Cosechamos los capítulos cada 7-10 días y para la recolección seguimos el criterio de exportación, según el cual se corta el capítulo cuando detiene su crecimiento (lo más grande posible) antes de que comience a abrirse.

En todos los casos se controlaron el peso y número de las alcachofas en cada una de las repeticiones, separando la producción comercial del destío por razón de tamaño, forma y/o defectos producidos por causa de plagas, etc.

Establecimos una clasificación según tamaño del capítulo. Distribuyendo las alcachofas en tres categorías:

- ✓ Primera. Para capítulos de gran tamaño, por encima de 250 gramos
- ✓ Segunda. Capítulos entre 250 y 200 gramos.
- ✓ Tercera. Entre 200 y 150 gramos.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la menor diferencia significativa (LSD) para  $P \leq 0,05$ , utilizando el software para análisis estadístico “InfoStat”.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las altas temperaturas del verano impidieron el normal desarrollo de las plantas, así como su entrada en producción, provocando que retrasáramos el inicio de las aplicaciones de giberélico.

Durante el otoño y el inicio del invierno también se dieron temperaturas por encima de lo normal (Figura 1), lo que pudo influir en el tamaño de las primeras recolecciones, ya que las altas temperaturas causan la recolección prematura de capítulos antes de que estos lleguen a alcanzar máximo calibre.

La aplicación de ácido giberélico a altas dosis (60 y 120 ppm) tuvo un efecto muy visible en el crecimiento de las plantas, provocando un desarrollo muy rápido de las mismas (Fotos 3 y 4), lo que se tradujo en que se volcaran y partieran algunas plantas por la acción del viento (Fotos 5 y 6).

La recolección de alcachofas se inició el 30 de diciembre (Tabla 1) en los cvs. tratados con AG3 a 120 ppm, a los 8-11 días comienzan las tratadas a 60 ppm y una semana después las de 30 ppm, mientras que los testigos sin tratar no se cosechan hasta finales de marzo. El último corte se le dio a todas las parcelas el 2 de mayo de 2016.

La aplicación de AG3, además de adelantar las recolecciones (figura 2) también sirvió para alargar el periodo productivo, realizándose más de 15 cortes en las parcelas tratadas, frente a los 5 o 6 de los testigos.

Del total de plantas trasplantadas, el 100% de ‘Sambo’ F1 enraizó y se cosechó de manera normal, mientras que el porcentaje de arraigue en el cv. Calicó varió entre el 78 al 94% (Tabla 2). Debido a esto nos encontramos con que, a pesar tener escasas diferencias a nivel productivo en el estudio de la producción por planta (Tabla 3), nos aparece una mayor diferencia estadística al analizar la producción por hectárea (Tabla 4), a consecuencia de que en el estudio por hectárea ‘Calicó’ produce menos debido a las marras de plantación.

En ningún caso hay diferencias significativas en los capítulos de destío.

En el estudio del peso medio de los capítulos observamos un mayor peso en los testigos y ‘Calicó’ a 30 ppm (Tabla 5).

Separamos los capítulos por tamaño en tres categorías (Tabla 6), clasificándolos en capítulos por encima de 250 gramos, capítulos entre 250 y 200 gramos y entre 200 y 150 gramos. Observándose un mayor número de capítulos de gran calibre en ‘Calicó’ 0 ppm y en ‘Sambo’ F1 120 ppm.

## CONCLUSIONES

‘Sambo’ F1 resulta muy interesante como alternativa a ‘Calicó’ (Foto 7), con un mejor porcentaje de arraigue y precocidad, pero con el inconveniente del coste de la semilla y la planta. Además, en ensayos realizados en anteriores campañas comprobamos

que manifiesta una mayor sensibilidad a las bajas temperaturas que ‘Calicó’ (Foto 8). Las dosis de 120 y 60 ppm son las que combinan los mejores resultados en cuanto a precocidad y tamaño de los capítulos. Quizás 120 sea excesivo por el peligro del volcado de plantas.

El cultivar Calicó produce alcachofas de mayor calibre y de gran calidad, pero es algo más tardía y poco uniforme en el arraigue. Con 120 ppm de ácido giberélico adelantamos las recolecciones pero desciende algo la producción.

Lo ideal sería combinar su plantación con ‘Sambo’ F1 para alargar el ciclo productivo. La dosis 30 ppm sería la perfecta a la hora de hacerlo.

La aplicación de AG3, adelanta las recolecciones y permite alargar el periodo productivo.

La necesidad de emplear elevadas dosis de ácido giberélico para inducir la entrada en producción de estos cultivares hacen imprescindible la revisión de las dosificaciones recomendadas en los preparados comerciales autorizados.

## FOTOGRAFIAS



**Foto 1:** Primera aplicación AG3 en ‘Sambo’ F1



**Foto 2:** Primera aplicación AG3 en ‘Calicó’



**Foto 3:** Efecto del AG3 a 120 ppm sobre las plantas de ‘Sambo’ F1



**Foto 4:** Efecto del AG3 a 120 ppm sobre las plantas de ‘Sambo’ F1



**Foto 5:** Volcado de plantas por el viento.

**Foto 6:** Detalle volcado de plantas.



**Foto 7:** ‘Sambo’ F1 *versus* ‘Calicó’.



**Foto 8:** Afección leve por bajas temperaturas en ‘Sambo’ F1.

## TABLAS

**Tabla 1:** Fechas y número de recolecciones por cultivar y dosis de AG3.

DOSIS AG3	CULTIVAR	1 <sup>a</sup>	Última	Nº cortes
0	CALICO	31/03/2016	02/05/2016	5
30	CALICO	17/01/2016	02/05/2016	16
60	CALICO	10/01/2016	02/05/2016	17
120	CALICO	30/12/2015	02/05/2016	18
0	SAMBO	20/03/2016	02/05/2016	7
30	SAMBO	17/01/2016	02/05/2016	16
60	SAMBO	07/01/2016	02/05/2016	17
120	SAMBO	30/12/2015	02/05/2016	18

**Tabla 2:** Plantas arraigadas por cultivar y dosis de ácido giberélico

Cultivar	% plantas arraigadas
CALICO-0	94%
CALICO-30	89%
CALICO-60	83%
CALICO-120	78%
SAMBO-0	100%
SAMBO-30	100%
SAMBO-60	100%
SAMBO-120	100%

**Tabla 3:** Producción comercial final por planta (toneladas-capítulos por planta).

Tratamiento	Prod. Comer. (kg/pl)	Prod. Comer. (cap/pl)	Destrío (kg/pl)	Destrío (cap/pl)
SAMBO-30	2,39 a	11,40 a	0,23	2
CALICO-30	2,21 a b	9,00 a b c	0,21	2
SAMBO-60	2,12 a b	10,00 a b	0,22	2
SAMBO-0	2,03 a b	8,80 a b c	0,18	2
SAMBO-120	1,94 a b	9,10 a b c	0,12	1
CALICO-120	1,77 a b	8,15 b c	0,21	2
CALICO-0	1,72 a b	6,05 c	0,08	1
CALICO-60	1,39 b	6,55 c	0,16	1
CV	18,97	15,89	n.s.	n.s.
MDS	0,87	3,24		

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 final por superficie (toneladas-capítulos por hectárea).

Tratamiento	Prod. Comer. (tn/ha)	Prod. Comer. (cap/ha)	Destrio (tn/ha)	Destrio (cap/ha)
<b>SAMBO-30</b>	17,88 a	85662 a	1,70	17465
<b>SAMBO-60</b>	15,87 a b	74850 a b	1,63	13307
<b>SAMBO-0</b>	15,20 a b c	65702 b c	1,36	13723
<b>SAMBO-120</b>	14,55 a b c	67782 b c	0,88	7070
<b>CALICO-30</b>	14,23 b c	58217 c d	1,33	11228
<b>CALICO-0</b>	12,15 c d	42831 e	0,55	5406
<b>CALICO-120</b>	10,00 d	46574 d e	1,20	12059
<b>CALICO-60</b>	8,77 d	41168 e	1,01	8733
<b>CV</b>	10,68	10,21	n.s.	n.s.
<b>MDS</b>	3,43	14564,54		

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según Test LSD de Fisher. \*CV: Coeficiente de Variación. \*MDS: Menor Diferencia Significativa

**Tabla 5:** Peso medio (en gramos) por tratamiento sobre la producción comercial.

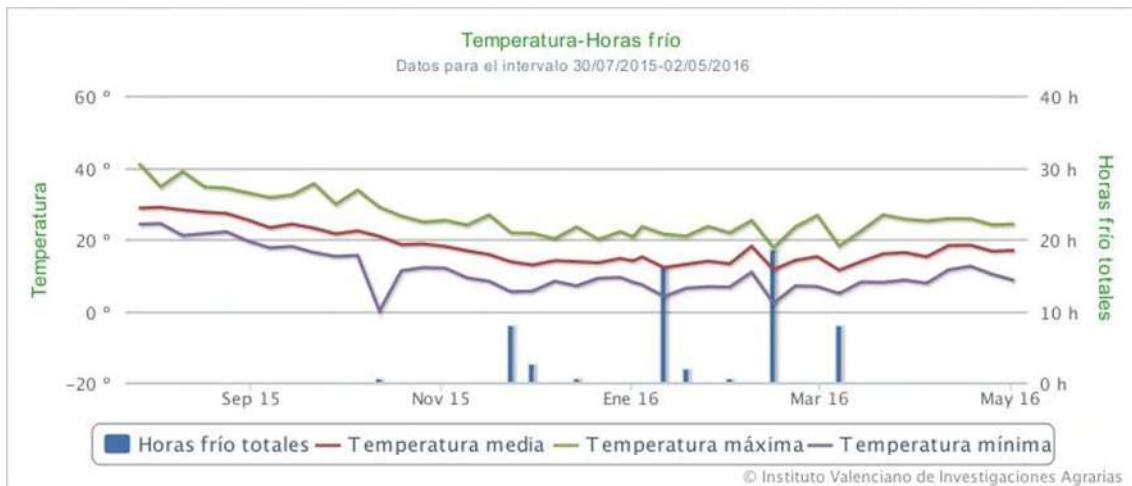
Tratamiento	Peso medio (gramos)
<b>CALICO-0</b>	284 a
<b>CALICO-30</b>	244 b
<b>SAMBO-0</b>	231 b c
<b>SAMBO-120</b>	215 c
<b>CALICO-120</b>	215 c
<b>CALICO-60</b>	214 c
<b>SAMBO-60</b>	212 c
<b>SAMBO-30</b>	209 c
<b>CV</b>	4,53
<b>MDS</b>	24,40

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), según Test LSD de Fisher. . \*CV: Coeficiente de Variación. \*MDS: Menor Diferencia Significativa

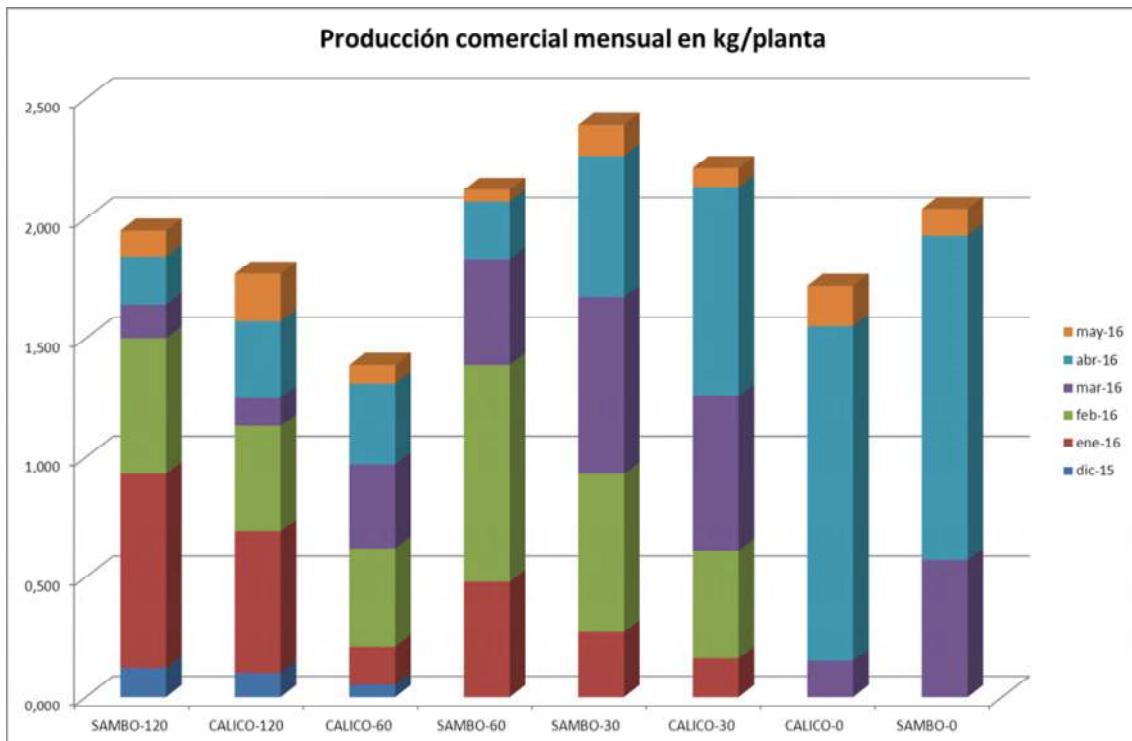
**Tabla 6:** Distribución de la producción comercial según el calibre del capítulo (en %).

Tratamiento	>250 gr	250 - 200 gr	200-150 gr
<b>CALICO-0</b>	48%	35%	17%
<b>SAMBO-120</b>	47%	28%	25%
<b>SAMBO-0</b>	39%	45%	16%
<b>SAMBO-60</b>	38%	41%	21%
<b>CALICO-30</b>	38%	52%	10%
<b>CALICO-120</b>	38%	44%	19%
<b>CALICO-60</b>	34%	36%	29%
<b>SAMBO-30</b>	29%	50%	21%

## FIGURAS



**Figura 1:** Datos de Temperaturas-Hora frío del ciclo de cultivo (el 15/10/15 se registró un dato erróneo de 0 °C por fallo del sistema)



**Figura 2:** Producción comercial mensual por tratamiento (kg/planta)

# INFLUENCIA DEL USO DE NUEVOS COMPOST EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA BABY LEAF EN SISTEMA DE BANDEJAS FLOTANTES

A. Giménez<sup>1</sup>, J.A. Fernández<sup>1</sup>, C. Egea-Gilabert<sup>2</sup>, J.A. Pascual<sup>3</sup>, M. Ros<sup>3</sup> y A.B. Santísima-Trinidad<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena

<sup>2</sup>Dpto. Ciencia y Tecnología Agraria (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena

<sup>3</sup>Dpto. Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos. CEBAS-CSIC, Campus de Espinardo, E-30100-Murcia

## RESUMEN

La producción de lechuga 'baby leaf' en bandejas flotantes se realiza normalmente empleando turba como sustrato orgánico. Su empleo lleva implícito el que las plantas se vean afectadas por enfermedades que perturban el crecimiento y la calidad del cultivo. Entre ellas, destaca el "damping off", una de las más comunes en la producción de hortalizas, causada por hongos como *Pythium spp.* El uso de compost con actividad supresiva podría permitir un sistema de producción más sostenible al reemplazar el uso de turbas, y además controlar este tipo de patógeno. El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del uso de un nuevo compost obtenido a partir de residuos de la industria agroalimentaria (C14) en el patosistema *Pythium irregular-lechuga*, sobre la calidad y producción de lechuga cultivada en dos tipos de bandejas. Se sembró un cultivar de lechuga 'baby leaf' roja 'Antoria' y se utilizaron dos tipos de bandejas (alveolos y tipo "styrofloat"). La recolección se efectuó 35 días tras la siembra, analizándose el crecimiento aéreo y radical de la planta. En ausencia de patógeno, no se observaron diferencias significativas de crecimiento entre el compost y la turba en peso fresco y altura. En condiciones de presión de patógeno el compost (C14) mejoró el crecimiento de las plantas de lechuga, obteniendo valores significativamente mayores que la turba, en peso fresco aéreo, peso seco, área foliar y altura. Al comparar ambas bandejas, se observó un mayor efecto del patógeno en las bandejas tipo alveolo, debido posiblemente a un mayor volumen de sustrato usado por planta. El contenido de nitratos se redujo considerablemente en C14 en presencia de patógeno usando bandeja styrofloat. El uso de compost con efecto supresivo es una alternativa a la turba en sistema de bandejas flotantes, ya que mejora el crecimiento y calidad de las plantas en presencia de patógeno.

**Palabras clave:** *Lactuca sativa*, supresividad, damping off

## INTRODUCCIÓN

La producción de lechuga 'baby leaf' (*Lactuca sativa L.*) en sistema hidropónico de bandeja flotante se realiza utilizando principalmente turba como sustrato, debido a sus características agronómicas positivas tales como propiedades químicas y físicas constantes, alta capacidad de retención de agua, porosidad óptima y pH controlado (Páne et al., 2011). No obstante, el uso de turba hace que las plantas puedan verse afectadas por enfermedades tales como el 'damping off', causada por hongos como *Pythium spp.*, que reducen el crecimiento y la calidad de los cultivos. La incidencia de *Pythium* en el cultivo de lechuga se ve reforzada por un alto contenido de agua en el suelo, temperaturas cálidas

(20-30 ° C) y/o exceso de nitrógeno. El cultivo puede ser afectado antes y después de la germinación de la semilla, produciendo una hoja amarillenta, doblando el tallo y, finalmente, la muerte de la planta.

Existe un interés por evaluar otros sustratos orgánicos alternativos a la turba, como son los compost (Raviv, 2005). La industria procesadora de frutas y hortalizas produce una gran cantidad de residuos orgánicos, que representan una importante fuente de nutrientes para las plantas y microorganismos y, por tanto, mejoran la producción de los cultivos (Benítez et al. 2003, Hernández et al. 2014). Estos residuos, a través del compostaje, producirán un compost de alta calidad para ser utilizados en agricultura (Blaya et al., 2015). El compost puede utilizarse como sustrato de cultivo, de acuerdo con las directrices establecidas por la legislación española (RD 865/2010), así como en sustitución parcial de la turba (Bustamante et al., 2008; López-Mondejar et al., 2010).

Además, el uso de determinados compost tiene un valor añadido por su carácter supresor de enfermedades (Hadar et al., 2012, Blaya et al., 2015), a diferencia de la turba que casi nunca es supresiva contra patógenos (Bonanomi et al. 2010). 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). El uso de compost puede evitar el establecimiento de estos patógenos, evitando el uso de productos químicos. 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, influyendo de forma positiva en el contenido de compuestos polifenólicos en las plantas (Tomás-Barberán y Espin 2001). En este sentido, el compost representa una alternativa cada vez más atractiva a la turba en la producción agrícola sostenible.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del uso de un nuevo compost obtenido a partir de residuos de la industria agroalimentaria (C14) en el patosistema *Pythium irregularare*-lechuga, sobre la calidad y producción de lechuga 'baby leaf' cultivada, utilizando dos tipos de bandejas flotantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la estación experimental agrícola "Tomas Ferro" de la UPCT (37° 41' N; 0° 57' O). En el experimento se utilizó el cultivar de lechuga roja 'Antoria' de la casa Rijk Zwaan. La siembra se realizó manualmente el 23 de noviembre de 2016 en dos tipos de bandejas de poliestireno expandido, de alveolos de dimensiones 24cm x 47cm, con 128 alveolos de 31,5 cm<sup>3</sup> de volumen por alveolo, y las tipo "styrofloat", donde los alveolos han sido sustituidos por fisuras tronco-cónicas de 32,4 cm<sup>3</sup> de volumen por fisura y de dimensiones 20 cm x 41cm. Una vez sembradas, las bandejas fueron introducidas en una cámara a temperatura constante de 18 °C, 90% de humedad relativa y oscuridad durante 48 horas para facilitar la germinación. A continuación, las bandejas se pasaron a unas mesas de cultivo de dimensiones 1,35 x 1,25 x 0,2 m y 200 L de agua, ubicadas en el interior de un invernadero de policarbonato.

El compost agroindustrial utilizado fue C14, tomando como control un sustrato comercial (Pindstrup), compuesto por turba rubia. El compost fue 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, se molieron y se pasaron a través de un tamiz de 1 cm. Las muestras se almacenaron a -20°C y 4°C para su posterior uso. La composición y propiedades de los compost se describen en la Tabla 1. 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°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  $2,08 \times 10^3$  copias ITS P en cada una de las mesas. Se consideraron dos condiciones, el agua no infectada (SP) e infectada (PA) con el patógeno *Pythium irregularare*.

Transcurrida una semana se realizó un aclareo de plántulas, en bandejas de alveolo, dejando una por alveolo y en bandejas tipo "styrofloat", dejando 8 por fisura, con una densidad de plantación de  $910 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$  en ambas bandejas. A partir de esa fecha se empleó una solución nutritiva con un pH: 5,8 y una conductividad eléctrica (CE): 2,5 dS·m<sup>-1</sup>, conteniendo las siguientes concentraciones iónicas en  $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ :  $\text{NO}_3^-$ , 7200;  $\text{NH}_4^+$ , 4800;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 2000;  $\text{K}^+$ , 6000;  $\text{Mg}^{2+}$ , 1500;  $\text{Ca}^{2+}$ . A esta solución se le añadió una mezcla comercial de microelementos y un quelato de Fe, ambos a una concentración de 0,02 g·L<sup>-1</sup>. La solución nutritiva 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 35 días. En la recolección se analizó el crecimiento aéreo (altura de planta, peso fresco y seco, área foliar (medido con LICOR-3100 C), el crecimiento radical (longitud, diámetro medio, área y volumen de raíces) medido con el programa Winzhizo LA 1600 y el contenido de nitratos (mediante cromatografía iónica).

Para el diseño experimental se consideró como parcela elemental una bandeja tipo "styrofloat" de dimensiones 20 cm x 41 cm y una bandeja de alveolo de 24 cm x 47 cm, disponiendo de 4 repeticiones (de cada tipo de bandeja) al azar por tratamiento. 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

Condiciones	Sustrato	Tipo de bandeja
Agua no infectada (SP)	Turbia	Styrofloat
		Alveolo
	C14	Styrofloat
		Alveolo
Agua Infectada (PA)	Turbia	Styrofloat
		Alveolo
	C14	Styrofloat
		Alveolo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el crecimiento vegetativo hubo una interacción significativa entre la infección y el tipo de sustrato en todos los parámetros, entre el tipo de sustrato y el tipo de bandeja en el área foliar y entre la infección y el tipo de bandeja en peso fresco, peso seco y área foliar (Tabla 2). El peso seco presentó una interacción significativa entre la infección, el tipo de sustrato y el tipo de bandeja (Tabla 2). De los resultados de la interacción entre la infección y el tipo de sustrato se destaca que el valor de peso fresco, área foliar y altura se redujo significativamente en turba en condiciones de infección (Figura 1). C14 no mostró diferencias significativas en el área foliar y la altura entre ambas condiciones de infección. De la interacción entre el tipo de sustrato y el tipo de bandeja se observó que el valor del área foliar se redujo significativamente en turba en bandeja tipo styrofloat, mientras que en C14 no hubo diferencias significativas entre ambos tipos de bandeja (datos no presentados). El crecimiento radicular mostró una interacción significativa entre la infección y el tipo de bandeja en la longitud, área y volumen de la raíz (Tabla 3). Los valores de longitud, área y volumen fueron significativamente mayores en bandeja de

alveolo en ausencia de patógeno (Figura 2). Las bandejas tipo styrofloat no mostraron diferencias significativas en ausencia o presencia del patógeno para estos mismos parámetros de crecimiento radicular.

El contenido de nitratos presentó una interacción significativa entre la infección, el tipo de sustrato y el tipo de bandeja empleada (Tabla 2). De los resultados obtenidos de la interacción entre la infección y el tipo de sustrato se observó que el contenido de nitratos fue significativamente mayor en turba en ausencia de patógeno (Figura 1). Los niveles de nitratos en plantas infectadas con *Pythium* fueron los más bajos debido, probablemente, a que parte del nitrógeno es requerido por la planta para la biosíntesis de proteínas relacionadas con la patogénesis, así como de otros componentes de la defensa vegetal frente al ataque por Oomicetos (Schultz et al., 2013). Los valores obtenidos se encuentran muy por debajo de los niveles máximos establecidos por la Comisión Europea en el Reglamento de la UE 1258/2011, que para lechuga en invernadero en dichas fechas es de  $5000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . El nivel de nitratos se redujo significativamente con el uso de C14 en bandejas styrofloat (datos no presentados). 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 podría favorecer la reducción de nitratos debido a su forma gradual de liberación de nutrientes.

## CONCLUSIONES

En condiciones de presencia del patógeno el uso de un nuevo sustrato como el compost agroindustrial C14 mejoró el crecimiento aéreo de las plantas de lechuga tipo 'baby leaf' cultivada en bandeja. Además, el contenido de nitratos en hojas se vio reducido considerablemente, mejorando la calidad de las plantas en presencia de patógeno. El uso de bandejas styrofloat, tanto en presencia y como en ausencia del patógeno, favoreció la reducción de nitratos en hoja frente a las bandejas de alveolo. El uso de compost con efecto supresivo es una alternativa a la turba en sistema de bandejas flotantes, ya que mejora el crecimiento y calidad de las plantas en presencia de patógeno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTAÑO, R., BORRERO, C. AND AVILÉS, M. 2011. Organic matter fractions by SP-MAS  $^{13}\text{C}$  NMR and microbial communities involved in the suppression of *Fusarium* wilt in organic growth media. Biol. Control 58, 286-293.
- BENITEZ, C., TEJADA, M., GONZÁLEZ, J.L. 2003. Kinetics of the mineralization of the nitrogen in a pig slurry compost. Compost Sci. Util. 11. 72-80.
- BLAYA, J., LLORET, E., ROS, M. AND 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. J. Sci. Food Agric. 95(7), 1482-90.
- BONANOMI, G., ANTIGNANI, V., CAPODILUPO, M. AND SCALA, F. 2010. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soil-borne plant diseases. Soil Biol. Biochem. 42, 136–144.
- BUSTAMANTE, M.A., PAREDES, C., MORAL, R., AGULLO, L., PÉREZ-MURCIA, M.D. AND ABAD, M. 2008. Compost from distillery wastes on peat substitutes for transplant production. Resour. Conserv. Recycl. 52, 792-799.
- HADAR, Y. AND PAPADOPOULOU, K.K. 2012. Suppressive composts: microbial ecology links between abiotic environments and healthy plants. Annu. Rev. Phytopathol. 50, 133-153.

- 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
- LÓPEZ-MONDÉJAR, R., ANTON, A., RAIDL, S. AND PASCUAL, J.A. 2010. Quantification of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* with real-time TaqMan PCR and its potential extrapolation to the hyphal biomass. *Bioresour. Technol.* 101, 2888-2891.
- PANE, C., SPACCINI, R., PICCOLO, A., SCALA, F., BONANOMI, G., 2011. Compost amendments enhance peat suppressiveness to *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. *Biol. Control* 56, 115-124.
- RAVIV, M., 2011. SWOT Analysis of compost as growing media component. *Acta Hortic.* 1013, 191-202.
- TESI, R. AND LENZI, A., 1998. Controlled-release fertilizers and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Agricoltura Mediterranea* 128(4), 313-320.
- TOMÁS-BARBERÁN, F., ESPIN, J.C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 81, 853-876.
- SCHULTZ, J.C., APPEL, H.M., FERRIERI, A.P. AND ARNOLD, T.M. 2013. Flexible resource allocation during plant defence responses. *Front. Plant Sci.* 4(324), 1-11.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España, proyectos AGL-2014-52732-C2-1-R y AGL-2014-52732-C2-2-R.

## TABLAS

**Tabla 1.** Propiedades y composición del compost usado (C14).

Propiedades físico-químicas		Patógenos	
pH	8,85	<i>Salmonella</i> in 25 g	A
CE (dS·m <sup>-1</sup> )	3,07	<i>Listeria</i>	A
C/N	18,69	<i>Estreptococcus faecalis</i> (Ufc x g)	1200
N (g·kg <sup>-1</sup> )	25,8	<i>Escherichia coli</i> (Ufc x g)	<10
P (g·kg <sup>-1</sup> )	4,9	<b>Composición (%)</b>	
K (g·kg <sup>-1</sup> )	15,4	Poda	12
Fe (mg·kg <sup>-1</sup> )	798	Tomate	71
Mn (mg·kg <sup>-1</sup> )	68	Cebolla	17
Cd (mg·kg <sup>-1</sup> )	<0,1		
Cu (mg·kg <sup>-1</sup> )	16		
Cr (mg·kg <sup>-1</sup> )	14		
Pb (mg·kg <sup>-1</sup> )	1		
Ni (mg·kg <sup>-1</sup> )	3		

**Tabla 2.** Influencia de la condición de infección (no infectada -SP- e infectada -PA-) y tipo de sustrato (turba -T- y compost -C14-) en los parámetros de crecimiento aéreo y en el contenido de nitratos en lechuga roja baby leaf cultivar ‘Antoria’ cultivada en dos tipos de bandeja (alveolo -A- y styrofloat -SF-). n.s., \*, \*\*, \*\*\* no significativo o significativo a  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,001$ , respectivamente.

	<b>Peso fresco (g)</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Área Foliar (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Nitratos (mg kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Infección (I)</b>					
SP	1,373 b <sup>y</sup>	0,037 b	37,954 b	11,289 b	825,38 b
PA	1,094 a	0,033 a	33,054 a	10,224 a	476,034 a
<b>Sustrato (S)</b>					
T	1,208	0,035	34,426 a	10,447 a	763,099 b
C14	1,259	0,035	36,582 b	11,056 b	538,31 a
<b>Bandeja (B)</b>					
A	1,283 b	0,042 b	36,660 b	10,105 a	724,644 b
SF	1,184 a	0,028 a	34,384 a	11,398 b	576,77 a
<b>Significación</b>					
<b>IxS</b>	*** <sup>z</sup>	***	***	**	***
<b>IxB</b>	*	*	***	n.s.	***
<b>SxB</b>	n.s.	n.s.	***	n.s.	***
<b>IxSxB</b>	n.s.	*	n.s.	n.s.	***

<sup>y</sup> Los valores dentro de la misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes  $P \leq 0,05$ .

<sup>z</sup> Los asteriscos indican significancia \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$ ; n.s: no significativo.

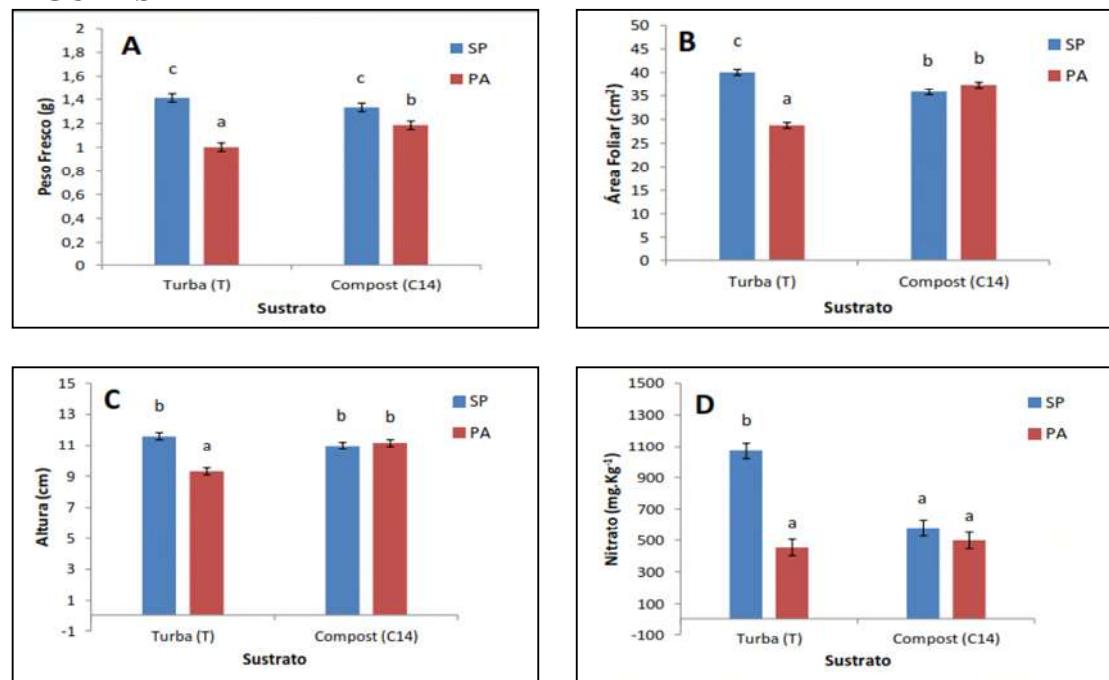
**Tabla 3.** Influencia de la condición de infección (no infectada -SP- e infectada -PA-) y tipo de sustrato (turba -T- y compost -C14-) en los parámetros de crecimiento radicular en lechuga roja baby leaf cultivar ‘Antoria’ cultivada en dos tipos de bandeja (alveolo -A- y styrofloat -SF-). n.s., \*, \*\*, \*\*\* no significativo o significativo a  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,001$ , respectivamente.

	<b>Longitud total (cm)</b>	<b>Área raiz (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro raiz(mm)</b>	<b>Volumen raiz (cm<sup>3</sup>)</b>
<b>Infección (I)</b>				
SP	174,945 b <sup>y</sup>	5,879 b	0,335	0,157
PA	160,012 a	5,377, a	0,335	0,143
<b>Sustrato (S)</b>				
T	176,414 b	5,718	0,322 a	0,146
C14	158,516 a	5,534	0,348 b	0,154
<b>Bandeja (B)</b>				
A	190,286 b	6,530 b	0,342 b	0,178 a
SF	144,671 a	4,723 a	0,328 a	0,230 b
<b>Significación</b>				
<b>IxS</b>	n.s. <sup>z</sup>	n.s.	n.s.	n.s.
<b>IxB</b>	***	***	n.s.	***
<b>SxB</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<b>IxSxB</b>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

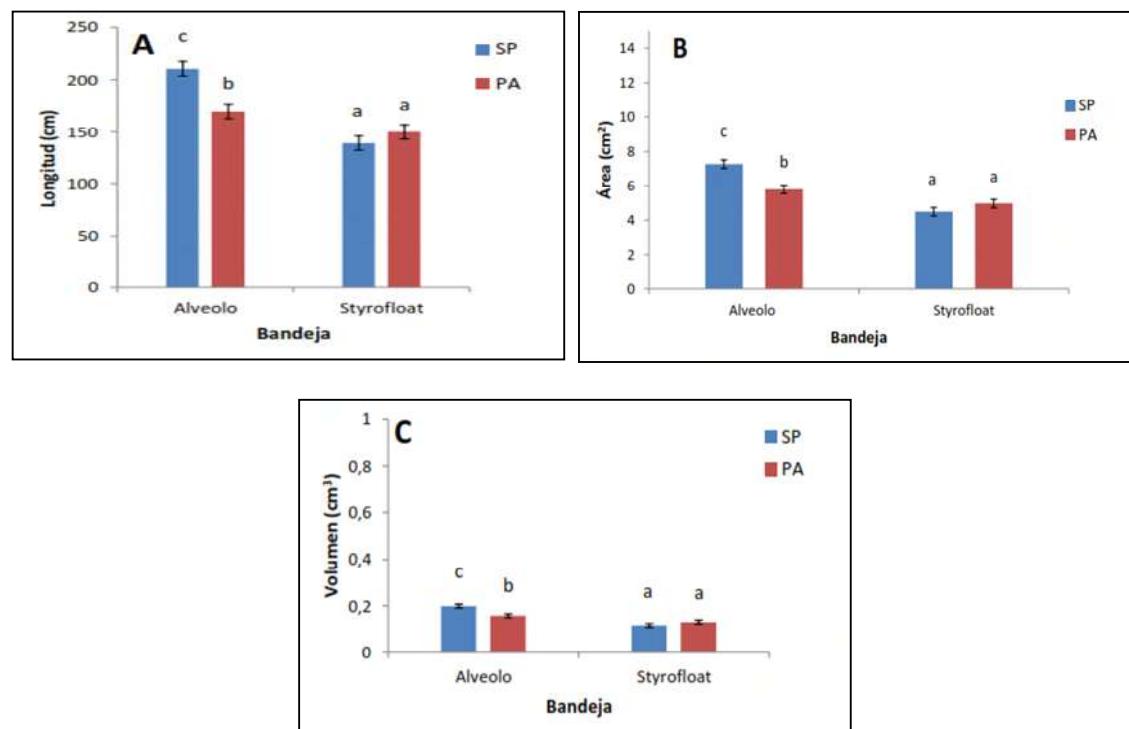
<sup>y</sup> Los valores dentro de la misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes  $P \leq 0,05$ .

<sup>z</sup> Los asteriscos indican significancia \*  $P \leq 0,05$ ; \*\*  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*  $P \leq 0,001$ ; n.s: no significativo.

## FIGURAS



**Figura 1.** Efecto sobre el peso fresco (A), área foliar (B), altura (C) y contenido de nitrato (D) en condiciones de infección (no infectada -SP- e infectada -PA-) y el tipo de sustrato (turba –T- y compost –C14-) en lechuga roja baby leaf cultivar ‘Antoria’. Diferentes letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).



**Figura 2.** Efecto sobre la longitud (A), área (B), volumen (C) en condiciones de infección (no infectada -SP- e infectada -PA-) y el tipo de bandeja (Alveolo y Styrofloat) en raíz de lechuga roja baby leaf cultivar ‘Antoria’. Diferentes letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

## **CUCURBITACEAS**

# ESTUDIO DE DIFERENTES TIPOS Y CULTIVARES DE SANDÍA

Giner, A., Aguilar, J.M., Baixaulli, C., Nájera, I.

Centro de Experiencias de Cajamar. Paiporta (Valencia)

carlosbaixaulli@cajamar.com

## RESUMEN

En el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) tiene especial importancia la elección del material vegetal, por esa razón se estudian nuevos cultivares (cvs) de sandía, clasificado por diferentes tipos comerciales en función del calibre, color de la piel, color de la pulpa, frutos con o sin semillas.

Se estudiaron 9 cvs de sandía triploide (sin semillas) de piel rayada y calibre grueso, 4 cvs triploides de calibre mediano, 2 cvs triploides de piel rayada y pulpa amarilla, de 2 cvs triploides de piel rayada y calibre mini, 8 cvs de sandía triploide de piel oscura, 3 cvs de sandía diploide (con semillas) de piel oscura y 5 cvs diploides de piel rayada con micropepituras y calibre mini. Se evaluó la producción comercial, destriado clasificado por sus diferentes causas, se realizó una evaluación en campo del comportamiento de la planta y una descripción de cada uno de los cvs.

En el grupo de sandías triploides, de piel rayada, pulpa roja y alto calibre destacaron los cvs 'Star gem', 'Estel Deluxe' y 'Boston'. Entre los cvs triploides, de piel rayada, pulpa roja y calibre mediano destacaron los cvs 'Romalinda' y 'Berta'. Los cvs de sandía triploides, de piel rayada, pulpa roja y calibre mini ensayados 'Precious petite' y 'Bibo' presentaron un buen comportamiento y dieron un resultado productivo aceptable. Entre los cvs de frutos con piel oscura sin pepitas, destacaron los cvs 'Style', 'Ivona' y la línea '10343'. Los cvs triploides de piel rayada y pulpa amarilla ensayados 'Pekin' y 'Graciosa' tuvieron un buen comportamiento productivo y de calidad de fruto. Entre las sandías diploides de pulpa roja y piel negra destacaron los cvs 'Sofía' y 'Conguita'. De las sandías rayadas, diploides con micropepituras y calibre mini los mejores resultados se obtuvieron con la línea '62-337' y el cv. 'Premium'.

**Palabras clave:** *calibre, color pulpa, triploide, diploide, micropepita*

## INTRODUCCIÓN

En el cultivo de sandía tiene especial importancia la elección del material vegetal, por esa razón se estudian nuevos tipos y cvs de sandía, prestando especial atención al material vegetal que da lugar a frutos sin pepitas de mediano y bajo calibre, evaluando el comportamiento productivo y agronómico de nuevos cvs de sandía sin pepitas de calibre grueso, mediano, mini, de piel negra y jaspeada de pulpa roja y cvs diploides de piel negra y mini con micropepita.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta (Valencia). Se realizó la siembra de la totalidad del material vegetal el 16 de febrero de 2016, fue injertado sobre el cv 'RS-841' que se sembró el 2 de marzo. El injerto tuvo lugar el 15 de marzo y el trasplante de todo el material vegetal el 12 de abril. En todos los casos se realizó un diseño estadístico de bloques al azar con 3 repeticiones y 3+1 (3 plantas del material triploide y una planta diploide) plantas por parcela elemental. En el estudio de material diploide se utilizaron 4 plantas por parcela elemental.

En la experiencia de cvs de calibre mediano, pulpa amarilla y sandías de calibre grande, se utilizó como polinizador el cv 'Azabache', para las sandías mini el cv de sandía

diploide ‘Miniazabache’ y para las sandías triploides de piel oscura el cv diploide ‘Premium’.

El sistema de semiforzado utilizado fue el de acolchado con polietileno negro y cubierta flotante a base de polipropileno no tejido de 17 gr m<sup>-2</sup>, que se retiró con la aparición de las primeras flores pistiladas (20 mayo). El marco de plantación empleado fue el que consideramos más apropiado para cada tipo de sandía, dejando 3 m entre hileras y 1 m entre plantas para los cvs de calibre más altos y 2,5 m entre hileras y 0,8 m entre plantas para los cvs de calibre mini.

Se ensayaron un total de 9 cvs de sandía triploide de piel rayada calibre grande, 4 cvs de calibre mediano, 2 cvs de pulpa amarilla sin pepitas, 2 de triploide de calibre mini, 8 cvs de sandía triploide de piel oscura, 3 cvs de sandía diploide de piel negra y 5 cvs diploide rayada con micropepita.

Se midió el rendimiento comercial, separando los frutos de sandía sin pepitas del polinizador. Para ello, los frutos se pesaron uno por uno para obtener tanto el peso medio como un calibrado. La producción de destío se clasificó en función de las distintas causas que lo produjeron. En campo se hizo una valoración del vigor de las plantas, puntuando de 0 a 5 de menor a mayor vigor, la presencia de necrosis en las hojas, la incidencia de oídio y plateado necrótico en las hojas. También se hizo una descripción somera de la forma, veteado y color exterior de los frutos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La recolección de las sandías triploides rayadas sin pepitas de calibre normal rojas, de calibre medio, triploides de piel negra y sin pepitas de pulpa amarilla se recolectaron en 2 pasadas el 13 y el 25 de julio. La sandía rayada triploide mini y las rayadas con micropepita se recolectaron en 2 pasadas los días 6 y 18 de julio.

Separado por tipos de sandías se exponen los resultados de producción comercial de los frutos con pepitas y sin pepitas por separado, el peso medio de sus frutos, porcentaje de cada calibre en peso del cvs a estudiar, en su caso el rendimiento comercial total de polinizador y sin pepitas, y la producción de producto no comercial clasificada en función de la causa.

En las sandías triploides de piel rayada, calibre grueso y pulpa roja, los cvs más productivos fueron ‘Estel Deluxe’ y ‘Star gem’, sin observar diferencias significativas a nivel estadístico (d.s.n.e.) entre los distintos cvs. El mayor peso medio de los frutos se obtuvo con el cvs ‘Kasimira’ y el cvs ‘Reina de corazones’, sin detectar d.s.n.e. entre cvs. Los cvs ‘Reina de corazones’ y ‘Kasimira’, fueron los que dieron una mayor proporción de frutos de calibre superior a los 7 kg, aunque tampoco de detectaron d.s.n.e. La producción de destío fue baja en todos los casos, sin observar d.s.n.e. (Tabla 1).

En el grupo de cvs de sandía sin pepitas de calibre medio, la mayor producción comercial de frutos sin pepitas se obtuvo con el cvs ‘Romalinda’, aunque sin detectar d.s.n.e. entre los cultivares estudiados. El mayor peso medio de los frutos se obtuvo con el cvs ‘Romalinda’, detectando d.s.n.e. con este cvs, también se obtuvo el mayor porcentaje de frutos de 6-7 kg de peso medio. La producción de frutos deformes fue significativamente mayor en las líneas ‘80-850’ y ‘81459’ (Tabla 1).

En el grupo de sandías sin pepitas de tamaño de fruto pequeño, los dos cvs ensayados se comportaron bien, con rendimientos muy buenos (Tabla 1).

En relación a las sandías sin pepitas de piel negra, el mayor rendimiento comercial de frutos sin pepitas se obtuvo con los cvs ‘Style’, sin d.s.n.e. respecto a los cvs ‘10343’, ‘Ivona’, ‘AR 34347’ y ‘Fenway’, pero con d.s.n.e. entre el primero y el resto de cvs (Tabla 8). El menor peso medio de los frutos se obtuvo con el cvs ‘Fashion’, detectando d.s.n.e. respecto al resto de cvs (Tabla 1).

En el grupo de sandías triploides de pulpa amarilla el mejor rendimiento comercial se obtuvo con el cv ‘Pekin’, que dio un peso medio de sus frutos inferior al del cv ‘Graciosa’ (Tabla 1).

En relación a las sandías diploides de piel negra, el mayor rendimiento comercial se obtuvo con el cv ‘Sofía’, sin observar d.s.n.e. entre ellas. El mayor peso medio de los frutos se obtuvo con la línea ‘10259’ (Tabla 1).

Entre las sandías diploides con micropepititas el mayor rendimiento comercial se obtuvo con la línea ‘62-337’ y el cvs ‘Premium’, detectando d.s.n.e. respecto al resto de material ensayado. El mayor peso medio de los frutos se obtuvo con el cv ‘Premium’, sin d.s.n.e. respecto las líneas ‘62-337’ y ‘NUN 03115’ y observando d.s.n.e. respecto al resto de material (Tabla 1).

En la tabla 2 se expone el comportamiento y descripción de los distintos tipos y cvs.

## CONCLUSIONES

En el grupo de sandías triploides de calibre alto y piel rayada, destacaron por su calidad, rendimiento y calibre regular los cvs ‘Star gem’, ‘Estel Deluxe’ y ‘Boston’.

Entre los cvs de calibre mediano de piel rayada, destacaron los cvs ‘Romalinda’ y ‘Berta’.

Las sandías triploides mini dieron un resultado productivo aceptable los cvs ‘Precious petite’ y ‘Bibo’.

Entre los cvs de frutos con piel oscura, sin pepitas; en la línea de calibres altos y piel oscura destacaron los cvs ‘Style’, la línea ‘10343’ y el cvs ‘Ivona’.

También destacaron en los de pulpa amarilla triploides, los cvs ‘Pekin’ y ‘Graciosa’.

Entre las sandías diploides de piel negra tuvieron un buen comportamiento los cvs ‘Sofia’ y ‘Conguita’.

De las sandías diploides con micropepititas destacó el comportamiento de la línea ‘62-337’ y el cv ‘Premium’.

## TABLAS

**Tabla 1. Datos productivos por cada uno de los grupos varietales.**

TRIPLOIDE, PIEL RAYADA Y DE PULPA ROJA														
Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Destrio					
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	>7 kg	Rendimiento polinizador (kg.m <sup>-2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg.m <sup>-2</sup> )	Deforme (kg.m <sup>-2</sup> )	Rajado (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )
<b>Estel Deluxe</b>	8,89	7,521	0,00	1,35	1,80	16,01	6,34	74,50	0,70	9,60	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Star gem</b>	8,20	6,390	0,00	6,11	9,63	8,28	23,61	52,37	0,94	9,14	0,00	0,00	0,22	0,22
<b>Reina de corazones</b>	7,98	7,972	0,00	0,00	3,96	4,64	9,47	81,93	1,30	9,28	0,37	0,00	0,00	0,37
<b>Boston</b>	7,70	7,762	0,00	0,00	0,00	5,15	20,64	74,21	1,62	9,32	0,00	0,00	0,28	0,28
<b>Akiless</b>	7,57	6,952	0,00	0,00	10,52	9,44	25,53	54,51	1,25	8,82	0,53	0,00	0,31	0,85
<b>Kasimira</b>	6,75	8,037	0,00	0,00	0,00	5,99	18,11	75,91	1,04	7,79	0,00	0,20	0,28	0,48
<b>Reina linda</b>	6,39	7,470	1,33	3,12	1,85	4,64	25,24	63,83	1,34	7,74	0,19	0,00	0,00	0,19
<b>Motril</b>	4,72	7,440	0,00	0,00	18,60	0,00	12,38	69,02	1,07	5,79	0,11	0,00	0,15	0,26
<b>Trix Paula</b>	4,56	6,447	1,53	11,08	5,28	3,35	28,07	50,69	1,56	6,13	0,21	0,00	0,00	0,21
	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA, DE PULPA ROJA Y CALIBRE MEDIO**

Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Destrio							
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	>7 kg	Rendimiento polinizador (kg.m <sup>-2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg.m <sup>-2</sup> )	Deforme (kg.m <sup>-2</sup> )	Goma (kg.m <sup>-2</sup> )	Rajado (kg.m <sup>-2</sup> )	Planchado (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )
<b>Romalinda</b>	7,03	5,107	a	1,06	14,31	22,08	31,66	23,44	a	7,45	2,28	9,31	0,00	b	0,33	b
<b>Berta</b>	5,72	4,188	b	4,12	44,26	17,78	24,19	7,45	ab	2,20	0,53	6,26	0,00	b	0,14	0,00
<b>80-850</b>	5,50	4,327	b	10,09	22,73	32,66	23,07	2,66	b	8,79	1,70	7,20	2,01	a	0,00	0,09
<b>81459</b>	4,29	4,019	b	7,34	33,72	41,72	17,23	0,00	b	0,00	1,74	6,03	1,46	ab	0,00	0,00
	n.s	p<0,05	n.s	n.s	n.s	n.s	p<0,05	n.s	n.s	n.s	p<0,05	n.s	-	n.s	p<0,05	p<0,05

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA, DE PULPA ROJA Y CALIBRE MINI**

Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Destrio					
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 2 kg	2-3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	>6 kg	Rendimiento polinizador (kg.m <sup>-2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg.m <sup>-2</sup> )	Goma (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )		
<b>Precious petite</b>	11,26	2,705	4,60	59,28	a	31,04	3,21	1,86	0,00	2,04	13,30	0,13	0,13	
<b>Bibo</b>	10,69	2,932	3,43	42,51	b	44,05	10,01	0,00	0,00	1,49	12,18	0,24	0,24	
	n.s	n.s	n.s	p<0,05		n.s	n.s	n.s	-	n.s	n.s	n.s	n.s	

**TRIPLOIDE DE PIEL NEGRA**

Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Rendimiento polinizador (kg.m <sup>-2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio				Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )		
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	>7 kg			Deforme (kg.m <sup>-2</sup> )	Goma (kg.m <sup>-2</sup> )	Rajado (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio (kg.m <sup>-2</sup> )			
Style	11,68	a	6,821 a	0,00	c	0,73	5,34	10,38	30,46	53,09	1,70	13,38	0,00	0,16	0,00	0,08	0,23
10343	9,90	ab	6,838 a	0,00	c	0,00	2,84	15,71	29,10	52,35	2,27	12,16	0,00	0,14	0,00	0,07	0,20
Ivona	9,56	abc	7,193 a	0,00	c	0,00	7,32	8,80	14,19	69,69	2,83	12,39	0,21	0,20	0,00	0,00	0,41
AR 34347	9,34	abcd	6,905 a	1,00	bc	3,89	5,00	3,05	22,48	64,59	2,22	11,56	0,00	0,20	0,00	0,13	0,34
Fenway	9,11	abcd	6,836 a	0,00	c	4,00	5,28	8,14	26,27	56,32	2,07	11,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
Titania	8,51	bcd	6,815 a	2,66	ab	3,24	3,27	7,19	25,83	57,81	1,71	10,22	0,13	0,18	0,53	0,00	0,84
Fashion	7,28	cd	5,550 b	5,66	a	4,40	20,52	17,50	7,72	44,20	2,18	9,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10385	6,87	d	7,244 a	1,22	bc	1,30	1,89	9,77	19,27	66,55	2,66	9,53	0,00	0,00	0,26	0,00	0,26
	p<0,05		p<0,01		p<0,01		n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA Y DE PULPA AMARILLA**

Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Rendimiento polinizador (kg.m <sup>-2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio				Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )			
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	>7 kg			Deforme (kg.m <sup>-2</sup> )	Goma (kg.m <sup>-2</sup> )	Rajado (kg.m <sup>-2</sup> )	Planchado (kg.m <sup>-2</sup> )				
Pekin	11,42	b	5,479 b	0,00	2,72	24,29 a	39,09	22,84	11,06	b	1,35	12,77	0,23	0,00	0,00	0,00	0,23	
Graciosa	9,28	a	6,977 a	0,00	0,00	1,31 b	22,80	18,85	57,04	a	2,28	11,56	0,00	0,63	0,00	0,00	0,18	0,81
	n.s		p<0,01		n.s	n.s	p<0,01	n.s	n.s	p<0,01	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	

**NEGRA DIPLOIDE**

Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Destrio							
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	>7 kg	Rendimiento polinizador (kg.m <sup>-2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg.m <sup>-2</sup> )	Deforme (kg.m <sup>-2</sup> )	Goma (kg.m <sup>-2</sup> )	Rajado (kg.m <sup>-2</sup> )	Planchado (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )
Sofía	10,45	4,125	5,29	31,56	47,77 a	15,37	0,00	0,00 b	0,00	10,45	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
Conguita	9,84	4,276	4,95	31,86	34,48 a	16,70	8,12	3,90 b	0,00	9,84	0,39	0,00	0,00	0,11	0,28	0,78
10259	7,62	5,810	4,34	11,47	7,98 b	14,43	16,90	44,89 a	0,00	7,62	0,08	0,31	0,09	0,12	0,23	0,83
	n.s	n.s	n.s	n.s	p<0,05	n.s	n.s	p<0,01	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	

**MICROSEMILLA DE CALIBRE MINI**

Cultivar	Sin semillas		% en peso de cada calibre						Destrio						
	Rendimiento (kg.m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (kg)	< 2 kg	2-3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	>6 kg	Deforme (kg.m <sup>-2</sup> )	Goma (kg.m <sup>-2</sup> )	Rajado (kg.m <sup>-2</sup> )	Planchado (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio (kg.m <sup>-2</sup> )	Destrio total (kg.m <sup>-2</sup> )	
62-337	15,20	a	3,974 ab	1,02	6,41 b	33,52	40,09	17,24 a	1,73	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Premium	14,43	a	4,153 a	0,00	4,65 b	28,87	49,79	13,40 a	3,30	0,22	0,46	0,19	0,00	0,11	0,98
Nanor	9,98	b	3,511 bc	0,56	20,66 ab	43,06	32,81	2,91 b	0,00	0,10	0,92	0,00	0,00	0,00	1,03
NUN 03115	9,75	b	3,651 ab	0,56	8,71 b	55,62	26,33	8,79 ab	0,00	0,95	0,29	0,00	0,00	0,00	1,24
10400	9,44	b	3,027 c	1,44	35,75 a	51,31	11,50	0,00 b	0,00	0,12	1,23	0,00	0,19	0,11	1,65
	p<0,05		p<0,01	n.s	p<0,05	n.s	n.s	p<0,05	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas p≤0,05 y p≤0,1 según el test LSD

**Tabla 2. Descripción y valoración de los distintos cvs.**

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA Y DE PULPA ROJA**

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones
<b>Estel Deluxe</b>	4,00	0,75	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada	0,00	0,75	Calibre homogéneo. Buen aspecto
<b>Star gem</b>	3,75	0,50	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada	0,00	1,00	Calibre homogéneo. Buen aspecto
<b>Reina linda</b>	3,67	0,83	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,17	No está mal. Ligeramente deformes en algunas piezas
<b>Reina de corazones</b>	3,67	1,00	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada - alargada	0,00	0,83	Calibre grueso. Buen aspecto y homogénea
<b>Boston</b>	3,50	1,00	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,25	Calibre homogéneo. Buen aspecto
<b>Trix Paula</b>	3,50	1,00	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,33	Calibre homogéneo. Buen aspecto. Afectada por nematodos
<b>Motril</b>	3,33	1,17	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,50	Calibre homogéneo. Buen aspecto. Afectada por nematodos
<b>Akilless</b>	3,25	1,00	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,75	Calibre grueso. Buen aspecto y homogénea
<b>Kasimira</b>	3,17	1,17	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,50	Calibre homogéneo. Buen aspecto

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA, DE PULPA ROJA Y CALIBRE MEDIO**

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones
<b>80-850</b>	4,50	0,67	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada	0,00	0,50	Piezas deformes y con mal aspecto. Homogeneidad media
<b>81459</b>	3,83	0,83	Veteado oscuro ancho y difuminado sobre fondo medio	Redondeada	0,00	0,67	No está mal de aspecto. Homogeneidad bastante buena
<b>Romalinda</b>	3,33	0,83	Veteado medio-oscuro y difuminado sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,00	Buen aspecto y buena homogeneidad
<b>Berta</b>	3,17	0,75	Veteado medio sobre fondo claro	Redondeada	0,00	1,00	Buen aspecto y buena homogeneidad
	n.s	n.s			-	n.s	

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA, DE PULPA ROJA Y CALIBRE MINI**

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones
<b>Bibo</b>	3,50	1,50	Veteado oscuro sobre fondo medio Veteado oscuro,	Redondeada - alargada	0,00	1,17	Buen aspecto y homogénea
<b>Precious petite</b>	3,50	1,33	ancho y difuminado sobre fondo medio	Redondeada	0,00	1,17	Buen aspecto y homogénea
	n.s	n.s			-	n.s	

**TRIPLOIDE DE PIEL NEGRA**

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones	
<b>Style</b>	4,00	a	0,83	Verde oscuro Verde medio	Redondeada	0,00	0,50	Buen aspecto
<b>Fenway</b>	3,67	ab	1,00	marcando el veteado	Redondeada	0,00	0,33	Buen aspecto
<b>Titania</b>	3,33	bc	1,00	Verde oscuro	Redondeada	0,00	0,33	Buen aspecto
<b>10385</b>	3,33	bc	1,33	Verde oscuro Verde medio	Redondeada	0,00	1,00	Buen aspecto
<b>10343</b>	3,00	c	0,83	marcando el veteado	Redondeada	0,00	0,50	Buen aspecto
<b>AR 34347</b>	3,00	c	0,83	Verde medio marcando el veteado	Redondeada	0,00	0,67	Buen aspecto
<b>Fashion</b>	3,00	c	1,00	Verde medio marcando el veteado	Redondeada	0,00	0,67	Buen aspecto
<b>Ivona</b>	3,00	c	1,00	Verde oscuro	Redondeada	0,00	0,50	Buen aspecto
	p<0,01		n.s		-	n.s		

**TRIPLOIDE, PIEL RAYADA Y DE PULPA AMARILLA**

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones
<b>Graciosa</b>	4,17	0,67	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada	0,00	0,67	Buen aspecto. Homogeneidad bastante buena
<b>Pekin</b>	4,17	1,17	Veteado medio- oscuro sobre fondo claro	Redondeada	0,00	0,33	Buen aspecto y buena homogeneidad
	n.s	n.s			n.s	n.s	

**NEGRA DIPLOIDE**

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones
<b>Conguita</b>	3,33	0,67	Verde oscuro	Redondeada	0,00	1,33	Buen aspecto. Homogeneidad bastante buena
<b>Sofía</b>	3,00	0,67	Verde medio	Redondeada - muy lig. alargada	0,00	1,83	Buen aspecto y buena homogeneidad
<b>10259</b>	3,00	1,00	Verde oscuro	Redondeada	0,00	1,50	Buen aspecto. Homogeneidad bastante buena
	n.s	n.s			-	n.s	

### MICROSEMILLA DE CALIBRE MINI

Cultivar	Vigor (0-5)	Necrosis foliar (0-5)	Color externo	Forma fruto	Sensibilidad Oidio (0-5)	Plateado hoja (0-5)	Observaciones	
<b>Nanor</b>	3,50	1,17	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada - lig. alargada	0,00	0,50	c	Buen aspecto y homogénea
<b>62-337</b>	3,33	1,00	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada	0,00	1,83	ab	No está mal de aspecto. Homogeneidad bastante buena
<b>Premium</b>	3,17	1,17	Veteado oscuro sobre fondo medio	Redondeada - alargada	0,00	1,00	bc	No está mal de aspecto. Homogeneidad buena
<b>10400</b>	2,83	1,67	Veteado oscuro ancho y difuminado sobre fondo medio	Redondeada - muy lig. alargada	0,00	2,17	a	Buen aspecto. Homogeneidad bastante buena
<b>NUN 03115</b>	2,67	1,00	Veteado oscuro y difuminado sobre fondo medio	Redondeada - alargada	0,00	1,83	ab	No está mal de aspecto. Homogeneidad bastante buena

n.s n.s - p<0,05

n.s: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas  $p\leq 0,05$  y  $p\leq 0,1$  según el test LSD

# USO DE PORTAINJERTOS EN EL CULTIVO DE SANDIA BAJO PLÁSTICO

Meca, D., Gázquez, J. C., Pérez, C., Meca, D., Segura, M. D. y Doméne, M. Á.

Estación Experimental de Cajamar Caja Rural (El Ejido, Almería)

## RESUMEN

El principal injerto para sandia que se utiliza en España es la calabaza (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*), pero existen en el mercado distintas casas comerciales que proporcionan nuevos pies con mejor afinidad y que aportan mejores características de calidad respecto a los habituales portainjertos de calabaza.

Durante la campaña 2013/14 se evaluó el comportamiento de dos portainjertos sobre la productividad y calidad de un cultivo de sandía bajo plástico. Para ello se comparó uno tradicional de calabaza cv RS-841 (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) y otro de sandía cv 'Primor' (*Citrullus lanatus*) (Akira seeds) sobre un cultivar de sandía triploide blanca 'Bengala' (Nunhems) y sandía triploide negra 'Fashion' (Nunhems) y 'Crisby' (Nunhems) como cultivar diploide en hidropónico y con ausencia de problemas de *Fusarium oxysporum*.

No existieron diferencias significativas en la producción de sandías sin semilla blanca ni negra empleando dos portainjertos diferentes.

Si existen diferencias significativas en algunos parámetros de calidad como grados brix, dureza de pulpa o pH.

**Palabras clave:** *Cucurbitáceas, polinización, producción.*

## INTRODUCCIÓN

El uso de portainjertos en sandia, es desde hace más de dos décadas muy habitual y permite cultivar sandia (*Citrullus lanatus*) en suelos con problemas, con enfermedades de suelo como la fusariosis (*Fusarium oxysporum f.sp niveum*), presencia de nematodos, el colapso por destrucción del sistema radicular, virus del cribado (MNSV) (Camacho y Tello, 2006; Miguel, 2015). Aportan mayor resistencia y vigor a la planta, incrementos productivos, precocidad, mejora la calidad de los frutos (forma, color, grosor de la corteza, textura y contenido en sólidos solubles, etc (Lee et al., 2010; Hoyos, 2012; Miguel, 2011; Miguel et al, 2007).

Existe una amplia gama de especies de cucurbitáceas, de los géneros *Cucurbita*, *Lagenaria*, *Benincasa*, *Citrullus* y *Praecitrullus* (*P. stulosus*) que se puede utilizar como portainjertos, pero la elección de uno u otro será determinado por la resistencia al patógeno que se quiera controlar, que tenga vigor, buena afinidad con la planta que se injerta, y que no modifique desfavorablemente la calidad del fruto (Miguel et al., 2007).

El objetivo del ensayo fue evaluar el comportamiento de dos portainjertos (tradicional y pie de sandía) sobre la productividad del cultivo de sandía bajo plástico, así como la calidad de sus frutos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2014 en la Estación Experimental de Cajamar Caja Rural situada en el término municipal de El Ejido, Almería. Se desarrolló en un invernadero tipo venlo orientación Este-Oeste con material vidrio difuso. La estructura era de acero galvanizado, con una separación entre pies de 4 m, altura en banda de 4,6 m y 5,5 m en cumbre, con ventilación automatizada, con ventanas laterales

(bandas norte y sur) y cenitales en cada una de las capillas, protegidas con malla anti-insecto 20x10 hilos cm<sup>-2</sup>. El grado de apertura y cierre de las ventanas se realizó mediante un controlador climático (mod., Multima, Hortimax, Almería, España).

El material vegetal utilizado fue sandía (*Citrullus lanatus*) cultivares triploide ‘Bengala’ (Nunhems), ‘Fashion’ y cultivar diploide ‘Crisby’ (Syngenta) que fueron injertados con cada portainjerto ensayado. Los portainjertos fueron cv ‘RS-841’ (*Cucurbita maxima x C. moschata*) de Monsanto y ‘Primor’ (*Citrullus lanatus*), ambos de Akira seeds.

El trasplante se realizó el 20 de febrero de 2014 y finalizó el 5 de junio de 2014, 104 días después, con una densidad de 0,35 pl m<sup>-2</sup>. La polinización natural se realizó con abejas (*Apis mellifera*), introduciendo una colmena en cada invernadero el 5 de abril de 2014.

El sistema de cultivo empleado fue hidropónico con sacos de fibra de coco.

El polinizador se dispuso en la misma fila de cultivo, con una proporción de 1:3, 25% de la superficie para el polinizador y 75% para el cultivar triploide.

La gestión de plagas y enfermedades se realizó según el Reglamento Específico de Producción Integrada de Cultivos Hortícolas Protegidos para el cultivo de sandía (Orden de 15 de diciembre de 2015, publicado en BOJA 248 de 24 de diciembre de 20015). Esta gestión se basa en la gestión de plantas banker de cebada inoculadas con *Rophalosiphum padi* y en la suelta del ácaro depredador *Amblyseius swirskii*. Se hizo una comparativa de suelta de *Amblyseius swirskii*, comparando suelta en bote con respecto a suelta en sobre, subdividiendo la parcela en cuatro subparcelas, empleando dos subparcelas en cada una de las tesis comparadas ,empleándose la misma cantidad de individuos (62,5 *Amblyseius swirskii* por m<sup>2</sup>) por estrategia. Se realizó un conteo periódico de plagas y enemigos naturales en 10 plantas de cada subparcela.

Los tratamientos establecidos durante el ensayo fueron:

T1: Portainjerto tradicional o de calabaza (cv ‘RS-841’)

T2: Portainjerto sandía (cv ‘Primor’)

Se determinó producción distinguiendo entre producción total, comercial y no comercial, así como por categoría (I y II), número de frutos y peso medio del fruto comercial, según la norma de calidad para sandía (artículo 10 del Decreto 402/2008 de 8 de julio de 2008), y calidad de los frutos (grosor de la corteza, firmeza, índice de color, acidez titulable, pH, índice de forma y contenido medio de sólidos solubles (%)). La calidad se determinó según metodología descrita por Domene y Segura, 2014

Se realizó un diseño experimental unifactorial, con 4 repeticiones por tratamiento y cada repetición estaba formada por 4 plantas. Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics Inc, EEUU).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un mejor instalación de *Amblyseius swirskii* en las parcelas donde se hizo la suelta en sobre, siendo el número de individuos contabilizados, por lo general superiores salvo en los dos primeros conteos, existiendo diferencias significativas en los conteos 5 y 6. La evolución de trips así como de mosca blanca fue similar en ambas estrategias salvo en los conteos 3 y 5.

El rendimiento productivo alcanzado al final del ciclo productivo, considerando los dos cultivares de sandía triploide fue similar empleando ambos portainjertos, tanto el de sandía como el de calabaza. Igual ocurre con la producción comercial, estando comprendida entre 7,4-7,6 kg·m<sup>-2</sup>. No se observan diferencias estadísticamente significativas en los parámetros productivos (producción total y comercial). Respecto al

cultivar diploide, el rendimiento fue similar entre los portainjertos y sin diferencias estadísticas significativas. En otros estudios, el portainjerto tradicional obtiene mejores rendimientos respecto al portainjerto de sandía (Baixauli, et al, 2013).

En relación a los calibres, en el cultivar sin semillas ‘Bengala’ destaca el portainjertos cv ‘Primor’ con el 70% de su producción en calibre comprendido entre 5 y 7 kg, mientras que con el portainjerto tradicional casi el 30% de la producción son frutos entre 7 y 9 kg. En el cultivar ‘Fashion’ no existe tanta diferencia entre calibres según el patrón empleado. En la variedad diploide y portainjertos cv ‘Primor’, el 19% de su producción tiene un calibre grande (superior a 9 kg), mientras que con el portainjerto de calabaza es del 34 %.

Respecto a la calidad externa de los frutos, no hay diferencia entre los portainjertos, aunque los frutos del cultivar ‘Bengala’ tiene un diámetro mayor con el portainjerto cv ‘Primor’, respecto al portainjerto tradicional. En calidad interna, el contenido de sólidos solubles es ligeramente mayor con el portainjerto cv ‘Primor’ y cultivares ‘Fashion’ (12,6 frente a 12,1) y ‘Bengala’, (11,5 vs. 11,0) existiendo diferencias significativas en el cultivar ‘Bengala’.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del ensayo ‘USO DE PORTAINJERTOS EN EL CULTIVO DE SANDIA BAJO PLÁSTICO’ en hidropónico y con ausencia de *Fusarium osyssporum* han sido:

- El sistema de suelta en sobre muestra mejores niveles de establecimiento de *Amblyseus swirskii* en el cultivo.
- La producción total obtenida con el uso de portainjertos cv ‘Primor’ ha sido similar a la obtenida en el cultivo con portainjerto tradicional.
- En calidad interna de los frutos, el portainjertos de sandía (cv ‘Primor’) mejora el contenido en sólidos solubles respecto al portainjerto tradicional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIXAULI C., GINER, A., AGUILAR, J.M., NÁJERA, I., y NÚÑEZ, A. 2013. Estudio del comportamiento de diferentes portainjertos en un cultivo de sandía sin pepitas. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas
- CAMACHO, F Y TELLO J. 2006. Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas intensivos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 160 pp.
- DOMENE, M.A. Y SEGURA, M.D., 2014. Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. Fichas de transferencia nº 3. Cajamar Caja Rural
- DOMENE, M.A. Y SEGURA, M.D., 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Fichas de transferencia nº 5. Cajamar Caja Rural
- HOYOS, P. 2012. El injerto en pepino corto tipo español (*Cucumis sativus L.*). Recomendaciones para su empleo en la zona central española. Tesis doctoral. 826 pp.
- LEE J-M., KUBOTA C., TSAO S.J., BIE Z., HOYOS ECHEVARRÍA P., MORRA L. y ODA M. 2010. Current status of vegetable grafting: Difusion, grafting techniques, automation. Scientia Horticulturae 127: 93-105.
- MIGUEL, A. 2004. El injerto de hortalizas como método de prevención de enfermedades de suelo. En : I Congreso Internacional de Horticultura Intensiva: 106-110. Ed. Fundación Ruralcaja. Valencia.
- MIGUEL, A.; DE LA TORRE, F.; BAIXAULI, C.; MAROTO, J.V.; JORDÁ, C.; LÓPEZ M.M.; JIMÉNEZ, J. 2007. “Injerto de Hortalizas”. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- MIGUEL, A. 2011. El injerto de cucurbitáceas. [www.poscosecha.com/es/publicaciones](http://www.poscosecha.com/es/publicaciones)

MIGUEL, A. 2015. Injertos y portainjertos en sandía. Técnicas de cultivo y comercialización de la sandía. Cajamar caja Rural. Serie agricultura 11

## TABLAS

**Tabla 1.** Producción total (PT), comercial (PC), no comercial (Destriño), frutos comerciales y peso medio del fruto comercial para el cultivo de sandía en la campaña de primavera 2014. Cultivares triploides: ‘Bengala’ y ‘Fashion’. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Cultivar	Portainjertos	Prod. total (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. no comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Frutos comerc. (nº m <sup>-2</sup> )	Peso medio fruto comercial (g fr <sup>-1</sup> )
Fashion	RS-841	7,8 a	7,6 a	0,2 a	1,4 a	5,5 a
Fashion	Primor	7,7 a	7,5 a	0,2 a	1,5 a	5,1 a
Bengala	RS-841	7,6 a	7,4 a	0,2 a	1,3 a	5,9 a
	Primor	7,8 a	7,6 a	0,2 a	1,4 a	5,6 a

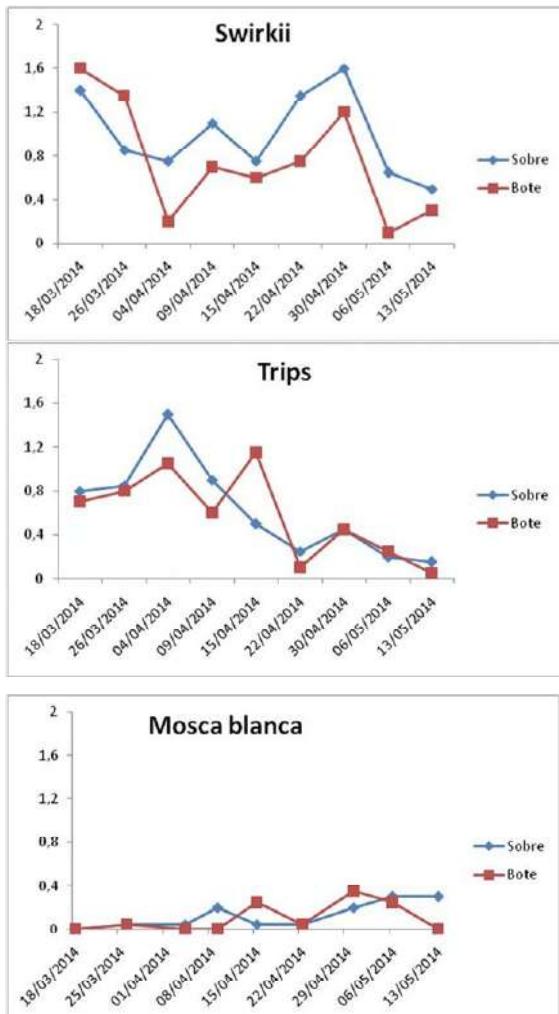
**Tabla 2.** Producción total (PT), comercial (PC), no comercial (Destriño), frutos comerciales y peso medio del fruto comercial para el cultivo de sandia en la campaña 2014. Cultivar diploide. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Cultivar	Portainjertos	Prod. total (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. no comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Frutos comerc. (nº m <sup>-2</sup> )	Peso medio fruto comercial (g fr <sup>-1</sup> )
Crisby	RS-841	8,1 a	8,0 a	0,1 a	1,1 a	7,3 a
	Primor	8,2 a	8,0 a	0,2 a	1,2 a	6,9 a

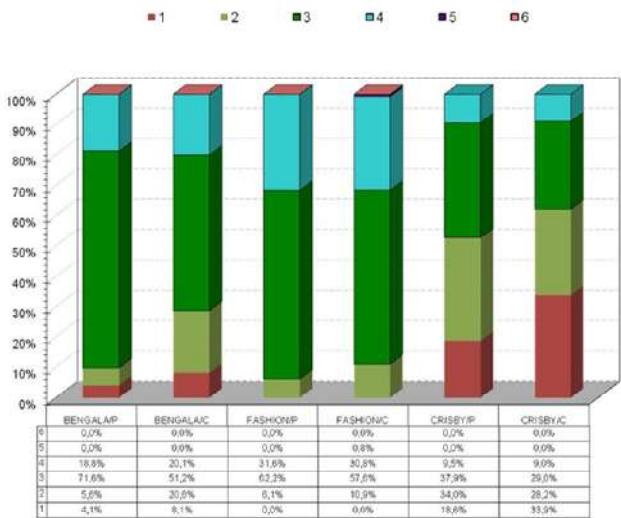
**Tabla 3.** Parámetros de calidad analizados en el cultivo de sandía con portainjertos: grosor de corteza (e) firmeza (F), pH, acidez titulable (A), coeficiente de forma (CF), índice de color (IC), contenido medio de sólidos solubles (SS), % jugosidad (J). Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Cultivar	Portainjertos	e (mm)	F (N)	pH	A	CF	IC	SS
Bengala	RS-841	12,6 a	5,6 a	5,7 a	0,8 a	1,0 a	36,9 a	11,0 b
	Primor	11,7 a	6,0 ab	5,7 a	0,7 a	1,0 a	36,1 a	11,5 ab
Fashion	RS-841	13,8 a	7,2 a	5,7 a	0,8 a	1,0 a	35,9 a	12,1 a
	Primor	12,8 a	7,4 a	5,7 a	0,7 a	1,0 a	35,3 a	12,6 a
Crisby	RS-841	15,5 a	6,4 a	5,4 b	0,7 a	1,0 a	38,3 a	10,1 c
	Primor	14,5 a	6,3 a	5,4 b	0,7 a	1,0 a	40,1 a	10,7 bc

## FIGURAS



**Figura 1.** Evolución de *Amblyseus swirskii*, trips y mosca blanca en función del sistema de suelta sobre vs.bote.



**Figura 2.** Reparto porcentual de la producción comercial, por calibres para el cultivo de sandia triploide con dos portainjertos en la campaña de primavera 2014. Calibre 1 (> 9 kg); Calibre 2 (7 a 9 kg); calibre 3 (5 a 7 kg), calibre 4 (3 a 5 kg), calibre 5 (2 a 3 kg), calibre 6 (1 a 2 kg).

# EVALUACIÓN DE LA POLINIZACIÓN EN SANDÍA: USO DE POLINIZADORES DESECHABLES VS POLINIZADORES ESTÁNDAR

D. Meca, J.C. Gázquez, C. Pérez, M.D. Segura y M.A. Doméne.  
Estación Experimental de Cajamar, Paraje Las Palmerillas, 25, 04710 El Ejido, España.

## RESUMEN

Las sandías sin semilla (“triploides”) carecen de suficiente polen fértil para poder autofecundarse, recurriendo a sandías con semillas o diploides que proporcionen el polen viable para la correcta fecundación. Normalmente, se dispone de una línea de plantas diploides por cada dos o tres líneas de triploides o bien, se intercala la sandía diploide en las líneas de las sandías triploides.

En los últimos años se están desarrollando plantas polinizadoras sin fruto o de fruto desecharable que aseguren la polinización y la fecundación permitiendo plantar toda la superficie de cultivo de sandía triploide (sandía sin semilla).

El objetivo del ensayo es comparar dos estrategias de polinización en sandía comparando polinización estándar con sandías diploides vs. Polinizadores de fruto desecharable. El material vegetal fue sandía sin semilla cultivar ‘Bengala’ (Nunhems) y ‘Babba’ (Monsanto). Los polinizadores fueron ‘Premium’ (Nunhems, diploide) y ‘Polifun’ (Monsanto, desecharable). Se trasplantó el 18 de marzo de 2015 y tras 86 días de cultivo, finalizó el 12 de junio de 2015.

**Palabras clave:** *Cucurbitáceas, Citrullus lanatus, floración, cuajado, producción*

## INTRODUCCIÓN

España es el principal origen de la producción consumida en Europa: supone el 47 % de todo el comercio europeo de sandía. Dentro de España, Almería es la provincia con unas exportaciones más altas (suma el 43 % del total, 20 % de toda la sandía consumida en la Unión Europea). Otras áreas relevantes son: Murcia y Valencia, con un volumen, respectivamente, del 25 y el 20 % nacional.

El consumo de sandía ha experimentado en los últimos años un cambio que se ha traducido en un traslado de este hacia la sandía sin semillas, aspecto que ha influido de manera más que notable a nivel de producción en España, principal productor de Europa. Según Ampuero y Cárdenas (2014) el segmento de sandías sin semillas supuso más del 70 % de la oferta actual de la producción española en el año 2012.

Las sandías sin semilla (“triploides”) carecen de suficiente polen fértil para poder autofecundarse, recurriendo a sandías con semillas o diploides que proporcionen el polen viable para la correcta fecundación. Normalmente, se dispone de una línea de plantas diploides por cada dos o tres líneas de triploides (25-33% de polinizador) o bien, se intercala la sandía diploide en las líneas de las sandías triploides.

En los últimos años se están desarrollando plantas polinizadoras sin fruto o de fruto desecharable que aseguren la polinización y la fecundación permitiendo plantar toda la superficie de cultivo de sandía triploide.

El objetivo del ensayo es comparar dos estrategias de polinización en sandía comparando polinización estándar con sandías con semilla vs. polinizadores de fruto desecharable.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en dos invernaderos parral tipo “raspa y amagado”, con 900 m<sup>2</sup> de superficie, con cubierta simétrica y estructura de tubo galvanizado y alambre. Compuesto por cinco capillas orientadas de Norte a Sur, con una altura en cumbre de 4,20 m y 3 m en el amagado. Contaba con ventilación lateral (Norte-Sur) y cenital automatizadas y cubiertas de malla anti-insectos 20\*10 hilos·cm<sup>-2</sup>. El riego fue por goteo, con goteros de 3 L·h<sup>-1</sup>.

El material vegetal fue sandía sin semilla cultivares ‘Bengala’ (Nunhems) y ‘Babba’ (Monsanto). Los polinizadores fueron cultivar diploide ‘Premium’ (Nunhems) y cultivar de fruto desecharable ‘Polifun’ (Monsanto).

Se trasplantó el 18 de marzo de 2015 y tras 86 días de cultivo, finalizó el 12 de junio de 2015. Se cultivó en fibra de coco a una densidad de plantación de 0,35 pl·m<sup>-2</sup>.

La distribución del material vegetal se resume a continuación:

Tratamiento 1: Polinizador desecharable ‘Polifun’ y cultivares triploides ‘Bengala’ y ‘Babba’ 100 % sandia triploide. La disposición del polinizador se incluye en la plantación sin que disminuya el número de plantas triploides (1:3).

Tratamiento 2: Cultivar diploide ‘Premium’ y cultivares triploides ‘Bengala’ y ‘Babba’. Relación 1:3. La disposición del polinizador se realizó dentro de las líneas de cultivo con el 25% de polinizador.

El sistema de cultivo empleado fue hidropónico con bolsas de fibra de coco.

La polinización se realizó mediante la introducción de una colmena de abejas (*Apis mellifera*) preparada por un apicultor profesional y adaptada a la dimensiones del invernadero, colocándose en el lado norte de la parcela y orientada hacia el sur.

Se determinó producción distinguiendo entre producción total, comercial y no comercial, así como por categoría (I y II), número de frutos y peso medio del fruto comercial, según la norma de calidad para sandía (artículo 10 del Decreto 402/2008 de 8 de julio de 2008). Se realizó también una determinación de calidad organoléptica de frutos en el primer corte realizado.

Se realizó un diseño experimental unifactorial, con 4 repeticiones por tratamiento y cada repetición estaba formada por 4 plantas. Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics Inc, EEUU).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sandía ‘Bengala’

No se observan diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de producción analizados teniendo en cuenta toda la superficie ocupada por polinizadores y sandías triploides y toda la sandía recolectada (Tablas 1,3).

La producción total y comercial de sandía alcanzada al final del ciclo productivo fue ligeramente superior en el tratamiento 2 (3,8 %) sin existir diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 3).

La producción comercial de sandía triploide fue un 22 % mayor en el tratamiento con polinizador desecharable, alcanzando 7,9 kg·m<sup>-2</sup> frente a los 6,45 kg·m<sup>-2</sup> en la parcela con polinizador diploide (Tabla 1). Resultados similares a los obtenidos por Pérez (2014) donde se hizo una comparativa similar a la nuestra en invernadero utilizando polinizador desecharable (‘SP-4’, Syngenta) vs. polinizador diploide (entre 11,2 %-27 % de sandía triploide a favor de polinizador desecharable y entre 6,3-6,7 % de total de sandía diploide y triploide mayor con polinizador diploide). Romeu et. al., (2009) compararon la

producción de dos sandías triploides polinizadas con polinizador desechable y sandía diploide al aire libre, obteniendo una producción comercial casi idéntica; mientras que Martínez (2012) obtuvo un rendimiento del 13 % a favor de la polinización con polinizador desechable ('SP-4' vs 'Jenny') en sandía 'Fashion' en invernadero.

El número de frutos fue similar entre tratamientos mientras que el peso medio de fruto comercial fue ligeramente mayor, sin existir diferencias significativas (entorno a 6 %) en T2. En los ensayos comentados anteriormente Romeu et al., 2009 y Martínez (2011) se muestra la misma tendencia en peso medio de fruto siempre ligeramente superior a favor de los polinizadores diploides (4-6 % y 3 %, respectivamente).

#### Sandía 'Babba'

Se observan diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de producción analizados para las sandías triploides (Tabla 2), pero no a la hora de evaluar toda la sandía en conjunto (Tabla 3) donde la producción comercial fue similar (8,35 frente a 8,2 kg·m<sup>-2</sup>, Tabla 3).

La producción comercial de sandía triploide fue un 24 % mayor en el tratamiento con polinizador desechable, alcanzando 8,2 kg·m<sup>-2</sup> frente a los 6,6 kg m<sup>-2</sup> en la parcela con polinizador diploide (Tabla 1). Resultados similares a los obtenidos por Pérez (2014) donde se hizo una comparativa similar a la nuestra en invernadero utilizando polinizador desechable ('SP-4', Syngenta) vs. polinizador diploide (entre 11,2 %-27 % de sandía triploide a favor de polinizador desechable y entre 6,3-6,7 % de total de sandía diploide y triploide mayor con polinizador diploide). Romeu et. al., (2009) compararon la producción de dos sandías triploides polinizadas con polinizador desechable y sandía diploide al aire libre, obteniendo una producción comercial casi idéntica; mientras que Martínez (2012) obtuvo un rendimiento del 13 % a favor de la polinización con polinizador desechable ('SP-4' vs 'Jenny') en sandía 'Fashion' en invernadero.

Tanto el número de frutos comerciales por m<sup>2</sup> como el peso medio de fruto fueron similares en ambos tratamientos.

## CONCLUSIONES

La producción total obtenida con polinización estándar ha sido ligeramente superior a la obtenida con polinizadores desechables. No obstante, la producción comercial de sandía triploide fue mayor en el tratamiento con polinizadores de fruto desechable al ser la superficie del 100 %.

No se aprecian diferencias significativas en los diferentes parámetros de calidad analizados.

Al hacer un balance económico comparando ingresos frente a costes podemos observar que prácticamente el beneficio neto fue el mismo en ambas estrategias de polinización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMPUERO, C. Y CÁRDENAS, J. 2014. AGF: Modelo de negocio innovador en el sector agroalimentario. p 301-319. En: Técnicas de cultivo y comercialización de la sandía. Cajamar Caja Rural, Almería.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL. 2015. Ficha de producto Campaña 2014/15 Sector hortícolas protegidos. Observatorio de Precios de la Junta de Andalucía.
- MARTÍNEZ, M. A. 2012. Evaluación comparativa en cultivo de sandía triploide cv. Fashion de dos polinizadores, polinizador convencional cv. Jenny y desechable SP 4. Proyecto monográfico de Ingeniería Técnica Agrícola en hortofruticultura y Jardinería. Universidad de Almería. Escuela Superior de Ingeniería.

PÉREZ, C. 2014. Ensayos de polinización en sandía bajo plástico. p 181-198. En: Técnicas de cultivo y comercialización de la sandía. Cajamar Caja Rural, Almería  
 ROMEU, M. 2009. Ensayos sobre sandías: polinizadores en sandías triploides. Museros (Anecoop). Memoria de actividades.

## TABLAS

**Tabla 1.** Producción total (PT), comercial (PC), no comercial (Destrío), frutos comerciales y peso medio del fruto comercial para el cultivo de sandía ‘Bengala’ en la campaña 2015 teniendo en cuenta la superficie real. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	Cultivar	Prod. total (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. no comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Frutos comerc. (nº m <sup>-2</sup> )	Peso medio fruto comercial (g fr <sup>-1</sup> )
T1	Bengala	8,0 a	7,9 a	0,1 ab	1,6 b	5,0 a
T2	Bengala	6,75 ab	6,45 ab	0,3 a	1,6 b	5,3 a
	Premium (polinizador diploide)	1,75 b	1,75 b	0 b	2,1 a	3,5 b

**Tabla 2.** Producción total (PT), comercial (PC), no comercial (Destrío), frutos comerciales y peso medio del fruto comercial para el cultivo de sandía ‘Babba’ en la campaña 2015, teniendo en cuenta la superficie real. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	Cultivar	Prod. total (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. no comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Frutos comerc. (nº m <sup>-2</sup> )	Peso medio fruto comercial (g fr <sup>-1</sup> )
T1	Babba	8,4 a	8,2 a	0,2 ab	1,7 a	4,9 a
T2	Babba	6,9 b	6,6 b	0,3 a	1,9 a	4,7 a
	Premium (polinizador diploide)	1,75 c	1,75 c	0 b	2,1 a	3,5 b

**Tabla 3.** Producción total (PT), comercial (PC) y no comercial (Destrío) bajo ambas estrategias de polinización. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	Cultivar	Prod. total (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Prod. no comercial (kg m <sup>-2</sup> )
T1	Bengala	8,0 a	7,9 a	0,1 a
T2	Bengala + Premium	8,5 a	8,2 a	0,3 a
T1	Babba	8,4 a	8,2 a	0,2 a
T2	Babba + Premium	8,65 a	8,35 a	0,3 a

**Tabla 4.** Determinación de parámetros de calidad interna de fruto del cultivar ‘Bengala’: sólidos solubles totales, acidez (% ácido cítrico), pH, humedad (%), índice de color (IC) e índice de madurez (IM). Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	SST	Acidez	pH	Humedad	IC	IM
T1	11,3 a	0,08 a	5,54 a	89,4 a	37,3 a	136,7 a
T2	11,5 a	0,1 a	5,64 a	91,3 a	39,2 a	117,5 a

**Tabla 5.** Determinación de parámetros de calidad externa de fruto del cultivar ‘Bengala’: cicatriz pistilar (mm), grosor de corteza (mm), firmeza de pulpa (N), diámetro de fruto (cm), altura de fruto (cm) y coeficiente de forma (relación diámetro longitudinal/ecuatorial). Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	C. pistilar	Grosor corteza	Firmeza	Diámetro	Altura	CF
T1	21,1 a	12,0 a	7,35 a	20,8 a	33,5 a	1,0 a
T2	18,1 a	11,6 a	7,21 a	21,4 a	34,4 a	1,0 a

**Tabla 6.** Determinación de parámetros de calidad interna de fruto del cultivar ‘Babba’: sólidos solubles totales, acidez (% ácido cítrico), pH, humedad (%), índice de color (IC) e índice de madurez (IM). Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	SST	Acidez	pH	Humedad	IC	IM
T1	11,2 a	0,1 a	5,48 a	89,4 a	37,3 a	136,7 a
T2	11,3 a	0,1 a	5,70 a	91,3 a	39,2 a	117,5 a

**Tabla 7.** Determinación de parámetros de calidad externa de fruto del cultivar ‘Babba’: cicatriz pistilar (mm), grosor de corteza (mm), firmeza de pulpa (N), diámetro de fruto (cm), altura de fruto (cm) y coeficiente de forma (relación diámetro longitudinal/ecuatorial). Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	C. pistilar	Grosor corteza	Firmeza	Diámetro	Altura	CF
T1	25,2 a	12,0 a	7,5 a	21,6 a	33,5 a	1,0 a
T2	19,7 a	12,6 a	8,0 a	20,8 a	34,4 a	1,0 a

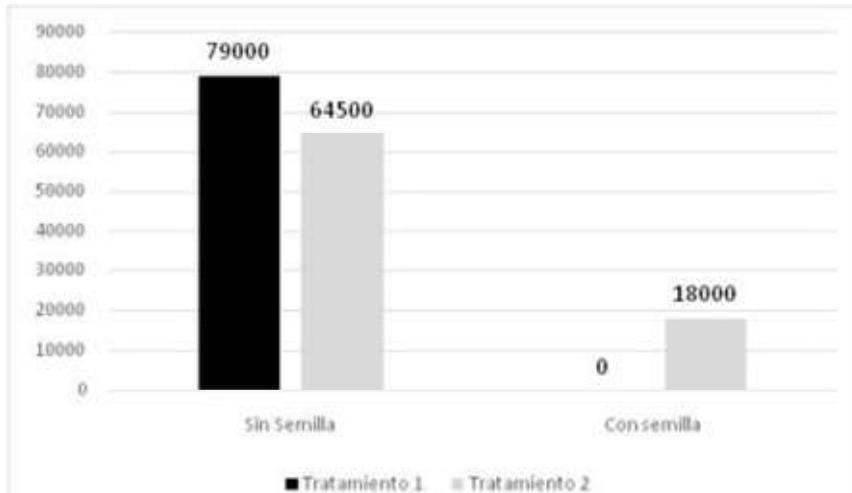
**Tabla 8** Beneficio neto para un cultivo de sandía con polinización estándar y con plantas de fruto desecharable durante la campaña 2015/16.

Tratamientos	Ingresos ( $\text{€ m}^{-2}$ )*	Costes ( $\text{€ m}^{-2}$ )**	Beneficio neto ( $\text{€ m}^{-2}$ )
T1	2.45	1.66	0.79
T2	2.37	1.60	0.77

\*teniendo en cuenta producción comercial y precio en origen.

\*\*Costes de cultivo incluyendo mayor cantidad de planta en T1.

### Figuras



**Figura 1.** Producción comercial de sandía triploide ‘Bengala’ y diploide ‘Premium’ considerando la superficie real de cada polinizador. En  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ .

## **SOLANACEAS**

# **TIPOS DE PODA EN PIMIENTO ITALIANO. CULTIVO AL AIRE LIBRE**

Giner, A., Aguilar, J.M., Baixaulli, C., Nájera, I.

Centro de Experiencias de Cajamar. Paiporta (Valencia)

josemarianoaguilar@cajamar.com

## **RESUMEN**

Para el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) del tipo italiano al aire libre, no suele ser común realizar ningún tipo de poda. En ocasiones se puede hacer una limpieza de brotes axilares, hasta llegar a la cruz de la planta, coincidiendo con la emisión de las primeras flores. En esta experiencia se comparó una poda en la que se eliminaron los brotes axilares hasta la cruz, frente un testigo en el que no se realizó ningún tipo de intervención, prestando especial atención a la presencia de frutos torcidos.

Para ello se utilizaron 2 cvs: ‘Estrada’ e ‘Italrres’. Se realizó la siembra en semillero profesional el 21 de enero de 2016 y se procedió al trasplante el 16 de marzo. Se utilizó un sistema de semiforzado a base de acolchado con polietileno negro y microtúnel, empleando como cubierta, polipropileno no tejido de  $17 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ . El marco de plantación empleado fue de 2 m entre hileras y 0,45 m entre plantas, dispuestas al tresbolillo, con una densidad final de  $2,22 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$ .

La eliminación de brotes axilares hasta la altura de la cruz parece que podría mejorar ligeramente la producción comercial de 1<sup>a</sup> categoría, especialmente en el cv ‘Italrres’.

La producción de frutos torcidos y destriño por frutos deformes y pequeños, fue algo mayor en el testigo, en cambio la eliminación de brotes podría inducir una mayor presencia de frutos afectados por podredumbre apical, resultando ligeramente más sensible el cv ‘Italrres’.

En el cv ‘Estrada’, que hubo algo más de incidencia de virus, la eliminación de brotes pudo en algún momento reducir la presencia de virus.

La susceptibilidad a oídio y el porcentaje de plantas afectadas por virus no fue afectado por la poda, aunque éste último fue ligeramente mayor en el testigo.

En la altura de las plantas se observaron diferencias en la última medición, siendo mayor en el tratamiento de poda para el cv ‘Estrada’ y en el caso del cv ‘Italrres’ en el testigo.

**Palabras clave:** *brotes axilares, frutos torcidos, podredumbre apical, cruz.*

## **INTRODUCCION**

Para el cultivo de pimiento del tipo italiano al aire libre, no suele ser común realizar ningún tipo de poda. En los últimos años, parece ser que ha habido una alta incidencia de frutos torcidos y el sector productor nos pidió un estudio de posibles técnicas que permitiesen reducir el nivel de incidencia. En ocasiones se puede hacer una limpieza de brotes axilares, hasta llegar a la cruz de la planta, que coincide con la emisión de las primeras flores. En esta experiencia se comparó una poda en la que se eliminaron los brotes axilares hasta la cruz, frente a un testigo en el que no se realizó ningún tipo de intervención.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El ensayo se desarrolló en el Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta (Valencia). Para ello se compararon 2 tipos de manejo, por un lado se realizó una poda, en la que eliminaron los brotes axilares hasta la cruz de la planta, que se comparó con un testigo, en el que no se hizo ningún tipo de intervención. Para ello se utilizaron 2 cvs: ‘Estrada’ e ‘Italrres’. Se realizó la siembra en semillero profesional el 21 de enero de 2016 y se procedió al trasplante el 16 de marzo. Se utilizó sistema de semiforzado a base de acolchado con polietileno negro y microtúnel, empleando como cubierta, polipropileno no tejido de  $17 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ . El marco de plantación empleado fue de 2 m entre hileras y 0,45 m entre plantas, dispuestas al tresbolillo, con una densidad final de  $2,22 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$ . Se realizó un diseño estadístico experimental multifactorial con tres repeticiones y 12 plantas por parcela elemental.

En cada una de las recolecciones fueron clasificados los frutos y pesado por separado, para obtener la producción comercial de primera categoría, de segunda y frutos torcidos (que podrían considerarse como comerciales). La producción de destriño también fue clasificada en frutos de bajo calibre y muy deformados, frutos planchados por el sol, presencia de pimientos afectados por podredumbre apical, frutos con síntomas de virosis y el destriño total acumulado. Del producto comercial de primera y segunda categoría se determinó mensualmente el peso medio de los frutos. El 30 de junio, se realizaron medidas de la longitud y la anchura de la zona peduncular, utilizando 5 frutos por repetición.

En tres fechas distintas: el 6 de julio, 4 de agosto y 22 de septiembre, utilizando índices de 0 (no presencia) a 5 (mucho incidencia), se hizo una valoración de la presencia de oídio y síntomas de virosis. Se midió la altura de 5 plantas por cada repetición y se calculó el porcentaje de plantas afectadas por virus.

Cultivar	Firma comercial	Resistencias
Estrada	Nunhems	TSWV
Italress	Seminis - Monsanto	Tm 0-3: (L4), TSWV

Sistema de poda
Eliminando brotes hasta la cruz
Sin eliminar brotes

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se iniciaron las recolecciones el 16 de junio y finalizaron el 24 de octubre de 2016, para ello se realizaron un total de 10 cosechas.

Producción comercial de 1<sup>a</sup> categoría: se apreció una producción de primera categoría precoz y final ligeramente superior en la poda hasta la cruz de los brotes (sin brotes), aunque esa diferencia no fue estadísticamente significativas (d.s.n.e.). El cv en el que se obtuvo una mayor producción precoz y final fue ‘Italrres’ aunque sin detectar d.s.n.e. respecto al cv ‘Estrada’. En la producción de primera categoría se detectó una interacción e.s. en la producción acumulada en agosto, que se explica, porque mientras en el cv ‘Estrada’ no se observaron d.s.n.e. entre manejos de poda, en cambio con el cv ‘Italrres’ la producción acumulada en esa fecha fue significativamente mayor con la eliminación de los brotes (Tabla 1 y 2). En el peso medio de los frutos de 1<sup>a</sup> categoría, no se apreciaron d.s.n.e., ni entre la técnica de poda ni entre los cvs ensayados (Tabla 3).

Producción comercial de 2<sup>a</sup> categoría: no se apreciaron d.s.n.e. para esta producción entre técnicas de poda ni entre cvs. (Tabla 4). Tampoco se observaron d.s.n.e. en el peso medio de los frutos (Tabla 5).

Producción comercial de frutos torcidos: aunque la mayor producción de frutos torcidos se obtuvo con el testigo, no se apreciaron d.s.n.e. respecto a la poda. La mayor producción precoz de frutos torcidos se obtuvo con el cv ‘Estrada’ detectando d.s.n.e., aunque esas diferencias no fueron estadísticamente significativas para la producción total (Tabla 6).

Producción comercial total: aunque se obtuvo un ligero incremento de la producción comercial total con la eliminación de brotes y con el cvs ‘Italrres’, no se apreciaron d.s.n.e. en ninguno de los dos casos (Tabla 7).

Producción de destró: la mayor producción por frutos deformes y pequeños se obtuvo con el testigo, aunque sin detectar d.s.n.e. Entre cvs no se apreciaron diferencias. (Tabla 8). No se obtuvo prácticamente frutos afectados por planchado (Tabla 9). Aunque no se apreciaron d.s.n.e., se obtuvo una mayor cantidad de frutos con podredumbre apical en aquellas plantas a las que se le eliminaron los brotes. El cv ‘Italrres’ dio una mayor producción de frutos con podredumbre apical, aunque sólo se detectaron d.s.n.e. en la producción acumulada en el mes de julio (Tabla 10). En relación a la producción de frutos afectados de virosis (TSWV y virus del haba BBWV) se apreció una mayor cantidad en las plantas testigo, detectando d.s.n.e. en la producción acumulada en septiembre. Entre cvs la mayor cantidad de destró se obtuvo con el cv ‘Estrada’ aunque sólo se apreciaron d.s.n.e. en la producción acumulada en septiembre. En esa fecha se detectó una interacción e.s. que se explica porque, mientras en el cv ‘Italrres’ no se apreciaron d.s.n.e. entre podar o no, en el cv ‘Estrada’ la mayor incidencia de frutos afectados por virus, se obtuvo en el testigo, observando d.s.n.e. (Tablas 11 y 12). Aunque no se apreciaron d.s.n.e., la mayor producción de destró total se obtuvo con el testigo y con el cv ‘Italrres’ (Tabla 13).

En la medida de los frutos realizada a finales de junio, no se apreciaron d.s.n.e. en la longitud ni anchura de los mismos (Tabla 14).

Desarrollo de las plantas: no se apreciaron d.s.n.e. entre podar o no las plantas, en ninguna de las mediciones y observaciones realizadas para la altura, nivel de afección de oídio, porcentaje de plantas afectadas de virus o posible nivel de afección. Entre cvs únicamente se apreciaron d.s.n.e. en la última medida de altura de planta, en la que se observó una mayor altura del cv ‘Estrada’ y una interacción e.s., que se explica porque mientras en el cv ‘Estrada’ no se apreciaron d.s.n.e. para la medida hecha en septiembre, entre podar o no, sí que se observaron d.s.n.e. para el cv ‘Italrres’ en el que la planta fue más alta en la parcela testigo (Tablas 15 a 18)

## CONCLUSIONES

La eliminación de brotes axilares hasta la altura de la cruz parece que podría mejorar la producción comercial de 1<sup>a</sup> categoría, especialmente en el cv ‘Italrres’.

La producción de frutos torcidos y de destró por frutos deformes y pequeños, fue algo mayor en el testigo, en cambio la eliminación de brotes podría incrementar la incidencia de frutos afectados por podredumbre apical, observando una mayor susceptibilidad en el cv ‘Italrres’.

En el cv ‘Estrada’, en el que se apreció una mayor incidencia de virus, la eliminación de brotes pudo en algún momento reducir dicha afección.

El tipo de poda no afectó a la susceptibilidad a oídio ni el porcentaje de plantas afectadas por virus, aunque éste último fue ligeramente mayor en el testigo.

En relación a la altura de la planta, se observaron diferencias en la última medición, siendo mayor en el tratamiento de poda para el cv ‘Estrada’ y para el caso del cv ‘Italrres’ en el testigo.

## FOTOGRAFÍAS



**Fotografía 1.** Poda con eliminación de brotes axilares



**Fotografía 2.** Testigo (sin poda de brotes axilares)

## TABLAS

**Tabla 1.** Datos productivos. Rendimiento comercial 1<sup>a</sup> categoría.

Tipo poda x Cultivar	Rendimiento 1 <sup>a</sup> (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	2,55	4,53	6,03	6,64	6,79
Poda	3,24	5,25	6,59	7,24	7,36
<i>Cultivar</i>					
Estrada	2,63	4,48	5,93	6,63	6,78
Italrres	3,16	5,30	6,69	7,25	7,37
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 2.** Datos productivos. Interacción Rendimiento comercial 1<sup>a</sup> categoría. Mes agosto

Tipo poda x Cultivar	Rendimiento	
	1 <sup>a</sup> (kg.m <sup>-2</sup> )	Agosto
<i>Estrada</i>		
Testigo	6,26	
Poda	5,59	
<i>Italrres</i>		
Testigo	5,80	
Poda	7,58	
LSD (P≤0,05)	1,68	
Análisis de la varianza		
Parámetros (grados de libertad)		
Tipo poda (1)	n.s.	
Cultivar (1)	n.s.	
Tipo poda x Cultivar (1)	*	

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 3.** Datos productivos. Peso medio frutos 1<sup>a</sup> categoría.

Tipo poda x Cultivar	Peso medio 1 <sup>a</sup> (g fruto <sup>-1</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	147,29	121,88	100,29	89,50	
Poda	156,04	128,33	99,79	89,88	
<i>Cultivar</i>					
Estrada	154,92	120,13	100,96	86,50	
Italrres	148,42	130,08	99,13	92,88	
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 4.** Datos productivos. Rendimiento comercial 2<sup>a</sup> categoría

Tipo poda x Cultivar	Rendimiento 2 <sup>a</sup> (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	0,05	0,09	0,14	0,26	0,27
Poda	0,03	0,04	0,07	0,31	0,34
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,06	0,08	0,10	0,22	0,22
Italrres	0,02	0,05	0,11	0,34	0,39
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 5.** Datos productivos. Peso medio 2<sup>a</sup> categoría

Tipo poda x Cultivar	Peso medio 2 <sup>a</sup> (g fruto <sup>-1</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	69,50	67,13	54,38	55,92	
Poda	83,00	60,63	57,13	59,79	
<i>Cultivar</i>					
Estrada	68,25	64,38	56,25	55,75	
Italrres	84,25	63,38	55,25	59,96	
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 6.** Datos productivos. Rendimiento comercial fruto torcido

Tipo poda x Cultivar	Torcido (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	1,75	2,82	3,71	4,41	4,41
Poda	1,35	2,39	3,34	4,05	4,05
<i>Cultivar</i>					
Estrada	1,82 a	2,84 a	3,78	4,56	4,56
Italrres	1,28 b	2,37 b	3,26	3,90	3,90
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	*	*	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 7.** Datos productivos. Rendimiento comercial total

Tipo poda x Cultivar	Rendimiento comercial total (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	4,35	7,45	9,88	11,30	11,47
Poda	4,61	7,68	9,99	11,61	11,76
<i>Cultivar</i>					
Estrada	4,51	7,40	9,81	11,41	11,56
Italrres	4,46	7,72	10,06	11,50	11,67
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 8.** Datos productivos. Rendimiento destriío por frutos pequeños y deformes acumulado

Tipo poda x Cultivar	Destriío por frutos deformes y pequeños (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	0,77	1,07	1,73	2,14	2,15
Poda	0,57	0,67	1,34	1,72	1,73
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,82	0,99	1,66	1,96	1,96
Italrres	0,52	0,75	1,40	1,90	1,92
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 9.** Datos productivos. Rendimiento destriño por frutos planchados

Tipo poda x Cultivar	Planchado ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poda	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Italrres	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 10.** Datos productivos. Rendimiento destriño por Blossom end rot

Tipo poda x Cultivar	Blossom end rot ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	0,20	0,46	1,05	1,73	1,73
Poda	0,35	0,66	1,26	1,94	1,94
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,20	0,41 b	1,04	1,50	1,50
Italrres	0,35	0,71 a	1,27	2,18	2,18
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 11.** Datos productivos. Rendimiento destriño por frutos con síntomas de virus

Tipo poda x Cultivar	Virus ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	0,05	0,09	0,19	0,61 a	2,26
Poda	0,00	0,02	0,10	0,35 b	1,98
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,05	0,08	0,21	0,67 a	2,24
Italrres	0,01	0,03	0,09	0,29 b	1,99
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 12.** Datos productivos. Interacción Rendimiento destriño por frutos con síntomas de virus. Mes septiembre

Tipo poda x Cultivar	Virus ( $\text{kg.m}^{-2}$ )
	Septiembre
<i>Estrada</i>	
Testigo	0,95
Poda	0,39
<i>Italrres</i>	
Testigo	0,27
Poda	0,31
LSD ( $P \leq 0,05$ )	0,35
Análisis de la varianza	
Parámetros (grados de libertad)	Probabilidad (F)
Tipo poda (1)	*
Cultivar (1)	**
Tipo poda x Cultivar (1)	*

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 13.** Datos productivos. Rendimiento destriño total

Tipo poda x Cultivar	Destriño total acumulado ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo poda</i>					
Testigo	1,02	1,54	2,98	4,49	6,14
Poda	0,92	1,43	2,71	4,01	5,65
<i>Cultivar</i>					
Estrada	1,07	1,56	2,92	4,14	5,71
Italrres	0,88	1,42	2,77	4,37	6,09
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)	Probabilidad (F)				
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 14.** Medidas del fruto

Tipo poda x Cultivar		Fecha: 30/06/2016	
		Longitud (cm)	Anchura (cm)
<i>Tipo poda</i>			
Testigo		19,65	4,93
Poda		20,35	4,85
<i>Cultivar</i>			
Estrada		20,57	4,77
Italrres		19,43	5,02
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)	
Parámetros (grados de libertad)			
Tipo poda (1)		n.s.	n.s.
Cultivar (1)		n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)		n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 15.** Valoración de planta. 6 julio 2016

Fecha: 06/07/16				
Tipos de poda x Cultivar	Altura planta (cm)	Oídio (0-5)	% Plantas virus	Nivel afección virus (0-5)
<i>Tipo poda</i>				
Testigo	117,40	0,83	2,78	0,83
Poda	114,33	0,75	2,78	0,83
<i>Cultivar</i>				
Estrada	114,87	0,58	4,17	1,33
Italres	116,87	1,00	1,39	0,33
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD.

**Tabla 16.** Valoración de planta. 4 agosto 2016

Fecha: 04/08/16				
Tipo poda x Cultivar	Altura planta (cm)	Oídio (0-5)	% Plantas virus	Nivel afección virus (0-5)
<i>Tipo poda</i>				
Testigo	133,77	1,00	23,61	2,00
Poda	131,60	0,75	19,44	2,33
<i>Cultivar</i>				
Estrada	131,90	1,00	25,00	2,17
Italrrres	133,47	0,75	18,06	2,17
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 17.** Valoración de planta. 22 septiembre 2016

Fecha: 22/09/16				
Tipo poda x Cultivar	Altura planta (cm)	Oídio (0-5)	% Plantas virus	Nivel afección virus (0-5)
<i>Tipo poda</i>				
Testigo	140,37	2,83	45,83	2,67
Poda	139,33	2,92	37,50	2,83
<i>Cultivar</i>				
Estrada	143,73 a	2,92	41,67	2,67
Italrrres	135,97 b	2,83	41,67	2,83
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Tipo poda (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	**	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo poda x Cultivar (1)	**	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 18.** Interacción altura planta. 22 septiembre 2016

Tipo poda x Cultivar	22-09-16
	Altura (cm)
<i>Estrada</i>	
Testigo	140,67
Poda	146,80
<i>Italrrres</i>	
Testigo	140,07
Poda	131,87
LSD ( $P \leq 0,05$ )	6,95
Análisis de la varianza	
Parámetros (grados de libertad)	
Tipo poda (1)	n.s.
Cultivar (1)	**
Tipo poda x Cultivar (1)	**

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$   
respectivamente. Las letras distintas en una  
misma columna indican diferencias significativas  
 $P \leq 0,05$ , según el test LSD

# TÉCNICAS DE ENTUTORADO EN PIMIENTO ITALIANO. CULTIVO AL AIRE LIBRE

Giner, A., Aguilar, J.M., Baixaulli, C., Nájera, I.

Centro de Experiencias de Cajamar. Paiporta (Valencia)

## RESUMEN

Para el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) del tipo italiano al aire libre, los sistemas de entutorado son más o menos elaborados. En los últimos años, parece ser que ha habido una alta incidencia de frutos torcidos y el sector productor nos trasladó el interés en analizar posibles soluciones que permitan reducir la incidencia.

En ocasiones se utiliza únicamente la varilla del microtúnel para con hilos transversales sujetar la planta durante los primeros meses de desarrollo, dejando caer los tallos por los laterales posteriormente. Hay agricultores que colocan unas cañas cruzadas o cualquier otro material que permite añadir más hilos de entutorado y así mantener la planta erecta hasta el final del cultivo. En esta experiencia se comparó un entutorado utilizando sólo la varilla de hierro del microtúnel (varilla), frente a un entutorado al que se le añadió las cañas para elevarlo, manteniendo la planta erguida hasta el final del cultivo. Para ello se utilizaron 2 cvs: 'Estrada' e 'Italrres'. Se realizó la siembra en semillero profesional el 21 de enero de 2016 y se procedió al trasplante el 16 de marzo. Se utilizó sistema de semiforzado a base de acolchado con polietileno negro y microtúnel, empleando como cubierta, polipropileno no tejido de  $17 \text{ gr} \cdot \text{m}^{-2}$ . El marco de plantación empleado fue de 2 m entre hileras y 0,45 m entre plantas, dispuestas al tresbolillo, con una densidad final de  $2,22 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$ .

El entutorado utilizando el encañado mejoró ligeramente la producción de los frutos de 1<sup>a</sup> calidad y el rendimiento de frutos de 2<sup>a</sup>. Con el encañado se redujo la producción de frutos torcidos y se mejoró la producción comercial total.

El cvs 'Estrada' dio una mayor producción de frutos de 1<sup>a</sup> categoría, de mayor peso medio en las producciones de julio y agosto, en cambio el cv 'Italrres' dio una mayor producción de frutos de 2<sup>a</sup> calidad. Con el cv 'Estrada' se obtuvo una mayor producción comercial total.

En relación a la producción de destío, se apreció una mayor incidencia de frutos afectados por virosis y destío total en el entutorado con varilla. Entre cvs 'Estrada' se comportó más sensible a virosis y planchado.

En cuanto al comportamiento de la planta, con el entutorado utilizando encañado se obtuvo una planta de mayor altura. Con la utilización de varilla se detectó una mayor presencia de plantas con virus y mayor susceptibilidad a oídio en el tramo final del cultivo.

**Palabras clave:** *varilla, encañado, virosis, planchado.*

## INTRODUCCIÓN

Para el cultivo de pimiento del tipo italiano al aire libre, los sistemas de entutorado son más o menos elaborados. En los últimos años, parece ser que ha habido una alta incidencia de frutos torcidos, por esa razón el sector productor nos trasladó la posibilidad de soluciones que permitiesen reducir su nivel de incidencia, se consideró que el sistema de entutorado podría ser un factor a tener en cuenta. En algunos casos se utiliza únicamente la varilla del microtúnel para con hilos transversales, sujetar la planta durante los primeros meses de desarrollo, dejándola caer por los laterales posteriormente. Hay agricultores que prefieren reforzarlo colocando unas cañas cruzadas o cualquier otro material que permita añadir más tramas y así mantener la planta erecta hasta el final

del cultivo. En esta experiencia se compara un entutorado utilizando sólo la varilla de hierro del microtúnel (varilla) frente un entutorado al que se le añade las cañas para elevar dicho entutorado manteniendo la planta erguida hasta el final.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en el Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta (Valencia). Para ello se compararon 2 tipos de manejo, por un lado se realizó un entutorado con hilos de rafia utilizando como soporte las varillas del microtúnel (varilla) y se comparó con el entutorado al que posteriormente se le añadió un encañado para poder elevar la planta colocando más cantidad de hilo de rafia lateral (encañado). Para ello se utilizaron 2 cvs: ‘Estrada’ e ‘Italrres’. Se realizó la siembra en semillero profesional el 21 de enero de 2016 y se procedió al trasplante el 16 de marzo. Se utilizó sistema de semiforzado a base de acolchado con polietileno negro y microtúnel, empleando como cubierta, polipropileno no tejido de  $17 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ . El marco de plantación empleado fue de 2 m entre hileras y 0,45 m entre plantas, dispuestas al tresbolillo, con una densidad final de  $2,22 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$ . Se realizó un diseño estadístico experimental multifactorial con tres repeticiones y 12 plantas por parcela elemental.

En cada una de las recolecciones fueron clasificados los frutos y pesado por separado, para obtener la producción comercial de primera categoría, de segunda y frutos torcidos (que se consideran como comerciales). La producción de destío también fue clasificada en frutos de bajo calibre y muy deformados, frutos planchados por el sol, presencia de pimientos afectados por podredumbre apical, frutos con síntomas de virosis y el destío total acumulado. Del producto comercial de primera y segunda categoría se determinó en cada mes el peso medio de los frutos. El 30 de junio, se realizaron medidas de la longitud y la anchura de la zona peduncular, utilizando 5 frutos por repetición.

En tres fechas distintas: el 6 de julio, 4 de agosto y 22 de septiembre, utilizando índices de 0 (no presencia) a 5 (muchísima incidencia), se hizo una valoración de la incidencia de oídio y síntoma de virosis. Se midió la altura de 5 plantas por cada repetición y se calculó el porcentaje de plantas afectadas por virus.

Cultivar	Firma comercial	Resistencias
Estrada	Nunhems	TSVV
Italress	Seminis - Monsanto	Tm 0-3: (L4), TSVV
Tipo de entutorado	Observaciones	
Encañado	Entutorado lateral con cañas	
Varilla	Hilo a la varilla del tunelillo de semiforzado	

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se iniciaron las recolecciones el 16 de junio y finalizaron el 24 de octubre de 2016, para ello se realizaron un total de 10 cosechas.

Producción comercial de 1<sup>a</sup> categoría: se obtuvo una producción de primera categoría total ligeramente superior en el encañado, aunque esa diferencia no fue estadísticamente significativa (d.s.n.e.). El cvs en el que se obtuvo una mayor producción precoz y final fue el cvs ‘Estrada’ aunque sin detectar d.s.n.e. Para el peso medio de los frutos de 1<sup>a</sup> categoría: no se apreciaron d.s.n.e. entre los sistemas de entutorado. En las

recolecciones de julio y agosto se obtuvo un mayor peso medio, detectando d.s.n.e. en los frutos del cvs ‘Estrada’ (Tablas 1 y 2).

Producción comercial de 2<sup>a</sup> categoría: se obtuvo una mayor producción estadísticamente significativa (e.s.) en la técnica de encañado y en el cv ‘Italrres’. No se apreciaron d.s.n.e. para el peso medio de esos frutos entre las técnicas de entutorado, aunque entre cvs se detectó un mayor peso medio del cvs ‘Italrres’ en la producción de julio y una interacción e.s. para el peso medio de frutos de 2<sup>a</sup> categoría durante ese mes, que se explica porque mientras con el cvs ‘Estrada’ el mayor peso medio se obtuvo con la técnica de entutorado utilizando la varilla, en el caso del cvs ‘Italrres’ ese mayor peso se obtuvo con la técnica de encañado (Tablas 3, 4 y 5).

Producción comercial de frutos torcidos: aunque la mayor producción de frutos torcidos se obtuvo con entutorado en la varilla, no se apreciaron d.s.n.e.. La mayor producción de frutos torcidos se obtuvo con el cvs ‘Estrada’ sin detectar d.s.n.e. (Tabla 6).

Producción comercial total: aunque se obtuvo una mayor producción total con la técnica de entutorado utilizando encañado y con el cv ‘Estrada’, no se apreciaron d.s.n.e. para ninguno de los dos (Tabla 7).

Producción de destró: no se observaron diferencias en la producción por frutos deformes y pequeños entre sistemas de entutorado y cvs. (Tabla 8). No se observaron prácticamente frutos afectados de planchado, aunque el cvs ‘Estrada’ fue algo más sensible a esta alteración (Tabla 9). Aunque no se apreciaron d.s.n.e. se produjo una mayor cantidad de frutos por podredumbre apical en aquellas plantas a las que se entutoraron con la varilla y con el cv ‘Italrres’ (Tabla 10). En relación a la producción de frutos afectados de virosis (TSWV y virus del haba BBWV) se apreció una mayor incidencia en la técnica del entutorado con varilla y con el cv ‘Estrada’ detectando d.s.n.e. Se observó una interacción e.s. en las producciones acumuladas en agosto, septiembre y octubre, que se explica porque, mientras en el cv ‘Italrres’ no se apreciaron d.s.n.e. entre sistemas de entutorado, en el cv ‘Estrada’ la mayor incidencia de frutos afectados por virus, se obtuvo con el entutorado utilizando sólo la varilla (Tablas 11 y 12). Aunque no se apreciaron d.s.n.e. la mayor producción de destró total se obtuvo con el entutorado utilizando la varilla, detectando d.s.n.e. en la producción acumulada en septiembre. Entre cvs no se detectaron d.s.n.e. para la producción de destró total (Tabla 13).

En la medida de los frutos realizada a finales de junio, no se apreciaron d.s.n.e. en la longitud y sí se observó una mayor anchura en los frutos procedentes de la técnica de encañado. Entre cv ‘Estrada’ dio frutos de mayor longitud que el cv ‘Italrres’ (Tabla 14).

Desarrollo de las plantas: con la técnica del encañado se obtuvo una mayor altura de las plantas, detectando d.s.n.e. en la primera y última observación, en cambio no se observaron d.s.n.e. para la altura de las plantas entre cvs. En relación a la incidencia de oídio se apreció un mayor ataque en el entutorado con la varilla en la última observación. En el porcentaje de plantas con síntomas de virus se apreció una mayor susceptibilidad en el entutorado con varilla, aunque sólo se observaron d.s.n.e. en la valoración realizada en agosto (Tablas 15 a 17)

## CONCLUSIONES

El entutorado utilizando el encañado mejoró ligeramente la producción de los frutos de 1<sup>a</sup> calidad y el rendimiento de frutos de 2<sup>a</sup>. Con el encañado se redujo la producción de frutos torcidos y con este sistema se mejoró ligeramente la producción comercial total.

El cv ‘Estrada’ dio una mayor producción de frutos de 1<sup>a</sup> categoría y de mayor peso medio en las producciones de julio y agosto. En cambio el cv ‘Italrres’ dio una mayor

producción de frutos de 2<sup>a</sup> calidad. Con el cv ‘Estrada’ se obtuvo una mayor producción comercial total.

En relación a la producción de destrio se apreció una mayor incidencia de frutos afectados por virosis y destrio total en el entutorado con varilla. El cv ‘Estrada’ fue más sensible a virosis y planchado de sus frutos.

En cuanto al comportamiento de la planta, el entutorado con encañado indujo una planta de mayor altura. En la modalidad de entutorado con varilla, en algún momento se detectó una mayor presencia de plantas con virus y mayor susceptibilidad a oídio, especialmente en el tramo final del cultivo.

## FOTOGRAFIAS



**Fotografía 1.** Entutorado varilla



**Fotografía 2.** Encañado

## TABLAS

**Tabla 1.** Datos productivos. Rendimiento comercial 1<sup>a</sup> categoría

Tipo entutorado x Cultivar	Rendimiento 1 <sup>a</sup> (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	2,90	4,46	6,06	6,53	6,58
Encañado	2,87	4,70	6,23	7,04	7,27
<i>Cultivar</i>					
Estrada	3,08	4,75	6,59	7,38	7,47
Italrres	2,70	4,41	5,71	6,19	6,38
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 2.** Datos productivos. Peso medio 1<sup>a</sup> categoría.

Tipo entutorado x Cultivar	Peso medio 1 <sup>a</sup> (g fruto <sup>-1</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	149,54	122,96	102,79	89,17	76,67
Encañado	156,63	118,71	97,08	87,46	80,00
<i>Cultivar</i>					
Estrada	154,79	128,17 a	103,86 a	90,17	73,25
Italrres	151,38	113,50 b	96,00 b	86,46	83,42
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 3.** Datos productivos. Rendimiento comercial 2<sup>a</sup> categoría.

Tipo entutorado x Cultivar	Rendimiento 2 <sup>a</sup> (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	0,09	0,18	0,31	0,44 b	0,44 b
Encañado	0,08	0,16	0,36	0,78 a	0,85 a
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,12	0,15	0,26	0,43 b	0,47 b
Italrres	0,05	0,19	0,41	0,78 a	0,82 a
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 4.** Datos productivos. Peso medio 2<sup>a</sup> categoría

Tipo entutorado x Cultivar	Peso medio 2 <sup>a</sup> (g fruto <sup>-1</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	78,65	68,67	56,38	54,33	
Encañado	72,50	68,33	56,75	55,08	
<i>Cultivar</i>					
Estrada	72,13	71,58 a	55,83	54,17	
Italrres	79,02	65,42 b	57,29	55,25	
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Cultivar (1)	n.s.	*	n.s.	n.s.	-
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	*	n.s.	n.s.	-

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 5.** Interacción peso medio 2<sup>a</sup> categoría mes de julio

Tipo entutorado x Cultivar	Peso medio 2º	
	Julio	
<i>Estrada</i>		
Varilla	76,00	
Encañado	67,17	
<i>Italrres</i>		
Varilla	61,33	
Encañado	69,50	
LSD ( $P \leq 0,05$ )	7,29	
Análisis de la varianza		
Parámetros (grados de libertad)		
Tipo entutorado (1)	n.s.	
Cultivar (1)	*	
Tipo entutorado x Cultivar (1)	*	

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 6.** Datos productivos. Frutos torcidos

Tipo entutorado x Cultivar	Torcido ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	1,74	2,77	4,11	4,66	4,66
Encañado	1,74	2,64	3,73	4,35	4,38
<i>Cultivar</i>					
Estrada	1,82	2,74	3,98	4,70	4,72
Italrres	1,66	2,67	3,86	4,31	4,31
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 7.** Datos productivos. Rendimiento comercial total

Tipo entutorado x Cultivar	Rendimiento comercial total ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	4,73	7,41	10,48	11,62	11,67
Encañado	4,69	7,50	10,32	12,16	12,50
<i>Cultivar</i>					
Estrada	5,01	7,63	10,83	12,50	12,66
Italres	4,41	7,27	9,97	11,28	11,51
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 8.** Datos productivos. Destró por frutos deformes y pequeños

Tipo entutorado x Cultivar	Destró por frutos deformes y pequeños ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	0,64	0,99	1,69	2,22	2,22
Encañado	0,51	0,86	1,73	2,18	2,22
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,56	0,95	1,73	2,22	2,26
Italres	0,59	0,90	1,69	2,18	2,18
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 9.** Datos productivos. Destró por planchado

Tipo entutorado x Cultivar	Plandado ( $\text{kg.m}^{-2}$ )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	0,00	0,06	0,07	0,09	0,09
Encañado	0,01	0,10	0,13	0,13	0,13
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,01	0,13 a	0,17 a	0,18 a	0,18 a
Italres	0,00	0,04 b	0,04 b	0,04 b	0,04 b
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	*	*	*	*
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 10.** Datos productivos. Destrío por Blossom end rot

Tipo entutorado x Cultivar	Blossom end rot (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	0,33	0,62	1,22	1,69	1,69
Encañado	0,27	0,49	0,86	1,26	1,27
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,29	0,54	0,89	1,22	1,22
Italrres	0,31	0,56	1,18	1,74	1,74
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 11.** Datos productivos. Destrío por virus

Tipo entutorado x Cultivar	Virus (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	0,01	0,13 a	0,42 a	1,08 a	2,26 a
Encañado	0,03	0,03 b	0,08 b	0,30 b	1,59 b
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,04	0,13 a	0,38 a	0,92 a	2,19 a
Italrres	0,00	0,03 b	0,11 b	0,46 b	1,66 b
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	*	**	**	**
Cultivar (1)	n.s.	*	**	**	*
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	**	**	*

ns, \*, \*\*. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD

**Tabla 12.** Datos productivos. Destrío por virus acumulado

Tipo entutorado x Cultivar	Virus (kg.m <sup>-2</sup> )	Virus (kg.m <sup>-2</sup> )	Virus (kg.m <sup>-2</sup> )
	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Estrada</i>			
Varilla	0,69	1,51	2,78
Encañado	0,07	0,33	1,59
<i>Italrres</i>			
Varilla	0,15	0,66	1,74
Encañado	0,08	0,26	1,59
	0,26	0,30	0,51
Análisis de la varianza			
Parámetros (grados de libertad)			
Tipo entutorado (1)	**	**	**
Cultivar (1)	**	**	*
Tipo entutorado x Cultivar (1)	**	**	*

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 13.** Datos productivos. Destrío total acumulado

Tipo entutorado x Cultivar	Destrío total acumulado (kg.m <sup>-2</sup> )				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Tipo entutorado</i>					
Varilla	0,97	1,79	3,40	5,08 a	6,26
Encañado	0,83	1,49	2,79	3,87 b	5,20
<i>Cultivar</i>					
Estrada	0,91	1,75	3,17	4,53	5,84
Italrres	0,90	1,53	3,02	4,42	5,62
Análisis de la varianza					
Parámetros (grados de libertad)					
Tipo entutorado (1)	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según el test LSD

**Tabla 14.** Medidas del fruto.

Tipo entutorado x Cultivar	Fecha: 30/06/2016	
	Longitud (cm)	Anchura (cm)
<i>Tipo entutorado</i>		
Varilla	20,22	4,90 b
Encañado	20,17	5,41 a
<i>Cultivar</i>		
Estrada	21,32 a	5,17
Italrres	19,07 b	5,14
Análisis de la varianza		
Parámetros (grados de libertad)		
Tipo entutorado (1)	n.s.	*
Cultivar (1)	*	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.

**Tabla 15.** Valoración de campo. 6 julio 2016

Tipo entutorado x Cultivar	Altura planta (cm)	Oidio (0-5)	Fecha: 06/07/16	
			% Plantas virus	Nivel afección virus (0-5)
<i>Tipo entutorado</i>				
Varilla	101,23 b	0,50	5,56	0,67
Encañado	113,07 a	0,67	4,17	1,33
<i>Cultivar</i>				
Estrada	104,83	0,50	2,78	0,67
Italrres	109,47	0,67	6,94	1,33
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Tipo entutorado (1)	*	n.s.	n.s.	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,1$  respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 16.** Valoración de campo 4 agosto 2016.

Tipo entutorado x Cultivar	Altura planta (cm)	Oidio (0-5)	Fecha: 04/08/16	
			% Plantas virus	Nivel afección virus (0-5)
<i>Tipo entutorado</i>				
Varilla	107,47 b	1,00	23,61a	2,17
Encañado	133,53 a	1,17	11,11 b	2,50
<i>Cultivar</i>				
Estrada	122,60	1,17	16,67	2,17
Italrres	118,40	1,00	18,06	2,50
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Tipo entutorado (1)	**	n.s.	*	n.s.
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,1$  respectivamente, según el test LSD.

**Tabla 17.** Valoración de campo 22 septiembre 2016

Fecha: 22/09/16

<b>Tipo entutorado x Cultivar</b>	<b>Altura planta (cm)</b>	<b>Oidio (0-5)</b>	<b>% Plantas virus</b>	<b>Nivel afección virus (0-5)</b>
<i>Tipo entutorado</i>				
Varilla	107,90 b	3,33 a	61,11	3,00
Encañado	135,83 a	2,83 b	50,00	3,00
<i>Cultivar</i>				
Estrada	122,80	3,25	56,94	3,00
Italrres	120,93	2,92	54,17	3,00
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Tipo entutorado (1)	**	*	n.s.	-
Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	-
Tipo entutorado x Cultivar (1)	n.s.	n.s.	n.s.	-

n.s: No significativo. Las letras distintas en una misma columna, minúsculas y minúsculas en cursiva indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,1$  respectivamente, según el test LSD.

# CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE 6 CULTIVARES DE PEPINO DULCE CULTIVADOS EN INVERNADERO EN ALMERÍA

García-García, M.C., Felipe Hermoso, A., Quintas Salmerón, I., Font, R., del Río-Celestino, M.

IFAPA Centro La Mojónera, C. San Nicolás, 1, 04745 La Mojónera, Almería.  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

## RESUMEN

El pepino dulce o pera-melón (*Solanum muricatum* Aiton) es una especie originaria de la región andina, donde se cultiva hace varios miles de años. Sin embargo a pesar de sus buenas cualidades productivas y nutricionales, ha sido un cultivo que no se ha extendido al resto del mundo. Recientemente, ha renacido el interés por este cultivo con intentos para introducirlo en diversos países como Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos o España.

El principal objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad físico-química de 6 cultivares de pepino dulce cultivadas en invernadero en Almería, con la finalidad de que consumidores, agricultores, asesores y comercializadoras agroalimentarias dispongan de dicha información con vista a diversificar y potenciar su producción y consumo.

Se determinó el perfil de producción y calidad de fruto por contrastada metodología. Las producciones variaron entre 8,6 y 16 kg /planta, determinándose el porcentaje de destrozo en cada cv. La caracterización morfológica dejó patente la gran variabilidad entre cv. Diferencias significativas fueron encontradas para textura del fruto y contenido en sólidos solubles, manifestándose como los más dulces los cultivares ‘Valencia’ y ‘Sweet Long’.

Igualmente se ha constatado la existencia de variabilidad para componentes de calidad con actividad antioxidante (ácido ascórbico, carotenos, fenólicos). Todos los cultivares de pepino dulce presentaron un bajo contenido en carotenos.

**Palabras clave:** *calidad, compuestos antioxidantes*

## INTRODUCCIÓN

En respuesta a directivas europeas, debe promoverse la diversificación de productos agrícolas, para evitar caer en el peligro de situaciones de monocultivo que comienzan a aparecer en áreas invernadas de Andalucía, con un constante incremento de la superficie cultivada de tomate y pimiento.

El pepino dulce o pera-melón (*Solanum muricatum*) es una especie originaria de la región andina, donde se cultiva hace varios miles de años. Sin embargo a pesar de sus buenas cualidades productivas, ha sido un cultivo que no se ha extendido al resto del mundo. Recientemente, ha renacido el interés por este cultivo con intentos para introducirlo en diversos países como Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos o España.

El fruto, típicamente redondo, elíptico o elongado, presenta características atractivas para los consumidores, como es su piel amarilla cubierta de rayas púrpura, un aroma intenso y un jugo con sabor dulce y suave. El pepino dulce es generalmente consumido cuando está completamente maduro, al igual que el melón, como una fruta de

postre refrescante, aunque menos dulce. Aunque también es habitual encontrarlo en estado inmaduro en ensaladas.

Más allá de sus usos a nivel alimentario, puede emplearse como planta decorativa y ornamental, también posee propiedades medicinales hipotensivas y diuréticas, e incluso se ha descrito actividad antitumoral contra diferentes tipos de células cancerosas.

El principal objetivo de este trabajo fue estudiar la calidad físico-química de variedades modernas de pepino dulce cultivadas en invernadero en Almería, con la finalidad de que consumidores, agricultores, técnicos y empresas agroalimentarias dispongan de dicha información con vista a diversificar y potenciar el consumo y la producción.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se han utilizado 6 cultivares de pepino dulce facilitadas por la Universidad Politécnica de Valencia: ‘Sweet Long’ (SL): de producción media. Fruto alargado, amarillo dorado y vetas moradas; ‘Sweet Round’ (SR): producción media (inferior a ‘Sweet Long’). Fruto redondo, amarillo dorado y vetas moradas.; ‘Puzol’: de producción alta. Frutos grandes y elongados, amarillo dorado, abundante veteado púrpura; ‘Turia’: de producción alta. Fruto de tamaño medio, ovalado, color dorado, vetas moradas definidas; ‘Valencia’: de producción media-alta. Frutos de tamaño medio, elongados, color dorado, vetas estrechas; ‘Cariño’: de producción media. Frutos de tamaño medio, ovalados, amarillo dorado y vetas moradas.

El ensayo se llevó a cabo en un módulo de invernadero mediterráneo de 600m<sup>2</sup> localizado en el Centro IFAPA La Mojónera, en la provincia de Almería, equipado con control de fertirrigación. El trasplante se realizó desde contenedores de 12 cm de diámetro donde fue esquejado el material vegetal inicial a contenedores de polipropileno de 15L, utilizando como sustrato fibra de coco. La separación entre cada unidad experimental fue de 2 m.

El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones por variedad (‘Sweet Long’, ‘Sweet Round’, ‘Puzol’, ‘Turia’, ‘Valencia’, ‘Cariño’) y 20 plantas por cada repetición. Se tomaron 2 frutos por planta (5 plantas), los cuáles se combinaron para el análisis.

La producción se llevó a cabo a partir de la cosecha de todas las plantas para cada variedad así como la tipificación de los frutos en categoría comercial y no comercial (destriño).

Caracterización del perfil físico: Se realizaron 3 repeticiones por variedad, tomando 10 frutos en estado maduro por cada repetición. Los frutos se recogieron y procesaron el mismo día tomándose de manera inmediata los datos de peso (g), tamaño (cm), color y firmeza (N). Todos ellos determinados como peso de fruto fresco (pf).

Caracterización de la calidad química: Se determinó el contenido en sólidos solubles (°Brix), pH, acidez titulable (g/100g peso fresco (pf)). En relación a los compuestos antioxidantes, el mismo día de la cosecha se determinó el contenido en ácido ascórbico (mg/100g pf). Para el resto de las determinaciones las muestras se conservaron a -80°C hasta su posterior análisis: contenido total e individual en carotenoides (μg/100g pf), compuestos fenólicos totales (mg de equivalente de ácido gálico (GAE) por 100g de pf) y actividad antioxidante (μg moles de Trolox por g pf).

### Análisis estadístico:

Se utilizaron 90 muestras (6 cultivares x 3 repeticiones/cv x 5 plantas/repetición) para cada parámetro de calidad estudiado. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba LSD para la comparación entre los valores medios de los

cultivares para los distintos parámetros de producción y calidad. Los valores medios con una probabilidad inferior al 5% de ser iguales a los otros tratamientos se consideraron estadísticamente diferentes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción comercial mostró valores medios que oscilaron entre 8,6 kg/planta para el cultivar ‘SR’ y 15,91 kg/planta para el cultivar ‘Valencia’, encontrándose diferencias significativas entre los seis cultivares ensayados para este parámetro. La cantidad final de destrozo en los seis cultivares fue inferior a 1,36 Kg/planta (cv. ‘Puzol’).

La piel de fondo del fruto presentó colores variando de amarillo a verde-claro, presentando manchas o vetas más o menos oscuras de color morado. El rango de variación del tono o ángulo hue ( $h^\circ$ ) osciló de 82,52 (amarillo) a 91,67 (amarillo-verdoso) en piel y de 78,45 (amarillo-anaranjado) a 84,42 (amarillo) en pulpa.

Destacan en cuanto al peso, los frutos del cultivar Turia, presentando el peso medio significativamente más alto (332,14 g), seguidos del cultivar Sweet Long (311g). Los frutos del cultivar Puzol mostraron el peso medio más bajo (241,52g) presentando todos los cultivares un porcentaje medio de humedad de 92% aproximadamente.

La forma de los frutos del cultivar SR fueron redondeados, con una relación longitud-diámetro cercana a 1, mientras que los frutos del cultivar Cariño fueron ligeramente ovales. Los frutos de los cultivares Turia, Sweet Long, Puzol y Valencia fueron alargados con una relación longitud-diámetro superior de aproximadamente 3. Las diferentes formas en el fruto de los cultivares pueden ser muy útiles para adaptarse a distintos métodos de comercialización y de preparación culinaria.

El rango de variación para el valor medio de firmeza del fruto estuvo comprendido entre 88,24 N (SR) y 146,92 N (SL). La firmeza es un parámetro a tener en cuenta a la hora del transporte. Los frutos deben ser lo suficientemente tiernos para poder ser consumidos y resistentes para no deteriorarse durante su transporte.

Los valores obtenidos para pH presentaron un estrecho rango de variación (5,04-5,31), con un valor de pH ligeramente superior a 5.

Respecto a la acidez (0,10-0,13), los cultivares con el contenido significativamente más alto en ácido cítrico fueron Valencia y Sweet Long (0,13%). Éstos valores fueron más bajos que los encontrados en trabajos previos (0,27%) (Prohens et al., 2005).

Respecto al rendimiento del zumo, los cultivares Turia, Puzol y Sweet Round fueron los que presentaron el valor medio significativamente más alto (aproximadamente 70% peso/volumen).

Estos valores coinciden con trabajos previos con contenidos variando entre 60- 68%.

El contenido en sólidos solubles está relacionado con el contenido en azúcares y es también un importante factor de calidad implicado en la percepción sensorial del producto. Los cultivares Valencia y Sweet Long presentaron el contenido medio más alto, con 7,94 y 7,44 °brix, respectivamente (Figura 3). Estos valores son superiores a los obtenidos en trabajos anteriores (4,9-5,22 °brix) y similares a otros (6,7-7,9 °brix) (Kola, 2010).

El contenido medio en ácido ascórbico (principal componente de la Vitamina C) osciló de 4,56 a 10,61 mg/100 g de fruto fresco, siendo los cultivares Cariño, Valencia y Turia los que presentaron los valores más altos (Figura 4). La ingesta de 200 gramos de fruto fresco de pepino dulce aportaría más del 30% de la dosis diaria recomendada de ácido ascórbico. Estas concentraciones son similares a las obtenidas en trabajos previos (11,8 mg de ácido ascórbico/100 g) (Kola, 2010).

El contenido medio en compuestos fenólicos presentó un rango entre 56,06 a 83,37 mg GAE/g de fruto fresco, siendo los cultivares Sweet Long, Valencia y Turia los que presentaron los valores más altos (Figura 5).

La ingesta de 200 gramos de fruto fresco de pepino dulce aportaría aproximadamente 31% de la dosis diaria recomendada de compuestos fenólicos. Estas concentraciones son similares a las obtenidas en trabajos previos para el contenido en compuestos fenólicos (50,9- 114,2 mg GAE/100g) (Rodríguez-Burrueto et al., 2011).

El interés por el contenido en carotenos ha aumentado en los últimos años al atribuirseles propiedades antioxidantes. El contenido total de carotenos osciló entre 43,2 (Valencia) a 105,2 (Sweet Round) µg/100g fruto fresco (Figura 6). Estos valores son similares a los obtenidos en trabajos anteriores (Rodríguez-Burrueto et al., 2011).

## CONCLUSIONES

Para la producción comercial se encontraron diferencias significativas entre las seis variedades ensayadas, siendo Valencia y Cariño las de mayor producción.

La caracterización morfológica dejó patente la gran variabilidad existentes dentro de la especie *Solanum muricatum*. Los cultivares más elongados fueron Turia y Sweet Long, la más redondeada Sweet Round y con forma elipsoide el cultivar Cariño.

Diferencias significativas fueron encontradas para textura del fruto, siendo la variedad Sweet Long la que presentó mayor firmeza.

Respecto al rendimiento en zumo, los cultivares Turia, Puzol y Sweet Round fueron las que presentaron el valor medio significativamente más alto (con aproximadamente 70% p/v).

Los cultivares Valencia y Sweet Long presentaron el contenido en sólidos solubles totales significativamente más alto.

Se ha constatado la existencia de variabilidad para componentes de calidad con actividad antioxidante (ácido ascórbico, carotenos, fenólicos). Siendo los cultivares Cariño, Valencia y Turia los que presentaron valores más altos para ácido ascórbico (aportando aproximadamente 30% de la dosis diaria recomendada para una ración de 200g de fruto) y los cultivares Valencia, Sweet Long y Turia, aquello que mostraron los contenidos más altos para fenólicos (aportando el 31% de la dosis diaria recomendada, para una ración de 200g de fruto). Todos los cultivares de pepino dulce presentaron un bajo contenido en carotenos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los Proyectos AVA titulado “Innovación sostenible en horticultura protegida” (PP.AVA.AVA201601.7), y TRANSFORMA titulado “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible” (TRA.TRA.201600.9), fondos FEDER y fondos FSE (Programa Operativo FSE de Andalucía 2014-2020 \_Andalucía invierte en zonas rurales”.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KOLA, O. (2010). Physical and chemical characteristics of the ripe pepino (*Solanum muricatum*) fruit grown in Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8, 168-171.
- PROHENS, J. SÁNCHEZ, M.C., RODRÍGUEZ-BURRUETO, A., CÁMARA, M., TORIJA, E. NUEZ, F. (2005). Morphological and physico-chemical characteristics of fruits of pepino (*Solanum muricatum*), wild relatives (*S. caripense* and *S. tabanoense*)

and interspecific hybrids. implications in pepino breeding. European Journal of Horticultural Science , 70: 224-230

RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A., PROHENS, J., FITA, A. M. (2011). Breeding strategies for improving the performance and fruit quality of the pepino (*Solanum muricatum*): A model for the enhancement of underutilized exotic fruit crops. Food Research International, 44: 1927–1935.

## FIGURAS

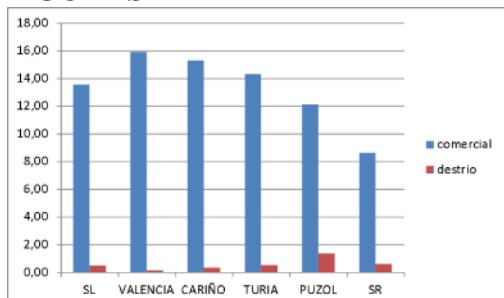


Figura 1. Producción comercial y destrio en las 6 variedades de pepino dulce ensayadas. Valores seguidos de una letra igual no tienen diferencia significativa para  $P<0,05$ .

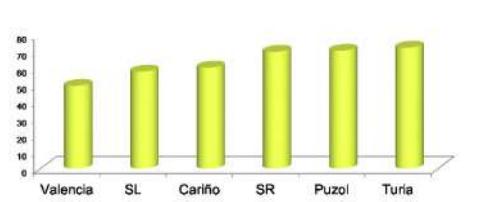


Figura 2. Rendimiento del zumo (% peso/volumen) para las variedades de pepino dulce ensayadas. Barras con una misma letra no presentan diferencias significativas para  $P<0,05$ .

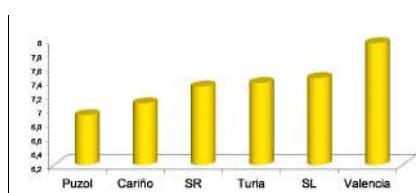


Figura 3. Contenido medio en °brix para las variedades de pepino dulce ensayadas. Barras con una misma letra no presentan diferencias significativas para  $P<0,05$ .

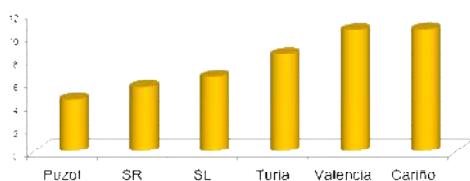


Figura 4. Contenido medio en ácido ascórbico (mg/100g fruto fresco) para las variedades de pepino dulce ensayadas. Barras con una misma letra no presentan diferencias significativas para  $P<0,05$ .

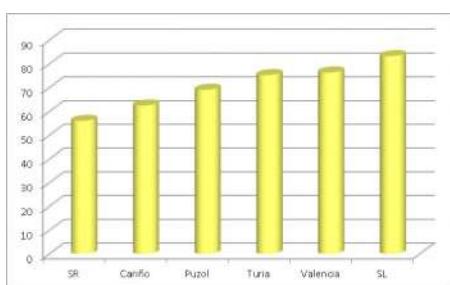


Figura 5. Contenido medio en fenólicos (mg GAE /100g fruto fresco) para las variedades de pepino dulce ensayadas. Barras con una misma letra no presentan diferencias significativas para  $P<0,05$ .



Figura 6. Contenido medio en carotenos totales (µg/100g fruto fresco) para las variedades de pepino dulce ensayadas. Barras con una misma letra no presentan diferencias significativas para  $P<0,05$ .

# EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICO, NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE 7 CULTIVARES DE TOMATE *CHERRY* ROJO

M.C. García-García<sup>1</sup>, Flor Chango Chipantiza<sup>2</sup>, I. Carricondo Martínez<sup>3</sup>, A.a Felipe Hermosos<sup>1</sup>, I. Quintas Salmerón<sup>1</sup>, M. del Río-Celestino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFAPA Centro La Mojonería, Camino San Nicolás, 1, 04745 La Mojonería, Almería. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo

<sup>3</sup> UNICA Group

## RESUMEN

El tomate es la hortaliza que ocupa el primer puesto en el ranking de producción y superficie de la mayor zona de producción de hortalizas de primor de Europa: el sudeste español. Igualmente, es el producto cuya tipología se encuentra más diversificada, ocupando el tomate tipo *cherry* el 18% de los casi 1.5 millones de toneladas de tomate producido en la zona referencia (CAPDER, 2016).

La exportación intracomunitaria es el principal destino de la producción de tomate *cherry*, destacando por volumen Alemania, Francia, Países Bajos y Reino Unido. Las empresas comercializadoras están en constante evolución respecto a la elección de cultivares cuya producción planificarán para futuras campañas, siendo de máxima utilidad no sólo las especificaciones agronómicas sino también la calidad de fruto en diversos factores, que resultarán decisivos para la aceptación y fidelidad de los consumidores europeos.

Los 7 cv. de tomate tipo *cherry* evaluados fueron ‘Flor Laurita’, ‘TT544’, ‘Bellacío’, ‘Dolcetini’ (subtipo oblongo), ‘Creativo’, ‘74-126’ y ‘Karelia’ (subtipo redondo); todos ellos de color rojo y procedentes de diferentes empresas comerciales. Su plantación se realizó en agosto de 2016, en invernadero tipo raspa y amagado, simétrico, de 4.000 metros cuadrados de superficie, cultivo en suelo y con aplicación de técnicas de producción integrada. El invernadero se ubica en el Centro de Experimentación de UNICA Group, T.M. El Ejido. Los frutos analizados corresponden al periodo de máximo potencial de contenido en sólidos solubles y la metodología para cada análisis queda reflejada en el artículo, al igual que los resultados obtenidos, que manifiesta importantes diferencias entre cultivares y aspectos diversos.

**Palabras clave:** *Solanum lycopersicum*, dulzor, licopeno, ascórbico, parámetros internos y externos

## INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza que ocupa el primer puesto en el ranking de producción y superficie de la mayor zona de producción de hortalizas de primor de Europa: el sudeste español. Igualmente, es el producto cuya tipología se encuentra más diversificada, ocupando el tomate tipo *cherry* el 18% de los casi 1.5 millones de toneladas de tomate producido en la zona referencia (CAPDER, 2016).

La exportación intracomunitaria es el principal destino de la producción de tomate *cherry*, destacando por volumen Alemania, Francia, Países Bajos y Reino Unido. Las empresas comercializadoras están en constante evolución respecto a la elección de

cultivares cuya producción planificarán para futuras campañas, siendo de máxima utilidad no sólo las especificaciones agronómicas sino también la calidad de fruto en diversos factores, que resultarán decisivos para la aceptación y fidelidad de los consumidores europeos.

Sin dejar de lado los importantes caracteres físicos, considerados imprescindibles para la postcosecha del fruto y la atracción extrínseca del mismo por parte de los consumidores, en la actualidad se valora igualmente el contenido en sólidos solubles y antioxidantes, objeto de la actual mejora genética de los nuevos cultivares. Los consumidores cada vez están más formados en los beneficios que aportan las hortalizas a su salud y exigen productos que satisfagan la ingesta recomendada.

En el fruto de tomate el agua representa entre el 88 y 95% del peso, correspondiendo el mayor valor a los cultivares de industria y el menor a los tipos *cherry*. Con ese alto contenido en agua, su valor nutritivo no puede residir en su poder energético sino en sus sales y vitaminas (Cuartero, 2001).

La aceptación por parte del consumidor prima a la hora de elegir un producto en el mercado y por ello son objetivos de este trabajo, la caracterización físico-química, nutricional y sensorial de 7 cultivares de tomate *cherry*. Así pues este trabajo persigue los siguientes objetivos: en primer lugar, conocer la estructura de preferencia del consumidor de tomate en sus decisiones de compra, en segundo lugar, realizar una segmentación de consumidores en función de dichas preferencias.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal evaluado consistió en 7 cv. de tomate tipo *cherry*; 4 subtipo oblongo: 'Flor Laurita' (Unigenia Bioscience) (cv.5), y 'TT544' (Unigenia Bioscience) (cv.3), 'Bellacio' (Gautier) (cv.2), 'Dolcetini' (Clause Tezier Iberica) (cv.1) y 3 subtipo redondo: 'Creativo' (Clause Tezier Iberica) (cv.6), '74-126' (Rijk Zwaan) (cv.7) y 'Karelia' (Zeraim Iberica) (cv.4). Los frutos fueron cultivados en invernadero simétrico, de 4.000 m<sup>2</sup>, cultivo en suelo, con técnicas de producción integrada y ubicación en el Centro de Experimentación de UNICA Group, T.M. El Ejido. La plantación se realizó el 28 de agosto de 2016 y las muestras recolectadas el 17 de febrero del 2017, correspondiendo al periodo de máximo potencial de contenido en sólidos solubles. Los frutos fueron trasladados al laboratorio de Fruticultura del CITE II-UAL, donde permanecieron cuatro días a temperatura ambiente hasta el momento de los análisis.

La muestra analizada para los caracteres físico-químicos consistió en 5 frutos por cv. escogidos de forma aleatoria. El peso del fruto se determinó con una balanza digital de precisión y los resultados se expresaron en gramos. Para determinar longitud y calibre se utilizó calibre digital y se expresaron en mm. El color se determinó en la piel (dos medidas opuestas en zona ecuatorial) y en la pulpa (dos medidas: una por mitad) mediante un espectrocolorímetro portátil Minolta, a través de la escala CIE Lab. La firmeza se determinó con un analizador de textura TA-TX plus, con velocidad de penetración de 2mm.s<sup>-1</sup>, comprensión de los frutos de 4mm y una sonda de 3 mm. de diámetro.

El pH y la acidez titulable (expresada en % ácido cítrico, ácido mayoritario) se determinaron con el jugo de 5 frutos triturados, mediante un potenciómetro digital. Los tomates se trituraron con una licuadora. La evaluación de ambos parámetros se llevó a cabo pesando 2g del triturado, según método 942.15 de la AOAC (1990). Los sólidos solubles totales se midieron con el jugo de frutos licuados y decantados con un refractómetro digital Atago, expresando el resultado como °Brix. El licopeno se determinó con el método descrito por Fish *et al.* (2002), partiendo de 0,4g de triturado de tomate. El contenido de licopeno se estimó usando electrofotómetro UV-Visible, a 503 nm. de absorbancia.

Para el análisis sensorial comparativo se realizó una cata conformada por 8 personas. La elección de los integrantes del panel de cata se realizó de forma aleatoria, observando paridad de sexo y con edades comprendidas entre los 24 y 56 (35 años edad media). Se colocaron grupos de 20-30 tomates por cultivar (identificada) en una bancada del laboratorio, sobre fondo blanco. Cada participante cumplió individualmente los cuestionarios para el análisis de parámetros externos e internos del fruto. La cata duró 1 hora.

Con los datos obtenidos para cada uno de los parámetros estudiados se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones de medias mediante el método de Tukey ( $p<0,05$ ) cuando aparecieron diferencias significativas, mediante software Statistix 8.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se representan los valores medios de los parámetros físicos obtenidos de los 7 cv. de tomate *cherry* analizados. Existen diferencias significativas entre peso, longitud y calibre de los diferentes cv., situándose el rango de los mismos en 10,96-30,82 g, 27,38-44,02 mm y 24,39-35,17 mm, respectivamente. El cv. 5 es el de mayor envergadura y el cv. 7 el de menor.

El color es una de las principales características externas que determina la aceptación del producto por parte del consumidor. Durante la maduración tiene lugar importantes modificaciones en la coloración de estos frutos asociados en gran medida con la disminución en el contenido en clorofillas (color verde) y la acumulación de licopeno (color rojo) (Pinheiro *et al.*, 2013). Los valores medios obtenidos a/b para el color de piel y pulpa muestran diferencias significativas entre cv. Los cv. 3 y 5 son los que presentan una mayor ratio en piel, lo que se traduce en una tonalidad más roja en el exterior del fruto. Los rojos menos intensos de piel se obtienen en los cv. 1 y 6. La pulpa cuyo rojo es más intenso es la correspondiente al cv. 5 y el menos intenso el cv. 4.

Según la bibliografía actual, para tomates de calibre grande, la firmeza oscila desde 12N hasta más de 30N (García *et al.*, 2014). Tomando como referencia la escala de firmeza para tomate propuesta por Domene Ruiz y Segura Rodríguez (2014), se considera blando (6-10N) el cv. 3; moderadamente blandos (10-15N) los cv. 2, 5 y 7; firme (15-20N) los cv. 1 y 4; muy firme cv. 6. Hay que recordar que los frutos estuvieron 4 días a temperatura ambiente previo a los análisis.

Investigaciones desarrolladas por Vogel *et al.*, (2010) indican que los cultivares de tomate que presentan alto contenido en sólidos solubles y ácido cítrico, tienden a tener mayor aceptabilidad por parte de los consumidores, generalmente por el sabor y el dulzor. Los valores de acidez de los cv. analizados manifiestan diferencias, obteniéndose la menor acidez para el cv. 5 ( $0,73\text{mg ácido cítrico}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) y la mayor para el cv. 4 ( $1,00\text{mg ácido cítrico}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Estos datos se encuentran en el rango obtenido por Piqueras, E. (2015) para tomate *cherry*. Respecto a los valores de pH, si tenemos en cuenta las recomendaciones de Namesny (2004) que plantea un límite superior de pH de 4,5, como óptimo para sabor y aroma, todos los cv. se encuentran en este rango, aun existiendo diferencias significativas entre cv. El máximo pH obtenido es 4,20.

Arana *et al.*, (2007) señalan que las cualidades organolépticas de los tomates están relacionadas con su composición química, y que los mismos en su período de madurez comercial deben poseer un contenido de sólidos solubles entre 4 y 6 °Brix. Conocido es que los tomates tipo *cherry* son frutos ricos en azúcares y ácidos, de modo que el contenido de los cv. evaluados, con un rango de 5,99 a 8,11, se sitúa por encima de lo señalado por Arana *et al.* (2007) y más en consonancia con los valores de otros autores (García *et al.*, 2014; Lahoz *et al.*, 2013).

El licopeno es el principal carotenoide responsable del color rojo del tomate. El tomate y sus derivados son la principal fuente de licopeno en nuestra dieta. El contenido en licopeno de los cultivares estudiadas en este trabajo oscila entre 3,10 y 5,07 mg licopeno·100g<sup>-1</sup>; valores similares han sido obtenidos por otros autores tanto para frutos tipo *cherry* como de calibre grande (Adalid *et al.*, 2010).

Como se observa en la tabla de resultados de evaluación sensorial de parámetros externos (Tabla 2) de los 7 cv. de tomate *cherry*, los cv. 2 y 4 son los que obtienen menor tamaño apreciado y el cv 5 el máximo, coincidiendo estos resultados con las mediciones efectuadas. La intensidad de color rojo no es la apropiada al gusto de los catadores en los cv. 1 y 4, sobresaliendo en el cv. 2, 3 y 7. Por el contrario, la uniformidad de color es aceptable, en mayor o menor medida, en todos los cv. Sin llegar a la excelencia, son los cv. 6 y 7 (redondos) los que mejor valoración obtienen respecto a su forma y todos alcanzan buena puntuación en ausencia de defectos de epidermis. La firmeza en dedos no es aceptable para el cv. 3, obteniéndose una evaluación global superior en todos los casos al umbral de aceptación, consiguiéndose las más altas puntuaciones los cv. 4, 6 y 7. Respecto a los parámetros internos, todos los cv. obtienen una buena valoración de su aroma, tanto en intensidad como en persistencia, siendo para ambos caracteres el cv.5 el que más alta puntuación logra. Muy alta valoración obtienen también todos los cultivares para la jugosidad en boca; no así sucede con la dureza de los mismos, obteniéndose valoraciones diversas y situándose el cv. 5 en la más baja apreciación. Respecto al sabor, los 7 cv. superan el umbral de aceptación, despuntando el cv. 7 en dulzor y el cv. 6 en baja acidez. Los cv. 1, 5 y 7 sobresalen en su calificación global de parámetros internos.

## CONCLUSIONES

En la evaluación global de los 7 cv. de tomates tipo *cherry*, el cultivar que sobresale con mayor calificación con respecto a los demás es el cv. 7, en los parámetros internos y externos de la cata sensorial realizada a los consumidores. Sin embargo, los cultivares con mayor valor en parámetros nutricionales son el cv. 1, 2 y 6; y en los parámetros físico-químicos el cv. 1, 5 y 6.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADALID, A.M.; ROSELLÓ, S.; NUEZ, F. (2010). Evaluation and selection of tomato accessions for content of lycopene, β-carotene and ascorbic acid. J. Food Compos. Anal. 23:613-618.
- ARANA, I.; JARÉN, C.; ARAZURI, S.; GARCÍA-GEMBE, M.J.; URСUA, A.; RIGA, P. (2007). Calidad del tomate fresco: técnica de cultivo y variedad.
- A.O.A.C. Oficial method of analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 16th edición, Ed. By Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA (1990).
- CABRERA Y UCLÉS (2014). Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería, 2013-2014. Fund. Cajamar.
- CAPDER, 2016. Ficha Tomate Protegido. Campaña 2015-16. Observatorio de Precios y Mercados.
- CUARTERO, J. (2001). Tomate para consumo en fresco. Ediciones de Horticultura.
- DOMENE RUIZ, M.A. Y SEGURA RODRÍGUEZ, M.(2014) Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. Grupo cooperativo Cajamar.
- FISH, W.W.; PERKINS-VEAZIE, P.; Y COLLINS, J.K. (2002). A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. J. Food Compos. Anal. 15 (3): 309-317.
- GARCÍA GARCÍA, M.C.; PASCUAL, F.; FONT, R.; GÓMEZ, P.; DEL RÍO-CELESTINO, M. (2014). Características físico-químicas de cultivares tradicionales de

tomate de calibre medio-alto en agricultura ecológica protegida. IFAPA-CAPDER p 1-21.

FRUSCIANTE, L.; CARLI, P.; ERCOLANO, M.R.; PERNICE, R.; DI MATEO, A.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N. (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. Mol. Nutr. Food Res. 51(5): 609-617.

LAHOZ, I.; CAMPILLO, C.; GONZÁLEZ, J.A.; CEBOLLA, J.; ROSELLÓ, S.; MACUA, J.I. (2013,). Efecto del manejo ecológico y convencional sobre la producción y calidad en el tomate de industria. VII Congreso ibérico de agroingeniería y ciencias hortícolas. Madrid, España

NAMESNY, A. (2004). Tomates producción y comercio. Ediciones de Horticultura S.L. Barcelona, España.

PINHEIRO, J.; ALEGRIA, C.; ABREU, M; GONÇALVES, E.M; SILVA, C.M.L. (2013). Dinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits during storage. J. Food Eng. 114: 338-345.

PIQUERAS, E. (2015) Caracterización fís.-quím. y nutric. de variedades tradicionales de tomate. TFM 2015.

VOGEL, J.T.; TIEMAN, D.M.; SIMS, C.A.; ODABASI, A.Z.; CLARK, D.G.; KLEE, H.J. (2010). Carotenoid content impacts flavor acceptability in tomato . J. Sci. Food. Agric. 90: 2233-2240.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los Proyectos AVA titulado “Innovación sostenible en horticultura protegida” (PP.AVA.AVA201601.7), fondos FEDER y fondos FSE (Programa Operativo FSE de Andalucía 2014-2020\_“Andalucía invierte en zonas rurales”.

## TABLAS

**Tabla 1.** Valores medios de parámetros físico-químico analizados en 7 cv. *cherry*.

Cv.	Peso fresco (g)	Longitud (mm)	Calibre (mm)	Textura (N)	a/b piel	a/b pulpa (°brix)	CSS (g.100g <sup>-1</sup> )	Ácido cítrico	pH	Licopeno (mg.100g <sup>-1</sup> )	Ácido Ascórbico (mg.100g <sup>-1</sup> )
1	20,62 <sup>b</sup>	37,67 <sup>b</sup>	31,79 <sup>b</sup>	16,81 <sup>b</sup>	0,84 <sup>d</sup>	1,25 <sup>bc</sup>	7,5 <sup>a</sup> b	0,76 <sup>c</sup>	4,20 <sup>a</sup>	3,94 <sup>ab</sup>	39,73 <sup>a</sup>
2	12,30 <sup>d</sup>	35,02 <sup>b</sup>	24,39 <sup>d</sup>	13,68 <sup>c</sup>	0,97 <sup>bc</sup>	1,3 <sup>b</sup>	7,91 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>	3,89 <sup>d</sup>	5,07 <sup>a</sup>	37,22 <sup>a</sup>
3	17,01 <sup>c</sup>	36,59 <sup>b</sup>	27,69 <sup>c</sup>	9,84 <sup>d</sup>	1,13 <sup>a</sup>	1,3 <sup>b</sup>	6,64 <sup>bcd</sup>	0,75 <sup>c</sup>	4,02 <sup>bc</sup>	3,32 <sup>b</sup>	33,76 <sup>a</sup>
4	13,52 <sup>d</sup>	27,38 <sup>d</sup>	29,09 <sup>c</sup>	17,82 <sup>b</sup>	0,91 <sup>cd</sup>	0,88 <sup>e</sup>	7,26 <sup>abc</sup>	1,00 <sup>a</sup>	3,93 <sup>cd</sup>	3,30 <sup>b</sup>	39,04 <sup>a</sup>
5	30,82 <sup>a</sup>	44,02 <sup>a</sup>	35,17 <sup>a</sup>	10,80 <sup>d</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	5,99 <sup>d</sup>	0,73 <sup>c</sup>	4,06 <sup>b</sup>	3,10 <sup>b</sup>	31,88 <sup>a</sup>
6	21,23 <sup>b</sup>	30,54 <sup>d</sup>	33,32 <sup>ab</sup>	26,24 <sup>a</sup>	0,86 <sup>d</sup>	1,07 <sup>d</sup>	6,37 <sup>cde</sup>	0,82 <sup>bc</sup>	4,04 <sup>bc</sup>	3,35 <sup>b</sup>	37,33 <sup>a</sup>
7	10,96 <sup>d</sup>	31,63 <sup>d</sup>	24,50 <sup>d</sup>	11,61 <sup>d</sup>	1,05 <sup>ab</sup>	1,19 <sup>c</sup>	8,11 <sup>a</sup>	0,81 <sup>bc</sup>	4,13 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>b</sup>	38,74 <sup>a</sup>

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas. (p<0,05)

**Tabla 2.** Valores medios de parámetros externo e internos. Cata sensorial de 7 cv.

Parametros Externos							
Cultivar	Tamaño	Color Intensidad	Color Uniformidad	Forma	Defectos epidermis	Firmeza	Evaluación global
1	3,63	2,38	2,50	2,63	4,13	4,13	3,31
2	2,06	4,13	3,06	3,00	4,63	3,19	3,88
3	3,38	4,13	3,50	2,88	4,00	2,38	3,69
4	2,38	2,25	3,88	3,88	4,00	4,13	4,00
5	5,00	4,00	3,38	2,38	3,00	3,00	2,75
6	3,63	2,75	4,25	4,00	4,13	4,50	4,00
7	1,00	4,75	4,88	4,00	4,19	3,25	4,38

Parametros Internos							
Cultivar	Aroma		Textura Pulpa		Sabor		Evaluación global
	Intensidad	Persistencia	Jugosidad	Dureza	Dulce	Ácido	
1	3,25	3,38	4,25	4,13	3,50	2,63	4,25
2	3,50	3,38	4,13	3,38	3,75	3,38	3,75
3	3,19	3,38	4,38	3,13	2,75	2,63	3,50
4	3,13	3,00	3,25	4,13	3,00	3,25	3,50
5	4,44	4,00	4,38	2,75	3,88	2,75	4,00
6	4,19	3,75	3,25	4,63	3,00	2,63	2,81
7	4,75	4,38	4,13	3,63	4,13	2,63	4,50

# **EVALUACION AGRONÓMICA Y DE CALIDAD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE PATATA ENSAYADOS EN ARAGON.**

## **CAMPAÑA 2016**

P. Bruna<sup>1</sup>, A. Carranza<sup>1</sup>, J. A. Navarro<sup>2</sup>, J.I. Macua González<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Transferencia Agroalimentaria. Gobierno de Aragón

<sup>2</sup> Cereales Teruel S. Coop.

<sup>3</sup> Especialista en Horticultura

### **RESUMEN**

En la pasada campaña 2016 se llevaron a cabo tres microensayos de variedades de patata en Aragón, diferenciados según el destino, consumo o frito, y la época de recolección, temprana o tardía. 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, congelado y frito en chips).

El ensayo de frito temprano y de consumo se realizó en el municipio de La Almunia, Comarca de Valdejalón, y el ensayo de frito tardío para almacenamiento y conservación en el municipio de Cella en la Comarca de Teruel.

Tras la recolección de los ensayos, se llevan a cabo diferentes pruebas tanto de laboratorio como de valoración industrial. En el ensayo de frito tardío se van realizando diferentes pruebas durante todo el periodo de almacenamiento para valorar su evolución y aptitud para frito durante la conservación.

La realización de estos ensayos son 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, mayoristas, industria congeladora y de frito, hasta Centros de Investigación.

En los resultados de este año destacamos los cultivares nuevos ‘Ottawa’ y ‘658.06.2’, en frito y, ‘Montana’ y ‘Levantina’ en consumo, que podrían resultar interesantes y que seguiremos estudiando ya que solo es su primer año de evaluación.

Palabras clave: *industria, frito, consumo, congelado*

### **INTRODUCCIÓN**

En la pasada campaña 2016 se llevaron a cabo tres microensayos de cultivares de patata en Aragón, diferenciados según el destino, consumo o frito, y la época de recolección, temprana o tardía. 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, congelado y frito en chips).

El ensayo de frito temprano y de consumo se realizó en el municipio de La Almunia, Comarca de Valdejalón, y el ensayo de frito tardío para almacenamiento y conservación en el municipio de Cella en la Comarca de Teruel.

Tras la recolección de los ensayos, se llevan a cabo diferentes pruebas tanto de laboratorio como de valoración industrial. En el ensayo de frito tardío se van realizando diferentes pruebas durante todo el periodo de almacenamiento para valorar su evolución y aptitud para frito durante la conservación.

La realización de estos ensayos son 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, mayoristas, industria congeladora y de frito, hasta Centros de Investigación.

La intención de los ensayos es evaluar los nuevos cultivares que van apareciendo en el mercado, comparándolos con los cultivares tradicionalmente usados en la zona, testigos, usando las técnicas de cultivo empleadas por los agricultores de la zona. 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 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	
AMBITION	AGRICO	
CONSTANCE	AGRICO	
JAERLA	ALAVESA DE PATATAS	
LAUDINE	AGRICO	
LEVANTINA	EUROPLANT	
MADELEINE	AGRICO	
MARFONA	ALAVESA DE PATATAS	
<b>MONALISA</b>	<b>ALAVESA DE PATATAS</b>	
MONTANA	EUROPLANT	
NK00-006	NEIKER	
NK00-51	NEIKER	
<b>RED PONTIAC</b>	<b>ALAVESA DE PATATAS</b>	
ROSAGOLD	AGRICO	
<b>RUDOLPH</b>	<b>AGRICO</b>	
658.06.2	STATION DE RECHERCHE DU COMITÉ NORD	
<b>AGRIA imp</b>	<b>AGRICO</b>	
AGRIA nal	ALAVESA DE PATATAS	
ALICANTE	AGRICO	
BABYLON	AGRICO	
CORSICA	AGRICO	
HERMES	PEP	
LADY AMARILLA	MEIJER	
LYONESS	EUROPLANT	
HONORATA	EUROPLANT	
OTTAWA	EUROPLANT	
658.06.2	STATION DE RECHERCHE DU COMITÉ NORD	
<b>AGRIA imp</b>	<b>AGRICO</b>	
ALICANTE	AGRICO	
AUREA	STATION DE RECHERCHE DU COMITÉ NORD	
CORSICA	AGRICO	
HERMES	PEP	
LADY AMARILLA	MEIJER	
LADY CLAIRE	MEIJER	
LYONESS	EUROPLANT	
NK-09-217	NEIKER	
NK-00-007	NEIKER	
OTTAWA	EUROPLANT	

\* En negrita cultivares testigo

CONSUMO

FRITO TEMPRANO

FRITO TARDIO

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

ENSAYO	LA ALMUNIA	CELLA
Fecha de siembra	30/03/2016	21/04/2016
Fecha de recolección	05/08/2016	18/11/2016
Densidad de siembra	47.214 plantas/ha	49.383 plantas/ha
Marco de plantación	0,75 m x 0,28 m	0,75 m x 0,27 m

Los microensayos se llevaron a cabo siguiendo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de dos surcos con 50 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 prebrotada.

#### Controles de aptitud para congelado.

Los requisitos que debe reunir un cultivar con este destino son: tubérculos grandes, de forma regular, sin deformaciones ni ojos hundidos con el fin de minimizar las pérdidas de peso al lavar y pelar, color de la carne blanco o amarillo dependiendo de las preferencias del mercado a que vaya destinado, y por último, resistencia de la carne a la oxidación una vez troceada durante el mayor tiempo posible.

A las muestras, después de lavadas, peladas y troceadas, se les realiza un escaldado. Posteriormente se enfrián y se congelan a -20 °C. Pasados por lo menos 10 días, se les realiza una cocción de 10 minutos. La patata óptima para este fin es la que presenta desintegración nula, consistencia firme, no harinosa, color de la carne blanco y sabor entre neutro y ligeramente pronunciado. Aunque el color de carne preferible es el blanco, también se congelan cultivares de color amarillo pero su precio suele ser inferior. Los testigos considerados en nuestra zona son los cultivares 'Red Pontiac' para carne blanca y 'Marfona' para carne amarilla.

Esta valoración se realiza en las instalaciones de una congeladora de la zona.

#### Controles de aptitud para la cocción.

Estos análisis son 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	
<b>Desintegración</b>	A nula; B ligera; C moderada; D completa.
<b>Consistencia</b>	A firme; B bastante firme; C bastante blanda; D blanda.
<b>Harinosidad</b>	A no harinosa; B ligeramente harinosa; C harinosa; D muy harinosa.
<b>Humedad</b>	1 húmedo; 2 ligeramente húmedo; 3 ligeramente seco; 4 seco.
<b>Estructura</b>	A fina; B bastante fina; C bastante basta; D basta.
<b>Oscurecimiento</b>	1,2,3 sin oscurecer; 4,5 ligeramente oscurecida; 6,7 moderadamente oscurecida; 8,9 muy oscura.
<b>Sabor</b>	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 harinosa o ligeramente harinosa, 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: calidad de lavado, calibres, categorías, mermas y comentarios.

### **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 (fotografía 1).

La patata de producción tardía es transformada habitualmente por la industria tras haber estado almacenada durante períodos de tiempo que oscilan entre uno y ocho meses. La calidad del producto transformado va a estar determinada por la duración del almacenamiento y por las condiciones en que permanecen conservados los tubérculos, especialmente la humedad y la temperatura.

Para poder conocer la resistencia de los cultivares a las condiciones tan largas de almacenamiento, se conservan muestras de cada uno de los cultivares ensayados en el campo de Cella (Teruel) durante siete meses en cámaras en las instalaciones de Neiker en Arkaute (Vitoria) con una humedad y temperatura constantes del 95% y 10°C respectivamente. Estas muestras se dividen en tres submuestras que se van transformando comenzando en el mes de octubre con intervalos de tres meses hasta el mes de mayo.

Por otro lado, las muestras también se conservan en cámaras de almacenamiento comercial a nivel industrial en un almacenista de la zona. Estas muestras son analizadas por una industria de frito a lo largo del año siguiendo su procedimiento habitual valorando los siguientes parámetros: color, tonalidad y uniformidad, sabor, porcentaje y tipo de defectos, tamaño y puntuación total.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

En el ensayo de La Almunia (Tablas 1-4), la media en producción comercial, fue de  $53.714 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tomando como índice de referencia 100 del testigo de la zona, ‘Red Pontiac’, destacó en producción, como suele ser habitual, el cultivar ‘Rudolph’ con un 104% sobre el testigo. También, ‘Montana’ (100) y ‘Levantina’ (99) igualaron al 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’, ‘Laudine’, ‘Marfona’, ‘Monalisa’, ‘NK00-51’ y ‘Red Pontiac’ resultaron aptos para el hervido.

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 La Almunia (Zaragoza) para frito (Tablas 5-8), la media en producción comercial, fue de  $38.073 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tomando como índice de referencia 100 del testigo de la zona, ‘Agria’, varios cultivares lo superaron en producción, como no suele ser habitual. El cv que más alta producción obtuvo fue ‘Ottawa’ con  $44.652 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

En cuanto a la **calidad de frito**, tal como se ve en la Tabla 8, ‘Hermes’, ‘Lyoness’ y ‘Ottawa’ fueron los que obtuvieron la mejor puntuación.

En el ensayo de Cella (Teruel) para frito (Tabla 9-12), la media del ensayo, en producción comercial, ha sido de  $40.874 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tomando como índice de referencia 100 del testigo de la zona, ‘Agria’, solo el cultivar ‘Ottawa’ con un índice de 107 y  $56.143 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  resultó superior al testigo (Tabla 9).

En cuanto a la **calidad de frito**, en el primer control efectuado en diciembre las muestras obtuvieron una calidad de frito no demasiado buena, salvo ‘Lady Amarilla’ y ‘Lyoness’, ambos con una nota de 8 (Tabla 11). En el segundo análisis, realizado a finales del mes de febrero el cultivar que mejor calidad de frito obtuvo fue ‘Lady Amarilla’ en el almacén comercial y ‘Corsica’, ‘Hermes’, ‘NK-09-217’ y ‘NK-00-007’ en las cámaras de NEIKER. Por último, en la prueba realizada a finales de mayo, en el que algunos cultivares recuperan su capacidad de frito, ‘Lady Amarilla’, ‘658.06.2’ y ‘Agria’ fueron las que mejor se comportaron en el primer escenario y ‘Aurea’, ‘Corsica’, ‘Hermes’, ‘Lady Claire’ y ‘Lyoness’ en el la segunda ubicación. Los resultados de los tres análisis de cada cultivar en las distintas fechas se agrupan en un número de tres dígitos que permite visualizar la evolución de la calidad durante el almacenamiento.

## CONCLUSIONES

La preparación y realización de los ensayos del pasado año 2016 fue bastante complicada y por lo tanto los resultados no son del todo representativos, aunque nos muestran varios detalles interesantes.

En el ensayo de La Almunia la siembra, por diversas circunstancias, no se realizó en su fecha más adecuada, segunda quincena de febrero, por lo que los cultivares no desarrollaron del todo bien su ciclo, sobre todo los más tardíos. De ahí los resultados productivos tan bajos de las Agrias, así como su materia seca y calidad de frito.

Por otro lado, en el ensayo de frito tardío de Cella, la recolección se retrasó demasiado debido a las fuertes lluvias acaecidas en el mes de octubre, sufriendo ligeras heladas en el mes de noviembre antes de su recolección.

Con todo ello, de los resultados de este año destacamos algunos cultivares nuevos que podrían ser interesantes como ‘Ottawa’ o ‘658.06.2’, en frito y, ‘Montana’ y ‘Levantina’ en consumo, que seguiremos estudiando ya que solo es su primer año de evaluación.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las casas comerciales por el interés demostrado en estos trabajos suministrando la patata de siembra para los ensayos y proporcionando información sobre los nuevos cultivares.

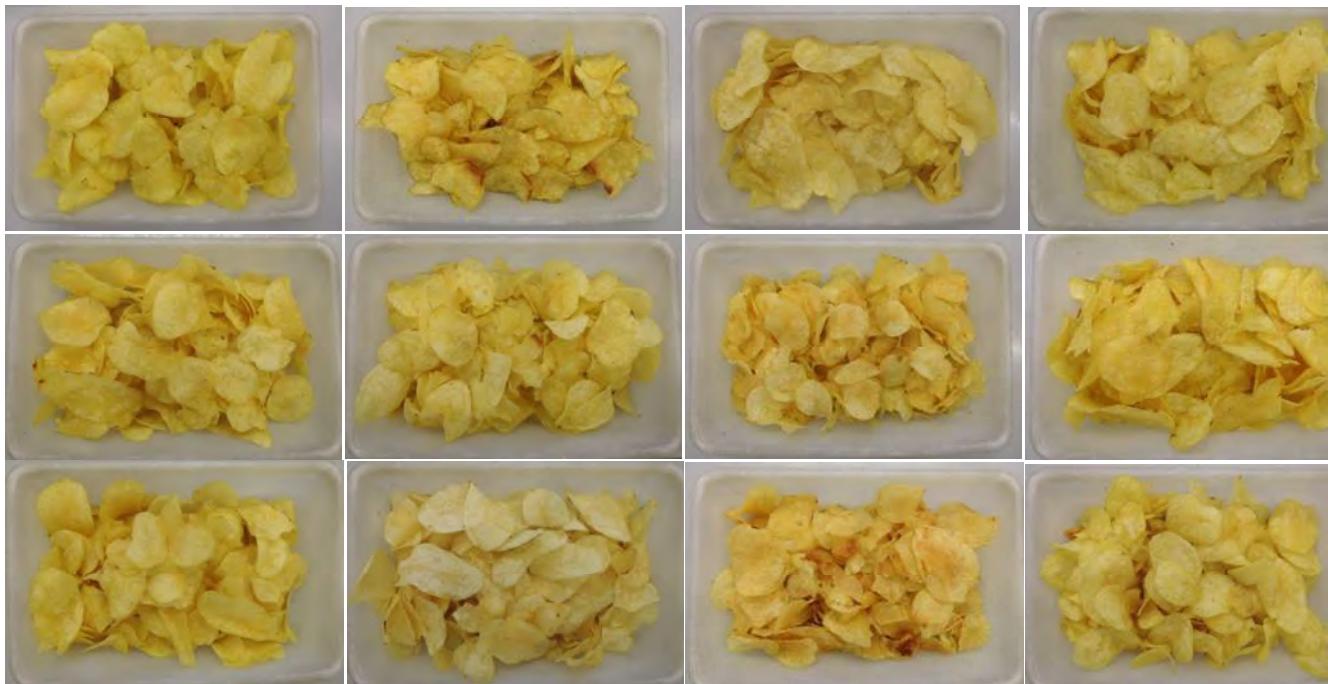
Igualmente, expresamos nuestro agradecimiento a NEIKER-Tecnalia, ultracongelados SAAR, Almacenes Bonel, Frit Ravich, y Patatas Gómez por su aportación a estos ensayos con los controles, pruebas y análisis de calidad de los cultivares ensayados.

## FOTOGRAFIAS

**Fotografía 1.** Vista general del ensayo de La Almunia.



**Fotografía 2.** Diferencias de frito en los cultivares estudiados en pruebas en industria de frito.



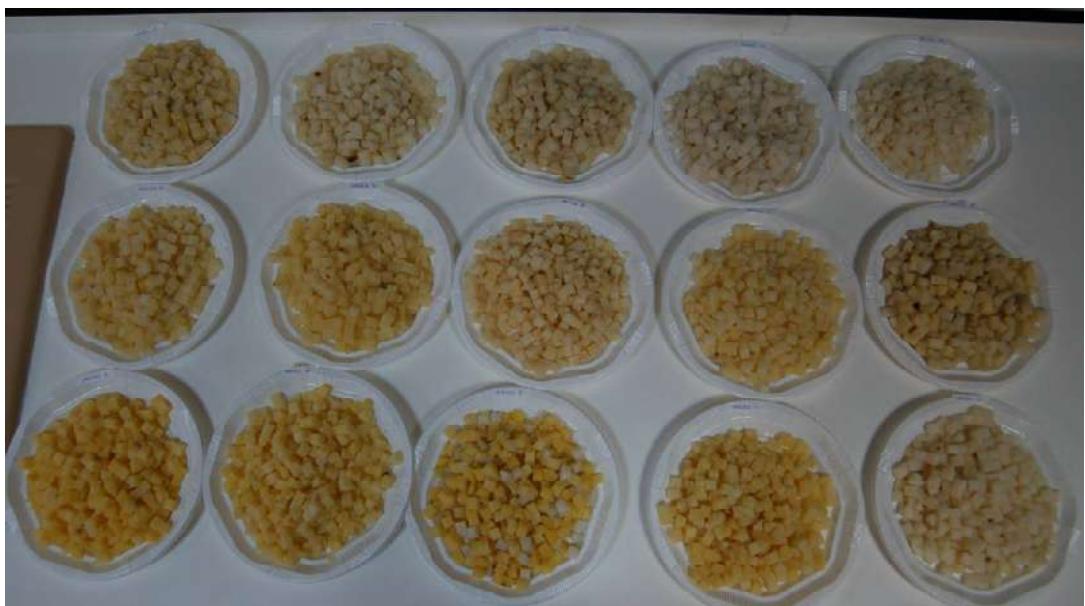
**Fotografía 3.** Cultivares estudiados en el ensayo de frito de La Almunia.



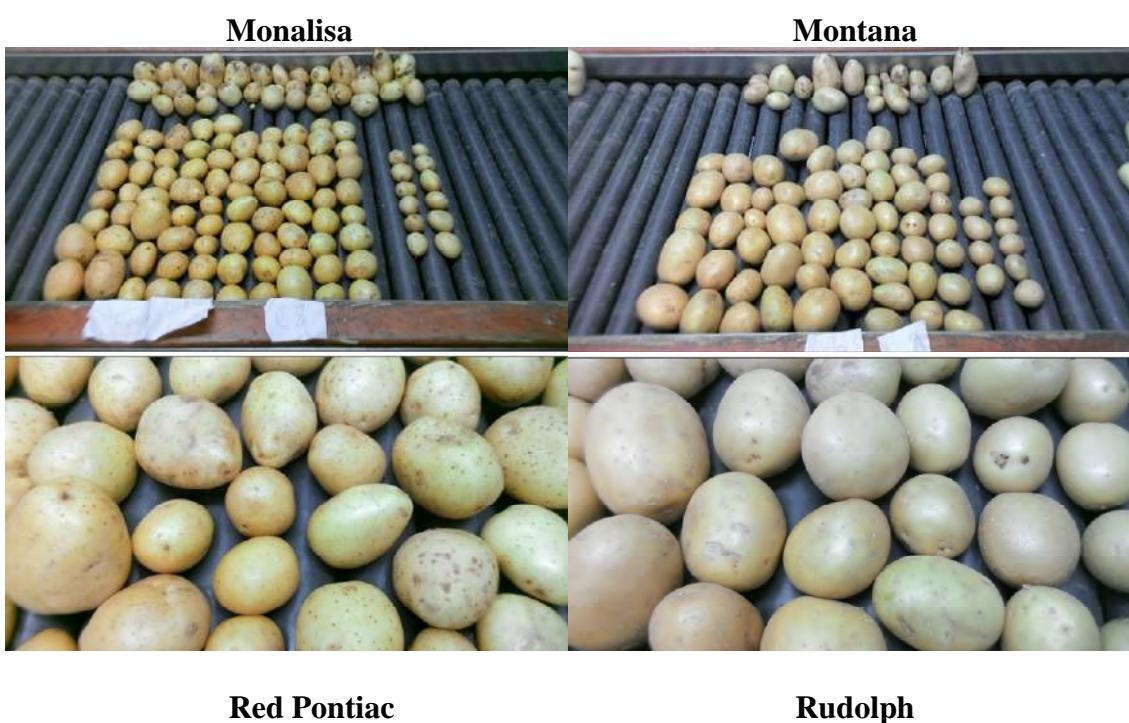
**Fotografía 4.** Diferencias de frito en los cultivares estudiados.



**Fotografía 5.** Diferencias entre cultivares industria congelado.



**Fotografía 6.** Pruebas de lavado en los cultivares de consumo estudiados.





## TABLAS

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

CULTIVAR	Prod. Comercial (kg./ha.)	% sobre testigo	Tub. /plant	Prod /planta	Peso med. Tuberc.
<b>RUDOLPH</b>	<b>65.168</b>	<b>104</b>	<b>8</b>	<b>1,380</b>	<b>184</b>
MONTANA	62.732	100	12	1,329	107
<b>RED PONTIAC</b>	<b>62.524</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>1,324</b>	<b>167</b>
LEVANTINA	61.671	99	10	1,306	130
MARFONA	59.206	95	5	1,254	244
AMBITION	58.464	94	8	1,238	163
CONSTANCE	58.013	93	9	1,229	140
NK00-006	56.638	91	9	1,200	130
MADELEINE	53.383	85	9	1,131	126
JAERLA	46.799	75	6	0,991	175
LAUDINE	45.080	72	9	0,955	109
NK00-51	43.368	69	10	0,919	93
<b>MONALISA</b>	<b>42.247</b>	<b>68</b>	<b>9</b>	<b>0,895</b>	<b>104</b>
ROSAGOLD	36.707	59	8	0,777	100
<b>PROMEDIO</b>	<b>53.714</b>	<b>86</b>	<b>8</b>	<b>1,122</b>	<b>141</b>

<sup>(1)</sup>Según muestra

**Tabla 2.** Datos de producción por calibres en porcentajes de peso. Cultivares para mercado fresco. Ensayo de La Almunia – Zaragoza.

CULTIVAR	40mm<>60mm	60 mm<>80 mm	>80 mm
AMBITION	31	63	6
CONSTANCE	41	55	4
JAERLA	22	61	18
LAUDINE	70	30	0
LEVANTINA	49	51	0
MADELEINE	48	47	5
MARFONA	9	66	25
<b>MONALISA</b>	<b>65</b>	<b>35</b>	<b>0</b>
MONTANA	67	33	0
NK00-006	85	15	0
NK00-51	91	9	0
<b>RED PONTIAC</b>	<b>31</b>	<b>54</b>	<b>16</b>
ROSAGOLD	77	21	1
<b>RUDOLPH</b>	<b>26</b>	<b>65</b>	<b>9</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>51</b>	<b>43</b>	<b>6</b>

**Tabla 3.** Características de los cultivares. Ensayo de La Almunia – Zaragoza.

CULTIVAR	MATERIA SECA (%)	ALMIDON (%)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )
AMBITION	18,56	11,48	1,068
CONSTANCE	17,80	10,69	1,064
JAERLA	18,52	11,44	1,068
LAUDINE	18,58	11,50	1,068
LEVANTINA	18,63	11,55	1,068
MADELEINE	17,77	10,67	1,064
MARFONA	15,60	8,43	1,054
<b>MONALISA</b>	<b>19,07</b>	<b>11,99</b>	<b>1,070</b>
MONTANA	15,93	8,77	1,055
NK00-006	16,89	9,76	1,060
NK00-51	19,58	12,52	1,073
<b>RED PONTIAC</b>	<b>17,64</b>	<b>10,53</b>	<b>1,063</b>
ROSAGOLD	20,70	13,67	1,078
<b>RUDOLPH</b>	<b>18,87</b>	<b>11,80</b>	<b>1,069</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>18,15</b>	<b>11,06</b>	<b>1,066</b>

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

CULTIVAR	VALORACION	APTITUD
AMBITION	CCA2A1A	No apto
CONSTANCE	CCA1A1B	No apto
JAERLA	BBA2A1B	Hervido
LAUDINE	ABB2A1B	Hervido
LEVANTINA	BBA1B1C	No apto
MADELEINE	BBA1A1A	No apto
MARFONA	BBB2A1A	Hervido
<b>MONALISA</b>	<b>BAA2A1A</b>	<b>Hervido</b>
MONTANA	ACA2C4A	No apto
NK00-006	CCC3A6A	No apto
NK00-51	BAA2A1A	Hervido
<b>RED PONTIAC</b>	<b>BBA1A1A</b>	<b>Hervido</b>
ROSAGOLD	BAB3C1B	No apto
<b>RUDOLPH</b>	<b>BBA2A1C</b>	<b>No apto</b>

**Tabla 5.** 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. Tuberc. <sup>(1)</sup>
OTTAWA	44.652	117	7	0,946	138
658.06.2	43.701	114	7	0,926	139
LADY AMARILLA	43.248	113	10	0,916	90
CORSICA	43.084	112	7	0,913	127
HONORATA	40.566	106	8	0,859	103
LYONESS	39.968	104	10	0,847	82
ALICANTE	39.551	103	6	0,838	130
AGRIA NAL	38.313	100	6	0,811	137
HERMES	37.375	98	6	0,792	129
BABYLON	31.942	83	4	0,677	185
<b>AGRIA imp</b>	<b>21.083</b>	<b>55</b>	<b>4</b>	<b>0,447</b>	<b>111</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>38.073</b>	<b>99</b>	<b>7</b>	<b>0,806</b>	<b>122</b>

<sup>(1)</sup>Según muestra

**Tabla 6.** Datos de producción por calibres en porcentajes de peso. Ensayo de La Almunia – Zaragoza.

CULTIVAR	40mm<>60mm	60 mm<>80 mm	>80 mm
658.06.2	34	66	0
<b>AGRIA imp</b>	<b>69</b>	<b>31</b>	<b>0</b>
AGRIA nal	56	40	4
ALICANTE	49	49	2
BABYLON	54	46	0
CORSICA	50	50	0
HERMES	59	41	0
LADY AMARILLA	82	18	0
LYONESS	94	6	0
HONORATA	69	29	2
OTTAWA	44	50	6
<b>PROMEDIO</b>	<b>60</b>	<b>38</b>	<b>1</b>

**Tabla 7.** Características de los cultivares. Ensayo de La Almunia – Zaragoza.

CULTIVAR	MATERIA SECA (%)	ALMIDON (%)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )
658.06.2	21,60	14,60	1,082
<b>AGRIA imp</b>	<b>17,11</b>	<b>9,98</b>	<b>1,061</b>
AGRIA nal	18,75	11,67	1,069
ALICANTE	25,60	18,71	1,101
BABYLON	21,17	14,16	1,080
CORSICA	21,15	14,13	1,080
HERMES	24,23	17,29	1,095
LADY AMARILLA	21,93	14,94	1,084
LYONESS	23,54	16,59	1,091
HONORATA	23,95	17,01	1,093
OTTAWA	20,87	13,85	1,079
<b>PROMEDIO</b>	<b>18,15</b>	<b>11,06</b>	<b>1,066</b>

**Tabla 8.** Valoración del color de los chips.  
Cultivares del ensayo de La Almunia – Zaragoza.

CULTIVAR	VALORACION FRITO
658.06.2	7
<b>AGRIA imp</b>	4
AGRIA nal	6
ALICANTE	7
BABYLON	5
CORSICA	8
HERMES	9
LADY AMARILLA	8
LYONESS	9
HONORATA	6
OTTAWA	9

**Tabla 9.** Datos de producción. Cultivares para industria de frito. Ensayo de Cella – Teruel.

CULTIVAR	Prod. Comercial (kg./ha.)	% sobre testigo	% destrío	Tub. /plant	Prod /planta	Peso med. Tuberc. <sup>(1)</sup>
OTTAWA	56.143	107	4	4	1,189	289
<b>AGRIA imp</b>	<b>52.468</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1,111</b>	<b>249</b>
658.06.2	49.799	95	5	4	1,008	226
ALICANTE	44.141	84	6	5	0,935	193
HERMES	43.919	84	5	4	0,930	214
AUREA	41.886	80	7	7	0,887	130
NK-09-217	39.435	75	4	4	0,835	205
NK-00-007	39.089	75	5	5	0,828	159
LYONESS	36.968	70	19	7	0,783	108
LADY AMARILLA	32.064	61	9	4	0,679	185
LADY CLAIRE	30.890	59	18	5	0,654	126
CORSICA	23.682	45	21	4	0,502	127
<b>PROMEDIO</b>	<b>40.874</b>	<b>78</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0,862</b>	<b>184</b>

<sup>(1)</sup>Según muestra

**Tabla 10.** Datos de producción por calibres en porcentajes de peso. Ensayo de Cella – Teruel.

CULTIVAR	40mm<>60mm	60 mm<>80 mm	>80 mm
658.06.2	19	59	23
<b>AGRIA imp</b>	<b>18</b>	<b>58</b>	<b>24</b>
ALICANTE	28	69	2
AUREA	51	45	4
CORSICA	57	43	0
HERMES	30	66	4
LADY AMARILLA	39	59	2
LADY CLAIRE	67	31	2
LYONESS	77	23	0
NK-09-217	35	61	4
NK-00-007	56	44	0
OTTAWA	11	65	24
<b>PROMEDIO</b>	<b>41</b>	<b>52</b>	<b>7</b>

**Tabla 11.** Valoración del color de los chips; influencia del tiempo de almacenamiento y de las condiciones del mismo. Cultivares del ensayo de Cella.

CULTIVAR	VARIACION DE PESO (%) <sup>(1)</sup>		VARIACION DE PESO TRAS FRITO (%) <sup>(2)</sup>				VALORACION FRITO <sup>(3)</sup>					
	a 23/02	a 29/05	13-dic	23-feb	29-may	MEDIA	13/12	23/02	29/05	-	23/02	15/05
658.06.2	5,56	7,78	32	36	35	35	7	7	8		4	7
<b>AGRIA imp</b>	3,23	6,17	31	33	33	32	7	7	8		6	7
ALICANTE	3,80	6,23	33	36	35	35	6	6	7		5	6
AUREA	3,88	6,10	28	35	35	33	5	6	6		6	8
CORSICA	4,41	8,72	30	30	32	30	6	7	6		8	8
HERMES	1,93	4,16	30	36	35	34	7	6	6		8	8
LADY AMARILLA	3,90	5,91	24	30	33	29	8	8	9		7	7
LADY CLAIRE	3,71	8,32	32	33	33	33	7	7	6		7	8
LYONESS	3,33	6,56	34	36	36	35	8	7	6		7	8
NK-09-217	5,25	8,24	29	31	29	30	6	4	4		8	7
NK-00-007	3,46	5,72	31	33	35	33	5	4	4		8	7
OTTAWA	3,11	5,46	33	35	34	34	6	6	5		7	7

<sup>(1)</sup> Desde recolección a la fecha marcada. <sup>(2)</sup>Peso después de frito. <sup>(3)</sup>Color de los chips. Influencia del almacenamiento.

**Tabla 12.** Características de los cultivares. Ensayo de Cella – Teruel.

CULTIVAR	MATERIA SECA (%)	ALMIDON (%)	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )
658.06.2	22,58	15,61	1,09
<b>AGRIA imp</b>	20,44	13,41	1,08
ALICANTE	21,81	14,81	1,08
AUREA	23,10	16,14	1,09
CORSICA	20,94	13,92	1,08
HERMES	22,81	15,84	1,09
LADY AMARILLA	20,47	13,44	1,08
LADY CLAIRE	20,47	13,43	1,08
LYONESS	23,15	16,19	1,09
NK-09-217	18,71	11,63	1,07
NK-00-007	19,76	12,71	1,07
OTTAWA	20,82	13,80	1,08
<b>PROMEDIO</b>	<b>21,25</b>	<b>14,24</b>	<b>1,08</b>

## **EL MERCADO DEL PIMIENTO SNACK. OPINIONES Y PREFERENCIAS DE LAS COMERCIALIZADORAS.**

González, A.<sup>1</sup>; Sayadi, S.<sup>2</sup>; García, M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), Área de Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria, Centro La Mojonería, Camino San Nicolás, nº1, 04745 La Mojonería, Almería.

<sup>2</sup> Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), Área de Economía de la Cadena Alimentaria, Centro Camino del Purchil, Camino del Purchil s/n, 18004, Granada.

### **RESUMEN**

La diversificación es una de las principales herramientas con las que cuenta la horticultura protegida en Almería para mantenerse competitiva y es una excelente oportunidad de posicionamiento de los productos en un mercado cada vez más dinámico y exigente.

En los últimos años el cultivo de hortalizas mini, entre ellas el pimiento, se ha mostrado como una alternativa de diversificación de la producción y cuenta con un potencial nicho de mercado como *snacks* para el consumo de hortalizas frescas.

El esfuerzo que ha realizado el sector productivo introduciendo este tipo de cultivos hay que trasladarlo al consumidor para que valore el producto y así poder rentabilizarlo. En este sentido, es de gran interés determinar la actitud y opinión de los diferentes agentes implicados en la cadena de valor para satisfacer sus demandas y obtener el mayor valor añadido al producto. En este contexto, este estudio pretende analizar las actitudes y opiniones de las comercializadoras sobre el pimiento snack, y determinar sus preferencias en relación a unos atributos y características representativos de dicho pimiento tales como tamaño, precio, sabor, aroma, tipo de envase, y la combinación con otras hortalizas snack. La información manejada en este estudio proviene de una encuesta realizada en 2015 a unas 31 comercializadoras.

De los resultados obtenidos cabe destacar que un porcentaje considerable de las comercializadoras entrevistadas no conocían el pimiento snack, aunque casi todas coinciden que es una oportunidad interesante de mercado. Los atributos que juegan un papel más importante para los encuestados en la decisión de compra de este tipo de pimientos son, por este orden, precio, presentación, color, sabor y tamaño. Además, prefieren los frutos con pedúnculo, de tamaño intermedio y tricolor, siendo la combinación con tomate cherry y pepino snack la más interesante para comercializar.

En cuanto al precio, creen que el consumidor debería pagar como máximo 2 € por un envase de 200 g.

Los resultados anteriores son interesantes para diseñar estrategias de marketing para satisfacer las demandas de las comercializadoras hacia el pimiento snack y posicionar mejor el producto en el mercado.

**Palabras clave:** *Diversificación; atributos de valor; comercializadoras; hortalizas mini; pimiento snack.*

## INTRODUCCION

La diversificación es una de las principales herramientas con las que cuenta la horticultura protegida en Almería para mantenerse competitiva y es una excelente oportunidad de posicionamiento de los productos en un mercado cada vez más dinámico y exigente.

En los últimos años el cultivo de hortalizas mini, entre ellas el pimiento, se ha mostrado como una alternativa de diversificación de la producción y cuenta con un potencial nicho de mercado como *snacks* para el consumo de hortalizas frescas (Sayadi, 2014; Salas et al., 2014).

Desde el principio de esta década en el IFAPA estamos trabajando con hortalizas mini en varios aspectos: realizando ensayos de variedades en campo, de conservación en postrecolección y transporte y de evaluación de la calidad tanto objetiva midiendo en laboratorio parámetros físico-químicos, como subjetiva valorando aspectos sensoriales y organolépticos mediante paneles de catas con grupos de consumidores diversos.

En este contexto, el esfuerzo que ha realizado el sector productivo introduciendo este tipo de cultivos hay que trasladarlo al consumidor para que valore el producto y así poder rentabilizarlo. Para ello, es imprescindible la participación directa del sector comercializador. En este sentido, es de gran interés determinar la actitud y opinión de los diferentes agentes implicados en la cadena de valor para satisfacer sus demandas y obtener el mayor valor añadido al producto.

Este estudio pretende analizar las actitudes y opiniones de las comercializadoras sobre el pimiento snack, mediante el diseño y la realización de una encuesta, que permita determinar sus preferencias en relación a unos atributos y características representativos de dicho pimiento tales como tamaño, precio, sabor, aroma, tipo de envase, y la combinación con otras hortalizas snack y, por tanto, los factores más influyentes en la decisión de compra.

## MATERIAL Y METODOS

La información manejada en este estudio proviene de una encuesta realizada entre octubre y noviembre de 2015, a 31 empresas del sector de la comercialización hortícola (intermediarios en origen) ubicadas en la zona de cultivos protegidos de la provincia de Almería y la Costa de Granada. Las encuestas han sido realizadas a comerciales, responsables de calidad o gerentes y administradores de estas empresas.

La encuesta consta de 19 preguntas, en su mayoría con respuesta múltiple, estructuradas en 3 bloques:

- I.** Opiniones y actitudes de los encuestados sobre el pimiento snack. Este bloque incluye preguntas relativas al conocimiento e interés del producto para comercializarlo a través de su empresa y las preferencias en cuanto a la presentación.
- II.** Preferencias de las empresas por los pimientos snack. Este bloque incluye un ejercicio de análisis conjunto con el fin de determinar la estructura de preferencias de las comercializadoras hacia atributos determinantes de la decisión de compra del pimiento snack, estimando tanto su importancia relativa (%) como la utilidad parcial de sus respectivos niveles. Para más detalle respecto al diseño experimental del método y sus resultados, el lector interesado puede ver el trabajo de Sayadi, 2014).
- III.** Características de las empresas encuestadas en cuanto al ámbito geográfico, especies comercializadas y volumen de producto comercializado. Se incluyeron

también preguntas relativas a la edad, género y puesto que ocupa en la empresa la persona encuestada.

En este trabajo se comentan los principales resultados relativos al Bloque I y III.

Para elaborar el cuestionario, además del conocimiento de los propios investigadores implicados en el proyecto, se han realizado tres entrevistas informales con responsables de empresas para identificar los atributos más determinantes de la decisión de compra del Pimiento snack y recoger sus opiniones y actitudes al respecto. Para la estructuración final de la encuesta, se ha realizado un test piloto a cinco empresas para cerrar las preguntas abiertas, garantizar el máximo entendimiento de las preguntas formuladas y minimizar el sesgo en las respuestas.

Asimismo, al no disponer físicamente de todas las combinaciones posibles de los pimientos snack estudiados en cuanto a presentación y atributos en el momento de realizar cada una de las encuestas, y con el fin de que todas las personas encuestadas dispusieran de la misma información, varias de las preguntas del cuestionario se han ilustrado con unas fichas, elaboradas con tal fin, que contienen imágenes e información explicativa de los atributos tratados en cada caso (ver un ejemplo en la Figura 1).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de las empresas entrevistadas (87%) dedican totalmente o una parte importante de sus productos a la exportación y tan sólo el 13% operan exclusivamente en el mercado nacional. Los volúmenes de negocio van de menos de 10.000 T a más de 100.000 T, incluyendo así distintos tamaños de empresas que operan en el mercado. Las personas encuestadas trabajan en el área comercial en un 42%, en el área de gestión un 35% y el área de calidad un 23%, intentando recoger la opinión de un amplio abanico de perfil de trabajadores con capacidad de decisión en estas empresas. Por último, destacar que el 23% de los entrevistados son mujeres y el 26% tienen edades mayores de 50 años.

De los resultados obtenidos, cabe destacar que el 94% de las comercializadoras entrevistadas conocían el pimiento snack y la mitad de ellos coinciden en que es una oportunidad de mercado muy o bastante interesante para sus empresas. Dicho conocimiento era bastante menor (57%) hace menos de tres años (Sayadi, 2014), por lo que se puede deducir el esfuerzo realizado por parte de la oferta en dar a conocer este producto en el mercado.

Los factores que juegan un papel más importante en la decisión de compra de este tipo de pimientos son, por este orden, precio, presentación, color, sabor, tamaño, y en menor medida, la información contenida en el envase relativa a la funcionalidad del alimento, el método de producción, la zona de origen, sugerencias de elaboración para el consumo y el contenido en semillas (Figura 2).

Además, la mayoría de las comercializadoras prefieren los frutos con pedúnculo (81%) y de tamaño intermedio o grande (entre 7 a 10 cm) en el 77% de los casos.

En cuanto a las alternativas de color, el formato tricolor (rojo, amarillo y naranja) es el preferido en el 69% de los casos, presentado de forma definida en el envase frente a la presentación aleatoria (Figura 3), seguido por la presentación bicolor (12%) y por último la monocolor (19%), siendo el monocolor amarillo el menos valorado.

Respecto a la combinación del pimiento snack con otras hortalizas para consumo en fresco, la presentación con tomate cherry y pepino snack se considera por el 51% de las empresas la alternativa más interesante para comercializar. Las combinaciones sólo con tomate o sólo con pepino son, sin embargo, menos valoradas.

En cuanto al tipo de envase que consideran más interesante, las comercializadoras optan claramente por el plástico rígido, estando igualado prácticamente el tipo vaso (48%) y el rectangular (45%) y, en mucha menor medida, por del tipo triangular (7%).

Asimismo, se ha preguntado a las comercializadoras sobre su opinión respecto al precio máximo que debería pagar el consumidor por un envase de 200 g, afirmando la mitad un precio entre 1 y 2 € y la quinta parte entre 2,5 y 3 €.

Otra información aportada por los encuestados hace referencia a la importancia de la información adicional que debería incluir el envase al tratarse de un producto novedoso y poco conocido. En este sentido, recomiendan que debería aparecer información que haga referencia a un producto dulce o extradulce para distinguirlo de otros pimientos parecidos pero picantes; que es un alimento funcional que contiene antioxidantes y carotenos; que es apto para consumir en crudo y que no es transgénico ya que sus especiales características pueden inducir a pensar que se trata de un producto modificado genéticamente.

## CONCLUSIONES

El 94% de los encuestados conocen el Pimiento Snack y el 50% de ellos consideran que es muy o bastante interesante para comercializar en su empresa. Estos resultados son coherentes con el hecho de que las empresas encuestadas centran su actividad comercializadora en la exportación de hortalizas, donde el pimiento tipo snack tiene un mayor nicho de mercado, y sólo un 13% de ellas operan en el mercado nacional.

Los factores más determinantes de la decisión de compra de este tipo de pimiento son el precio, presentación y color. El perfil del pimiento snack preferido por las empresas comercializadoras es con pedúnculo, tricolor, de tamaño grande para este tipo de pimiento (7-10 cm). El formato tricolor en envase de plástico rígido tipo vaso/copa es el más demandado, siendo la combinación preferida con tomate cherry y pepino snack.

El 79% de los encuestados cree que el consumidor debería pagar un precio máximo de 2 € por un paquete de 200 gramos.

Los resultados anteriores son de gran interés para diseñar estrategias de marketing que satisfagan las demandas de las comercializadoras hacia el pimiento snack y posicionar mejor el producto en el mercado.

En base a las conclusiones obtenidas, sería oportuno ampliar el estudio a otros agentes de la cadena de valor hortícola y estudiar con mayor profundidad la opinión del consumidor final para identificar su nivel de conocimiento, disposición a comprar y pagar por estos tipos de pimientos y, por consiguiente, segmentar dicha demanda en función de sus preferencias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- SAYADI, S. Los pimientos snack en nuestros mercados: opiniones y referencias de las comercializadoras. 2014. XI Seminario Técnico Agronómico Retos de Producción y comercialización de pimientos snack. Fundación Cajamar.
- SALAS, C.; GARCIA, MC.; GONZALEZ, A.; FONT, R.; DEL RIO, M.; VALENZUELA, JL.; GOMEZ, P. 2014. Norma de Calidad para pimiento snack. XII Jornadas del grupo de horticultura de la SECH: 119-124.

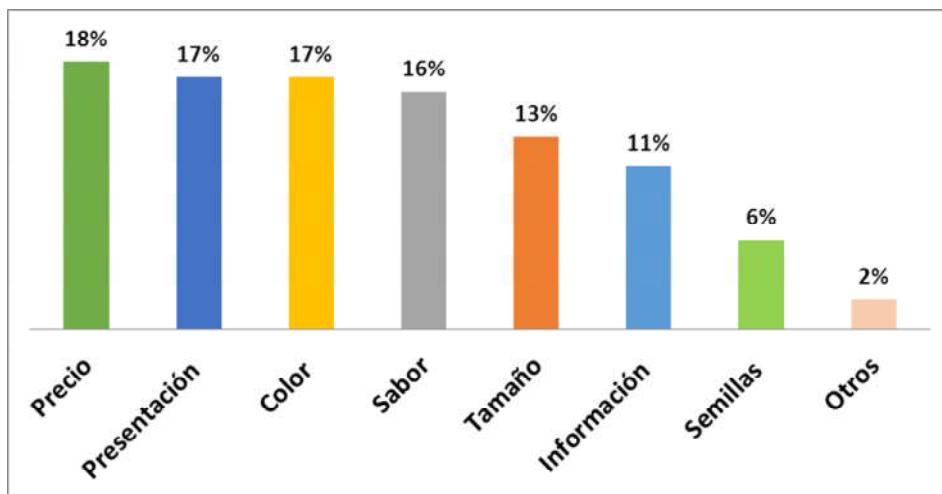
## AGRADECIMIENTOS

Los autores querían agradecer la financiación recibida del proyecto Transforma del IFAPA “Desarrollo Sostenible en cultivos hortícolas protegidos” (PP.TRA.TRA.2013.011), Fondos FEDER.

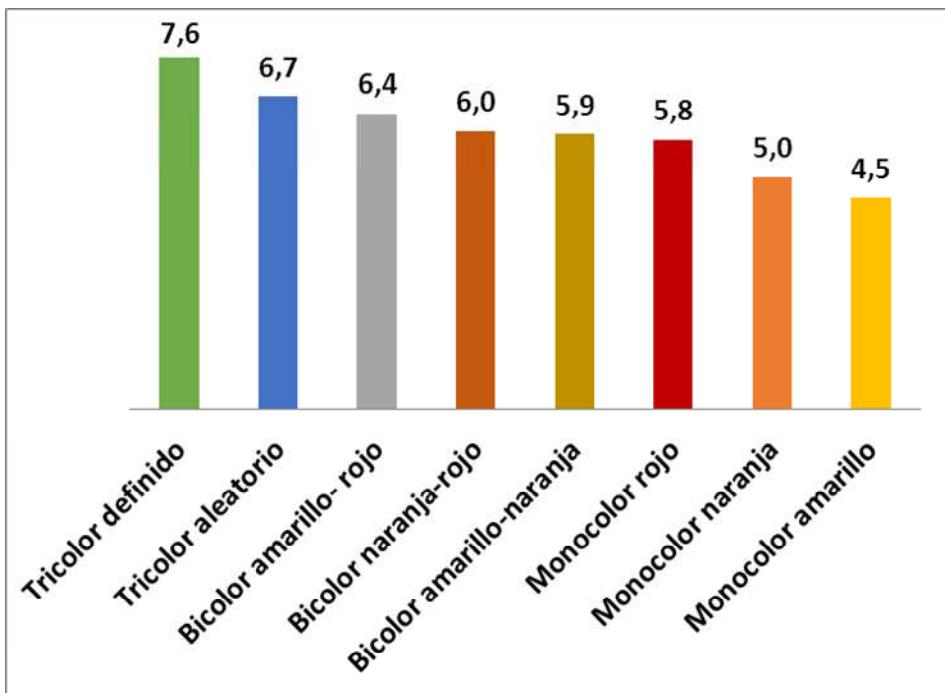
## FIGURAS



**Figura 1:** Ejemplo de ficha ilustrativa de las preguntas del cuestionario (tipo de envases).



**Figura 2:** Factores más determinantes de la decisión de compra del pimiento snack por las comercializadoras.



**Figura 3:** Preferencias medias de las comercializadoras en cuanto a alternativas de color y formato del pimiento snack (valoración escalar de 1 a 9).

# **EL USO DE PORTA-INJERTOS EN CULTIVARES DE PIMIENTO EN INVERNADERO COMO ATENUANTE AL ESTRÉS SALINO**

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

Departamento de Hortofruticultura, IMIDA, La Alberca, Murcia.

\*amparo.galvez@carm.es

## **RESUMEN**

El estrés salino es, dentro de los clasificados como abióticos, uno de los de mayor incidencia en los cultivos de regiones áridas y semiáridas, siendo una de las principales irregularidades medioambientales que limita su crecimiento y reduce su productividad. Entre las especies vegetales que se cultivan en el área mediterránea, el pimiento ocupa un lugar primordial y se considera como sensible a la salinidad. El estrés salino altera su desarrollo al perturbar la evolución y la fisiología de sus órganos, perjudicando a su respuesta productiva, y siendo estos daños diferentes según en la fase de crecimiento en la que se encuentre el cultivo.

El uso de plantas injertadas, es una de las estrategias que pueden amortiguar el impacto de la salinidad y es una práctica agronómica común en otras hortalizas como tomate y melón. El objetivo de este trabajo fue estudiar el uso de distintos porta-injertos en un cultivar comercial de pimiento como medida paliativa al estrés producido por exceso de sales.

El ensayo se llevó a cabo en invernadero, cultivando las plantas en contenedores de 10 L de capacidad, sobre una mezcla de sustrato hortícola, arena y vermiculita. La variedad comercial utilizada fue ‘Gacela’, que fue injertada sobre los porta-injertos ‘Atlante’, ‘Creonte’ y ‘Terrano’, y sus conductas fueron comparadas con las de la variedad injertada sobre sí misma y sin injertar. Los efectos provocados fueron evaluados sobre parámetros vegetativos, fotosíntesis y de producción.

Los resultados obtenidos indicaron que el estrés salino afectó a los rendimientos de todas las combinaciones de porta-injertos, ocurriendo en menor grado con ‘Creonte’ y ‘Atlante’, con unos porcentajes del 44,5 y 43,7 % respectivamente, y encontrando que esta disminución se elevaba al 54,1 y 60 %, en los casos del auto injerto de la variedad y de ésta sin injertar.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum, salinidad, rendimiento, injerto.*

## **INTRODUCCION**

El aumento de la salinidad y la degradación del suelo, junto con el agotamiento de los acuíferos, reducen la producción alcanzable, poniendo en riesgo la capacidad de los agricultores para satisfacer las brechas de producción y mejorar la seguridad alimentaria. Asegurar una producción adecuada de alimentos, es por tanto un tema importante en el contexto de una población humana cada vez mayor. Las zonas cultivables que presentan problemas de salinidad, se están incrementando debido al uso de aguas de mala calidad y al cambio climático. El término “salinidad” implica alta concentración de sales en el suelo y/o el agua, y el NaCl constituye la parte predominante de esta salinidad. El estrés salino es uno de los más importantes estreses abióticos en regiones áridas y semiáridas (Ashraf and Harris, 2004) y tiene el mayor impacto en la reducción de superficie de tierra cultivada. Es también uno de los principales factores medioambientales que limita el crecimiento de las plantas y la productividad de los cultivos (Demir y Mavi, 2008; Tuna *et al.*, 2008).

El uso de plantas injertadas, es una de las múltiples estrategias que pueden amortiguar el impacto de la salinidad (Colla *et al.*, 2010). De entre los cultivos vegetales que crecen en el área mediterránea, el pimiento es uno de los más importantes y se considera como sensible a la salinidad (Kurunc *et al.*, 2011), aunque algunos autores consideran, que solo es sensible en ciertas etapas de crecimiento (Bethke and Drew, 1992; De Pascale *et al.*, 2003) o su respuesta depende del cultivar (Niu *et al.*, 2010). En plantas de pimiento, el estrés salino altera el crecimiento al afectar a una gama de atributos morfológicos, fisiológicos y de rendimiento. Los efectos negativos de la salinidad en la producción, se han descrito principalmente como resultado de un incremento de sal en las hojas, lo que puede conducir a toxicidad por la acumulación de sales y a una reducción total de la fotosíntesis, lo que modifica el balance de carbono requerido para mantener el crecimiento (Piñero *et al.*, 2014).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el uso de distintos porta-injertos en un cultivar comercial de pimiento como medida paliativa al estrés producido por sales.

## MATERIAL Y METODOS

Se evaluó el efecto de una solución salina en plantas de la variedad ‘Gacela’ F1 (Syngenta Seeds, Holanda) injertadas sobre tres porta-injertos comerciales: ‘Atlante’ (Ramiro Arnedo, España), ‘Creonte’ (De Ruiter Seeds, Holanda), y ‘Terrano’ (Syngenta Seeds, Holanda) y sobre sí mismas. Plantas de ‘Gacela’ sin injertar e injertadas sobre los mismos porta-injertos, se usaron como control. Las plántulas se trasplantaron individualmente el 22 de diciembre de 2015 a macetas de 10 L que contenían una mezcla de 50% arena, 30% de sustrato hortícola y 20% de vermiculita.

El tratamiento de salinidad se inició el 14 de marzo añadiendo NaCl (35 Mm) a la solución de riego para llegar a una CE de  $5,5 \text{ mS.cm}^{-1}$ . La CE de la solución fertilizante en el tratamiento control fue de  $1,8 \text{ mS.cm}^{-1}$ . El riego por goteo se suministró basado en estimaciones de la evapotranspiración del cultivo semanal (ETC). La solución salina se dejó drenar libremente en las macetas y el drenaje osciló entre el 10% y el 20%, dependiendo de la radiación solar. El ciclo de cultivo finalizó el 25 de julio de 2016.

Al final del ciclo de cultivo (202 DDT), 15 plantas de cada tratamiento se usaron para medir diferentes parámetros vegetativos: altura de la planta y biomasa aérea.

Se analizó el intercambio de gases en hojas totalmente desarrolladas a los 142 DDT (días después del trasplante), de 9:00-11:00 am (GMT). La tasa fotosintética ( $A_{\max}$ ,  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ ) y transpiración ( $E$ ,  $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$ ) se midieron en condiciones constantes de saturación de luz ( $800 \text{ mmol /m}^2\text{s}$ ) y  $400 \text{ ppm}$  de  $\text{CO}_2$  con un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Las relaciones hídricas determinadas fueron el potencial hídrico ( $\Psi_h$ ), el cual se determinó con una cámara de presión (cámara Scholander), y el potencial osmótico ( $\Psi_o$ ), el cual se determinó con un osmómetro Vapro Pressure Osmometer 5520 (Wescor Inc., Logan, Utah, USA). La producción total fue controlada en seis recolecciones.

Plantas injertadas y sin injertar crecieron en una unidad modular de invernadero. El diseño experimental fue en bloques al azar. Cada tratamiento (material vegetal) fue de tres bloques, con 8 plantas cada uno. El programa estadístico utilizado fue Statgraphics, calculando las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de  $P \leq 0'05$  de acuerdo al test LSD.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La longitud de la planta se ha visto afectada por la salinidad en plantas no injertadas en un 32,4 % (Figura 1), sin embargo esta reducción en plantas injertadas es alrededor de un 17%, lo que ocurre tanto en plantas injertadas sobre los distintos patrones

como aquellas injertadas sobre sí mismas, ‘Gacela’/‘Gacela’. El número de hojas también disminuye en las plantas con estrés salino, siendo de un 63,7 %, en las no injertadas, y menor en las injertadas. Sin embargo la biomasa aérea aumenta en las plantas con sales, posiblemente promovido por una mayor lignificación en las estructuras de la planta (Figura 2).

Por lo que respecta a las relaciones hídricas e intercambio gaseoso (Figura 3), se pudo observar que las plantas no injertadas presentan valores de potencial hídrico foliar ( $\Psi_h$ ) más altos que las injertadas, y que los valores más bajos se daban en la variedad injertada, sobre ‘Atlante’ y ‘Terrano’, tanto en condiciones de estrés o no.

Se constató la disminución de la fotosíntesis bajo condiciones de estrés salino, siendo una de las alteraciones fisiológicas más observadas (Colla *et al.*, 2010), debida principalmente a una limitación estomática. La actividad fotosintética presentó valores más altos en plantas injertadas con ‘Creonte’, observándose en todas las plantas injertadas tasa fotosintética más alta que en las no injertadas, en las dos condiciones NS y S (Figura 4).

Con respecto a la producción (Figura 5), el rendimiento de las plantas en condiciones salinas se ve afectado, con menor producción, descendiendo en un 60 % en las plantas no injertadas; sin embargo en las plantas injertadas esta reducción fue menor, destacando las plantas realizadas sobre ‘Creonte’ y ‘Atlante’, en las que la producción disminuyó en un 44 % y 45 %, respectivamente. Esta menor reducción en la producción, podría estar relacionada con la capacidad de regulación del patrón en el transporte del  $\text{Cl}^-$  hacia los órganos sumidero de los frutos. Similares resultados se han constatado para plantas injertadas de tomate (Estañ *et al.*, 2005) y de pimiento (Calatayud *et al.*, 2011).

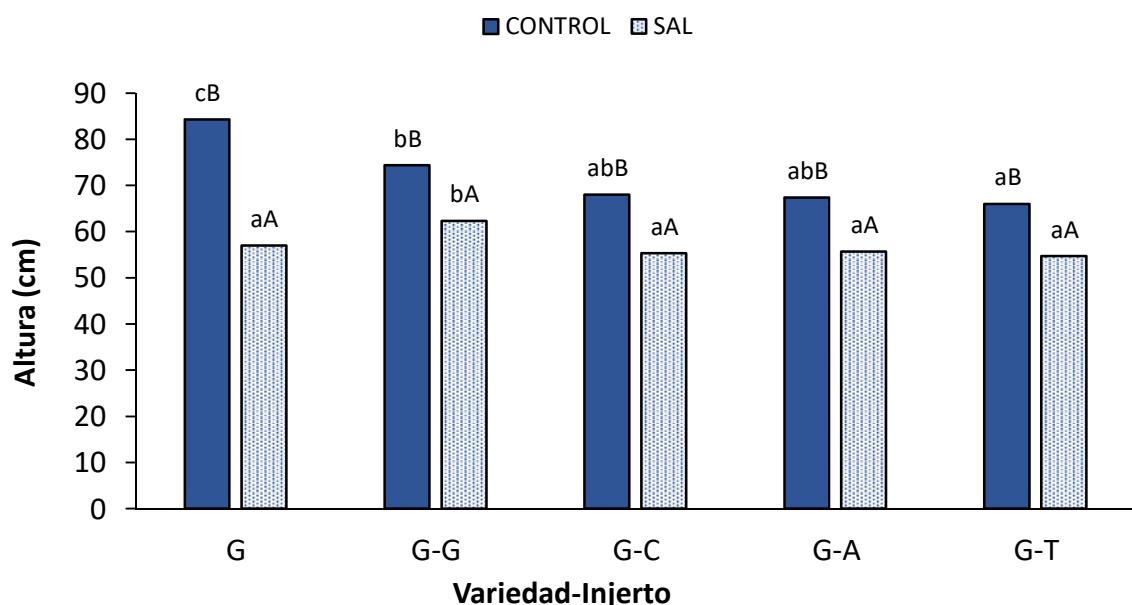
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAF M. AND HARRIS P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* 166:3-16.
- BETHKE, P. C. AND DREW, M. C. 1992. Stomatal and non stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. *Plant Physiol.* 99: 219–226.
- CALATAYUD, A., MARSAL, J.I., LOPEZ-GALARZA, S., SAN BAUTISTAS, A., NEBAUER, S.G. 2011. Efecto del injerto sobre la respuesta a la salinidad de pimiento. *Actas de Horticultura*. 58:139-143.
- COLLA, G., ROUPHAEL, Y., LEONARDI, C. AND BIE, Z. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Sci. Hort.* 127: 147-155.
- DE PASCALE, E., RUGGIERO, C., BARBIERI, G., AND MAGGIO, A. 2003. Physiological responses of pepper to salinity and drought. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128: 48–54.
- DEMIR, I. AND MAVI, K. 2008. Effect of salt and osmotic stresses on the germination of pepper seeds of different maturation stages. *Brazilian Arch. Biol. Technol.* 51: 897–902.
- ESTAÑ, M.T., MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, M.M., PEREZ-ALFOCEA, F., FLOWERS, T.J. AND BOLARIN, M.C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. Exp. Bot.* 56: 703-712.
- KURUNC, A., UNLUKARA, A., CEMEK, B. 2011. Salinity and drought affect yield response of bell pepper similarly. *Acta Agric. Scand. Sect., B: Soil Plant. Sci.* 61: 514–522.
- NIU, G., RODRIGUEZ, D. S., CROSBY, K., LESKOVAR, D. Y JIFON, J. 2010. Rapid screening for relative salt tolerance among Chile pepper genotypes. *HortSci.*, 45: 1192-1195.

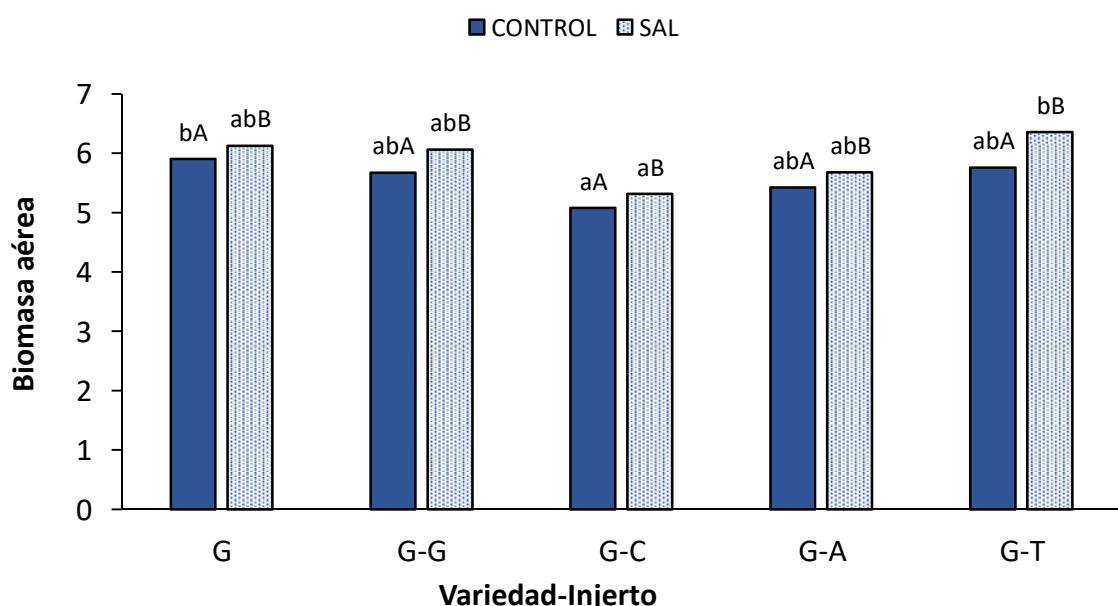
PIÑERO, M.C., HOUDUSSE, F., GARCÍA-MINA, J.M., GARNICA, M., DEL AMOR, F.M. 2014. Regulation of hormonal responses of sweet pepper as affected by salinity and elevated CO<sub>2</sub> concentration. *Physiol. Plant.* 151: 375–389.

TUNA, A.L., KAYA, C., HIGGS, D., MURILLO-AMADOR, B., AYDEMIR, S. AND GIRGIN, A.R. 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. *Environ. Exp. Bot.* 62:10–16.

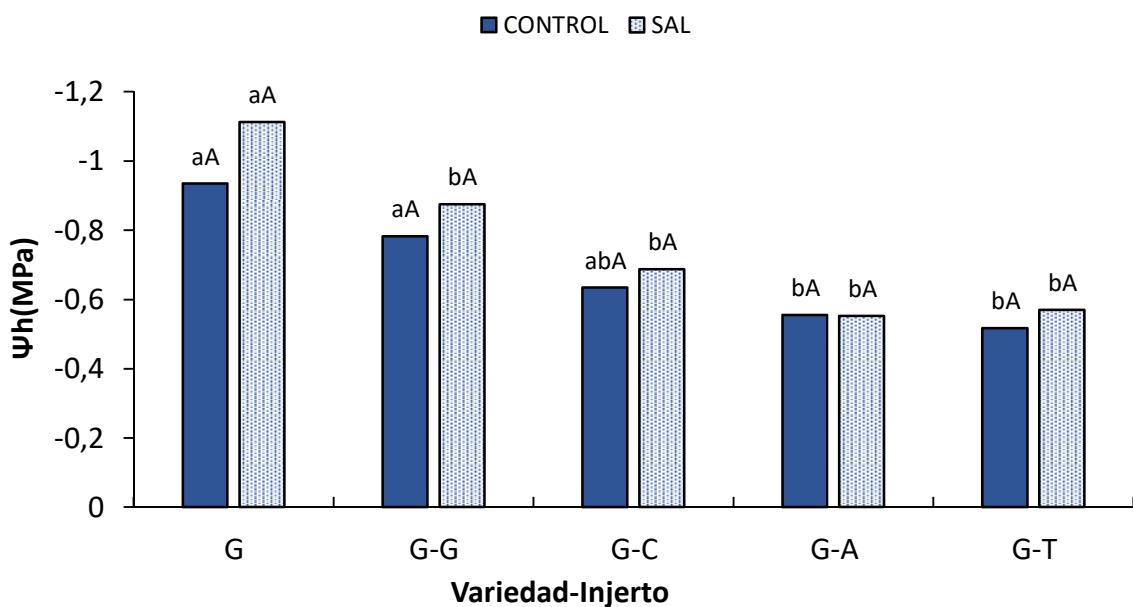
## FIGURAS



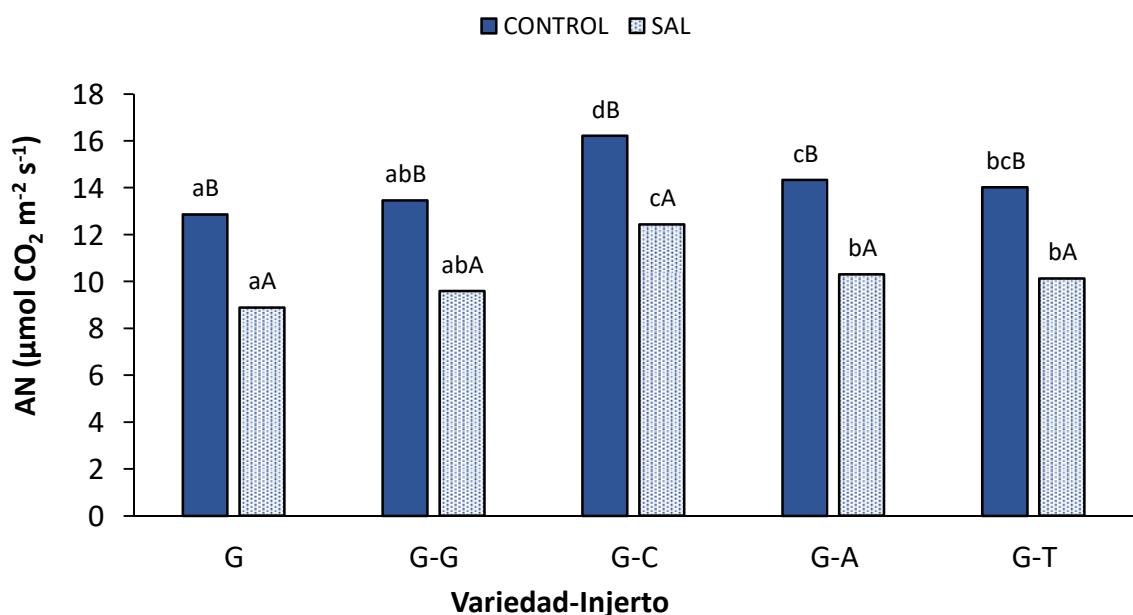
**Figura 1.** Altura de la planta en las distintas combinaciones variedad-injerto bajo condiciones de estrés y no estrés salino.



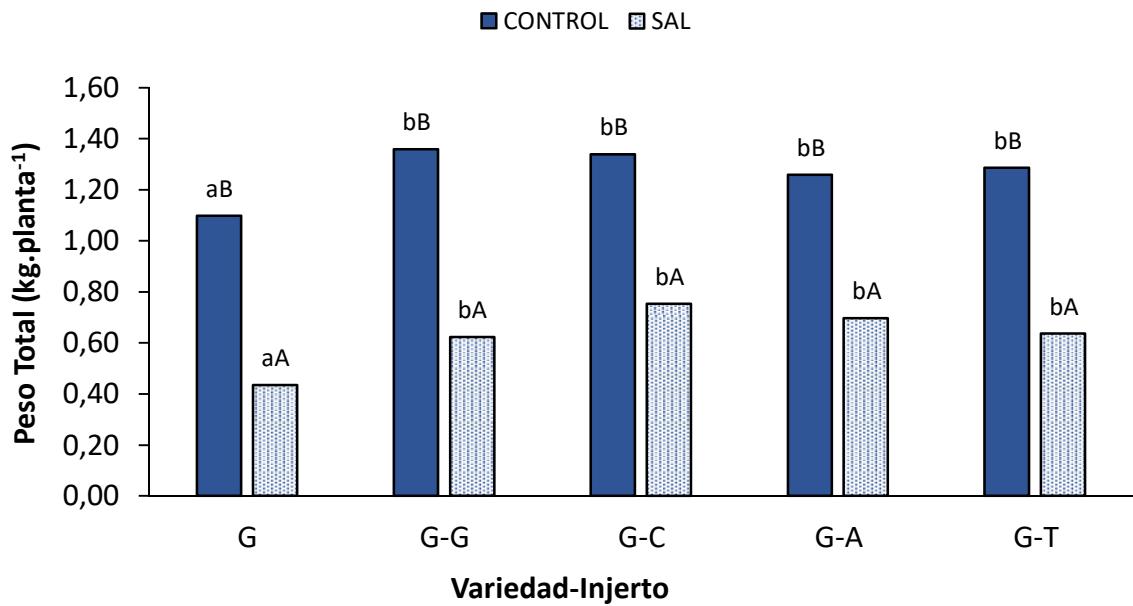
**Figura 2.** Biomasa aérea en las distintas combinaciones variedad-injerto bajo condiciones de estrés y no estrés salino.



**Figura 3.** Potencial hídrico medido en las distintas combinaciones variedad-injerto bajo condiciones de estrés y no estrés salino.



**Figura 4.** Fotosíntesis medida en las distintas combinaciones variedad-injerto bajo condiciones de estrés y no estrés salino



**Figura 5.** Producción total obtenida en las distintas combinaciones variedad-injerto bajo condiciones de estrés y no estrés salino.

# CULTIVO DE PIMIENTO AL AIRE LIBRE BAJO MALLAS DE SOMBREO

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

Departamento de Hortofruticultura. IMIDA. La Alberca. Murcia.

## RESUMEN

Las altas temperaturas que se dan durante el verano, producen una reducción y dificultades en el cuajado de los frutos de pimiento (*Capsicum annuum*) y como consecuencia un descenso del rendimiento y de la calidad de las producciones. Las mallas de sombreo disponibles actualmente son fabricadas de diferentes materiales, éstas presentan distintos porcentajes de transmisión, absorción y reflexión de la luz, sin embargo, la mayoría de las mallas utilizadas con ese fin son negras y poco fotoselectivas. Últimamente han aparecido nuevos prototipos de mallas de sombreo, que difieren en el color y en su porcentaje de permeabilidad y porosidad, por lo que se hace necesario investigar su conducta.

El estudio presente se realizó con el propósito de evaluar el efecto fotoselectivo de cinco nuevas mallas en la respuesta fisiológica, estado nutricional y conducta agronómica de un cultivo de pimiento, constatando su influencia en la producción de las plantas.

Las mallas empleadas han sido de color Plata, con sombreo del 30%; Perla, con sombreo 30%; Roja, con sombreo 30%; Roja, con sombreo 40%; Negra, con sombreo 35%, y utilizándose como referencia el cultivo sin sombreo. Se han analizado los efectos producidos sobre parámetros vegetativos, fotosíntesis, conductancia estomática, CO<sub>2</sub> intercelular, transpiración, fluorescencia de las clorofilas y en otros aspectos productivos.

Se realizaron tres recolecciones, a los 71, 84 y 104 días después del trasplante. Los resultados obtenidos muestran mayor eficiencia de la fotosíntesis en las plantas testigo, sin embargo las plantas bajo mallas fotoselectivas de sombreo tienen una mayor eficiencia en el uso del agua (WUE) al tener una menor traspiración, y ello se ve reflejado en las producciones, obteniéndose mayores rendimientos en las plantas bajo sombreo que en las del aire libre.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum, producción, fotosíntesis, calidad*

## INTRODUCCIÓN

Las elevadas temperaturas registradas a finales de primavera y de verano en los invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia), influyen negativamente en los rendimientos y en la calidad de la producción de algunos cultivos, como el de pimiento, de aquí que sea necesario paliar la incidencia de la radiación adaptando e introduciendo sistemas de sombreo (López-Marín *et al.*, 2012).

Como opción alternativa a los encalados se están volviendo a emplear mallas de sombreo, que tradicionalmente fueron usadas en estas zonas agrícolas para reducir la penetración de la radiación en el invernadero, que en los meses estivales provoca un aumento excesivo de la temperatura, especialmente por efecto de la NIR, aspecto el cual se pretende optimizar.

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 (Hemming *et al.*, 2006).

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.*, 2004). 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).

El objetivo del estudio realizado tuvo el propósito de evaluar agronómicamente la influencia de la fotoselectividad de cinco de estos nuevos materiales, sobre los efectos producidos en parámetros vegetativos, fotosíntesis, conductancia estomática, CO<sub>2</sub> intercelular, transpiración, fluorescencia de las clorofillas y en otros aspectos productivos.

## 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. El material vegetal utilizado ha sido el cultivar Traviatta (Rijk Zwaan), tipo california. La densidad de plantación fue de 25.000 plantas·ha<sup>-1</sup>, con un marco de plantación de 100 cm entre líneas de cultivo y 40 cm entre plantas. El trasplante se realizó el 31 de marzo y el ensayo finalizó el 6 de agosto.

Las mallas de sombreo fotoselectivas experimentadas fueron: Plata, con sombreo del 30%; Gris Perla, con sombreo 30%; Roja, con sombreo 30 %; Roja, con sombreo 40 %; Negra, con sombreo 30 %, y un testigo sin malla. 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.

La radiación se midió a las 13:00, registrándose con un data logger LI-1400 (LI-COR Inc., USA), el cual llevaba conectados dos sensores independientes para radiación PAR y global. Y a las radiaciones ultravioleta A y B, se les hizo el seguimiento con sensores Delta OHM, modelo HD2102.2.

El intercambio de gases se midió en hojas totalmente desarrolladas. La medida se realizó a los 197 DDT, desde las 9:00 am hasta las 11:00 am (GMT). La tasa fotosintética (A<sub>max</sub>, µmol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>s), conductancia estomática (gs, mmol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>s), transpiración (E, mmol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>s) y CO<sub>2</sub> intercelular (Ci, µmol CO<sub>2</sub>/mol aire) se midieron en condiciones constantes de saturación de luz (1000 mmol /m<sup>2</sup>s) y 400 ppm de CO<sub>2</sub>, con un medidor de fotosíntesis portátil LI-6400 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Así el máximo de eficiencia quántica del PSII en el estado de oscuridad adaptada (30 minutos) se calculó según Fv/Fm= (Fm-Fo)/Fm. La clorofila (SPAD) se determinó con un clorofilímetro SPAD-502 (Konica Minolta, Spectrum Technologies Inc., Illinois, USA).

Se recolectaron los frutos de las 15 plantas controladas. La calidad de la producción comercial se evaluó de acuerdo a las prácticas comerciales de la zona, descartándose los frutos con desórdenes fisiológicos (soleados, blossom-end-rot, etc.) que no eran comerciales. Se realizaron 3 recolecciones, el 9/7, 22/7 y 11/8, las dos primeras en maduración en verde, y la ultima en rojo.

El diseño experimental fue en bloques al azar. Cada tratamiento de sombreo estaba integrado por tres bloques de 5 plantas. El programa estadístico utilizado para la interpretación de los datos fue Statgraphics calculando las diferencias significativas por ANOVA y los resultados fueron comparados con una probabilidad de P≤0'05 de acuerdo al test LSD.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se pueden observar los datos de fotosíntesis, siendo menores en las mallas de mayor sombreo, malla Roja de 40, y Negra de 35. Sin embargo en las plantas que no estuvieron cubiertas por malla, la fotosíntesis fue mayor, y lo mismo ocurre con la conductancia estomática (Figura 2), siguiendo una tendencia lógica ya que las plantas que crecen bajo altas radiaciones muestran tasas fotosintéticas más altas que las plantas que crecen con una irradiancia menor; durante el desarrollo de la planta, el punto de saturación de la luz también se incrementó con aumentos de la irradiancia (Evans and Poorter, 2001, Kyei-Boahen et al., 2003).

En cuanto al CO<sub>2</sub> intercelular, los menores valores fueron apreciados en las mallas Rojas del 30 y 40 %, y los mayores en la malla Perla del 30% y en la testigo al aire libre (Figura 3). En cuanto a la transpiración (Figura 4), los mejores resultados fueron obtenidos en la malla Roja del 40%, seguida de la Roja del 30 %, Plata del 30 % y Negra del 35 %; siendo las plantas del testigo las que más traspiración realizaban. El mejor uso eficiente del agua (WUEi), lo tienen las plantas que se desarrollan bajo las mallas de sombreo fotoselectivas Roja del 30 %, seguida de Plata 30 % y Roja 40 %, siendo la peor la Negra del 35 % (Figura 5).

En la fluorescencia de las clorofillas (Figura 6) se vio que en todas las mallas fue superior a la del testigo, habiendo diferencias significativas; siendo superiores estos valores en las mallas Plata del 30 %, Perla del 30 % y Negra del 35 %. Y finalmente las magnitudes de las clorofillas cuantificadas en Spads (Figura 7), también fueron superiores en las plantas cultivadas bajo malla que en las de al aire libre, sin embargo no se detectaron diferencias significativas entre los valores el aire libre y los de la malla Gris Perla del 30 %.

Finalmente, en cuanto a las producciones comerciales, con respecto al número de frutos, este fue mayor bajo mallas Gris Perla y Roja del 30 %, en este orden, tanto en producción precoz, correspondiente a la primera recolección, como en la producción total (Figuras 8 y 9). Destacando de los rendimientos los conseguidos bajo las mallas Gris Perla y Plata, respectivamente. En cultivo de tomate, también se observaron las mayores producciones bajo malla plateada (Ayala-Tafoya et al., 2011).

En cuanto a la producción no comercial o destriño (Figuras 10 y 11), se apreció una conducta lógica, siendo ésta mayor en el testigo, debido al estrés múltiple sufrido por las plantas, similar al analizado en otros estudios realizados en pimiento (López-Marín et al., 2011).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYALA-TAFOYA, F., ZATARAIN-LÓPEZ, D.M., VALENZUELA-LÓPEZ, M., PARTIDA-RUVALCABA, L., VELÁZQUEZ-ALCARAZ, T.J., DÍAZ-VALDÉS, T., OSUNA-SÁNCHEZ, J.A. 2011. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. *Terra Latinoamericana* 29: 403-410.
- AYALA-TAFOYA, F., YÁÑEZ-JUÁREZ, M.G., PARTIDA-RUVALCABA, L., RUIZ-ESPINOSA, F.H., CAMPOS-GARCÍA, H., VÁSQUEZ-MARTÍNEZ, O., VELÁZQUEZ-ALCARAZ1 Y T. DÍAZ-VALDÉS, T. J. 2015. Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreo fotoselectivo ITEA. 111 (1), 3-17.
- EVANS, J.R. & POORTER, H. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, Cell & Environment*. 24: 755–767.
- GANELEVIN, R. 2008. World-wide commercial applications of colored shade nets technology (Chromatinet ®). *Acta Hortic.* 770: 199-203.

- HEMMING, S., VAN DER BRAAK, N., DUECK, T., ELINGS, A., MARISSEN, N. 2006. Filtering natural light at the greenhouse covering - Better greenhouse climate and higher production by filtering out NIR? *Acta Hortic.* 711: 411-416.
- KYEI-BOAHEN, S., LADA, R., ASTATKIE, T., GORDON, R., CALDWELL, C. 2003. Photosynthetic response of carrots to varying irradiances. *Photosynthetica*. 41: 301-305.
- LÓPEZ-MARIN, J., GÁLVEZ, A., GONZÁLEZ, A. 2011. Effect of shade on quality of greenhouse peppers. *Acta Hortic.* 893:895-900.
- 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
- 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., GUSSAKOVSKY, E.E., GAL, E., GANELEVIN, R. 2004. ColorNets: crop protection and light quality manipulation in one technology. *Acta Hortic* 659: 143-151.

## AGRADECIMIENTOS

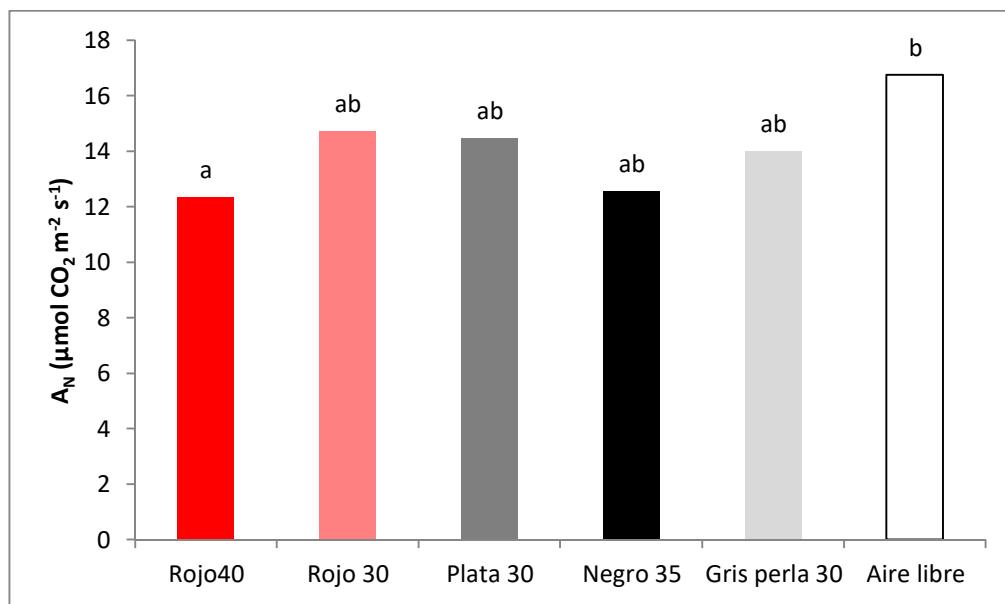
Proyecto de investigación FEDER 14-20-08 financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia.

## FOTOGRAFIAS

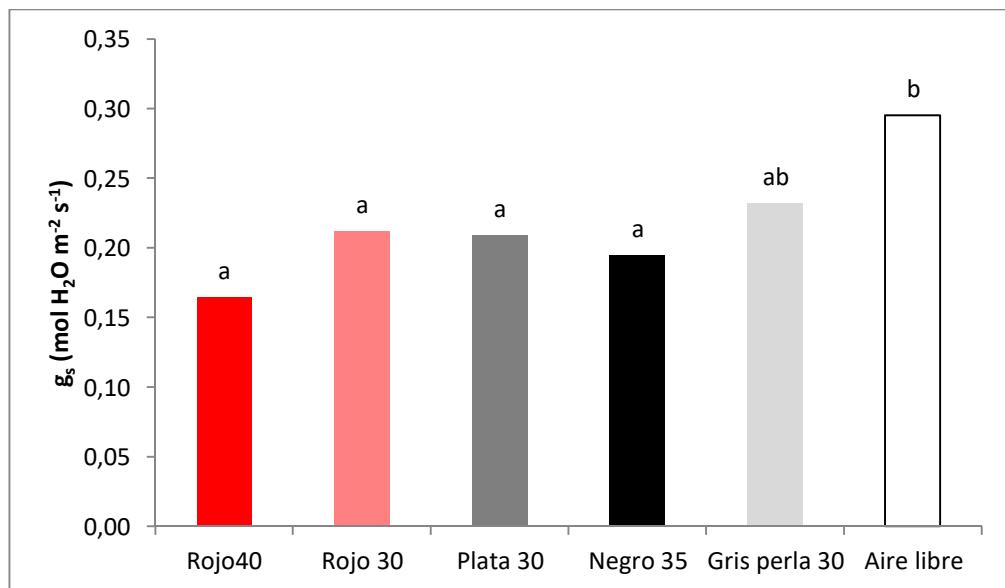


**Fotografía 1:** Mallas de sombreo fotoselectivas.

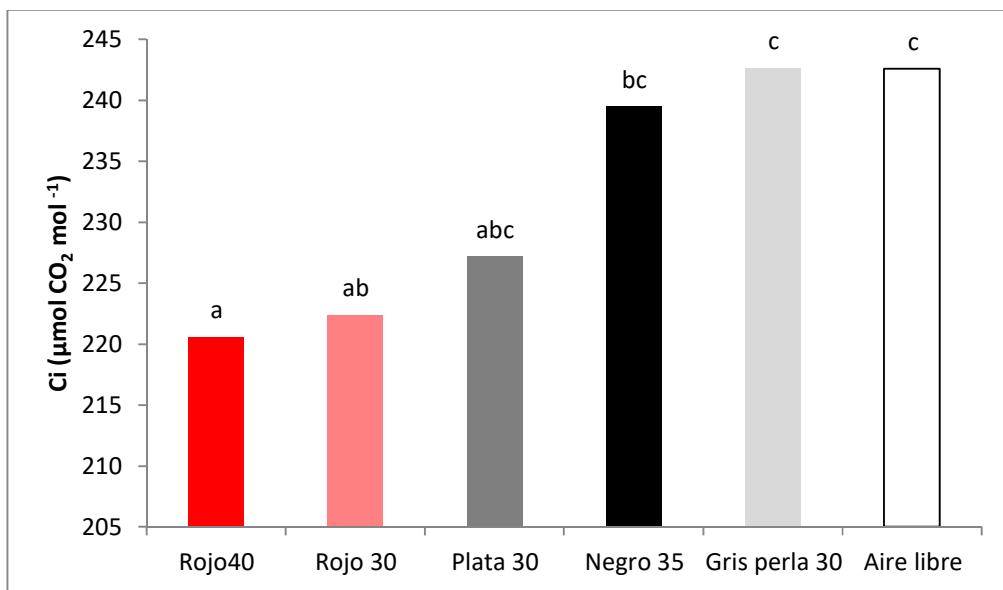
## FIGURAS



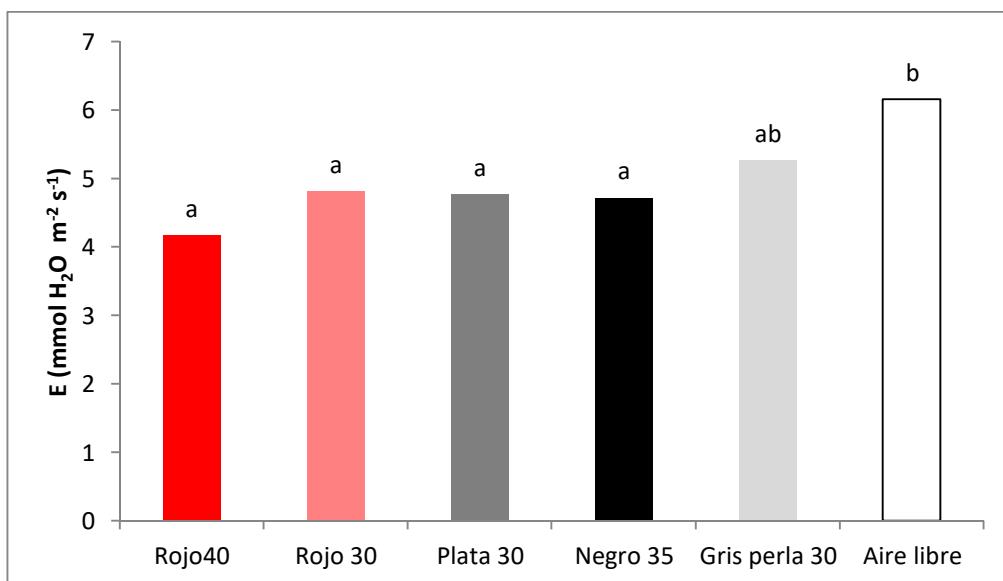
**Figura 1.** Fotosíntesis en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



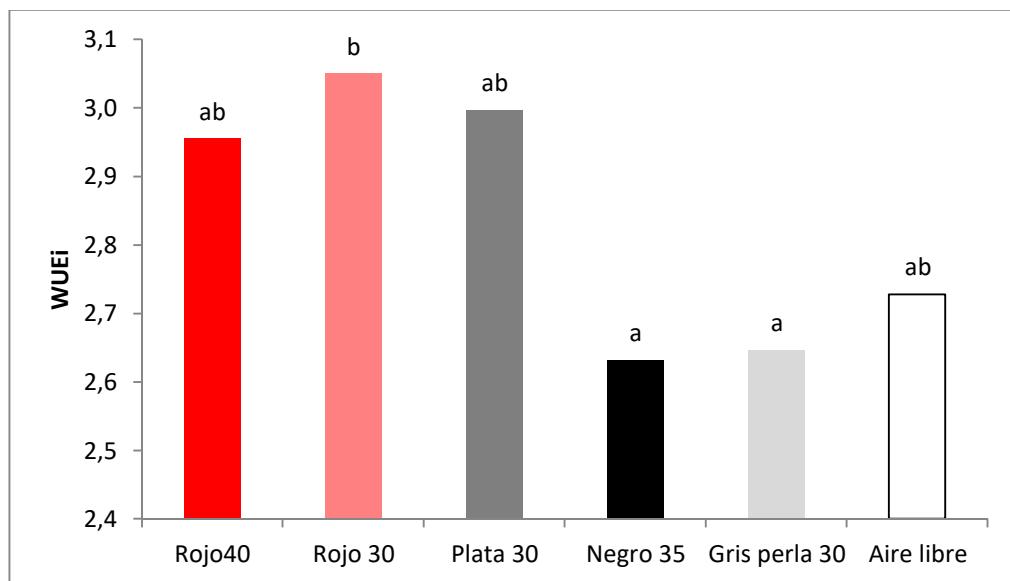
**Figura 2.** Conductancia estomática en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



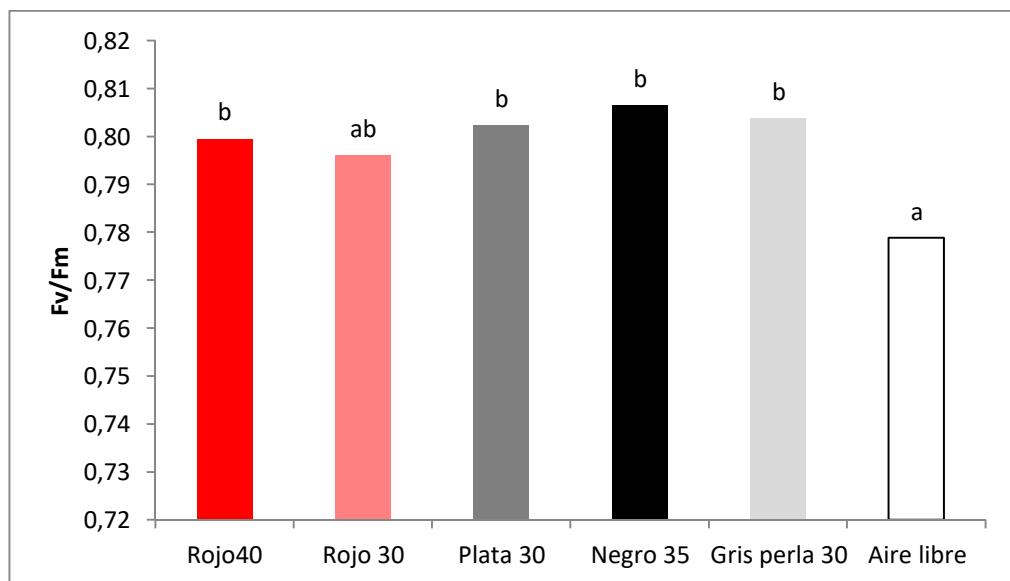
**Figura 3.** Concentración CO<sub>2</sub> intercelular en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



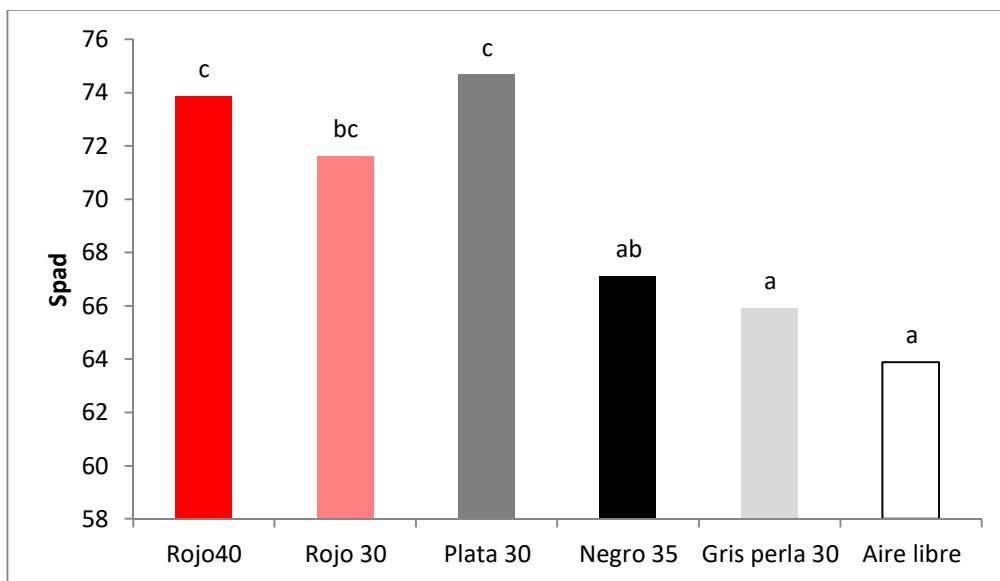
**Figura 4.** Traspiración en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



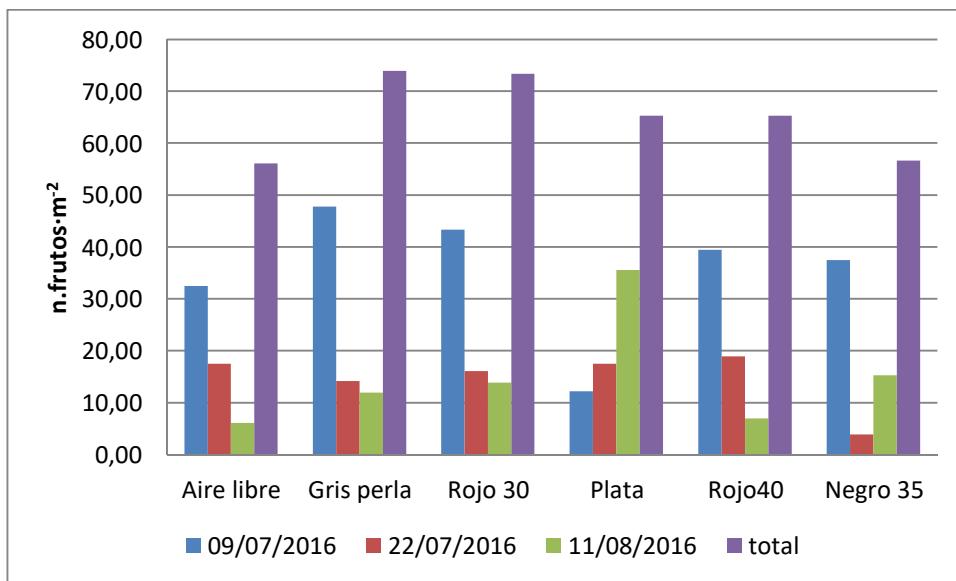
**Figura 5.** Uso eficiente del agua en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



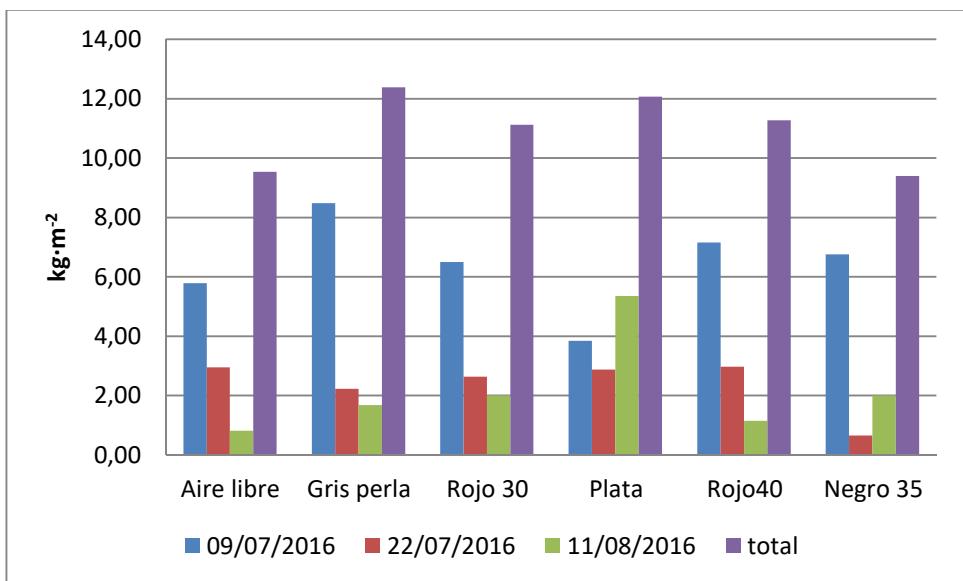
**Figura 6.** Fluorescencia de las clorofilas en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



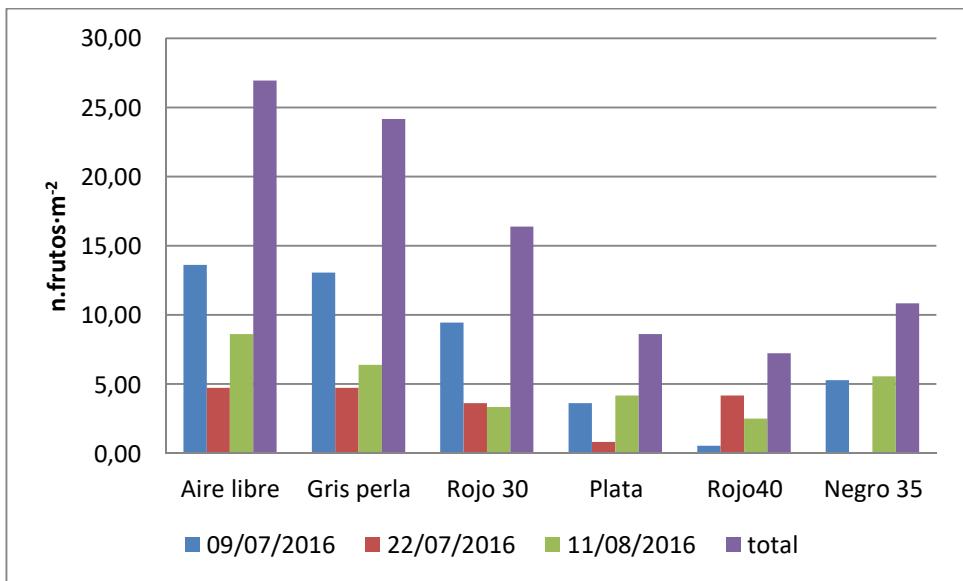
**Figura 7.** Clorofilas en Spad en plantas de pimiento con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



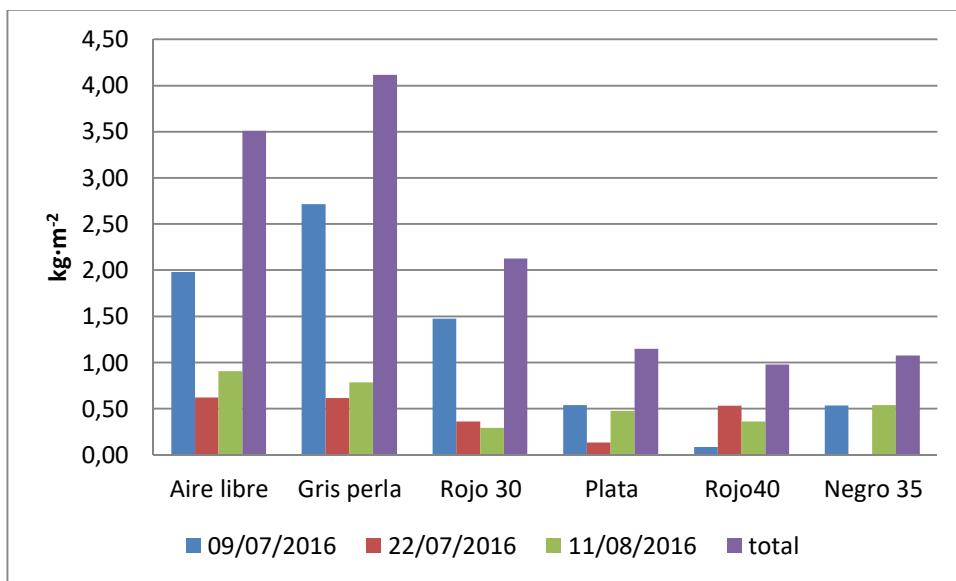
**Figura 8.** Número de frutos comerciales de pimiento obtenidos con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



**Figura 9.** Rendimientos obtenidos con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



**Figura 10.** Número de frutos de destriño recolectados con, y sin, diferentes mallas de sombreo.



**Figura 11.** Peso de frutos de destriño obtenidos con, y sin, diferentes mallas de sombreo.

# EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PIMIENTO CALIFORNIA TOLERANTES A OIDIO

Buendía, L; Pérez, C; Meca, D; Domene, M. A; Segura, M.D.; Gázquez, J. C.

Estación Experimental Cajamar, Paraje Las Palmerillas, 25. 04710 El Ejido, Almería

## RESUMEN

El oídio del pimiento, producido por el hongo *Leveillula taurica* es actualmente una de las enfermedades de mayor importancia en el cultivo de pimiento en invernadero.

Las principales casas de semillas están desarrollando líneas de investigación buscando fuentes de resistencia a esta enfermedad.

El objetivo del ensayo es evaluar la productividad y calidad de diferentes cultivares de pimiento california tolerantes a oídio respecto a un cultivar control.

No hubo diferencias significativas entre cultivares en producción comercial.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el pimiento es uno de los cultivos de mayor producción en Almería después del tomate, según datos de la campaña 2015 con un total de 9.356 ha (memoria Resumen año 2015 delegación provincial de Almería de la consejería de agricultura y pesca de la junta de Andalucía).

Es importante que las variedades que van apareciendo en el mercado sean resistentes a una de las enfermedades con mayor afección en este cultivo como es el oídio, hongo ascomiceto del orden de los Erysiphales que se manifiesta como un micelio blanquecino visible a simple vista.

El ataque comienza en los foliolos de la hoja. Los síntomas iniciales consisten en manchas blancas y pulverulentas en el haz que se van tornando de color amarillo y detrás de las cuales puede verse un polvillo blanquecino en el envés. Estas manchas aumentan de tamaño y número y van extendiéndose de las hojas viejas a las jóvenes atenuando el desarrollo de la planta.

El hongo se conserva en los restos de vegetación afectada de cultivos precedentes y sobre otras plantas huéspedes cultivadas o malas hierbas y se difunde mediante conidios.

Los daños producidos son secado de masa foliar provocando defoliaciones y quemaduras en los frutos al quedar expuestos directamente al sol originando importantes pérdidas de cosecha.

Sus condiciones óptimas de desarrollo son de 20 a 30 °C y 70-80 % de humedad relativa. Esta enfermedad fúngica se muestra fundamentalmente en las hojas. Los primeros síntomas aparecen en las hojas más viejas y a medida que avanza la enfermedad los síntomas aparecen en las hojas más nuevas, que se defolian pudiendo parar el desarrollo de la planta y frutos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2016/17 en la Estación Experimental de Cajamar situada en el término municipal de El Ejido, Almería. Se desarrolló en un invernadero en un invernadero tipo venlo con cubierta de vidrio difuso de 4 mm de espesor, con transmisión perpendicular total a la luz visible y difusión del 90,8 % y 23,5 % respectivamente. Consta de 6 capillas de 4 m de anchura cada una y presenta una altura al canalón de 4,7 m, siendo ésta a la cumbre de 5,5 m. Las capillas se disponen en

dirección Este-Oeste y ángulos de 22°. Cada capilla está provista de 9 ventanas abatibles, automatizadas, de 2,94 m de longitud orientadas de forma alterna al norte y al sur. Las bandas están provistas de una ventana tipo guillotina a lo largo de todo el lateral norte y sur, siendo la superficie de ventilación lateral del 12,5 %. Todas las ventanas tienen malla anti-insectos de 20 x 10 hilos·cm<sup>-2</sup>.

El material vegetal utilizado fueron distintas variedades de pimiento resistente a oídio.

El trasplante se realizó el 21 de julio de 2016 y finalizó el 2 de marzo de 2017, 224 días después, con una densidad de 2,10 pl m<sup>-2</sup>.

El sistema de cultivo empleado fue hidropónico con bolsas de fibra de coco, de segundo año, de textura media, contenida en sacos de polietileno bicolor de 28 L de capacidad e instaladas en 2015.

La gestión de plagas y enfermedades se realizó según el Reglamento Específico de Producción Integrada de Cultivos Hortícolas Protegidos para el cultivo de pimiento (Orden de 15 de diciembre de 2015, publicado en BOJA 248 de 24 de diciembre de 20015).

La metodología seguida para el conteo del oídio fue la propuesta por la EPPO, nº 516 (“European and Mediterranean Plant Protection Organization”). Se realizó un muestreo la primera semana de octubre se seleccionaron 64 hojas de los diferentes tratamientos. Para la intensidad se tuvo en cuenta la siguiente codificación:

<b>0:</b> Ninguna mancha
<b>1:</b> 1-5% de superficie foliar atacada
<b>2:</b> 6-15% de superficie foliar atacada
<b>3:</b> 16-35% de superficie foliar atacada
<b>4:</b> 36-65% de superficie foliar atacada
<b>5:</b> 66-100% superficie foliar atacada

La **frecuencia** de la enfermedad, como el porcentaje de hojas afectadas y la **intensidad** de la enfermedad, como el porcentaje de la superficie foliar afectada.

Los tratamientos establecidos durante el ensayo fueron:

CULTIVARES	Casa comercial
T1: Acorde (control)	Rijk Zwaan
T2: Kiruna	Syngenta
T3: Nirvin	Rijk Zwaan
T4: Miyabi	Syngenta
T5: Kabuki	Syngenta
T6: Canzion	Rijk Zwaan

Se determinó producción distinguiendo entre producción total, comercial y no comercial, así como por categoría (I y II), número de frutos y peso medio del fruto comercial, según la norma de calidad para pimiento (artículo 10 del Decreto 402/2008 de 8 de julio de 2008).

Se realizó un diseño experimental unifactorial, con 6 repeticiones por tratamiento y cada repetición estaba formada por 4 plantas. Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics Inc, EEUU).

La primera semana de octubre se realizó un muestreo de incidencia de oídio para ello se seleccionaron 64 hojas de los diferentes tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total y comercial alcanzada al final del ciclo productivo fue similar para todas las variedades, no hubo diferencias significativas entre ellas.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros productivos de categoría de I en rojo, ‘Miyabi’ fue la variedad más productiva. En categoría de II para frutos verdes y rojos, ‘Kiruna’ destacó en producción de frutos verdes, ‘Canzion’ y ‘Nirvin’ para la del rojo.

Respecto a la calidad externa de los frutos, no hubo diferencias en los parámetros de peso y espesor, sin embargo en longitud la variedad que destacó fue ‘Canzion’ y ‘Acorde’. En calidad interna, el contenido de sólidos solubles fue ligeramente mayor en la variedad ‘Kabuki’ y en cuanto a los parámetros de color la variedad con frutos más rojos fue ‘Nirvin’ y los más luminosos correspondieron a ‘Acorde’ la más.

Las variedades con resistencia a oídio tuvieron menos incidencia del hongo que la variedad testigo.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del ensayo ‘EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE PIMIENTO CALIFORNIA TOLERANTES A OIDIO’ han sido:

-No hubo diferencias significativas entre cultivares en producción comercial y total, aunque los cultivares ‘CANZION’ y ‘MIYABI’ obtuvieron un mayor rendimiento respecto al testigo. El cultivar ‘KABUKI’ tuvo la menor producción pero puede ser debido a que se puso una semana después de la fecha tope de plantación recomendada.

-Los cultivares ‘NIRVIN’, ‘ACORDE’, ‘KABUKI’, han destacado por tener frutos con un color más intenso, más firmes y con mayor contenido en sólidos solubles, respectivamente.

-Los cultivares con resistencia intermedia a oídio han presentado un mejor comportamiento que el cultivar testigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Junta de Andalucía, Memoria resumen 2015. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

DOMENE, M.A. Y SEGURA, M.D., 2014. Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. Fichas de transferencia nº 3. Cajamar Caja Rural

DOMENE, M.A. Y SEGURA, M.D., 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Fichas de transferencia nº 5. Cajamar Caja Rural

## TABLAS

**Tabla 1.** Producción total (PT), comercial (PC), no comercial (Destrío), frutos comerciales, categoría de primera en verde y rojo, categoría de segunda en verde y rojo y destriño para el cultivo de pimiento en la campaña 2016/17. Ciclo de cultivo: 224 días. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

TRATAMIENTOS	PT (kg m <sup>-2</sup> )	PC (kg m <sup>-2</sup> )	Cat I Verde (kg m <sup>-2</sup> )	Cat I Rojo (kg m <sup>-2</sup> )	Cat II Verde (kg m <sup>-2</sup> )	Cat II Rojo (kg m <sup>-2</sup> )	Destriño (kg m <sup>-2</sup> )
<b>T1: ACORDE</b>	8,6 a	6,4 a	0,7 a	3,1 b	0,4 ab	2,2 ab	0,9 a
<b>T2: KIRUNA</b>	8,1 a	6,6 a	0,6 a	3,5 ab	0,5 a	1,2 ab	1,0 a
<b>T3: NIRVIN</b>	8,6 a	6,3 a	0,5 a	2,9 b	0,3 ab	1,6 a	0,9 a
<b>T4: MIYABI</b>	8,6 a	6,8 a	0,7 a	4,3 a	0,1 b	1 ab	0,7 a
<b>T5: KABUKI</b>	7,7 a	5,8 a	0,6 a	3,5 b	0,2 ab	1 b	0,7 a
<b>T6: CANZION</b>	9,0 a	7,3 a	0,6 a	3,8 ab	0,5 a	2,5 a	0,7 a

**Tabla 2.** Datos de calidad de pimiento, peso, espesor, longitud y firmeza en la campaña 2016/17. Ciclo de cultivo: 224 días. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

TRATAMIENTOS	Peso (g)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Firmeza (N)
<b>T1: ACORDE</b>	195,7 a	6,7 a	80,7 c	19,8 a
<b>T2: KIRUNA</b>	184 a	6,9 a	86 abc	18,8 ab
<b>T3: NIRVIN</b>	196 a	6,8 a	88,7 ab	18,1 ab
<b>T4: MIYABI</b>	191,5 a	6,3 a	85,3 abc	17,5 b
<b>T5: KABUKI</b>	182 a	7,2 a	82,9 bc	18,7 ab
<b>T6: CANZION</b>	201,8 a	6,8 a	89,6 a	18,1 ab

**Tabla 3.** Parámetros de color (L\*, a\*, b\*) y grados Brix analizados en el cultivo de pimiento. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

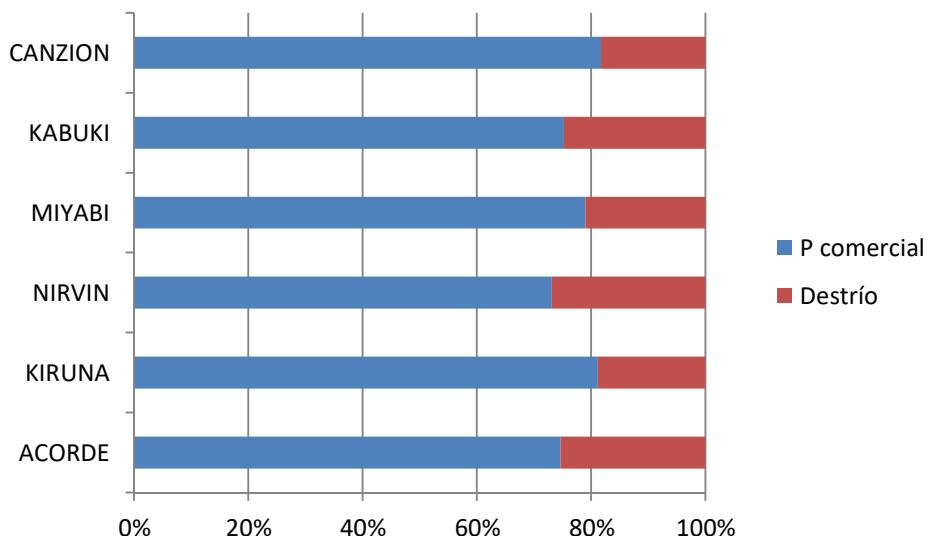
Tratamientos	a	b	L	° Brix
<b>T1: ACORDE</b>	28,9 c	19,2 b	37,1 b	7 b
<b>T2: KIRUNA</b>	31,8 b	21,7 a	38,4 ab	7,3 ab
<b>T3: NIRVIN</b>	34 a	22,2 a	38,9 ab	7,3 ab
<b>T4: MIYABI</b>	30,4 bc	20,6 ab	38 b	7 b
<b>T5: KABUKI</b>	30,6 bc	20,5 ab	36,3 a	7,6 a

<b>T6: CANZION</b>	30,8 b	20,8 ab	38,2 ab	7,3 ab
--------------------	--------	---------	---------	--------

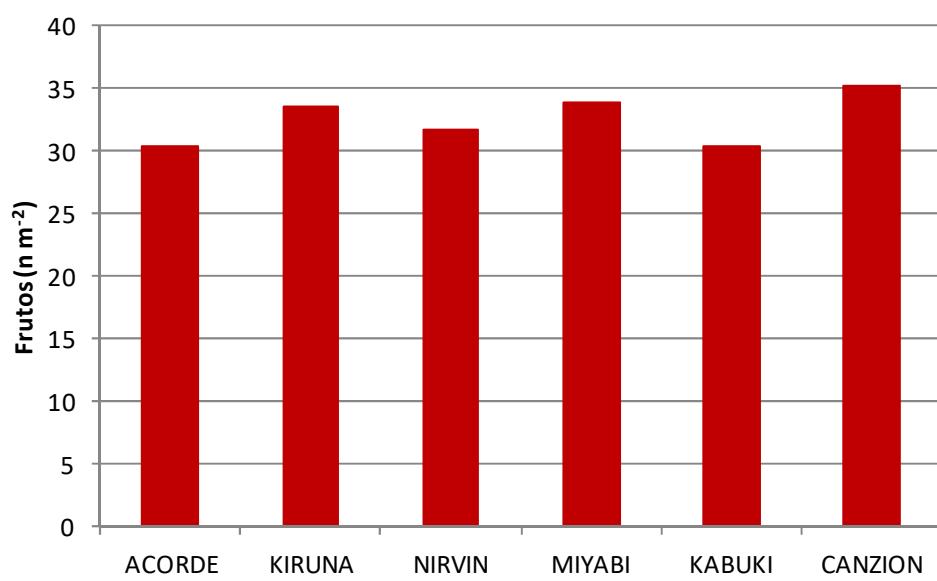
**Tabla 4.** METODOLOGÍA EPPO, nº 516 (“European and Mediterranean Plant Protection Organization”) usada para el muestreo del oído.

CULTIVARES	FRECUENCIA INTENSIDAD	
	(%)	(%)
<b>T1: ACORDE</b>	28	2,7
<b>T2: KIRUNA</b>	-	-
<b>T3: NIRVIN</b>	-	-
<b>T4: MIYABI</b>	10	1
<b>T5: KABUKI</b>	9,3	1
<b>T6: CANZION</b>	9,3	1

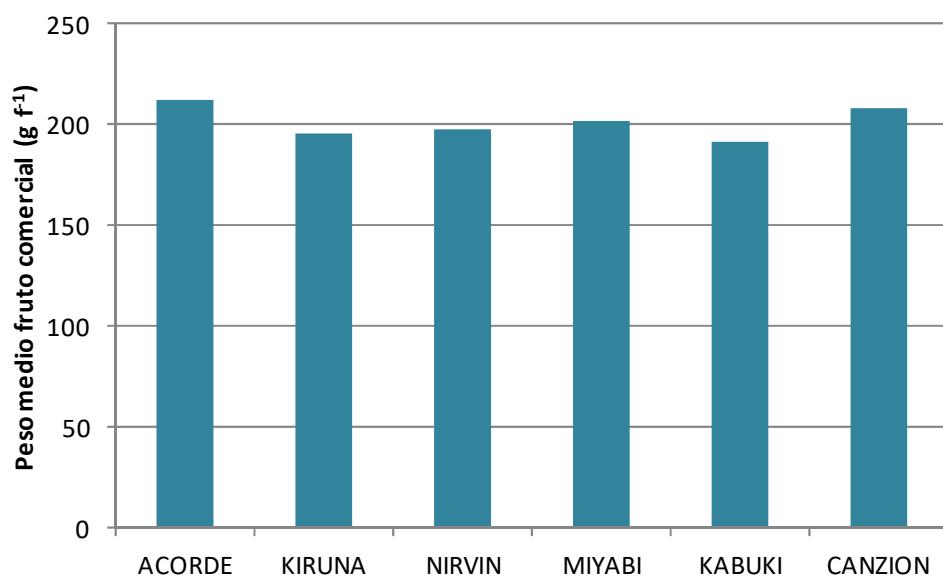
## FIGURAS



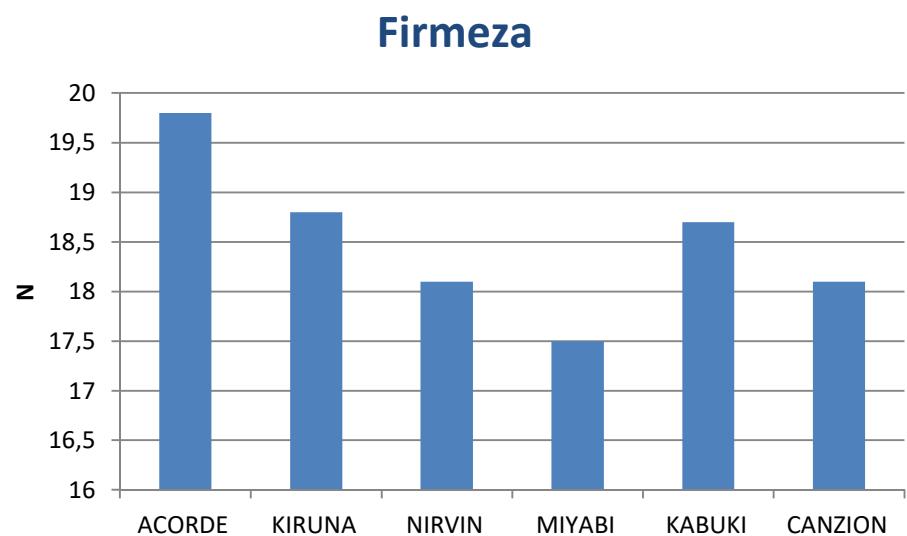
**Figura 1.** Reparto porcentual de la producción comercial y destrio



**Figura 2.** Número de frutos de los cultivares por metro cuadrado



**Figura 3.** Peso medio del fruto comercial ( $\text{g f}^{-1}$ ) por cultivares



**Figura 4.** Firmeza (N) de los diferentes frutos del cultivo de pimiento

## **OTROS CULTIVOS**

# CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE ACCESIONES DE CAUPÍ DEL SUR EUROPEO

Martos-Fuentes, M.<sup>1,2</sup>, Egea-Gilabert, C.<sup>1,3</sup>, Fernández, J.A.<sup>1,2</sup>, Weiss, J.<sup>1,3</sup> y Egea-Cortines, M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología Vegetal. Cartagena, España.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Vegetal. ETSIA. Cartagena, España.

<sup>3</sup>Departamento Ciencia y Tecnología Agraria. ETSIA. Cartagena, España.

## RESUMEN

El caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) es un cultivo anual sudafricano del cual se aprovechan las diversas partes (hojas, vainas, semillas) según el uso, ya sea consumo humano como animal. Como leguminosa, el caupí puede fijar el nitrógeno atmosférico haciendo simbiosis con rizobios, por lo que adapta muy bien a zonas con baja fertilidad del suelo. El objetivo de este estudio es la caracterización morfológica y agronómica de distintas accesiones de caupí del sur de Europa durante dos años de cultivo (2015 y 2016), bajo unas condiciones de cultivo convencional al aire libre, para su posterior selección en un programa de mejora genética. En dicha caracterización se utilizaron 15 accesiones de caupí, 6 accesiones locales de la Región de Murcia, 6 accesiones de Portugal, 2 accesiones de Grecia y la línea de referencia IT97K-499-35 del International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Kano, Nigeria. Las accesiones caracterizadas pertenecían a dos grupos *V. unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata* grupo Sesquipedalis y *V. unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata* grupo Unguiculata. Los descriptores que se utilizaron para la caracterización fueron de acuerdo al International Board for Plant Genetic Resources. Según los resultados obtenidos, hubo diferencias significativas, en los dos años en los que se realizó el estudio en los descriptores analizados. El mayor rendimiento del cultivo en ambos años ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) se observó en accesiones locales de la Región de Murcia, Vi13 y BGE038474. El mayor porcentaje en proteína de semilla seca la obtuvo la accesión portuguesa Cp5051, en 2016 con un 27,85% y en 2015 con un 26%. En cuanto a la morfología de la vaina, hubo diferencias principalmente en la longitud, ya que se estudiaron dos grupos, el grupo Sesquipedalis que es de vaina larga y grupo Unguiculata que es de vaina corta. Estos resultados indican que la variabilidad genética de las accesiones juega un papel importante en el rendimiento del cultivo y la calidad de la producción.

**Palabras clave:** Leguminosas, productividad, método Kjeldahl.

## INTRODUCCIÓN

El caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) es un cultivo de origen sudafricano que pertenece a la familia *Fabaceae*, tribu *Phaseoleae* y género *Vigna*. Dentro de este género podemos encontrar varias especies, subespecies y variedades dependiendo de la morfología y domesticación (Padulosi and Ng 1997). Actualmente este cultivo se produce sobretodo en África, pero también es importante en América Central, Sudamérica, Sudeste Asiático y Sur de los EE.UU (Davis et al. 1991; Timko and Singh 2008). También se está empezando a cultivar a pequeña escala en muchas zonas del Sur de Europa y en países de la cuenca mediterránea (Domínguez-Perles et al. 2015). Como otra leguminosa, el caupí es capaz de hacer simbiosis con rizobios fijadores de nitrógeno, por lo que se adapta mejor que otros cultivos a zonas de baja fertilidad. Esta cualidad implica una disminución del aporte de abonos nitrogenados y reducción de la contaminación.

Además, es una de leguminosas más ampliamente adaptadas, versátiles y con buen contenido proteico en el grano (Ehlers and Hall 1997).

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación Europeo EUROLEGUME, que trata de encontrar variedades de leguminosas que se adapten bien a las distintas zonas de producción, que tengan un elevado contenido en proteína, y que se puedan usar tanto para consumo humano como animal.

En este caso en concreto, el objetivo fue caracterizar morfológica y agronómicamente 15 accesiones de caupí, 14 de ellas autóctonas de distintas localizaciones del sur europeo, para identificar los mejores cultivares para un posterior programa de mejora genética.

## MATERIAL Y METODOS

### - Material vegetal:

Para llevar a cabo esta caracterización se contaron con las 15 accesiones siguientes:

Nombre	Origen	Institución donante	Tipo de accesión
IT-97K-499-35	Nigeria	IITA <sup>1</sup>	Línea comercial
AUA1	Grecia	AUA <sup>2</sup>	Local
AUA2	Grecia	AUA	Local
Vg59	Portugal	UTAD <sup>3</sup>	Local
Vg60	Portugal	UTAD	Local
Vg73	Portugal	UTAD	Local
Cp4877	Portugal	INIAV <sup>4</sup>	Local
Cp5051	Portugal	INIAV	Local
Cp5553	Portugal	INIAV	Local
BGE038479	España	CRF-INIA <sup>5</sup>	Local
BGE044375	España	CRF-INIA	Local
BGE040000	España	CRF-INIA	Local
BGE038478	España	CRF-INIA	Local
BGE038474	España	CRF-INIA	Local
Vi13	España	RMS <sup>6</sup>	Local

<sup>1</sup>International Institute of Tropical Agriculture. <sup>2</sup>The Agricultural University of Athens. <sup>3</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. <sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária. <sup>5</sup>Centro de Recursos Fitogenéticos-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. <sup>6</sup> Red Murciana de Semillas.

Dentro de estas accesiones había plantas de porte trepador, las cuales requirieron la colocación de tutores (BGE038479, BGE044375, BGE040000, BGE038478, BGE038474, Vi13) (Fotografía 1A) y de porte rastrero (IT-97K-499-35, AUA1, AUA2, Vg59, Vg60, Vg73, Cp4877, Cp5051, Cp5553) (Foto 1B).

Las accesiones caracterizadas pertenecían a dos grupos *V. unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata* grupo Ungleculata que era de vaina corta (IT-97K-499-35, AUA1, AUA2, Vg59, Vg60, Vg73, Cp4877, Cp5051, Cp5553, BGE038479, BGE038478 y BGE038474) (Fotografía 2A) y *V. unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata* grupo Sesquipedalis que eran de vaina larga (BGE044375, BGE040000 y Vi13) (Fotografía 2B).

Se realizó una siembra directa a mano el 29 Mayo 2015 y el 15 Junio de 2016. Se dispusieron cuatro repeticiones por accesión en bloques aleatorios y la densidad de siembra fue de 10 semillas·m<sup>-2</sup>. Los bloques tenían 7 m<sup>2</sup>, con una longitud de 8 m y una anchura de 0,9 m.

- **Condiciones de suelo y abonado:**

La capa superficial del suelo (0-20 cm) era franco arcillosa con textura media y presentó 1,97% de materia orgánica, 78 mg·kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 354 mg·kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y pH (KCl) 8,4 en 2015 y 2,18% de materia orgánica, 80,13 mg·kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 415,82 mg·kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y un pH (KCl) de 8,27 a principio del ciclo de 2016.

En ambos ciclos de cultivo, se preparó el suelo antes de la siembra con un rotocultivador. A lo largo de cada ciclo de cultivo, y mediante el sistema de riego por goteo, se aplicaron 30 kg·ha<sup>-1</sup> de nitrato de amonio, 170 kg·ha<sup>-1</sup> de nitrato de potasio y 250 kg·ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico.

- **Caracteres agronómicos y morfológicos:**

Para dicha caracterización se emplearon una serie de descriptores morfológicos, de acuerdo al International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1982).

Los datos fenotípicos de los días de floración se determinaron cuando el 50% de las plantas comenzaron a florecer. La altura de la planta, la altura hasta la primera vaina, la longitud y el ancho de la vaina y el número de semillas por vaina se midieron en diez plantas por bloque seleccionadas al azar. Se evaluó el rendimiento de semilla seca en g·m<sup>-2</sup>. El contenido de proteínas de la semilla seca (AOAC, 1990) se obtuvo a través del análisis del contenido de Nitrógeno (N), que se determinó mediante el método de Kjeldahl (Hoeger, 1998), mediante la siguiente fórmula: Contenido de proteína (%) = contenido de N (%) × 6,25.

- **Análisis estadísticos:**

Los análisis de varianza de los descriptores analizados se hicieron mediante un test ANOVA simple y el test LSD de Fisher en el programa estadístico STATGRAPHICS Centurion.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los descriptores analizados se observó que las accesiones más tempranas para entrar en floración fueron BGE038479, Cp5051 y Cp5553 que tan solo necesitaron alrededor de los 60 y 50 días para los años 2015 y 2016, respectivamente (Tabla 1). Las accesiones más tardías fueron Vg73, BGE044375, y BGE038474 (Tabla 1). Las dos primeras tardaron en florecer alrededor de los 80 y 60 días para los años 2015 y 2016, respectivamente (Tabla 1). La accesión BGE038474, la más tardía, tardó 94 y 75 días en 2015 y 2016, respectivamente (Tabla 1).

En ambos años se observó que la accesión con mayor altura de planta fue BGE038478, llegando a alcanzar casi los 3 m, y la más baja la línea de referencia IT 97K-499-35, la cual apenas superaba los 81 cm de altura (Tabla 1). Las menores alturas hasta la primera vaina las obtuvieron las plantas rastreras como AUA2, Vg59, Vg60, y Vg73, (entre 30 y 33 cm) (Tabla 1). Las accesiones trepadoras sin embargo obtuvieron mayores alturas hasta sus primeras vainas, como fue el caso de BGE044375, BGE040000 y Vi13 (entre 57 y 61 cm) (Tabla 1).

En cuanto a la morfología de la vaina se observaron diferencias significativas tanto en la anchura y como en la longitud. Se encontraron diferencias más visibles en la

longitud, debido a que se estudiaron dos grupos, grupo Sesquipedalis, de vaina larga, y grupo Unguiculata, de vaina corta. Dentro del grupo Sesquipedalis la accesión BGE044375 llegó a alcanzar más de 80 cm en algunas vainas (Figura 1) (Fotografía 2). Sin embargo, dentro del grupo Unguiculata, las vainas no llegan a alcanzar los 30 cm (Figura 1) (Fotografía 2). En la anchura también se apreciaron diferencias entre las distintas accesiones estudiadas, siendo la accesión portuguesa Cp5051 la que presentó vainas más anchas en ambos años, con una media de 1,02 cm de ancho (Tabla 1).

El mayor rendimiento del cultivo en semilla seca ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) se observó en las accesiones locales de la Región de Murcia, Vi13 y BGE038474 (Figura 2). Por último, la mayor producción de proteína de la semilla seca la obtuvo la accesión portuguesa Cp5051 con más del 25% en ambos años (Figura 3).

## CONCLUSIONES

Estos resultados indican que la variabilidad genética de las accesiones juega un papel importante en el rendimiento del cultivo y la calidad de la producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 1990. In Helrich K. (Ed.), Official methods of analysis. 15th edition. Arlington, VA, USA.
- DAVIS, D.W., OELKE, E.A., OPLINGER, E.S., DOLL, J.D., HANSON, C.V., PUTNAM, D.H. 1991. Cowpea Exploration. University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension and Alternative Field Crops Manual.
- DOMÍNGUEZ-PERLES, R., CARNIDE, V., MARQUES, G., DE CASTRO, I., DE MATOS, M., CARVALHO, M., ROSA, E. 2015. Relevance, constraints and perspectives of cowpea crops in the Mediterranean Basin. Legume Perspectives, 10: 40-42.
- EHLERS, J.D., HALL, A.E. 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Field Crop. Res. 53: 187-204.
- HOEGER, R. 1998. Büchi training papers, Nitrogen determination according to Kjeldahl. Copyright©, BÜCHI Labortechnik AG, pp. 4-10.
- IBPGR 1982. Descriptors for cowpea. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- PADULOSI, S., NG, N.Q. 1997. Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In “Advances in cowpea research”. (Eds Singh BB, MohanRaj D., Dashiell KE, Jackai LEN) pp. 1-12. (IITA-JIRCAS, Ibadan).
- TIMKO, M.P., EHLERS, J.D., ROBERTS, P.A. 2007. Cowpea. In “Genome mapping and molecular breeding in plants: Pulses, sugar and tuber crops”. (Eds Kole C) pp. 49-67. (Springer-Verlag, Berlin).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el EU FP7 Research Project N° 613781 “Enhancing of legumes growing in Europe through sustainable cropping for protein supply for food and feed” EUROLEGUME

## FOTOGRAFIAS



**Fotografía 1.** A. Accesiones de porte trepador. B. Accesiones de porte rastrero.



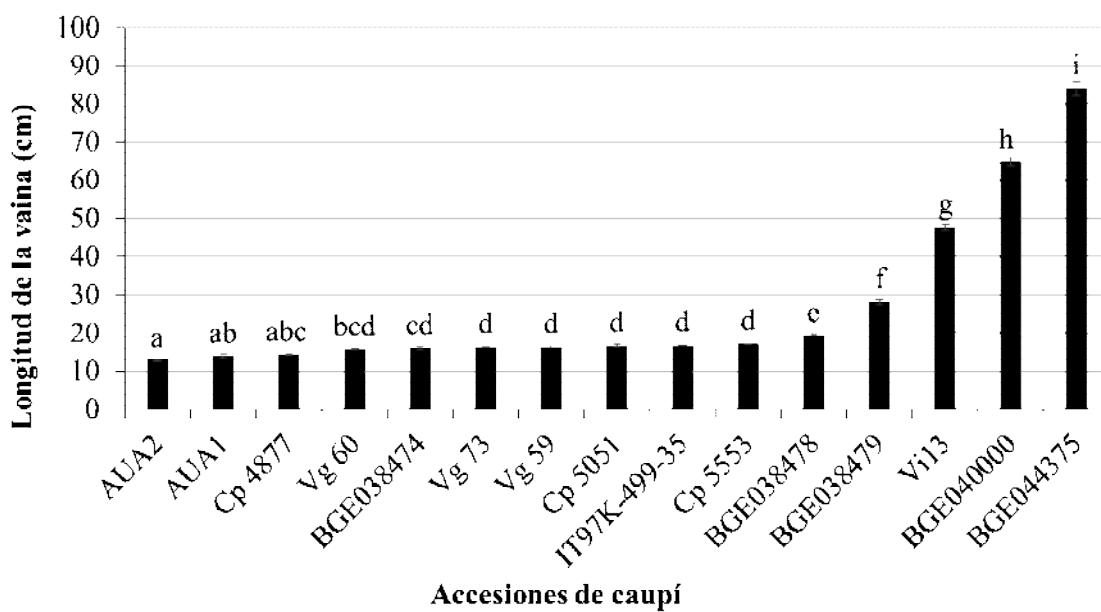
**Fotografía 2.** A. Accesión Cp5051 del grupo Unguiculata, accesión de vaina corta. B. Accesión BGE044375 del grupo Sesquipedalis, accisión de vaina larga.

## TABLAS

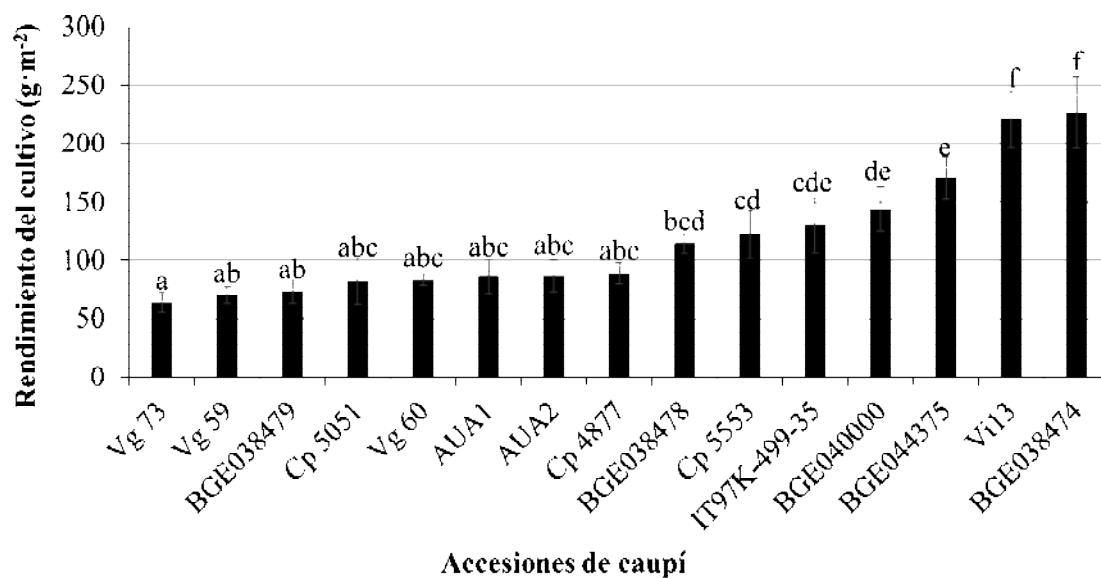
**Tabla 1.** Media de los descriptores: días hasta floración, altura de la planta, altura hasta la primera vaina y anchura de la vaina, en los dos ensayos de caupí de 2015 y 2016 para todas las accesiones evaluadas.

ACCESIONES	DESCRIPTORES							
	DÍAS HASTA FLORACIÓN		ALTURA		ALTURA HASTA LA PRIMERA VAINA		ANCHURA VAINA	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
AUA1	70,50	64,00	194,36	193,46	41,39	45,79	0,83	0,85
AUA2	68,00	70,50	195,25	193,29	29,57	32,71	0,87	0,91
BGE038474	94,00	75,00	258,43	266,11	55,98	55,32	0,80	0,81
BGE038478	78,50	54,25	290,71	290,68	42,43	43,89	0,84	0,84
BGE038479	62,25	48,75	268,71	276,79	38,50	39,25	0,76	0,75
BGE040000	63,50	61,50	198,43	202,46	57,75	60,43	0,98	1,00
BGE044375	81,50	68,50	219,89	222,11	60,18	61,79	0,98	0,98
Cp 4877	77,50	63,00	188,86	189,71	44,21	45,25	0,91	0,92
Cp 5051	63,50	48,75	131,25	133,96	35,39	36,75	1,03	1,02
Cp 5553	62,75	47,50	255,61	243,86	33,46	35,54	0,93	0,96
IT-97K-499-35	80,25	58,50	76,64	81,43	33,32	33,18	1,02	1,02
Vg 59	87,75	52,25	180,86	180,71	31,04	33,54	0,83	0,85
Vg 60	77,50	60,25	255,14	253,36	31,64	32,96	0,80	0,83
Vg 73	84,50	67,75	253,79	249,32	32,86	32,36	0,92	0,92
Vi13	62,75	63,00	260,32	262,64	57,93	60,00	0,96	0,93

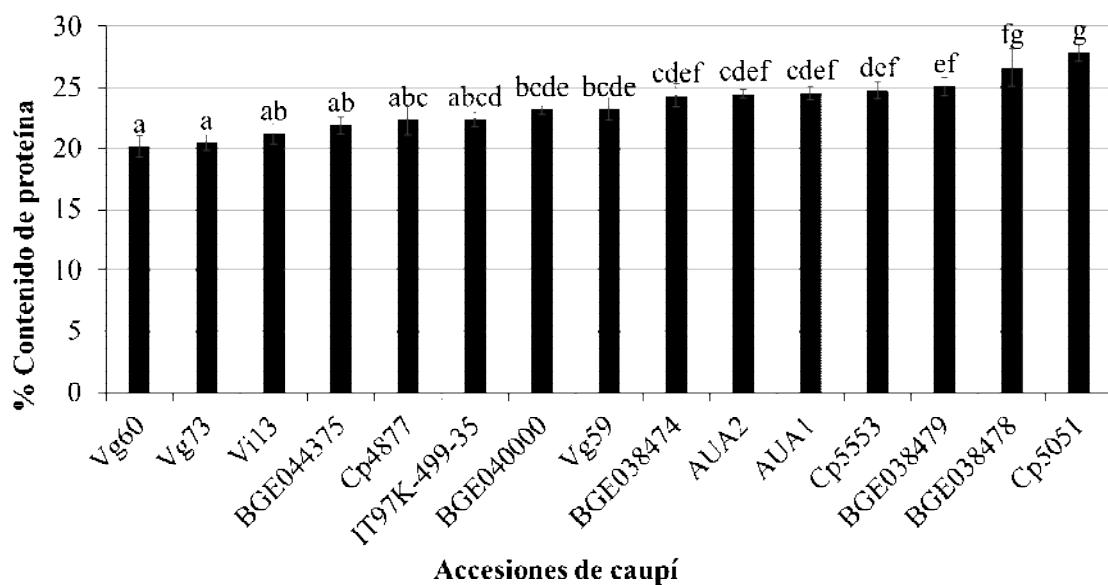
## FIGURAS



**Figura 1.** Media de la longitud de la vaina para las accesiones de caupí analizadas durante los dos cultivos de 2015 y 2016.



**Figura 2.** Media del rendimiento del cultivo en  $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$  de semilla seca para las accesiones de caupí analizadas durante los dos cultivos de 2015 y 2016.



**Figura 3.** Media del porcentaje del contenido en proteína de la semilla seca para las accesiones de caupí analizadas durante los dos cultivos de 2015 y 2016.

# **ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL CÁÑAMO (*Cannabis Sativa L.*) PARA USO INDUSTRIAL Y FARMACEÚTICO.**

Parra Galant, J.; Bartual Martos, J.

Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante).

## **RESUMEN**

Recientes estudios han demostrado los efectos positivos del cannabidiol (CBD) que se encuentra en las flores y hojas del cáñamo sobre el sistema inmunológico, para combatir el insomnio, problemas digestivos, dolores de cabeza, dolores en las articulaciones y enfermedades respiratorias.

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar las posibilidades de introducir este cultivo dentro de las rotaciones de una parcela ecológica. Buscamos valorar las extracciones en nutrientes del cultivo y los rendimientos en CBD, fibra y semilla de tres cultivares. El cultivo se desarrolló en una parcela ecológica sita en el campo de ensayo de la Estación Experimental Agraria de Elche, con tres cultivares ('Tiborszallasi', 'USO 31' y 'Futura 75').

El cultivo del cáñamo en ecológico obtuvo rendimientos en materia fresca y peso seco similares al cultivo tradicional. En la extracción de nutrientes del suelo destacó el consumo de fósforo en profundidad (19% menos a 60 cm tras el cultivo). Estos datos deberían contrastarse en futuros ensayos y de confirmarse los resultados podría ser una planta interesante para cultivar en suelos con excesos de fósforo. Consideramos que el control de la flora adventicia debería manejarse de manera preventiva mediante técnicas de cultivo como la falsa siembra, ya que, aunque el desarrollo del cultivo es muy rápido, es importante que en la germinación no exista competencia con otras plantas. De los tres cultivares ensayados destacó el cv 'Futura 75' que, a pesar de no mostrar diferencias estadísticas significativas a nivel de producción por hectárea, al tener un mayor contenido en Cannabidiol (CBD) resulta mucho más interesante para el cultivo con fines farmacológicos. El cv. 'USO 31' no vegetó correctamente y no alcanzó el tamaño mínimo necesario para cosechar. Sería de gran interés para futuros trabajos estudiar el momento de la recolección y su influencia sobre el contenido en CBD y la introducción de cultivares con un mayor rendimiento en este compuesto.

**Palabras clave:** *tetrahidrocannabinol (THC) menor 0,2%, uso terapéutico.*

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo del cáñamo (*Cannabis sp*) para la obtención de fibras naturales y producción de derivados tuvo gran importancia hasta la década de los años 60 del siglo XX en la provincia de Alicante y, más concretamente, en la comarca de la Vega Baja del Segura. La aparición de las fibras sintéticas, entre otras causas, provocó la desaparición de la industria del cáñamo y el abandono de su cultivo.

En la actualidad, el cáñamo vuelve a emplearse por su fibra natural en multitud de sectores (como aislante térmico y acústico, tapizados, etc). En la UE, los cultivadores de cáñamo están obligados (según Reglamento CE N°1782/2003) a utilizar semillas certificadas que garanticen un contenido inferior al 0,2% en tetrahidrocannabinol (THC), que es el principal componente psicoactivo del *cannabis*. Recientemente, diversos

estudios han demostrado los efectos positivos de otro componente del cáñamo, el cannabidiol (CBD), que se encuentra en las flores y hojas del cáñamo industrial, sobre el sistema inmunológico, para combatir el insomnio, problemas digestivos, dolores de cabeza, dolores en las articulaciones y enfermedades respiratorias.

La autorización médica de compuestos con Cannabidiol (CBD) y el alto precio que puede llegar a alcanzar este extracto, ha provocado que el cultivo del cáñamo vuelva a despertar interés en los agricultores de nuestra comunidad. En esta línea, diversas instituciones y empresas privadas llevan algún tiempo ensayando la reintroducción del cultivo. De todos los Cannabinoides analizados, el contenido en CBD es el de mayor interés, ya que de entre todos ellos (incluyendo THC, CBG y CBC), el cannabidiol (CBD) es el inhibidor más potente del crecimiento de células cancerosas (Ligresti et al, 2006)

Además, en el aspecto agronómico, el cáñamo ha sido siempre considerado como una alternativa de gran interés dentro de las rotaciones de cultivo, ya que su raíz pivotante mejora el terreno explorando las capas más profundas del suelo y por su competencia sobre la flora adventicia dado su rápido crecimiento (Acosta, 2001). Si sumamos a todo ello la escasa incidencia de plagas y enfermedades que presenta tendríamos un cultivo ideal para cabeza de rotación en una parcela ecológica.

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar las posibilidades de introducir este cultivo dentro de las rotaciones de una parcela ecológica. Buscamos valorar las extracciones en nutrientes del cultivo y los rendimientos en CBD, fibra y semilla de tres cultivares.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo se desarrolló en una parcela ecológica sita en el campo de ensayo de la Estación Experimental Agraria de Elche. Se tomaron muestras de suelo a 30 y 60 cm de profundidad (Fotografía 1) para su análisis físico-químico, antes de la siembra y al finalizar el cultivo, para conocer la evolución de la fertilidad del terreno.

La siembra se realizó mediante sembradora a chorillo (Fotografía 2) en una superficie total de 1080 m<sup>2</sup> (45 m x 24 m), con tres cultivares ('Tiborszallasi', 'USO 31' y 'Futura 75'). Las características de los cultivares empleados se resumen en la siguiente tabla.

Nº	Cultivar	Porte	Planta	Origen
1	TIBORSZALLASI	alto	Dioica	España
2	USO 31	bajo	Monoica	Francia
3	FUTURA 75	alto	Monoica	Francia

Sembramos el 24 de mayo de 2016 y recolectamos el 16 de septiembre de 2016. El diseño estadístico fue de seis repeticiones por variedad, en parcelas de 2,5 m (ancho de la sembradora) por 24 m de largo. Cada subparcela estaba compuesta de 21 filas sembradas a chorillo. Previamente a la siembra se aportó estiércol maduro de oveja a razón de 2 kg·m<sup>-2</sup>. Para el riego se utilizó cinta portagoteros con emisores de 1,16 L·h<sup>-1</sup> a 20 cm de distancia. No se realizó ningún tratamiento fitosanitario. En determinadas zonas se observó una importante presencia de flora adventicia que llegó a afectar al desarrollo del cultivo (Fotografía 3).

La recolección se realizó en dos pasos. En el primero, 16/09/2016, nos llevamos la parte de la planta donde se acumula la masa foliar y las flores (Fotografía 5) y en el

segundo, el 21/09/2016, el tallo restante (Fotografía 7), por su interés como subproducto para la obtención de fibra, de la zona más próxima al suelo.

En el momento de la recolección se midió la altura media de planta completa y el peso fresco en muestras de 1 m<sup>2</sup> por subparcela. Se pesó por separado la producción en peso fresco y en peso seco de tallos, hojas y semillas. El análisis del contenido en cannabidiol se realizó en los laboratorios de la Fundación CANNA.

El secado de las plantas (Fotografías 6 y 8) se realizó bajo una malla de sombreo en el interior de un invernadero de plástico con el lateral abierto en secadero, separándose las hojas y flores de los tallos el día 21/10/16, una vez secos (Fotografías 9 y 10).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias mediante el Test de la menor diferencia significativa (LSD) para P≤0,05, utilizando el software para análisis estadístico “InfoStat”.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de suelo (Tabla 1) muestran diferencias tras el cultivo en el contenido en Fosforo y Nitrógeno. En el análisis final observamos en los horizontes más profundos del terreno (60 cm) una disminución en el Fosforo del 19% y en el Nitrógeno del 25%. De confirmarse estos resultados en futuros ensayos sería un cultivo interesante como consumidor de excedentes de fosforo en el suelo.

La altura media de las plantas se muestra en la Tabla 2. No se encontraron diferencias significativas entre las cultivares ‘Futura 75’ y ‘Tiborszallasi’, con una altura media en recolección de 177 y 175 mm, respectivamente.

El cultivar ‘USO 31’ (Fotografía 3), fue eliminado de los resultados del ensayo ya que no vegetó correctamente y no alcanzó el tamaño mínimo necesario para cosechar. Es posible que al ser una variedad de origen francés, las altas temperaturas estivales en nuestras condiciones de cultivo afectaran a su desarrollo vegetativo. La empresa CAFINA SL, que realizó en fechas parecidas un cultivo de cáñamo en agricultura convencional en zona de Vega Baja, también se encontró con problemas en la nascencia del cv ‘USO 31’, teniendo que eliminarlo de sus ensayos.

Lo cierto es que el cultivo se sembró algo tarde, ya que tradicionalmente en nuestra zona se sembraba del 25 de marzo al 15 de abril los cvs. del país y del 15 al 30 de abril los cvs turcos que eran más tardíos (Hansen, 2015).

En la Tabla 2 se muestran los datos de producción referidos al peso fresco de las plantas recién cortadas en kg por hectárea. El cv ‘Futura 75’ tuvo una producción un 20% superior al cv ‘Tiborszallasi’, aunque sin diferencias significativas en el análisis estadístico, pero con un alto coeficiente de variación entre subparcelas. Estas diferencias fueron debidas al efecto de la flora adventicia y la competencia que ejerció con el cultivo. La parte de tallo recolectada para el aprovechamiento en fibra, no arrojó tampoco diferencias significativas entre cultivares.

En las parcelas de cáñamo de la empresa CAFINA SL tuvieron unas producciones parecidas a las nuestras (Tabla 3). Siendo los nuestros algo superiores, y con la diferencia de que el nuestro se cultivó en ecológico y el suyo en convencional.

El análisis de composición en se muestra en la Tabla 4. El cultivar ‘Futura 75’ duplica el contenido en CBD del cv. ‘Tiborszallasi’, lo que sumado a su mayor producción de hoja y flores triplica el rendimiento por hectárea en CBD.

Los valores de THC en ambos casos fueron inferiores al 0,5%, estando dentro de los límites marcados por la legislación vigente.

## CONCLUSIONES

El cultivo del cáñamo en ecológico obtuvo rendimientos en materia fresca y peso seco similares al cultivo tradicional sin problemas fitosanitarios, por lo que sería una alternativa muy interesante para introducirse dentro de las rotaciones de una parcela ecológica

En la extracción de nutrientes del suelo destacó el consumo de fósforo en profundidad (19% menos a 60 cm tras el cultivo). Este resultado debería contrastarse en futuros ensayos y de confirmarse podría ser una planta interesante para cultivar en suelos con excesos de fósforo.

De los tres cultivares ensayados destacó el cv ‘Futura 75’ que, a pesar de no mostrar diferencias estadísticas significativas a nivel de producción por hectárea, al tener un mayor contenido en Cannabidiol (CBD) resulta mucho más interesante para el cultivo con fines farmacológicos. El cv ‘USO 31’ no vegetó correctamente y no alcanzó el tamaño mínimo necesario para cosechar por lo que no sería apropiado para nuestra zona de cultivo.

Consideramos que el control de la flora adventicia debería manejarse de manera preventiva mediante técnicas de cultivo como la falsa siembra, ya que, aunque el desarrollo del cultivo es muy rápido, es importante que en la germinación no exista competencia con otras plantas.

Sería de gran interés para futuros trabajos estudiar el momento de la recolección y su influencia sobre el contenido en CBD y la introducción de cultivares con un mayor rendimiento en este compuesto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, XAQUIN. 2001. Agroecología del cáñamo. La fertilidad de la tierra, nº6. 29-32
- HANSEN, FOLKER. 2015. La economía del cáñamo en la España suroriental: El cultivo, manipulación y transformación del cáñamo en su significado para la estructura social de las vegas. Universidad de Alicante.
- LIGRESTI, A ET AL. 2006Antitumor activity of plant cannabinoids with emphasis on the effect of cannabidiol on human breast carcinoma. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. 318 (3) 1375-1387; DOI: <https://doi.org/10.1124/jpet.106.105247>

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Cáñamo y Fibras Naturales S. L. (CAFINA) y a la Fundación CANNA por su colaboración en la realización del ensayo.

## FOTOGRAFIAS



**Foto 1.** Toma muestras de suelo



**Foto 2.** Siembra.



**Foto 3.** Flora adventicia en el cultivo.



**Foto 4.** Cv USO 31 (eliminado ensayo).



**Foto 5.** Recolección planta para CBD



**Foto 6.** Plantas recién cortadas en secadero



**Foto 7.** Recolección tallo restante.



**Foto 8.** Tallo seco para fibra.



**Foto 9.** Plantas secas



**Foto 10.** Separación del tallo y la hojas+semillas una vez secas.

## TABLAS

**Tabla 1:** Análisis de suelos, anterior (20/05/16) y posterior (21/09/16) al cultivo.

Fecha	Muestra	P soluble en NaHCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> en caliza	Porcentaje de saturación (%)	CE en extracto saturación (dS/m a 25°C)	MO oxidable (% sms)	C oxidable (% sms)	N orgánico (% sms)	Relación C/N	Cationes extraídos por acetato amonio (ppm suelo seco)			
										Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
20/05/2016	Muestra A-1 30 cm	50,9	46,3	49,3	3,36	2,38	1,38	0,136	10,1	4378	667	177	688
	Muestra B-1 60 cm	25,8	47,7	50,0	1,62	1,27	0,738	0,0745	9,90	4247	632	114	371
21/09/2016	Muestra A-2 30cm	47,2	46,3	45,0	2,65	2,13	1,24	0,125	9,88	4246	661	163	693
	Muestra B-2 60cm	21,0	47,1	44,3	2,11	1,09	0,630	0,0559	11,3	4047	683	165	367

**Tabla 2:** Altura media de las plantas en metros, producción final en fresco y en seco (kg/ha) y contenido en Cannabidiol (CBD)

CULTIVAR	ALTURA (metros)	Peso fresco (kg/ha)			Peso Seco (kg/ha)					Contenido en CBD		
		Total	Tallo	Planta	Total	Tallo	Planta			% sobre hojas y flores secas	kg/ha	
FUTURA 75	1,770	12183	4233	7950	6650	3033	1471	1233	912	0,209%	1,910	a
TIBORSZALLASI	1,750	10517	4033	6483	5500	2700	1347	833	620	0,098%	0,610	b
CV	14,26	37,43	47,89	42,70	33,12	49,18	35,70	40,83	43,75		54,24	
MDS	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		1,01	

\*CV: Coeficiente de Variación

\*MDS: Menor Diferencia Significativa

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

El apartado "Tallo" hace referencia a la parte del tallo desde el corte de la planta al suelo

El apartado "Planta" hace referencia a la parte de la planta donde se acumula la masa foliar

De la parte de la planta cortada con masa foliar, una vez seca, se separan las semillas, las hojas y la parte del tallo donde se insertaban

El % de contenido en CBD se aplica sobre el peso seco de hojas y flores

**Tabla 3:** Resultados de la empresa CAFINA en cultivo convencional (kg/ha).

CULTIVAR	FECHAS		Peso fresco (kg/ha)			Peso Seco (kg/ha)				Contenido en CBD	
	Siembra	Recolección	Total	Tallo	Planta	Total	Tallo	Planta			% sobre hojas y flores secas
			Semillas	Resto Tallo	Hojas y flores						
FUTURA 75	05/04/2016	23/08/2016	10261	3565	6695	5857	2671	1296	1086	803	0,209%
FUTURA 75	05/04/2016	30/08/2016	9421	3274	6148	4907	2238	1086	910	673	0,209%
TIBORZALLASI	05/04/2016	08/09/2016	9406	3607	5799	4919	2415	1205	745	554	0,098%

**Tabla 4:** Análisis de Cannabinoides (% peso/peso) mediante HPLC (Fundación CANNA).

CULTIVAR	THC	CBD	THCA	CBDA	CBGA	CBG	CBN
FUTURA 75	<0,05%	0,209%	0,087%	2,049%	<0,05%	<0,05%	<0,05%
TIBORSZALLASI	<0,05%	0,098%	0,197%	1,832%	0,067%	<0,05%	<0,05%

# **EFFECTO DE LA SANIDAD DE LOS TUBERCULOS DE CHUFA DE SIEMBRA SEGÚN SU ORIGEN SOBRE LA CALIDAD Y PRODUCCIÓN EN CAMPO**

Marsal, J.I\*, Cerdá, J.J., Calatayud, A  
Centro de Citricultura y Producción Vegetal  
Dpto. de Horticultura I.V.I.A. – Moncada (Valencia)  
Ctra. Moncada-Náquera, Km 5, 46113, Moncada.  
e-mail\*: jimarsal@ivia.es

## **RESUMEN**

El cultivo de la chufa (Xufa) en Valencia, aunque minoritario, sigue considerándose importante tanto para el sector de productores de chufa como para las empresas que elaboran la horchata bajo la denominación de origen Chufa de Valencia.

Principalmente y casi en exclusiva, el cultivo de la chufa se concentra en L'Horta Nord de la provincia de Valencia donde se producen cerca de 6 millones de kilos de tubérculos, gran parte de ellos bajo la D.O. Chufa de Valencia. La superficie de cultivo es cercana a las 500 ha.

El cultivo de la chufa presenta desde hace unos años problemas asociados a la calidad de los tubérculos, principalmente el llamado "chufa negra" que están provocando que este cultivo deje de ser rentable y pueda desaparecer. Los agricultores más concienciados del valor de este producto están empleando nuevas técnicas que eviten en lo posible los efectos adversos y los problemas sobre el cultivo. Entre las técnicas empleadas destaca la biofumigación con o sin aplicación de metam-sodio, bio-solarización, el descanso del campo por períodos más largos y la selección de material vegetal de siembra de más calidad.

El departamento de Horticultura dentro del Centro de Citricultura y Producción Vegetal del IVIA trabaja en una solución basada en reducir el impacto de los problemas asociados al cultivo mediante la selección para la siembra de chufas de calidad producidas en condiciones controladas de aislamiento y en sustratos inertes. Los tubérculos con dichas garantías son transferidos a los productores de la D.O. para la siembra.

En esta campaña los resultados de los ensayos en parcelas comerciales indican que la obtención y selección de material vegetal sano para la siembra representa un avance considerable para la mejora del rendimiento y de la calidad de los tubérculos de chufa. Hemos demostrado que la utilización de material de siembra de calidad procedente de plantas sanas sin síntomas aparentes de enfermedad influye en gran medida sobre las calidades y producciones finales.

También podemos destacar que la utilización de semillas de segundo año de cultivo y procedentes de material sano pero que se han obtenido en campos no aislados y posiblemente contaminados ven disminuida significativamente la calidad de las producciones finales, es decir parece probado que existe una interacción con el suelo de las parcelas (suelos infectados) que provoca la rápida reinfección de los tubérculos.

**Palabras clave:** *Sanidad vegetal, chufa negra, mejora, selección, producción.*

## **INTRODUCCIÓN**

La chufa (*Cyperus esculentus L.*) es una planta herbácea de entre 40 y 50 centímetros de altura que presenta un potente sistema radicular rizomático del que parten raicillas en cuyos extremos se forman los tubérculos o chufas. Fotografías 1 y 2

La chufa es un cultivo importante y emblemático en la Comunidad Valenciana. Se cultiva en la Comarca Valenciana de L'Horta Nord, que produce actualmente unos seis millones de kilos de chufa seca de los cuales un 90% están amparados por la Denominación de Origen Chufa de Valencia. La mayoría de destina a la industria de fabricación de horchata, conservando un 2% para la posterior siembra.

Actualmente, siguen persistiendo varios problemas que afectan a la producción y calidad de la chufa, que además su incidencia varía dependiendo del año climático en curso. Las causas principales son: el cansancio del suelo, la incidencia de las enfermedades que parecen transmitirse a través de los tubérculos infectados o la falta de material sano certificado para la siembra, entre otros.

Las plagas y enfermedades más comunes:

Podredumbre negra o “alquitranat”.

Enfermedad de la “mancha negra” o “chufa negra”. Fotografía 3.

Necrosis foliar “hongo aéreo” o “seca”. Fotografía 4.

El lepidóptero Barrenador (*Bactra lanceslana*).

El gusano de alambre (*Agriotes spp*).

Además, un problema medio-ambiental importante lo constituye desecación y quema de la planta antes de la recolección.

El departamento de Horticultura integrado en el Centro de Citricultura y Producción Vegetal del IVIA trabaja en la selección para la siembra de chufas de calidad producidas en condiciones controladas de aislamiento y en sustratos inertes que no presenten síntomas como solución para reducir los problemas de la mancha negra asociada a los tubérculos.

La posterior multiplicación de las plantas se realiza en campos limpios y alejados del cultivo tradicional (Parcelas en IVIA Moncada) y posterior testaje y selección de los tubérculos obtenidos para asegurar una cantidad mínima inicial de semilla limpia para repartir a productores de chufa para siembra.

Los ensayos y seguimiento de la producción se realizan en los campos de la D.O. Chufa de Valencia. Estos ensayos en campo permiten hacer estudios comparativos de material vegetal y efecto del terreno sobre las calidades y producciones que ayudarán a comprobar la viabilidad del método, el efecto que ejerce el suelo sobre las semillas que se utilice y si la re-infestación es rápida o más lenta de lo esperado.

## MATERIAL Y METODOS.

Se obtuvo planta madre en invernadero para las campañas 2015/17 cuyos tubérculos fueron sembrados en campos aislados (parcelas del IVIA) que dieron origen a la semilla para las pruebas. De este modo se consiguió una colección de tubérculos de chufa aparentemente exenta de “seca” y “mancha negra”. Fotografías 5 y 6.

Estos ensayos se realizan en parcelas de cultivo de la D.O. para la comparación de material vegetal de varios orígenes para determinar el efecto de la utilización de semilla sana y la interacción con el efecto del suelo de cultivo sobre la producción y sanidad de la chufa:

En abril de 2016 El IVIA proporcionó chufa para siembra limpia obtenida en campos aislados de la zona productora (parcelas del departamento de horticultura IVIA) para la realización de un ensayo en tres parcelas pertenecientes a un agricultor de la D.O. en las que se testaron tubérculos procedentes de tres orígenes:

Origen del material vegetal empleado
CHUFA PROCEDENTE DE SELECCIÓN IVIA 2016 (Primer año de siembra)
CHUFA PROCEDENTE DE SELECCIÓN IVIA 2015 (Segundo año de siembra)
CHUFA PROCEDENTE DE PROVEEDOR COMERCIAL

- a) Chufa reproducida y seleccionada procedente de la selección IVIA 2016.
- b) Chufa seleccionada procedente de la obtenida en una parcela de ecológico (Abril-Noviembre 2015). Son las chufas hijas de las seleccionadas en 2014-15 del IVIA. Para verificar si existe degradación de la sanidad de la chufa vinculada al suelo de la zona productora.
- c) Chufas proporcionadas por los comercios proveedores habituales. Se utiliza como referencia de rendimiento habitual (Testigo).

Cada una de las **tres parcelas** que se describen a continuación contiene los **tres tipos de chufa de siembra según origen**. Las parcelas presentan las siguientes características:

1.- Parcela nº 6 del polígono nº 10 de Alboraia. Parcela en rotación intensiva de cultivo de chufa (cada dos años) sin tratamiento de desinfección.

2.- Parcela nº 41 del polígono 4 de Alboraia. Parcela en cultivo ecológico, con rotación intensiva de chufa (cada dos años) y tras un cultivo de col China precedido de biofumigación. *En esta parcela se produjo una mala nascencia según el agricultor por exceso de humedad inicial.*

3.- Parcela nº 72 del polígono 10 de Alboraia. Parcela con rotación intensiva de cultivo de chufa, desinfectada mediante biofumigación para esta campaña.

En esta actividad el agricultor se responsabiliza de hacer el seguimiento del cultivo, recolectar y pesar la chufa obtenida atendiendo a su origen y a la parcela. El departamento de horticultura del IVIA supervisa este ensayo. Fotografías 7, 8 y 9.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción Total Media dependiendo del origen de la semilla y de las tres parcelas de ensayo: Figura 1.

La chufa de siembra procedente del IVIA 2016 de primer año supera en producción por hanegada a los otros tipos de chufa, en un 18% a la del comercio y en un 14% a la semilla de segundo año.

El efecto debido al tipo de parcela con respecto a su potencial productivo es mayor en la parcela nº 72 que ha sido desinfectada en esta campaña, superando en un 23% a la parcela nº 6 y en un 35% más de producción por hanegada a la nº 41.

### Distribución del porcentaje de la Producción Media Total dependiendo del origen de la semilla y de las tres parcelas de ensayo: Figura 2.

En esta Gráfica vemos la distribución en porcentajes de la Producción Total con respecto al origen de la semilla y el efecto de la parcela utilizada. Esta información proporciona una medida de la calidad debida al origen de la semilla y al tipo de parcela.

#### **Efecto del origen:**

La calidad obtenida con la semilla procedente del Ivia 2016 de primer año supera en calidades a las otras dos.

La semilla de segundo año que ha pasado una campaña en campo es similar a la semilla comercial en lo que respecta a calidades.

La semilla comercial seleccionada sigue manteniendo altos porcentajes de destriño y negra.

#### **Efecto de la parcela:**

La parcela nº 72 parece ofrecer los mejores resultados en porcentajes de calidad, independientemente del tipo de chufa sembrado según su origen.

#### **Distribución de los porcentajes de los tubérculos comerciales, destriños y negros en las tres parcelas de ensayo dependiendo del origen de la semilla: Interacción. Figura 3.**

Estas gráficas indican el efecto que ejerce la parcela en la calidad de los chufas producidas.

Se aprecia un efecto debido al tipo de parcela independientemente del tipo de semilla utilizado.

En todas las parcelas **la semilla procedente del IVIA 2016** de primer año supera en calidades a las otras dos, observándose que la presencia de tubérculos negros es prácticamente ausente.

**La semilla de segundo año** que ha pasado una campaña en campo sigue siendo superior en cuanto a calidades a la semilla comercial, especialmente en destriños, aunque en porcentaje de chufa negra los valores obtenidos son similares.

**La semilla comercial seleccionada** mejora sus producciones pero sigue manteniendo altos porcentajes de destriño y negra

#### **Resultados de la distribución de los Tamaños Medios. Figura 4.**

Estas gráficas indican el **tamaño medio de una muestra de 50 tubérculos** dependiendo del origen de semilla. Se trata de aproximar a la realidad mediante el estudio de una muestra aleatoria.

##### **Leyenda:**

Peso 50 calculado: es el peso extrapolado de una muestra aleatoria de más de 100.

Peso 50 Real: Peso de 50 tubérculos aleatorios

Peso 50 Hidratado: 24 horas en agua los 50 tubérculos

Diferencia: Peso 50 Real- Peso 50 hidratado.

Esta gráfica indica el Peso medio promediado dependiendo del origen de semilla.

Los tubérculos de la semilla procedente del IVIA 2016 de primer año superan en Peso medio a las otras dos procedencias especialmente a la de semilla de origen comercial.

La semilla de segundo año que ha pasado una campaña en campo sigue siendo superior en cuanto a **calibre** a la semilla comercial. El tamaño de las chufas es el único parámetro que sale claramente beneficiado en las chufas de 2º año, ya que la cantidad de chufas afectadas de mancha negra de forma visual, si bien es menor que en el testigo, ha aumentado considerablemente respecto a las de primer año. Los kilos obtenidos en las

chufas de segundo año y teniendo en cuenta que en los tres campos se han sembrado en los bordes de las parcelas es posible que esto induzca a una menor producción.

Sin haber diferencias significativas la semilla procedente del IVIA 2016 de primer año supera en **Peso medio 50** a las otras dos en todos los casos.

## CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos muestran que la utilización de semilla sana de origen aislado proporciona un aumento apreciable de la producción y permiten un aumento de la calidad, al menos el primer año.

El terreno empleado para el cultivo de la chufa tiene un efecto proporcional sobre la calidad y sanidad de las producciones independientemente del origen de la semilla.

La utilización de semilla obtenida de campos tradicionales de cultivo produce un descenso importante de la producción y un deterioro progresivo de la calidad de la semilla aunque se realice una selección de la misma. Presentando los mayores índices de destrozo y chufa negra del ensayo.

La multiplicación y selección continuada de chufa limpia representa una estrategia válida para el aumento de la producción y disminución de problemas asociados.

Proponemos un método de obtención de semilla basado en la producción de chufa en campos aislados de la zona productora utilizando exclusivamente semilla sana.

El cultivo de la chufa presenta una problemática fitosanitaria en aumento y requiere de una constante actuación si se quiere mantener y potenciar. También se requiere una mayor y más activa implicación del sector.

Se han abierto dos líneas nuevas de investigación y mejora que podrían dar luz sobre el problema, una es la secuenciación genética del material vegetal (departamento de virología del IVIA), que podría encontrar la etiología del problema y la otra línea llevada a cabo por el departamento de Horticultura (IVIA) en la selección y replicación de material sano de tubérculos de chufa que son cedidos a los agricultores de la D.O. de los cuales se hace un seguimiento de viabilidad.

Debemos recordar que es un cultivo menor y que no existen materias activas autorizadas para el mismo. Los agricultores siguen haciendo lo que pueden o quieren a este respecto a excepción de los agricultores de cultivo ecológico. Un punto intermedio aconsejable podría ser aplicar los protocolos tipo “proyecto cero”.

## FOTOGRAFIAS



**Fotografía 1.** Planta de chufa.



**Fotografía 2.** Herbácea rizomatosa.



**Fotografía 3.** Chufa con “mancha negra”



**Fotografía 4.** Síntomas “seca” 2016



**Fotografía 5.** Tubérculos sanos procedentes de planta madre aisladas.



**Fotografía 6.** Obtención de semilla asintomática



**Fotografía 7.** Siembra del ensayo.



**Fotografía 8.** Plantas sanas Ivia 2016



**Fotografía 9.** Plantación Material Ivia (Alboraia julio 2016)

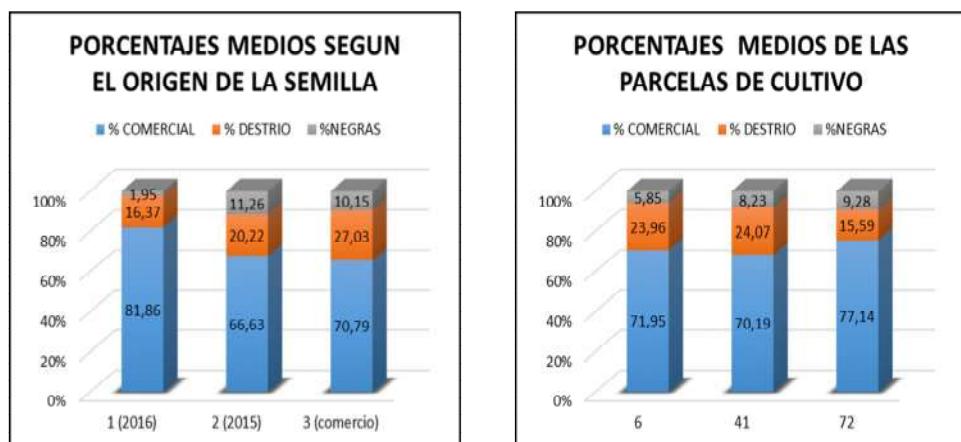
## FIGURAS

**Resultados de producción Total Media dependiendo del origen de la semilla y de las tres parcelas de ensayo:**



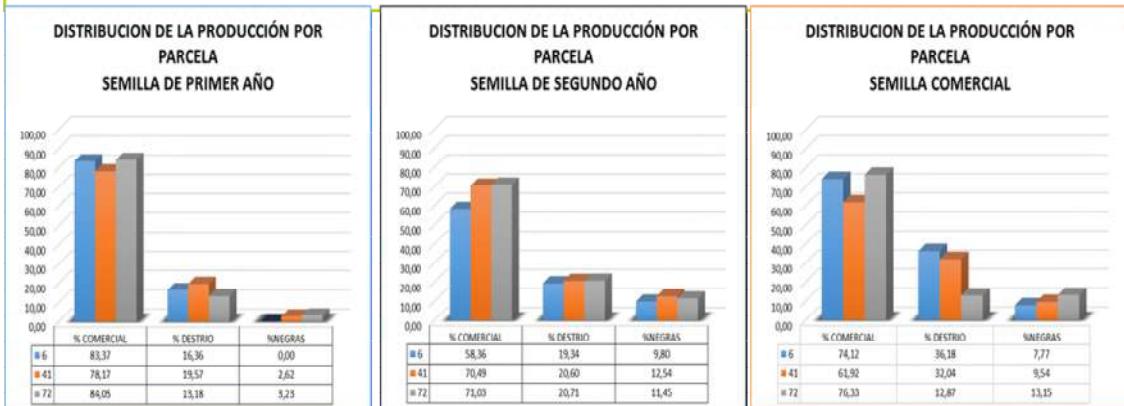
**Figura 1**

**Distribución de la producción Total Media dependiendo del origen de la semilla y de las tres parcelas de ensayo:**

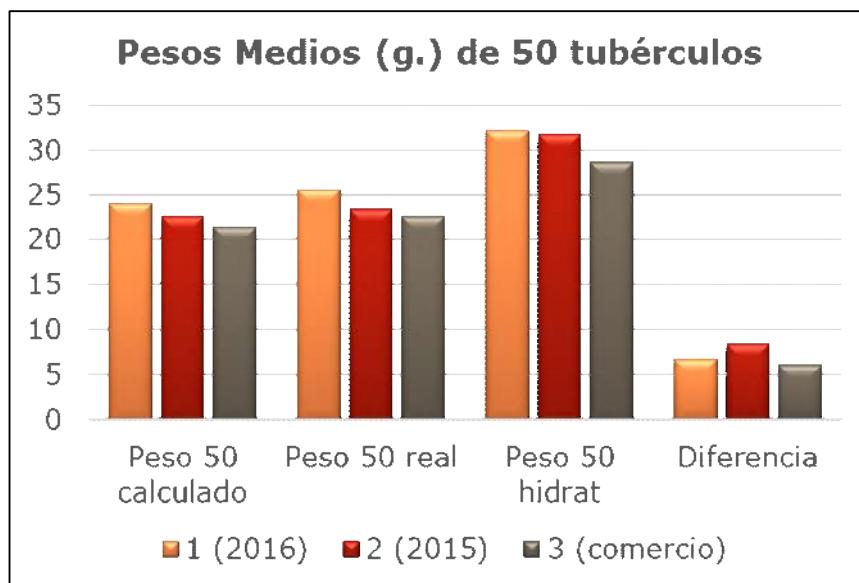


**Figura 2**

**Resultados de la distribución de los porcentajes de los tubérculos comerciales, destriós y negros en las tres parcelas de ensayo dependiendo del origen de la semilla: INTERACCIÓN**



**Figura 3**



**Figura 4: Porcentajes de chufa limpia según su origen**

Peso 50 calculado: es el peso extrapolado de una muestra aleatoria de más de 100.  
Peso 50 Real: Peso de 50 tubérculos aleatorios  
Peso 50 Hidratado: 24 horas en agua los 50 tuberculos  
Diferencia: Peso 50 Real- Peso 50 hidratado.

# **INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DE RIZOMA SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN, SECANO vs. REGADÍO, EN EL CULTIVO DE ESPÁRRAGO.**

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

Centro IFAPA Las Torres. Alcalá del Río. 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 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:**

## **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 m<sup>2</sup>. 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 (Figura 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 (Figura 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 (Figura 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 (Figura 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 & Currens (1965).

## 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 40cm 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.

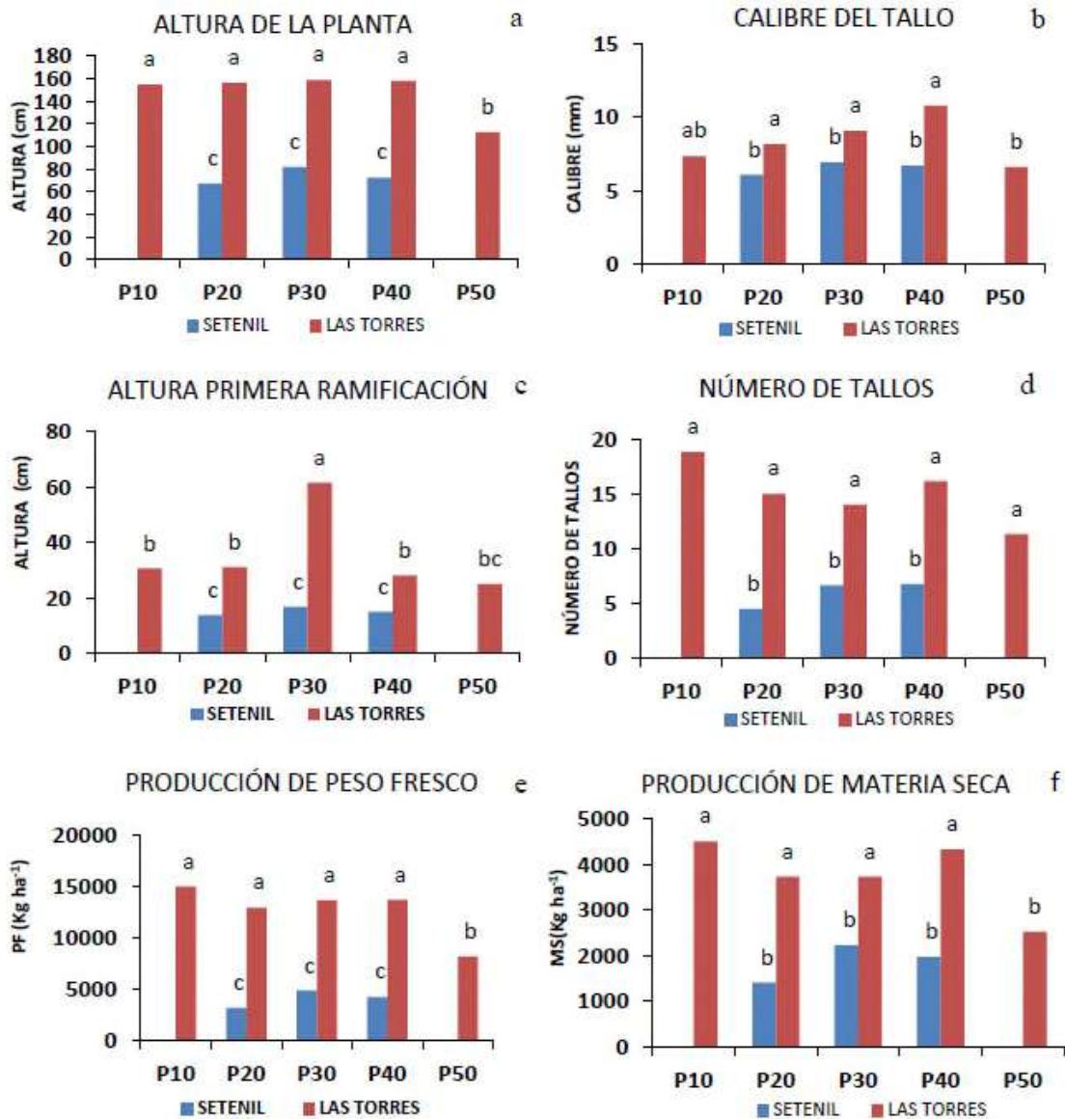
## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASPRELLI, P.D.; LÓPEZ, F.S.; COINTRY, E.L. 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



**Figura 1.** 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 ( $P < 0,05$ )

## **CULTIVO ECOLOGICO**

# SITUACIÓN ACTUAL DE LA HORTICULTURA ECOLÓGICA BAJO PLÁSTICO EN EL LITORAL ORIENTAL ANDALUZ.

Bertuglia, A., González Roa, M.C., Villa Asensi, J.P.

Área de Economía de la Cadena Alimentaria. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Junta de Andalucía.

## RESUMEN

España se encuentra entre los diez primeros países del mundo con mayor superficie ecológica, y dentro de la Unión Europea ocupa el primer lugar. En Andalucía se concentra más del 50% de la superficie ecológica total española, siendo las hortalizas uno de los principales cultivos certificados y demandados por el consumidor ecológico. La producción se localiza básicamente en Almería y Granada, que asimismo son las principales productoras de hortícolas bajo plástico.

En el presente artículo se exponen los resultados preliminares de un estudio centrado en el análisis de las principales características de las explotaciones hortícolas ecológicas bajo plástico del litoral oriental andaluz, en base a 70 encuestas realizadas en 2016 a horticultores ecológicos en las provincias de Almería y Granada. Se identifican los principales cultivos de la zona así como las características de los invernaderos. Se obtiene, además, información sobre las razones que inducen a los productores a la adopción de la agricultura ecológica.

Finalmente, se identifican los principales canales de comercialización utilizados por los horticultores ecológicos entrevistados y las principales problemáticas de las explotaciones.

**Palabras clave:** *Invernaderos, hortalizas ecológicas, comercialización, Almería, Granada.*

## INTRODUCCIÓN

Desde hace años la calidad de los alimentos es uno de los aspectos más valorados por los consumidores, cada vez más preocupados por la salud y los efectos que la adopción de determinadas prácticas agrarias pueden provocar en el medioambiente. La introducción de los sistemas de gestión de calidad en la agricultura que incluyeran la adopción de buenas prácticas agrarias, como es el caso de Globalgap en hortícolas, constituyeron un primer paso para el alcance de una agricultura más sostenible, que satisfaciera además las necesidades de los consumidores más exigentes en tema de calidad y salubridad alimentaria.

En las últimas décadas se ha avanzado hacia una agricultura ecológica, que prevé la eliminación de productos químicos de síntesis y que, además, constituye una alternativa a la agricultura convencional, proporcionando a los productores mayores márgenes para sus productos.

Según datos FiBL, en 2014 la superficie mundial ocupada por la agricultura ecológica ascendía a 43,7 millones de ha, incluida la superficie en conversión, siendo

Oceanía y Europa los dos continentes con mayor superficie cultivada (17,3 y 11,6 millones de hectáreas, respectivamente). España, con una superficie de 1,7 millones ha, es el quinto productor a nivel mundial (Figura 1), ocupando el primer lugar dentro de la Unión Europea (Figura 2). Dentro de España, más de la mitad de la superficie se concentra en Andalucía, siendo las hortalizas uno de los principales cultivos certificados y demandados por el consumidor ecológico (MAPAMA, 2016).

En el litoral mediterráneo oriental, entre las provincias de Almería y Granada, la horticultura bajo plástico ocupa un lugar determinante para la economía de la zona, destinándose las producciones principalmente a países europeos, donde las exigencias de calidad son elevadas y donde el consumo de productos ecológicos está bastante extendido.

Numerosos son los estudios que se centran en el análisis del sector hortícola intensivo del litoral mediterráneo oriental. En particular entre los estudios más recientes se encuentran, por ejemplo los de Valera et al. (2014) y Montero (2012), que analizan las características de los invernaderos almeriense o Bertuglia y Calatrava (2008), centrado en los invernaderos del litoral granadino, o los de Luna (2014), Aznar et al. (2013), Peralta (2012), Aznar y Sánchez (2010), Calatrava et al. (2013), etc., que estudian aspectos referentes a la comercialización en el litoral mediterráneo oriental. Numerosos también son los estudios sobre aspectos referentes a la adopción de sistemas de gestión de calidad de los productos en el sector hortícola bajo plástico (Díaz et al., 2002; Bertuglia et al., 2013, entre otros), o aspectos referentes a la adopción de la agricultura ecológica desde el punto de vista agronómico. Sin embargo escasos son los trabajos que estudian el sector hortícola ecológico bajo plástico desde el punto de vista socio-económico.

En el presente artículo se presenta un avance de resultados de un estudio más amplio, realizado en el ámbito del Proyecto Transforma “Innovación participativa para una agricultura protegida sostenible” cofinanciado con fondos FEDER.

El presente estudio tiene como principal objetivo el análisis de las características de las explotaciones hortícolas ecológicas bajo plástico en el litoral oriental andaluz, entre las provincias de Almería y Granada, así como la identificación de los canales de comercialización usados para dichos productos. Finalmente se analizan las principales problemáticas que afectan a las explotaciones y sus titulares.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se ha partido de la información generada por un sondeo a 70 horticultores del litoral oriental andaluz, entre las provincias de Almería y Granada, realizado a finales de 2016. Se realizaron entrevistas personales mediante el uso de un cuestionario constituido por preguntas abiertas y cerradas, estructuradas en los siguientes 4 bloques:

- Características de la explotación: Tipo de cultivos, superficies, rendimientos, características de los invernaderos, etc.
- Producción ecológica: Año de adopción, razones de adopción, etc.
- Comercialización: Pertenencia a una entidad asociativa, formas de comercialización, etc.
- Principales problemáticas de las explotaciones.
- Características de los titulares de las explotaciones: sexo, edad, nivel de estudios, etc.

A partir de la información contenida en la base de datos del Sistema de Información sobre la Producción Ecológica en Andalucía (SIPEA), se han obtenido datos de contacto de horticultores ecológicos del litoral granadino y almeriense y se ha

procedido a la realización de las encuestas a dichos productores. Posteriormente se ha realizado un análisis descriptivo de los datos obtenidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de las explotaciones y de sus titulares

Las explotaciones tienen una superficie media de 2,08 ha, con superficie máxima de 16,10 ha y mínima de 0,4 ha, siendo 2,21 el número medio de invernaderos por agricultor. La superficie media de los invernaderos asciende a casi una hectárea (0,94 ha), teniendo el invernadero de mayor dimensión una superficie de 3 ha (Tabla 1).

Los principales cultivos son el tomate (34,78%), pimiento (12,84%) y pepino (10,99%), cultivado en primer ciclo, y sandía (18,10%), presente en segundo ciclo (Figura 3).

En la tabla 2 se han aportado las características de un invernadero tipo ecológico del litoral oriental andaluz. Como se observa, los invernaderos suelen presentar una estructura metálica multicapilla (raspa y amagado) con lámina de cubierta de polietileno térmico de larga duración, y como sistema de cultivo enarenado en tierra original, características que no difieren de las encontradas en invernaderos convencionales del litoral granadino en un estudio anterior realizado en 2008 por Bertuglia y Calatrava (2008).

Más de la mitad de los invernaderos disponen de sistema de recogida de agua de lluvia y está bastante generalizado el blanqueo como método de refrigeración. La ventilación de los invernaderos suele realizarse mediante la instalación de ventanas cenitales y laterales, no disponiendo los invernaderos de sistemas de ventilación forzada o de control automático de la humedad. Finalmente, más del 60% de los invernaderos disponen de sistema de riego automático.

Los invernaderos suelen ser en propiedad (72,90%), con uso principalmente de mano de obra familiar y asalariada eventual o fija, o solo asalariada eventual (Figura 4). Los productores suelen implicarse en todo el proceso productivo, desde todo tipo de trabajo físico, hasta la gestión y organización de las explotaciones (81,42% de los productores).

En cuanto a las características socio-demográficas de los titulares de las explotaciones, la mayoría son hombres (77,14%) con una edad comprendida mayoritariamente entre los 40 y 49 años (41,42%), estudios primarios (55,71%) o secundarios (37,14%), siendo su dedicación total a la agricultura (87,14%).

### Agricultura ecológica

El número de productores que han ido adoptando la agricultura ecológica en explotaciones hortícolas intensivas se ha incrementado en los últimos años, como muestra la figura 5 referente al número anual de productores adoptantes y a la adopción acumulada, observándose unos picos en la adopción en los años 2006 y 2008, y más recientemente en 2015. Las razones de la adopción, como manifiestan los productores, son principalmente económicas, en particular se deben a los mejores precios ofertados por los productos ecológicos. Entre otras razones destacan también la preocupación por la salud y el medioambiente, según el 25,55% y 17,77% de los productores entrevistados, respectivamente (Figura 6). Además de la producción ecológica, el 62,85% de los productores adopta Globalgap, certificación de calidad extendida en el litoral desde hace años, impuesta por los clientes procedentes de países europeos.

### Comercialización

La principal forma de comercialización de los productos (62,85%) es a través de entidades asociativas (Cooperativas o SAT) y en segundo lugar (37,15%) a través de otros tipos de empresas (Sociedades Anónimas, Sociedades Limitadas, etc.), dedicadas a la manipulación y comercialización de los productos. Más del 80% (82,85%) de los productores suele utilizar un sistema de comercialización único para sus productos, manifestando una elevada fidelización con su sistema de comercialización.

### **Problemáticas**

Las principales problemáticas de las explotaciones están asociadas a las plagas y enfermedades (74,42%), que afectan a los cultivos ecológicos en mayor medida que al cultivo en convencional. Un 4,65% de los productores también observa menores rendimientos con respecto al convencional. Solamente un 5,81% de los productores menciona los bajos precios como uno de los principales problemas en su explotación.

## **CONCLUSIONES**

Los invernaderos ecológicos del litoral mediterráneo andaluz suelen tener un nivel tecnológico básico, no difiriendo de los invernaderos convencionales de la zona.

Los principales cultivos son el tomate en primer ciclo o ciclo largo y sandía en segundo ciclo, siendo otros cultivos comunes en la zona el pepino y el pimiento, presentes en primer ciclo.

Las explotaciones suelen tener carácter exclusivamente familiar o familiar con contratación de mano de obra asalariada

Se observa una evolución creciente de la adopción de la agricultura ecológica, encontrándose picos de adopción en los años 2006, 2008 y más recientemente en 2015.

La principal razón para adoptar la agricultura ecológica está relacionada con el mayor precio de los productos y en segundo lugar con la preocupación por la salud.

La principal forma de comercialización es a través de entidades asociativas (Cooperativas o SAT).

Las principales problemáticas de las explotaciones se asocian a la presencia de plagas y enfermedades.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AZNAR SÁNCHEZ, J.A., GALDEANO, E., ÁLVAREZ, J., TAPIA, J.J., GODOY, A.E. (2013). El sector de la Comercialización Hortícola en Almería. Concentración, Prospectiva y Logística. The Horticultural Marketing Sector in Almería. Concentration, Foresight and Logistics. Fundación Cajamar.
- AZNAR SÁNCHEZ, J. A.; SÁNCHEZ PICÓN, A. (2010). Innovación y distrito en torno a un "milagro": la configuración del sistema productivo local de la agricultura intensiva de Almería. Artículos de revista Dpto. Economía y Empresa. Editorial: Universidad de Barcelona.
- BERTUGLIA, A.; CALATRAVA, J. (2008). Las explotaciones hortícolas bajo plástico del litoral oriental granadino. Horticultura Internacional, 2008, 64:12-17.
- BERTUGLIA, A.; CALATRAVA, J.; GONZÁLEZ, M.C. (2013). Adopción de sistemas de gestión de calidad en la producción hortícola bajo abrigo del litoral granadino.
- CALATRAVA, J; BERTUGLIA, A.; GONZÁLEZ, M.C. (2013). La comercialización en origen en el sector hortícola bajo abrigo de la costa de Granada. Servifapa.
- DÍAZ ALVAREZ, J.R.; SALAZAR MATO, J.F.; NAVARRO DEL AGUILA, M.C.; LÓPEZ GALVEZ, J. (2002). Influencia de las organización de productores en la mejora de la calidad de las frutas y hortalizas bajo invernadero de Almería. Actas del IV Coloquio Hispano-Portugués de Estudios Rurales.

FiBL & IFOAM (2016). "The world of organic agriculture. Statistics & emerging trends 2016".

LUNA VALENTÍN, P. (2014). Análisis de las claves del éxito de las principales comercializadoras hortofrutícolas almerienses. Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Almería.

MAPAMA (2016). Agricultura ecológica. Estadísticas 2015.

MONTERO, J.I. (2012). Desarrollo de estructuras para invernaderos. Cuadernos de estudios agroalimentarios. Pp 45-70.

PERALTA RUIZ, J.A. (2012). Diagnóstico económico-financiero de las principales comercializadoras del sector hortofrutícola de la provincia de Almería. Máster en Contabilidad y Finanzas Corporativas. Curso 2010-2011. Editorial: Universidad de Almería.

VALERA, D.L., et al. (2014). Los invernaderos de Almería. Análisis de su tecnología y rentabilidad. Cajamar

## TABLAS

**Tabla 1.** Superficie de las explotaciones y de los invernaderos

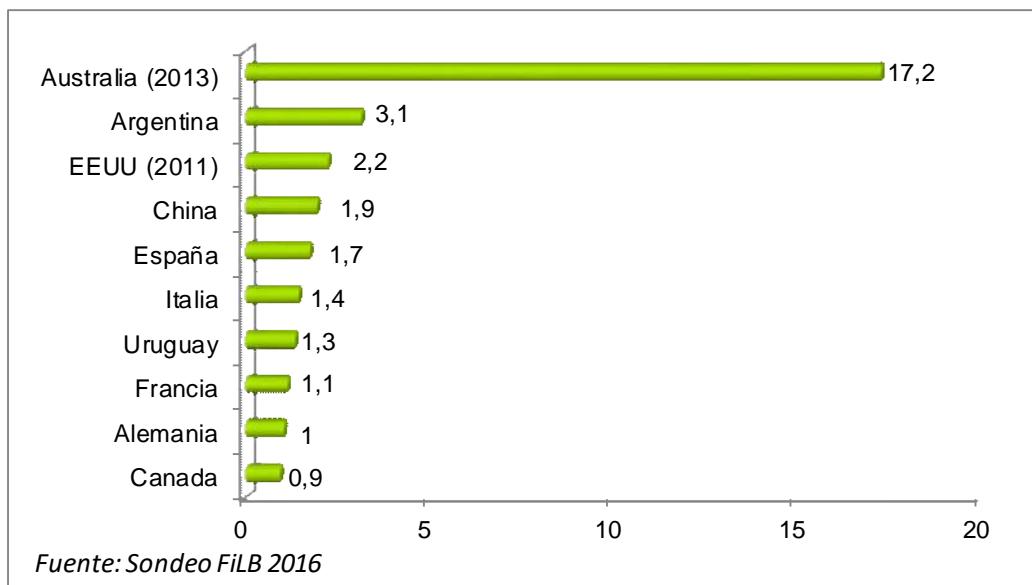
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estandar
Superficie total explotación (ha)	0,40	16,10	2,08	1,94
N.º invernaderos por horticultor	1	9	2,21	1,41
Superficie de los invernaderos	0,12	3	0,86	0,45

**Tabla 2.** Características de un invernadero tipo

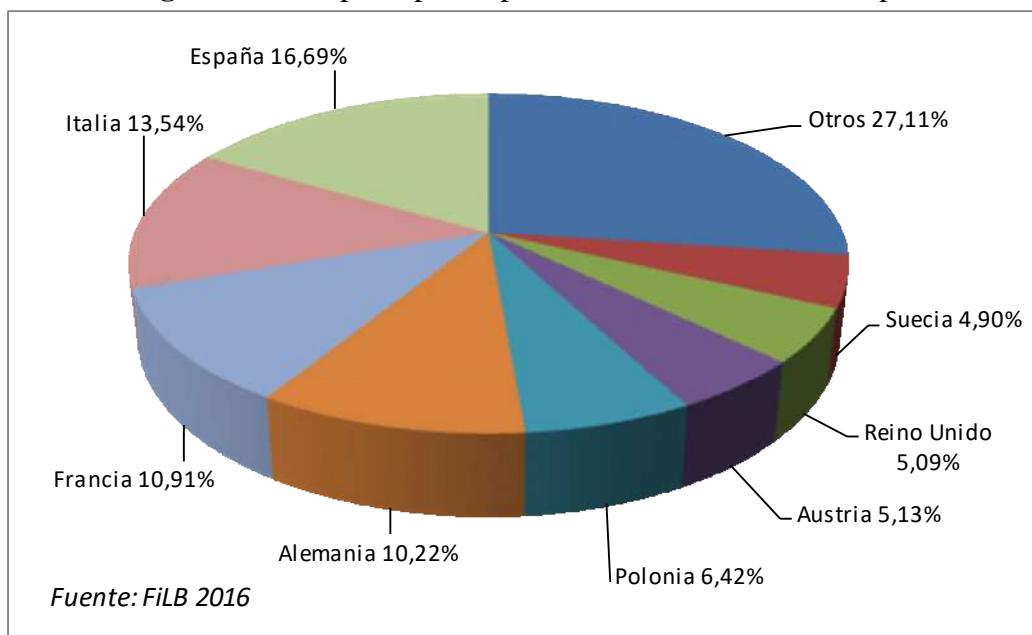
	Características	%
Estructura	Multicapilla (Rasca y amagado)	65,80
Lamina de cubierta	Polietileno térmico larga duración	72,41
Sistema de cultivo	Enarenado en tierra original	70,74
Recogida agua de lluvia	Disponen	50,32
Ventilación	Ventanas cenitales y laterales	74,67
Sistema de refrigeración	Blanqueo o encalado	83,44

## FIGURAS

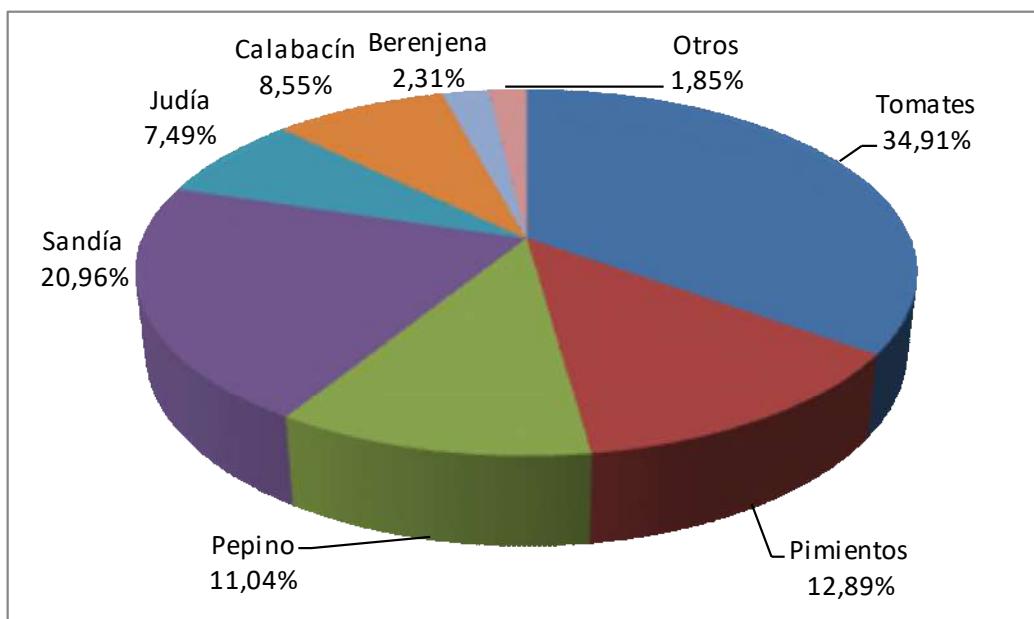
**Figura 1.** Los diez países con mayor superficie de Agricultura Ecológica en 2014 (mill. de ha)



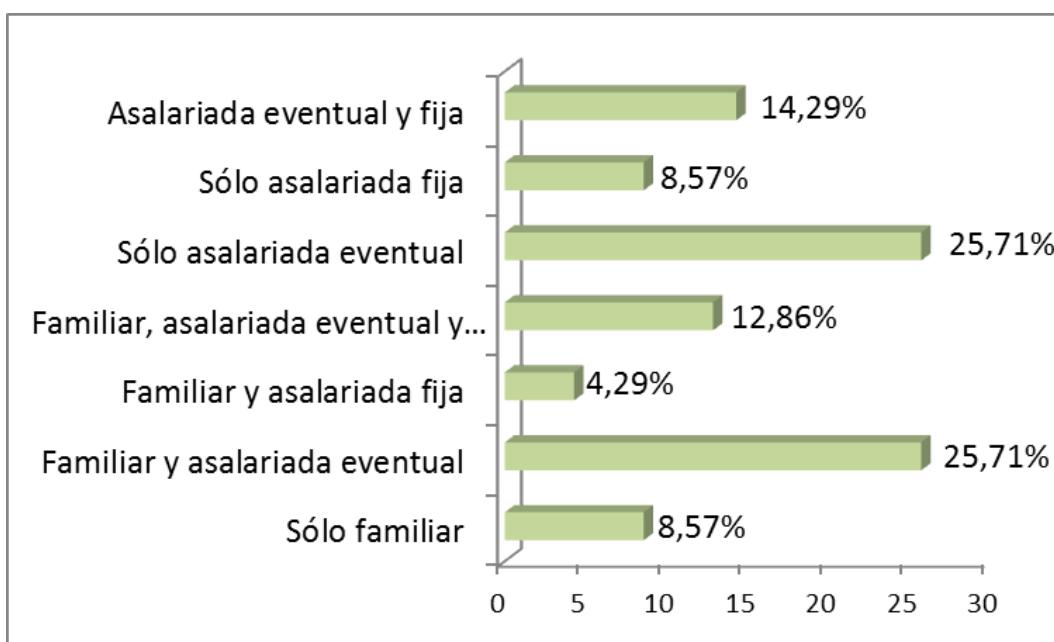
**Figura 2.** Principales países productores de la Unión Europea



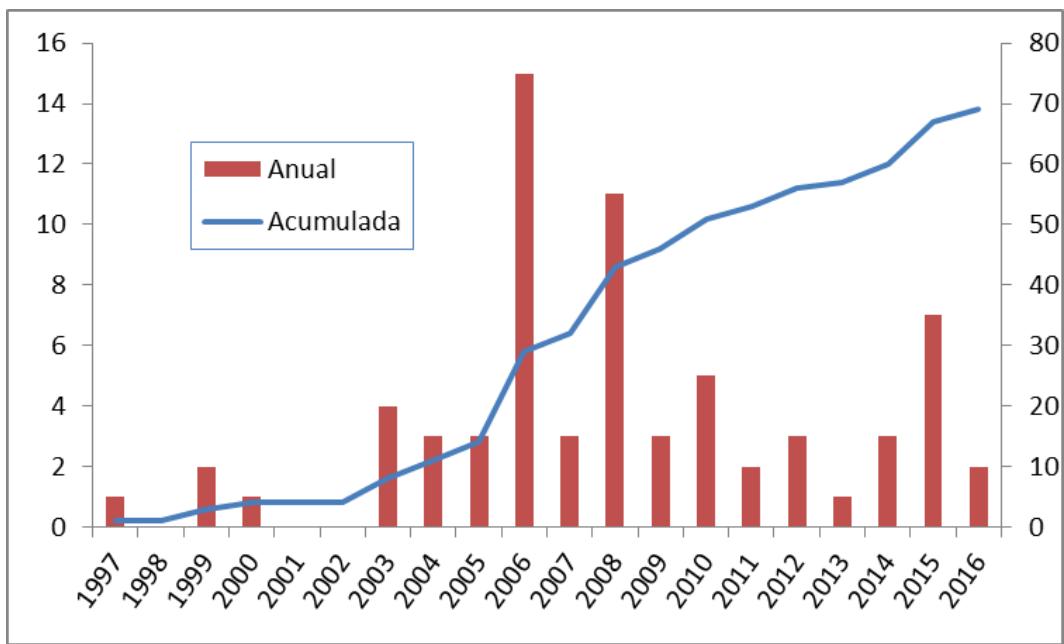
**Figura 3.** Superficie ocupada por los distintos cultivos



**Figura 4.** Mano de obra utilizada en la explotación



**Figura 5.** Adopción anual y acumulada de la Agricultura ecológica (Nº de adoptantes)



**Figura 6.** Razones de adopción de la Agricultura ecológica

# EFFECTO DE LA DOSIS DE FERTIRRIGACIÓN SOBRE EL CULTIVO DE LEGUMINOSAS EN INVERNADERO ECOLÓGICO

Martín, E.; del Río-Celestino, M.; Gómez, P.; García-García, M.C.

IFAPA Centro La Mojonera, C. San Nicolás, Nº1, C.P. 04745, La Mojonera, Almería.  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

## RESUMEN

La sociedad demanda cada vez más una agricultura sostenible y una producción de alimentos sanos y de mayor calidad; esto hace necesario la utilización de sistemas agrícolas y modelos productivos respetuosos con el medio ambiente y sostenibles en el tiempo, siendo la agricultura ecológica una alternativa real al sistema convencional de producción agrícola.

Puesto que los principios fundamentales de la agricultura ecológica son la preservación de los recursos naturales y el aumento de la biodiversidad, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de fertirrigación sobre el cultivo de diferentes especies de leguminosas bajo invernadero ecológico, como continuación a la línea de diversificación de hortícolas convencionales emprendida por IFAPA.

Para ello se ensayaron dos tratamientos diferentes de fertirrigación: dotación usual de riego y abono (100% de fertirrigación) y dotación restringida (50% de fertirrigación), sobre guisante, judía y tirabeque. Concretamente se utilizaron 2 cultivares de guisante (*Pisum sativum L.*) cv. BGE\_033620 (cv. tradicional aportado por UPC) y cv. 'Lincoln' (cv. comercial), judía verde (*Phaseolus vulgaris L.*) cv. 'Helda', y tirabeque (*Pisum sativum L. ssp. macrocarpon*) cv. 'Tirabi'. Para cuantificar los efectos de la dosis de fertirrigación se obtuvieron resultados de producción y tipificación de los frutos recolectados.

Se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento del 100% y el 50% de fertirrigación en el cultivo de judía, siendo mayores la producción y el peso del fruto en el tratamiento del 100% de fertirrigación. Sin embargo, en los cultivos de guisante y de tirabeque no se encontraron diferencias significativas de producción entre ambos tratamientos.

Aunque es necesario repetir en el tiempo estos ensayos, los resultados hacen pensar que en nuestras condiciones de cultivo se pueden desarrollar, sin pérdidas de producción, el cultivo de guisante y tirabeque en producción ecológica con reducción de fertirriego y el consiguiente ahorro en agua y abono, haciendo el sistema mucho más sostenible.

**Palabras clave:** Diversificación, Guisante, Judía, Tirabeque, Volumen de Riego.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad demanda cada vez más una agricultura sostenible y una producción de alimentos sanos y de mayor calidad. Esto hace necesario la utilización de sistemas agrícolas y modelos productivos respetuosos con el medio ambiente y sostenibles en el tiempo, siendo la agricultura ecológica una alternativa real al sistema convencional de producción agrícola.

Además, las directrices de la Unión Europea nos indican que se debe potenciar y

promover la diversificación de los cultivos y productos agrícolas y evitar caer en los peligros del monocultivo que cada vez más se da en los cultivos de hortalizas bajo invernadero.

Una alternativa importante de diversificación puede ser el cultivo ecológico de leguminosas bajo invernadero, ya que las leguminosas para consumo de vainas y de grano fresco no son cultivos mayoritarios en los invernaderos del sudeste de España, y aún menos en cultivo ecológico. Las leguminosas son un componente imprescindible en las rotaciones de cultivo dentro de una agricultura sostenible gracias a su papel mejorante de la fertilidad de los suelos por la asociación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Ramírez-Bahena *et al.*, 2016). Además, son una valiosa fuente de proteína tanto para alimentación animal (Rubio y Molina, 2016) como humana, con conocidos beneficios para la salud (Arnoldi *et al.*, 2015; Delgado-Andrade *et al.*, 2016), siendo uno de los pilares de la dieta mediterránea.

En cuanto a las condiciones de cultivo, las leguminosas son sensibles al estrés hídrico y al calor presente con frecuencia de forma simultánea en las etapas fenológicas más sensibles de la planta. El estrés por sequía es causado, entre otros factores, por la baja disponibilidad de agua en el suelo, modificando negativamente la productividad. Ésta es afectada dependiendo de la intensidad, duración de la escasez de agua y de la rapidez con la cual se alcance dicha intensidad, además de la etapa fenológica en que el efecto ocurra.

Puesto que los principios fundamentales de la agricultura ecológica son la preservación de los recursos naturales y el aumento de la biodiversidad, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de fertirrigación sobre la producción de diferentes especies de leguminosas bajo invernadero ecológico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Centro IFAPA La Mojonera (Almería), en dos invernaderos tipo “raspa y amagado” simétricos, con estructura metálica y cubierta de polietileno, con una superficie de 800 m<sup>2</sup> cada uno y suelo enarenado. Se experimentó con diferentes leguminosas, concretamente con judía, guisante y tirabeque, cultivando según la reglamentación europea de agricultura ecológica. Se realizó la plantación el 7 de octubre de 2016, realizando un ciclo de otoño-inviero, iniciándose la recolección el 18 de noviembre de 2016 y finalizando el cultivo el 25 de enero de 2017. La densidad de plantación fue de 2 plantas m<sup>-2</sup>.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 2 tratamientos de fertirrigación y 3 repeticiones para cada tratamiento y cultivar ensayado. El número de plantas por repetición fue de 35 plantas. A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de la varianza al nivel del 95% de significación.

Los cultivos ensayados fueron: cultivo de judía verde de enrame (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. ‘Helda’, cultivo de tirabeque (*Pisum sativum* L. ssp. *macrocarpon*) cv. ‘Tirabi’ y cultivo de guisante (*Pisum sativum* L.) cv. ‘BGE\_033620’ (cv. tradicional aportado por Universidad Politécnica de Cartagena) y cv. ‘Lincoln’ (cv. comercial).

CULTIVO	CULTIVAR
Judía	Helda
Tirabeque	Tirabi
Guisante	Lincoln
Guisante	BGE 033620

Las técnicas culturales, fitosanitarias (con preferencia de control biológico) y de fertirrigación, cumplían las directivas europeas de producción ecológica y así se ratificó con la certificación especializada en Producción Ecológica (CAAE-Ecovalia).

Los dos tratamientos de fertirrigación fueron: dotación usual de riego (100% de fertirrigación) y dotación restringida de riego (50% de fertirrigación).

La programación del riego se llevó a cabo mediante el manejo de tensímetros instalados a 15 centímetros de profundidad. Siendo la consigna utilizada regar cada vez que el tensímetro situado en la parcela del tratamiento de dotación usual de riego (100% de fertirrigación) marcaba una tensión de 22 cb. Se procedía a variar los tiempos de fertirriego de los dos tratamientos. Durante el periodo de máximo desarrollo del cultivo se fertirrigaba durante 30 minutos en el tratamiento de dotación usual de riego (100% de fertirrigación) y la mitad de tiempo (15 minutos) en el tratamiento de dotación restringida de riego (50% de fertirrigación). Al final del ensayo el volumen de agua total aplicado en el tratamiento de 100% de fertirrigación fue de  $60 \text{ L m}^{-2}$ , aportándose la mitad de agua y, por tanto, la mitad de abono en el tratamiento del 50% de fertirrigación.

La fertilización aplicada en cada tratamiento fue la misma en todas las especies y se hizo mediante abonado de fondo con estiércol de oveja (composición sobre materia seca: Materia Orgánica 45,6%; Nitrógeno Total  $17,7 \text{ g kg}^{-1}$ ; Amonio  $889 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Nitrato  $520 \text{ mg kg}^{-1}$ ; Fósforo  $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ ; Potasio  $16,5 \text{ g kg}^{-1}$ ; Calcio  $100,9 \text{ g kg}^{-1}$ ) a razón de  $0,7 \text{ kg m}^{-2}$  y fertirrigación a lo largo del ciclo de cultivo.

Para realizar la fertirrigación se utilizó agua de pozo con pH 7,3 y C.E.  $1,45 \text{ mS cm}^{-1}$  y C.E. de la solución nutritiva aplicada a los cultivos de  $2,4 \text{ mS cm}^{-1}$  de media. El pH se programó en el cabezal de riego a 6,5 y se logró la acidificación mediante vinagre (ácido acético).

El cabezal de riego estaba compuesto por un programador con inyectores venturis y tres tanques de abonado con las siguientes soluciones:

- TANQUE A: Calcio quelatado ( $\text{MgO } 0,5\% + \text{CaO } 15\%$ ) y microelementos.
- TANQUE B: Ácidos húmicos y fúlvicos (Extracto húmico total 26% p/p; Ácidos húmicos 10% p/p + Ácidos fúlvicos 16% p/p)
- TANQUE C: Sulfato potásico ( $\text{K}_2\text{O } 52\% + \text{SO}_3 45\%$ ).
- Inyectores: Aminoacidos (Aminoácidos libres 24% p/p + Nitrógeno total 3,3% p/p; Nitrógeno orgánico 3% p/p y Nitrógeno amoniocal 0,3% p/p).

Para cuantificar los efectos de la dosis de fertirrigación se obtuvieron resultados de producción y tipificación de los frutos recolectados. La producción se obtuvo de la totalidad de las plantas, realizando pesadas de las sucesivas recolecciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivo de judía cv. 'Helda' la producción comercial obtenida en el tratamiento con dotación usual de riego (100% de fertirrigación) fue de  $1,60 \text{ kg m}^{-2}$  mientras que en el tratamiento con dotación de riego restringida (50% de fertirrigación) la producción comercial fue de  $1,08 \text{ kg m}^{-2}$ , encontrándose diferencias significativas entre ambos tratamientos (Figura 1). Esta mayor producción en el tratamiento 100% de fertirrigación se debe fundamentalmente al peso del fruto de judía, donde también existen diferencias significativas entre el tratamiento 100% de fertirrigación y el tratamiento 50% de fertirrigación, siendo el peso medio del fruto mayor en el tratamiento 100% de fertirrigación ( $20 \text{ g fruto}^{-1}$ ) frente  $15 \text{ g fruto}^{-1}$  del tratamiento reducido (Figura 2).

En los cultivos de guisante y tirabeque no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento 100% y 50% de fertirrigación, ni en producción comercial ni en peso medio de fruto (Figuras 1 y 2). Si bien, hay que destacar que el guisante tradicional (cv.

‘BGE 033620’) obtuvo una mayor producción comercial ( $1 \text{ kg m}^{-2}$ ) que el guisante cv. ‘Lincoln’ ( $0,6 \text{ kg m}^{-2}$ ) (Figura 1) y no fue debido al peso medio de fruto de guisante ya que éste fue mayor en el cultivar ‘Lincoln’ que en el cv. ‘BGE 033620’ (Figura 2).

Los efectos negativos del estrés hídrico dependen de la frecuencia, duración, intensidad y de la fase de crecimiento en que se produzca. La judía es muy sensible a la sequía durante la fase de prefloración (10-12 días antes de la antesis) y floración. El estrés hídrico en esta fase produce un exceso de floración, generación de vainas prematuras y aborto de semilla (Muñoz-Perea *et al.*, 2006; Singh, 2007). Las variedades sensibles responden al estrés con una foto inhibición de forma más temprana, lo que afectará de forma directa a su producción final (Cruz de Carvalho *et al.*, 1998; Lizana *et al.*, 2006). En términos generales, el estrés hídrico supone una reducción de la biomasa, una reducción en la producción de grano, un menor número de semillas y vainas, así como la reducción de la masa de las mismas. También se reduce la absorción de fósforo, así como la concentración, distribución y fijación de nitrógeno (Serraj y Sinclair, 1998; Lodeiro *et al.*, 2000; Jiménez *et al.*, 2004; Muñoz-Perea *et al.*, 2006; Naya *et al.*, 2007).

Martelo *et al.* (1996), en sus trabajos demuestran que el riego es especialmente importante en el cultivo de judía ya que es más sensible a la sequía que otras leguminosas. Sin embargo, para el cultivo de judía en condiciones restringidas de agua, si existe un déficit del 25-50% es tolerable a lo largo de toda la campaña, o durante los períodos vegetativo y de maduración, pero no es tolerable en la época de prefloración y floración (Ucar *et al.*, 2009).

## CONCLUSIONES

Aunque es necesario repetir en el tiempo estos ensayos, los resultados hacen pensar que en nuestras condiciones de cultivo se pueden desarrollar, sin pérdidas de producción, el cultivo de guisante y tirabeque en producción ecológica con reducción de fertiriego y el consiguiente ahorro en agua y abono, aumentando de esta forma la sostenibilidad del sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

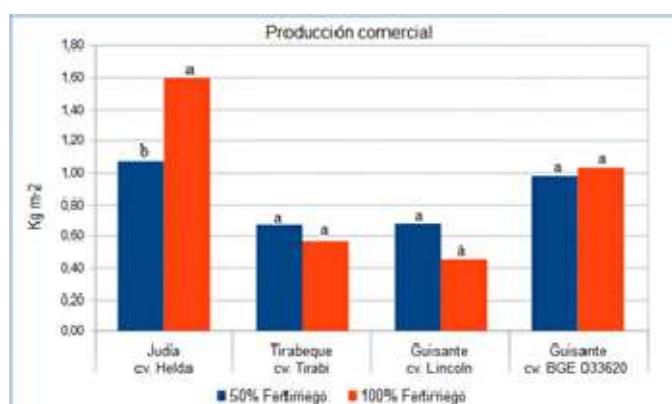
- ARNOLDI, A.; ZANONI, C.; LAMMI, C.; BOSCHIN, G. 2015. The role of grain legumes in the prevention of hypercholesterolemia and hypertension. Critical Reviews in Plant Sciences, 34, pp. 144-168.
- CRUZ DE CARBALLO, M.H.; LAFFRAY, D.; LOUGUET, P. 1998. Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. Environ Exp Bot 40: 197-207.
- DELGADO-ANDRADE, C.; OLÍAS, R.; JIMÉNEZ-LÓPEZ, J.C.; CLEMENTE, A. 2016. Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana. Arbor, 192 (779): a313.
- JIMÉNEZ, J.J.; ALTAMIRANO-HERNÁNDEZ, J.; PEÑA, J.J. 2004. Nitrogenase activity and trehalose content of nodules of drought-stressed common beans infected with effective (Fix+) and ineffective (Fix-) rhizobia. Soil Biol Biochem 36: 1975-1981.
- LIZANA, C.; WENTWORTH, M.; MARTINEZ, J.P.; VILLEGRAS, D.; MENESSES, R.; MURCHIE, E.H.; PASTENES, C.; LERCARI, P.; VERNIERI, P.; HORTON, P.; PINTO, M. 2006. Diferencial adaptación de dos variedades de frijol común a estímulos abiotícos: I Effects of drought on yield and photosynthesis. J Exp Bot 57: 685-697.
- LODEIRO, A.R.; GONZÁLEZ, P.; HERNÁNDEZ, A.; BALAGUÉ, L.J.; FAVELUKES, G. 2000. Comparison of drought tolerance in nitrogen-fixing and inorganic nitrogen-grown common beans. Plant Sci 154: 31-41.
- MARTELO NÚÑEZ, J.M.; RUIZ NOGUEIRA, B.; SAU SAU, F. 1996. Practicas de

- cultivo de la judía grano. *Agricultura*, 767: 493-495.
- MUÑOZ-PEREA, C.G.; TERÁN, H.; ALLEN, R.G.; WRIGHT, J.L.; WESTERMANN, D.T.; SINGH, S.P. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. *Crop Sci* 46: 2111-2120.
- NAYA, L.; LADREA, R.; RAMOS, J., GONZÁLEZ, E.M.; ARRESE-IGOR, C.; MINCHIN, F.R.; BECANA, M. 2007. The response of carbon metabolism and antioxidant defenses of alfalfa nodules to drought stress and to the subsequent recovery of plants. *Plant Physiol* 144: 1104-1114.
- RAMÍREZ-BAHENNA, M. H.; PEIX, A.; VELÁZQUES, E.; BERDMAR, E. 2016. Historia de la investigación en la simbiosis leguminosa-bacteria: una perspectiva didáctica. *Arbor*, 192 (779): a319.
- RUBIO, L. A.; MOLINA, E. 2016. Las leguminosas en alimentación animal. *Arbor*, 192 (779): a315.
- SERRAJ, R.; SINCLAIR, T.R. 1998. N<sub>2</sub> fixation response to drought in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ann Bot* 82: 229-234.
- SINGH, S.P. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Agron J* 99: 1219-1225.
- UCAR, Y.; KADAYIFCI, A.; YILMAZ, H.İ.; TUYLU, G. İ .; YARDIMCI, N. 2009. The effect of deficit irrigation on the grain yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in semiarid regions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2009 7(2), 474-485.

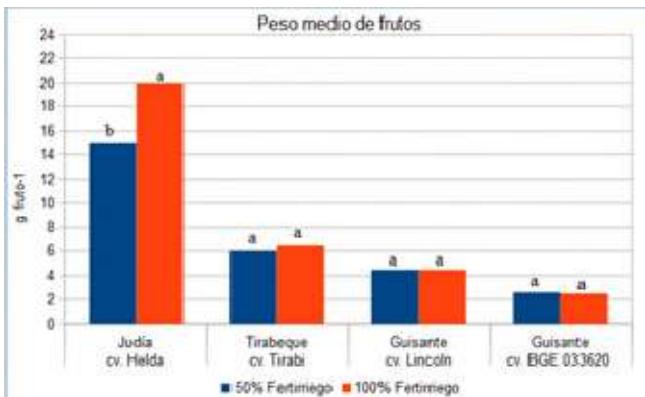
## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Transforma (PP.TRA.TRA201600.9) “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible”, y por el Proyecto AVA (PP.AVA.AVA201601.7) “Innovación sostenible en horticultura protegida” cofinanciados al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, “Andalucía se mueve con Europa”.

## FIGURAS



**Figura 1.-** Producción comercial obtenida en los diferentes cultivos ensayados, con tratamientos 50% y 100% de fertirriego.



**Figura 2.-** Peso medio de fruto obtenido en los diferentes cultivos ensayados, con tratamientos 50% y 100% de fertiriego.

# CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TOMATE ‘ROSA DE LIAÑO’ DE CANTABRIA.

García-Méndez, E.<sup>1</sup>, Narro, L.<sup>1</sup>, García, T.<sup>1</sup>, Alzugaray, R.<sup>2</sup>, Castrillo, B.<sup>2</sup>, y Gutiérrez, M. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área Hortofruticultura, Centro de Investigación y Formación Agrarias de Cantabria

\*<sup>2</sup>Laboratorio Agrícola-CIFA (Gobierno de Cantabria)

## RESUMEN

El cultivo del tomate es una de las alternativas hortícolas más empleadas en Cantabria y las exigencias para su consumo en fresco son muy elevadas en cuanto a su productividad y calidad del fruto. Por otra parte, los cultivares tradicionales de tomate en nuestra región, se han venido cultivando en pequeños huertos normalmente para autoconsumo, empleando semilla propia y siendo uno de los criterios de selección la calidad organoléptica del fruto. El objetivo principal de este trabajo ha sido estudiar el comportamiento morfológico, agronómico, físico-químico y de calidad, del tomate tradicional ‘Rosa de Liaño’ bajo un sistema de producción ecológica. Como testigos se utilizaron tanto el cultivar comercial híbrido ‘Jack’, como una de las entradas del tomate tradicional ‘Rosa de Barbastro’ suministrada por el Banco de Germoplasma de Especies Hortícolas de Zaragoza.

Los resultados de la caracterización morfológica mostraron que el tomate ‘Rosa de Liaño’ presentó menor peso medio del fruto, ausencia de hombros en fruto inmaduro y mayor precocidad que el tomate ‘Rosa de Barbastro’. En cuanto a la producción comercial, no se observaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al cultivar híbrido, aunque sí se observó un mayor porcentaje de destrozo causado por necrosis apical. El análisis físico-químico reveló que ambos cultivares tradicionales diferían con respecto al híbrido comercial en la relación a\*/b\* y firmeza, pero los valores de acidez titulable fueron significativamente menores en el tomate ‘Rosa de Barbastro’. En el análisis sensorial, el panel de cata pudo distinguir entre sí ambos cultivares tradicionales, siendo el cultivar Jack el mejor valorado.

**Palabras clave:** *Solanum lycopersicum, producción, calidad organoléptica*

## INTRODUCCIÓN

La hortofruticultura ecológica se ha nutrido en gran medida de cultivares que han sido seleccionados bajo el manejo de la agricultura convencional, pero las condiciones convencionales y ecológicas son distintas y difieren fundamentalmente tanto en el control de las plantas adventicias, enfermedades y plagas, así como en el manejo de la fertilidad del suelo. Por otro lado, los requerimientos varietales también son diferentes y la correcta elección de un cultivar es uno de los pilares fundamentales dentro de estos sistemas de producción.

En el caso del tomate, es necesario estudiar el comportamiento agronómico y de calidad de cultivares tradicionales que están localmente adaptados a nuestra región y normalmente, a sistemas de cultivo con un reducido uso de insumos. Estos cultivares tradicionales se han venido cultivando en pequeños huertos normalmente para autoconsumo, empleando semilla propia y siendo además uno de los criterios de selección la calidad organoléptica del fruto (junto con otros caracteres deseables), por lo que la recuperación y caracterización agronómica y sensorial es fundamental para la conservación y uso racional de la biodiversidad genética.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el comportamiento agronómico, físico-químico y de calidad organoléptica en cultivo ecológico, del cultivar tradicional de tomate de Cantabria conocido como ‘Rosa de Liaño’ y compararlo con otro cultivar tradicional con características morfológicas similares y con un tomate híbrido comercial ampliamente cultivado en la zona norte de España. Los objetivos específicos planteados son los siguientes:

- 1) Conocer el comportamiento agronómico de cada cultivar ensayado.
- 2) Caracterizar el material vegetal mediante el empleo de descriptores internacionales.
- 3) Analizar las características de calidad mediante el empleo de diferentes parámetros físico-químicos.
- 4) Evaluar las características organolépticas mediante la realización de diferentes pruebas de análisis sensorial.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material vegetal

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

Cultivares	Procedencia/casa comercial
‘Rosa de Liaño’	Red de semillas de Cantabria
‘Rosa de Barbastro’	BGHZ-CITA 3576
‘Jack’	Seminis

### Características del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el año 2016, bajo un sistema de producción ecológica, en el Centro de Investigación y Formación Agrarias (Cantabria), en una superficie de 120 m<sup>2</sup> dentro de un invernadero de placa semirrígida de policarbonato y dotado con ventilación automática y riego automatizado (fotografía 1).

El diseño adoptado fue de bloques al azar con tres repeticiones. El marco de plantación fue de 1,20 m entre líneas y 0,30 m entre plantas, lo que supuso una densidad de plantación de 3 plantas·m<sup>-2</sup>. La plantación se realizó el 18 de abril de 2016 con la primera recolección el 1 de julio y finalización del ensayo el 29 de septiembre de 2016.

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 incorporó una fuente de abono verde (*Fagopyrum esculentum*) y para aumentar la biodiversidad a nivel de cultivo se introdujeron plantas acompañantes (compuestas, labiadas y umbelíferas).

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 feromona. 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, estos últimos

fueron estimados sobre 50 frutos. En caso de polimorfismo se asignó el valor porcentual de cada tipo.

b) Análisis de la producción. Las mediciones se realizaron sobre 12 plantas por variedad y repetición, con dos recolecciones semanales.

b) Análisis de la calidad. Para determinar los parámetros físico-químicos indicadores de calidad de los tomates, en cinco analíticas a lo largo del ciclo de cultivo, se analizaron 5 tomates de la mezcla de las repeticiones de un mismo cultivar.

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 TURONI 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  $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ . 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  $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

-Acidez titulable (AT). Se calculó por valoración con NaOH hasta pH 8,1 con bureta digital, fue expresada como g de ácido cítrico·kg<sup>-1</sup> 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 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) 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  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de peso fresco.

c) Análisis sensorial

Para conocer la preferencia del consumidor y observar si existían diferencias entre los cultivares analizados se realizaron tres tipos de pruebas sensoriales: ordenación, triangulares y la utilización de una ficha de cata estructurada de 5 puntos con 6 descriptores. El grupo de cata se formó con un total 23 de catadores no entrenados, con un mínimo de 10 catadores por sesión.

Las pruebas de ordenación se realizaron seis veces a lo largo del ciclo de cultivo. En cada sesión se evaluaron los tres cultivares simultáneamente, ordenándose según la preferencia (desde 1 punto el cultivar mejor valorado hasta 3 puntos el cultivar peor valorado).

Las pruebas triangulares se realizaron siguiendo la norma UNE 87-006-092. Para este análisis se realizaron un total de 12 pruebas entre los meses de agosto y septiembre, distribuidas en cuatro sesiones.

En la utilización la ficha de cata, realizada cuatro veces a lo largo del ciclo de cultivo, los caracteres sensoriales evaluados fueron: dureza de la piel, grosor de la carne, acidez, dulzor, jugosidad, aroma y puntuación total. Las puntuaciones de intensidad se asignaron de acuerdo a la siguiente escala: (1) Ausente; (2) Débil; (3) Medio; (4) Intenso; (5) Muy intenso

### 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 y para conocer el grado de significación de los resultados en las pruebas triangulares, se consultaron las tablas de distribución binomial ( $p = 1/3$ ) citadas en la norma UNE 87-006-092.

Por otro lado, para estudiar las posibles relaciones entre la percepción de los consumidores y los parámetros indicadores de la calidad del tomate medidos instrumentalmente, se realizó un análisis de correlaciones mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Morfología

En la tabla 1 están representados algunos de los resultados obtenidos en la caracterización agronómica y morfológica de los cultivares. Como se puede observar, el tomate 'Rosa de Liaño' (Fotos, 2 y 3) se diferenció del cultivar 'Rosa de Barbastro' en la intensidad de los hombros en fruto inmaduro, precocidad de maduración, peso medio, acostillado, relación longitud-anchura del fruto e intensidad de hombros en fruto maduro.

### Producción

El análisis estadístico de la producción comercial acumulada en función de los días después del trasplante (Figura 1) reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares estudiados. Los valores medios oscilaron entre  $17,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  de 'Rosa de Barbastro' y  $10,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  del tomate tradicional de Cantabria con diferencias significativas entre ellos. El tomate híbrido comercial obtuvo producciones intermedias con  $12,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Este descenso de la producción comercial del tomate 'Rosa de Liaño' fue debido fundamentalmente al alto porcentaje de destriño causado por su mayor sensibilidad a la aparición de necrosis apical (Figura 2).

### Calidad

El análisis de varianza realizado para los parámetros físico-químicos medidos instrumentalmente, mostró que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares para los parámetros relacionados con el color (excepto para el parámetro a), firmeza y textura del fruto (Tabla 2). En la luminosidad y en la relación a\*/b\* el cultivar híbrido se diferenció de los cultivares tradicionales con valores medios más bajos. Para el parámetro b (cambio de color de azul a amarillo) existieron diferencias entre los tres cultivares con valores de 17,4 para el cultivar 'Rosa de Barbastro', 20,6 para 'Rosa de Liaño' y 28,8 para el cultivar híbrido 'Jack'. En cuanto a la firmeza o dureza del fruto, los valores más bajos correspondieron a los dos cultivares tradicionales mientras

que los valores más altos correspondieron a ‘Jack’ con medias de 1,7 kg para la fuerza máxima y con 3,1 kg para la firmeza del fruto estimada mediante penetrómetro.

En la tabla 3 están representadas la separaciones de medias realizadas para el contenido en materia seca, jugosidad, pH, CE, °Brix y Acidez titulable. En estos parámetros se observaron diferencias significativas entre cultivares en el % materia seca, pH y en la acidez titulable. En el porcentaje de materia seca, los valores oscilaron entre 6,5 % de ‘Rosa de Barbastro’ y 7,6 % del cultivar ‘Jack’, mientras que en el cultivar tradicional de Cantabria se observaron valores intermedios con un 7,3 %. En relación al pH, todos los cultivares mostraron valores medios de pH entre 4 y 5, valores considerados necesarios para un buen sabor, siendo además muy próximos entre sí y estando comprendidos entre 4,09 del cultivar ‘Rosa de Liaño’ y 4,23 del cultivar ‘Rosa de Barbastro’. En cuanto a los valores medios observados en la acidez titulable, estos oscilaron entre 3,8 ( $\text{g ácido cítrico}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) para ‘Rosa de Barbastro’ y 5,3 y 5,7 ( $\text{g ácido cítrico}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) para ‘Jack’ y ‘Rosa de Liaño’ respectivamente.

En el contenido de Vitamina C y licopeno no se observaron diferencias entre los cultivares (Tabla 4). En el contenido de vitamina C, los valores medios observados fueron de 169,6 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) para ‘Rosa de Barbastro’, 180,6 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) para ‘Rosa de Liaño’ y 196,6 ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) para el cultivar híbrido. En el contenido en licopeno, los valores oscilaron entre 46,6  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de ‘Jack’ y 52,6  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de ‘Rosa de Liaño’.

### Análisis sensorial

Los resultados obtenidos en el conjunto de las seis pruebas de ordenación realizadas mostraron la existencia de diferencias significativas entre los cultivares y por lo tanto preferencias por parte del panel de cata. Según el promedio obtenido en el total de las puntuaciones, el cultivar ‘Jack’ fue el mejor valorado con una media de 1,70, mientras que entre los cultivares ‘Rosa de Liaño’ y ‘Rosa de Barbastro’ no existieron diferencias significativas, con puntuaciones medias de 2,15 y 2,16 respectivamente.

Por otro lado, según los resultados obtenidos para las pruebas triangulares al nivel de significación del 0,1% (Tabla 3), el panel de consumidores fue capaz de distinguir entre sí los dos cultivares tradicionales y entre el cultivar híbrido ‘Jack’ y ‘Rosa de Barbastro’ (Tabla 5).

En la tabla 6 están representadas las comparaciones de medias obtenidas de los caracteres sensoriales evaluados a través de la ficha de cata. Según los resultados obtenidos, los parámetros que han permitido diferenciar sensorialmente el material vegetal han sido la dureza de la piel, grosor de la carne y la acidez. La dureza de la piel permitió establecer diferencias entre los cultivares tradicionales y el híbrido comercial, el grosor de la carne fue significativamente mayor en el cultivar tradicional ‘Rosa de Barbastro’ y la acidez permitió establecer diferencias entre ‘Rosa de Barbastro’ y ‘Jack’.

Al analizar las correlaciones existentes entre los resultados obtenidos en el perfil sensorial y los parámetros indicadores de la calidad medidos instrumentalmente (datos no mostrados), se pudo apreciar que existieron correlaciones significativas al nivel del 5% entre el grosor de la carne y la acidez titulable, entre la acidez, el aroma y el pH instrumental, y entre la jugosidad del fruto que percibe el catador con la jugosidad medida instrumentalmente.

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la caracterización morfológica de los cultivares revelaron la existencia de diferencias entre los dos cultivares tradicionales principalmente en la intensidad de los hombros en fruto inmaduro, precocidad de maduración, peso

medio, acostillado, relación longitud-anchura del fruto e intensidad de hombros en fruto maduro.

La producción comercial fue significativamente más baja en el cultivar tradicional de Cantabria que en el cultivar 'Rosa de Barbastro' aunque en nuestro ensayo, no se diferenció del cultivar híbrido debido a que ambos presentaron más sensibilidad a la aparición de necrosis apical.

Los parámetros físico-químicos medidos instrumentalmente que permitieron establecer diferencias entre los cultivares, independientemente de los parámetros de color, fueron la firmeza o dureza del fruto, el contenido en materia seca, pH y acidez, siendo además esta última un carácter diferenciador entre los dos cultivares tradicionales.

Los análisis sensoriales mostraron que los cultivares analizados no tuvieron la misma valoración por parte del consumidor, siendo además capaces de distinguir entre sí los dos cultivares tradicionales, del mismo modo, algunos parámetros como la dureza de la piel, el grosor de la carne y la acidez diferenciaron sensorialmente el material vegetal.

A la vista de los resultados obtenidos, es necesario continuar con los estudios relacionados con el cultivar tradicional de tomate de Cantabria 'Rosa de Liaño' mediante el inicio de un programa de selección intrapoblacional y con el objetivo de mejorar sus características agronómicas y de homogeneidad para poder ofertar al mercado un producto de calidad diferenciada.

## 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. Recomendations 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.
- MOLLENDORF, L. J.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O. T. 1992. Cold storage influences internal characteristics of nectarines during ripening. *HortScience* 27, 1295-1297.
- MORENO, M. M.; MECO, R.; VILLENA, J.; MANCEBO, I. 2010. Tomates tradicionales de Castilla la Mancha. Un patrimonio a preservar. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente (Ed). 275 pp.

## 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.

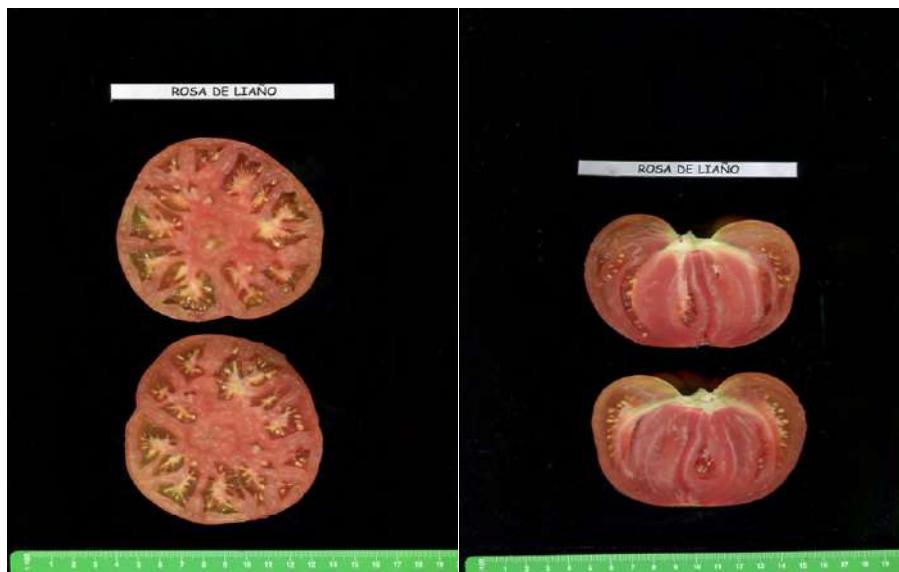
## FOTOGRAFIAS



**Foto 1.** Detalle del ensayo



**Foto 2.** Fruto inmaduro, cicatriz peduncular y estilar del tomate 'Rosa de Liaño'



**Foto 3.** Corte transversal y longitudinal del tomate 'Rosa de Liano'

#### TABLAS

**Tabla 1.** Caracteres morfológicos de los cultivares realizados sobre 50 frutos

Cultivar	Inten. hombros <sup>1</sup>	Maduración (DTT)	Peso	Long./ Anchura	Acostill. <sup>2</sup>	Inten. hombros <sup>3</sup>
Rosa de Liano	1	80	323,4	0,70	5 (30%)-7 (47%)	3 (91%)
Rosa de Barbastro	5	90	444,7	0,60	7 (84%)	5 (68%)
Jack	1	71	335,9	0,75	1 (85%)	1 (75%)

1. En fruto inmaduro. (1) Sin hombros, (5) Medianamente marcados

2. Acostillado del fruto. (1) Muy ligero, (5) Medio, (7) Fuerte

3. En fruto maduro. (1) Ausente, (3) Media, (5) Fuerte

**Tabla 2.** Parámetros de color y firmeza del fruto

Cultivar	L	a	b	a*/b*	Fmax (Kg)	Firmeza (kg)
Rosa de Liano	46,5	b	25,7	20,6	b	1,4
Rosa de Barbastro	45,1	b	22,6	17,4	a	1,2
Jack	43,0	a	23,8	28,8	c	0,8

Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan. Los valores con la misma letra dentro de la misma columna no fueron significativamente diferentes al nivel del 5%.

**Tabla 3.** Contenido de materia seca, jugosidad, pH, CE, °Brix y Acidez titulable

Cultivar	MS (%)	Jugosidad (%)	pH	CE mS cm <sup>-1</sup>	°Brix	A. titulable (g ác. cítrico. Kg. <sup>-1</sup> )
Rosa de Liano	7,3	ab	81,6	4,09	a	7,6

<b>Rosa de Barbastro</b>	6,4	a	79,9	4,23	b	7,2	5,7	3,8	a
<b>Jack</b>	7,6	b	81,5	4,19	ab	7,4	6,7	5,3	b

Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan. Los valores con la misma letra dentro de la misma columna no fueron significativamente diferentes al nivel del 5%.

**Tabla 4.** Contenido en Vitamina C y Licopeno

Cultivar	Vitamina C (mg L <sup>-1</sup> )	Licopeno (mg Kg <sup>-1</sup> )
<b>Rosa de Liaño</b>	180,6	52,6
<b>Rosa de Barbastro</b>	169,6	49,2
<b>Jack</b>	196,6	46,6

**Tabla 5.** Niveles de significación al 0,1% obtenidos para las pruebas triangulares

Cultivar	Rosa de Liaño	Rosa de Barbastro	Jack
<b>Rosa de Liaño</b>		+	-
<b>Rosa de Barbastro</b>	+		+
<b>Jack</b>	-	+	

+ Cultivar diferenciable; - Cultivar no diferenciable.

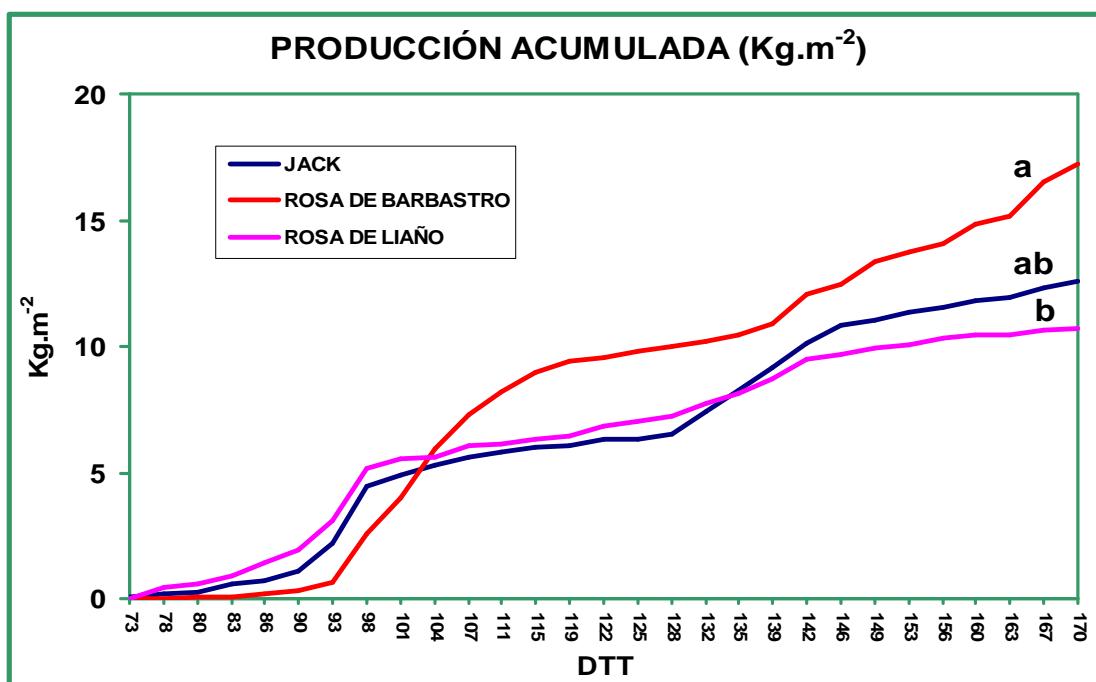
Significaciones obtenidas a través de tablas de distribución binomial ( $p = 1/3$ ). Norma UNE 87-006-92.

**Tabla 6.** Separaciones de medias obtenidas en los caracteres sensoriales

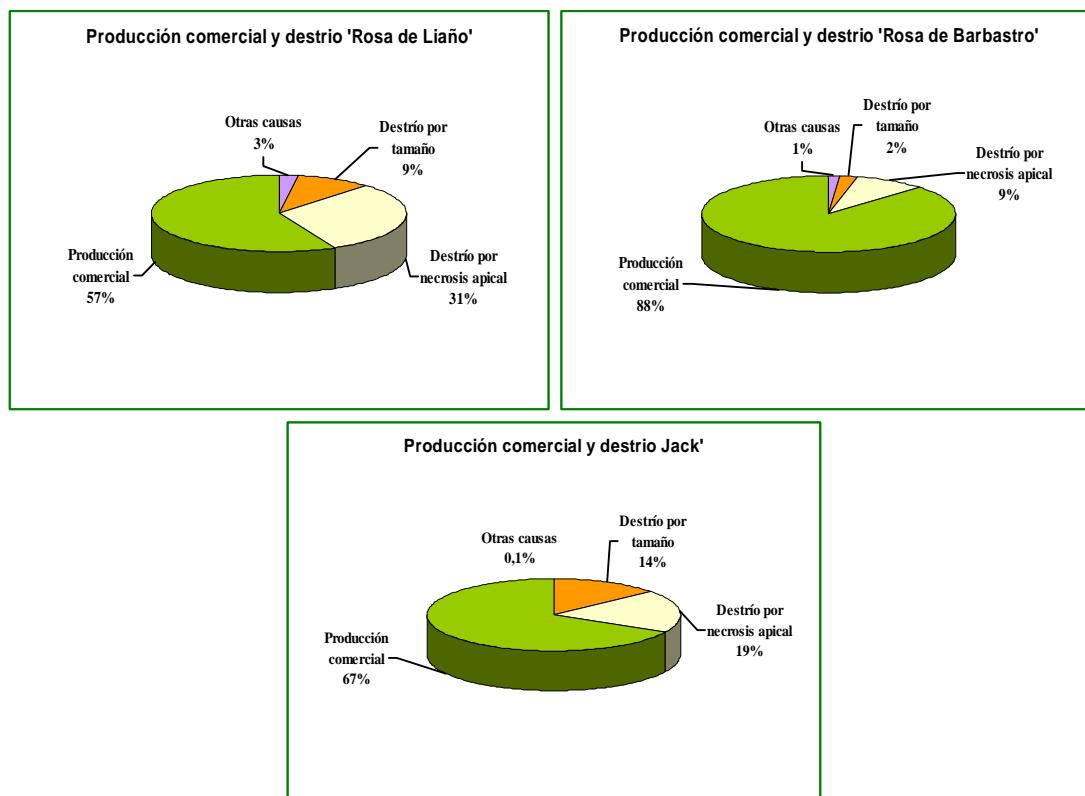
Cultivar	Dureza de la piel	Grosor de la carne	Acidez	Dulzor	Jugosidad	Aroma			
<b>Rosa de Liaño</b>	2,76	a	2,88	a	2,68	ab	2,76	3,42	3,18
<b>Rosa de Barbastro</b>	2,78	a	3,30	b	2,40	a	2,84	3,64	2,94
<b>Jack</b>	3,34	b	2,96	a	2,94	b	2,68	3,38	3,40

Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan. Los valores con la misma letra dentro de la misma columna no fueron significativamente diferentes al nivel del 5%.

## FIGURAS



**Figura 1.** Producción acumulada en función de los días después del trasplante de cada uno de los cultivares. Separaciones de medias llevadas a cabo por el test de Duncan. Los valores con la misma letra no fueron significativamente diferentes al nivel del 5%.



**Figura 2.** Producción comercial y causas de destrozo (%) de cada uno de los cultivares.

# EFFECTO DE LA DOSIS DE FERTIRRIGACIÓN SOBRE EL CULTIVO DE LEGUMINOSAS EN INVERNADERO ECOLÓGICO

Martín, E.<sup>1</sup>; del Río-Celestino, M.<sup>1</sup>; Gómez, P.<sup>1</sup>; García-García, M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFAPA Centro La Mojónera, C. San Nicolás, Nº1, C.P. 04745, La Mojónera, Almería.  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

## RESUMEN

La sociedad demanda cada vez más una agricultura sostenible y una producción de alimentos sanos y de mayor calidad; esto hace necesario la utilización de sistemas agrícolas y modelos productivos respetuosos con el medio ambiente y sostenibles en el tiempo, siendo la agricultura ecológica una alternativa real al sistema convencional de producción agrícola.

Puesto que los principios fundamentales de la agricultura ecológica son la preservación de los recursos naturales y el aumento de la biodiversidad, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de fertirrigación sobre el cultivo de diferentes especies de leguminosas bajo invernadero ecológico, como continuación a la línea de diversificación de hortícolas convencionales emprendida por IFAPA.

Para ello se ensayaron dos tratamientos diferentes de fertirrigación: dotación usual de riego y abono (100% de fertirrigación) y dotación restringida (50% de fertirrigación), sobre guisante, judía y tirabeque. Concretamente se utilizaron 2 cultivares de guisante (*Pisum sativum L.*) cv. BGE\_033620 (cv. tradicional aportado por UPC) y cv. 'Lincoln' (cv. comercial), judía verde (*Phaseolus vulgaris L.*) cv. 'Helda', y tirabeque (*Pisum sativum L. ssp. macrocarpon*) cv. 'Tirabi'. Para cuantificar los efectos de la dosis de fertirrigación se obtuvieron resultados de producción y tipificación de los frutos recolectados.

Se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento del 100% y el 50% de fertirrigación en el cultivo de judía, siendo mayores la producción y el peso del fruto en el tratamiento del 100% de fertirrigación. Sin embargo, en los cultivos de guisante y de tirabeque no se encontraron diferencias significativas de producción entre ambos tratamientos.

Aunque es necesario repetir en el tiempo estos ensayos, los resultados hacen pensar que en nuestras condiciones de cultivo se pueden desarrollar, sin pérdidas de producción, el cultivo de guisante y tirabeque en producción ecológica con reducción de fertirriego y el consiguiente ahorro en agua y abono, haciendo el sistema mucho más sostenible.

**Palabras clave:** Diversificación, Guisante, Judía, Tirabeque, Volumen de Riego.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad demanda cada vez más una agricultura sostenible y una producción de alimentos sanos y de mayor calidad. Esto hace necesario la utilización de sistemas agrícolas y modelos productivos respetuosos con el medio ambiente y sostenibles en el tiempo, siendo la agricultura ecológica una alternativa real al sistema convencional de producción agrícola.

Además, las directrices de la Unión Europea nos indican que se debe potenciar y promover la diversificación de los cultivos y productos agrícolas y evitar caer en los peligros del monocultivo que cada vez más se da en los cultivos de hortalizas bajo invernadero.

Una alternativa importante de diversificación puede ser el cultivo ecológico de leguminosas bajo invernadero, ya que las leguminosas para consumo de vainas y de grano fresco no son cultivos mayoritarios en los invernaderos del sudeste de España, y aún menos en cultivo ecológico. Las leguminosas son un componente imprescindible en las rotaciones de cultivo dentro de una agricultura sostenible gracias a su papel mejorante de la fertilidad de los suelos por la asociación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Ramírez-Bahena *et al.*, 2016). Además, son una valiosa fuente de proteína tanto para alimentación animal (Rubio y Molina, 2016) como humana, con conocidos beneficios para la salud (Arnoldi *et al.*, 2015; Delgado-Andrade *et al.*, 2016), siendo uno de los pilares de la dieta mediterránea.

En cuanto a las condiciones de cultivo, las leguminosas son sensibles al estrés hídrico y al calor presente con frecuencia de forma simultánea en las etapas fenológicas más sensibles de la planta. El estrés por sequía es causado, entre otros factores, por la baja disponibilidad de agua en el suelo, modificando negativamente la productividad. Ésta es afectada dependiendo de la intensidad, duración de la escasez de agua y de la rapidez con la cual se alcance dicha intensidad, además de la etapa fenológica en que el efecto ocurra.

Puesto que los principios fundamentales de la agricultura ecológica son la preservación de los recursos naturales y el aumento de la biodiversidad, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la dosis de fertirrigación sobre la producción de diferentes especies de leguminosas bajo invernadero ecológico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Centro IFAPA La Mojonería (Almería), en dos invernaderos tipo “raspa y amagado” simétricos, con estructura metálica y cubierta de polietileno, con una superficie de 800 m<sup>2</sup> cada uno y suelo enarenado. Se experimentó con diferentes leguminosas, concretamente con judía, guisante y tirabeque, cultivando según la reglamentación europea de agricultura ecológica. Se realizó la plantación el 7 de octubre de 2016, realizando un ciclo de otoño-invierno, iniciándose la recolección el 18 de noviembre de 2016 y finalizando el cultivo el 25 de enero de 2017. La densidad de plantación fue de 2 plantas·m<sup>-2</sup>.

Los cultivos ensayados fueron: cultivo de judía verde de enrame (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. ‘Helda’, cultivo de tirabeque (*Pisum sativum* L. ssp. *macrocarpon*) cv. ‘Tirabi’ y cultivo de guisante (*Pisum sativum* L.) cv. ‘BGE\_033620’ (cv. tradicional aportado por Universidad Politécnica de Cartagena) y cv. ‘Lincoln’ (cv. comercial).

CULTIVO	CULTIVAR
Judía	Helda
Tirabeque	Tirabi
Guisante	Lincoln
Guisante	BGE 033620

Las técnicas culturales, fitosanitarias (con preferencia de control biológico) y de fertirrigación, cumplían las directivas europeas de producción ecológica y así se ratificó con la certificación especializada en Producción Ecológica (CAAE-Ecovalia).

Los dos tratamientos de fertirrigación fueron: dotación usual de riego (100% de fertirrigación) y dotación restringida de riego (50% de fertirrigación).

La programación del riego se llevó a cabo mediante el manejo de tensímetros instalados a 15 centímetros de profundidad. Siendo la consigna utilizada regar cada vez que el tensímetro situado en la parcela del tratamiento de dotación usual de riego (100% de fertirrigación) marcaba una tensión de 22 cb. Se procedía a variar los tiempos de fertirriego de los dos tratamientos. Durante el periodo de máximo desarrollo del cultivo se fertirrigaba durante 30 minutos en el tratamiento de dotación usual de riego (100% de fertirrigación) y la mitad de tiempo (15 minutos) en el tratamiento de dotación restringida de riego (50% de fertirrigación). Al final del ensayo el volumen de agua total aplicado en el tratamiento de 100% de fertirrigación fue de  $60 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ , aportándose la mitad de agua y, por tanto, la mitad de abono en el tratamiento del 50% de fertirrigación.

La fertilización aplicada en cada tratamiento fue la misma en todas las especies y se hizo mediante abonado de fondo con estiércol de oveja (composición sobre materia seca: Materia Orgánica 45,6%; Nitrógeno Total  $17,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; Amonio  $889 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; Nitrato  $520 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; Fósforo  $2,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; Potasio  $16,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; Calcio  $100,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) a razón de  $0,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  y fertirrigación a lo largo del ciclo de cultivo.

Para realizar la fertirrigación se utilizó agua de pozo con pH 7,3 y C.E.  $1,45 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  y C.E. de la solución nutritiva aplicada a los cultivos de  $2,4 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  de media. El pH se programó en el cabezal de riego a 6,5 y se logró la acidificación mediante vinagre (ácido acético).

El cabezal de riego estaba compuesto por un programador con inyectores venturis y tres tanques de abonado con las siguientes soluciones:

- TANQUE A: Calcio quelatado ( $\text{MgO } 0,5\%$  +  $\text{CaO } 15\%$ ) y microelementos.
- TANQUE B: Ácidos húmicos y fúlvicos (Extracto húmico total 26% p/p; Ácidos húmicos 10% p/p + Ácidos fúlvicos 16% p/p)
- TANQUE C: Sulfato potásico ( $\text{K}_2\text{O } 52\%$  +  $\text{SO}_3 45\%$ ).
- Inyectores: Aminoacidos (Aminoácidos libres 24% p/p + Nitrógeno total 3,3% p/p; Nitrógeno orgánico 3% p/p y Nitrógeno amoniocal 0,3% p/p).

Para cuantificar los efectos de la dosis de fertirrigación se obtuvieron resultados de producción y tipificación de los frutos recolectados. La producción se obtuvo de la totalidad de las plantas, realizando pesadas de las sucesivas recolecciones.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 2 tratamientos de fertirrigación y 3 repeticiones para cada tratamiento y cultivar ensayado. El número de plantas por repetición fue de 35 plantas. A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de la varianza al nivel del 95% de significación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivo de judía cv. 'Helda' la producción comercial obtenida en el tratamiento con dotación usual de riego (100% de fertirrigación) fue de  $1,60 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  mientras que en el tratamiento con dotación de riego restringida (50% de fertirrigación) la producción comercial fue de  $1,08 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , encontrándose diferencias significativas entre ambos tratamientos (Figura 1). Esta mayor producción en el tratamiento 100% de fertirrigación se debe fundamentalmente al peso del fruto de judía, donde también existen diferencias significativas entre el tratamiento 100% de fertirrigación y el tratamiento 50% de fertirrigación, siendo el peso medio del fruto mayor en el tratamiento 100% de fertirrigación ( $20 \text{ g} \cdot \text{fruto}^{-1}$ ) frente  $15 \text{ g} \cdot \text{fruto}^{-1}$  del tratamiento reducido (Figura 2).

En los cultivos de guisante y tirabeque no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento 100% y 50% de fertirrigación, ni en producción comercial ni en peso medio de fruto (Figuras 1 y 2). Si bien, hay que destacar que el guisante tradicional (cv. 'BGE 033620') obtuvo una mayor producción comercial ( $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) que el guisante cv. 'Lincoln' ( $0,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) (Figura 1) y no fue debido al peso medio de fruto de guisante ya que éste fue mayor en el cultivar 'Lincoln' que en el cv. 'BGE 033620' (Figura 2).

Los efectos negativos del estrés hídrico dependen de la frecuencia, duración, intensidad y de la fase de crecimiento en que se produzca. La judía es muy sensible a la sequía durante la fase de prefloración (10-12 días antes de la antesis) y floración. El estrés hídrico en esta fase produce un exceso de floración, generación de vainas prematuras y aborto de semilla (Muñoz-Perea *et al.*, 2006; Singh, 2007). Las variedades sensibles responden al estrés con una fotoinhibición de forma más temprana, lo que afectará de forma directa a su producción final (Cruz de Carvalho *et al.*, 1998; Lizana *et al.*, 2006). En términos generales, el estrés hídrico supone una reducción de la biomasa, una reducción en la producción de grano, un menor número de semillas y vainas, así como la reducción de la masa de las mismas. También se reduce la absorción de fósforo, así como la concentración, distribución y fijación de nitrógeno (Serraj y Sinclair, 1998; Lodeiro *et al.*, 2000; Jiménez *et al.*, 2004; Muñoz-Perea *et al.*, 2006; Naya *et al.*, 2007).

Martelo *et al.* (1996), en sus trabajos demuestran que el riego es especialmente importante en el cultivo de judía ya que es más sensible a la sequía que otras leguminosas. Sin embargo, para el cultivo de judía en condiciones restringidas de agua, si existe un déficit del 25-50% es tolerable a lo largo de toda la campaña, o durante los períodos vegetativo y de maduración, pero no es tolerable en la época de prefloración y floración (Ucar *et al.*, 2009).

## CONCLUSIONES

Aunque es necesario repetir en el tiempo estos ensayos, los resultados hacen pensar que en nuestras condiciones de cultivo se pueden desarrollar, sin pérdidas de producción, el cultivo de guisante y tirabeque en producción ecológica con reducción de fertirriego y el consiguiente ahorro en agua y abono, aumentando de esta forma la sostenibilidad del sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

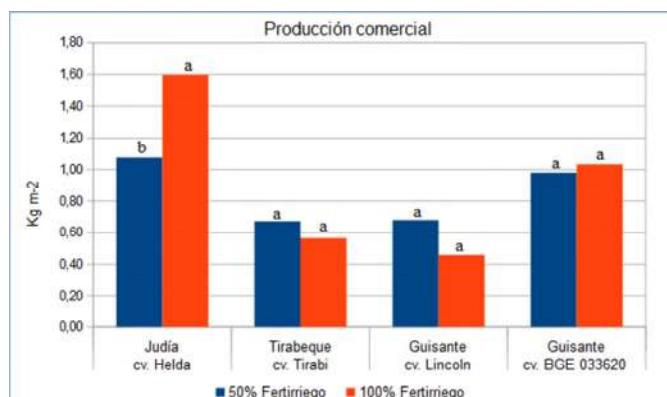
- ARNOLDI, A.; ZANONI, C.; LAMMI, C.; BOSCHIN, G. 2015. The role of grain legumes in the prevention of hypercholesterolemia and hypertension. Critical Reviews in Plant Sciences, 34, pp. 144-168.
- CRUZ DE CARBALLO, M.H.; LAFFRAY, D.; LOUGUET, P. 1998. Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. Environ Exp Bot 40: 197-207.
- DELGADO-ANDRADE, C.; OLÍAS, R.; JIMÉNEZ-LÓPEZ, J.C.; CLEMENTE, A. 2016. Aspectos de las legumbres nutricionales y beneficiosos para la salud humana. Arbor, 192 (779): a313.
- JIMÉNEZ, J.J.; ALTAMIRANO-HERNÁNDEZ, J.; PEÑA, J.J. 2004. Nitrogenase activity and trehalose content of nodules of drought-stressed common beans infected with effective (Fix+) and ineffective (Fix-) rhizobia. Soil Biol Biochem 36: 1975-1981.
- LIZANA, C.; WENTWORTH, M.; MARTINEZ, J.P.; VILLEGRAS, D.; MENESES, R.; MURCHIE, E.H.; PASTENES, C.; LERCARI, P.; VERNIERI, P.; HORTON, P.; PINTO, M. 2006. Diferencial adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress: I Effects of drought on yield and photosynthesis. J Exp Bot 57: 685-697.
- LODEIRO, A.R.; GONZÁLEZ, P.; HERNÁNDEZ, A.; BALAGUÉ, L.J.; FAVELUKES,

- G. 2000 Comparison of drought tolerance in nitrogen-fixing and inorganic nitrogen-grown common beans. *Plant Sci* 154: 31-41.
- MARTELO NÚÑEZ, J.M.; RUIZ NOGUEIRA, B.; SAU SAU, F. 1996. Practicas de cultivo de la judía grano. *Agricultura*, 767: 493-495.
- MUÑOZ-PEREA, C.G.; TERÁN, H.; ALLEN, R.G.; WRIGHT, J.L.; WESTERMANN, D.T.; SINGH, S.P. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. *Crop Sci* 46: 2111-2120.
- NAYA, L.; LADREA, R.; RAMOS, J., GONZÁLEZ, E.M.; ARRESE-IGOR, C.; MINCHIN, F.R.; BECANA, M. 2007. The response of carbon metabolism and antioxidant defenses of alfalfa nodules to drought stress and to the subsequent recovery of plants. *Plant Physiol* 144: 1104-1114.
- RAMÍREZ-BAHENNA, M. H.; PEIX, A.; VELÁZQUES, E.; BERDMAR, E. 2016. Historia de la investigación en la simbiosis leguminosa-bacteria: una perspectiva didáctica. *Arbor*, 192 (779): a319.
- RUBIO, L. A.; MOLINA, E. 2016. Las leguminosas en alimentación animal. *Arbor*, 192 (779): a315.
- SERRAJ, R.; SINCLAIR, T.R. 1998. N<sub>2</sub> fixation response to drought in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ann Bot* 82: 229-234.
- SINGH, S.P. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Agron J* 99: 1219-1225.
- UCAR, Y.; KADAYIFCI, A.; YILMAZ, H.İ.; TUYLU, G. İ.; YARDIMCI, N. 2009. The effect of deficit irrigation on the grain yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in semiarid regions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2009 7(2), 474-485.

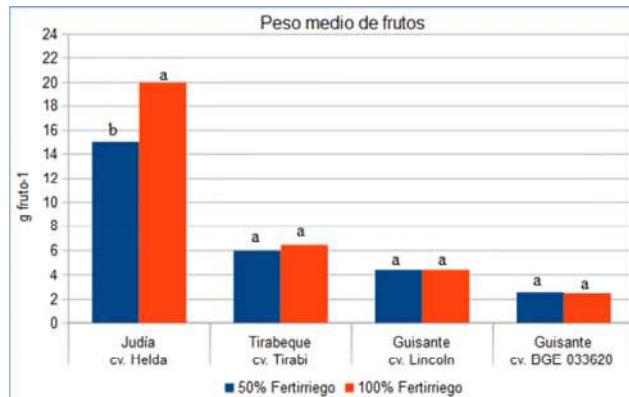
## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Transforma (PP.TRA.TRA201600.9) “Innovación participativa para una horticultura protegida sostenible”, y por el Proyecto AVA (PP.AVA.AVA201601.7) “Innovación sostenible en horticultura protegida” cofinanciados al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020, “Andalucía se mueve con Europa”.

## FIGURAS



**Figura 1.-** Producción comercial obtenida en los diferentes cultivos ensayados, con tratamientos 50% y 100% de fertiriego.



**Figura 2.-** Peso medio de fruto obtenido en los diferentes cultivos ensayados, con tratamientos 50% y 100% de fertiriego.

# **TOMATES ECOLÓGICOS TRADICIONALES: EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS INTRÍNSECOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR**

Navarro, V.<sup>1</sup>; Sayadi, S.<sup>2</sup>; García-García, M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IFAPA Centro La Mojonería. Área de Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. (Almería).

<sup>2</sup> IFAPA Centro Camino de Purchil. Área de Economía de la Cadena Alimentaria. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. (Granada).

## **RESUMEN**

El actual modelo productivo agrario ha generado una gran uniformidad en la variedad de las especies cultivadas, una disminución de la diversidad biológica y una erosión genética de los cultivares tradicionales, los cuales han sido sustituidos por nuevos cultivares comerciales, generalmente híbridos, con un gran potencial productivo en condiciones de altos insumos (fertilizantes y fitosanitarios). Dichos cultivares presentan, sin embargo, una escasa rusticidad frente a determinadas condiciones climáticas o patogénicas y, sobre todo, la imposibilidad de multiplicación por parte de los agricultores.

En este sentido, el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) pretende fomentar la necesidad de rescatar los cultivares tradicionales más representativos por su calidad tanto visual como gustativa, que puedan suponer una oportunidad para la diversificación del cultivo de hortalizas protegidas y una respuesta a la demanda de potenciales segmentos de consumidores.

Para ello, se ha realizado una evaluación de varios atributos intrínsecos de once cultivares de tomate tradicional de producción ecológica en invernadero con la finalidad de determinar su aceptación y preferencias por parte de los consumidores. El estudio ha consistido en organizar durante el año 2015 varias catas a 262 consumidores de las capitales de Almería y Granada, dando a probar los once cultivares de tomate tradicional seleccionados.

Los atributos intrínsecos de los tomates considerados en el experimento para ser degustados y evaluados por los consumidores han sido: firmeza, jugosidad, dulzor, acidez y persistencia del sabor.

Además de la valoración de los atributos anteriores, se ha estimado la valoración global otorgada por los consumidores a dichos cultivares, teniendo en cuenta su percepción general de la calidad gustativa de los respectivos frutos. Así mismo, se ha determinado la frecuencia de consumo y la disposición a pagar por un kilogramo de dichos tipos de tomates.

Los resultados obtenidos son de gran interés para diseñar estrategias de marketing con el fin de potenciar su compra y consumo, satisfacer potenciales segmentos de mercado y obtener el mayor valor añadido por parte de los productores.

**Palabras clave:** *Calidad; cultivares tradicionales; preferencia; acidez; dulzor; firmeza; jugosidad.*

## INTRODUCCIÓN

El IFAPA a través de su proyecto TRANSFORMA “Desarrollo sostenible en cultivos hortícolas protegidos”, realizó un ensayo de once cultivares de tomate tradicional para evaluar su comportamiento en invernadero mediante el análisis de su producción y calidad de fruto físico-química y nutricional.

Los tomates tradicionales se cultivaron en invernaderos de la finca del Centro IFAPA La Mojónera y estaban certificados por el CAEE, entidad de certificación especializada en Producción Ecológica. Para más detalle al respecto, el lector puede consultar los trabajos de Martín et al. (2015) y García et al. (2015).

En este trabajo se pretende obtener información de los consumidores sobre la aceptación y preferencias hacia atributos intrínsecos más representativos de los cultivares tradicionales ensayados mediante la valoración de su calidad gustativa. Para ello, se han realizado catas de degustación en las que el encuestado evaluó “in situ” los siguientes atributos intrínsecos: firmeza, jugosidad, dulzor, acidez y persistencia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para conocer la percepción y el grado de aceptación del consumidor final de los once cultivares tradicionales de tomate ecológicos considerados en este estudio, se han organizado varias catas de dichos tomates por unos consumidores y compradores habituales “no entrenados” con diferentes perfiles de edades, género, profesiones, etc. El panel de cataadores fue organizado en dos eventos diferentes en las provincias de Almería y Granada durante el año 2015, obteniendo 262 catas degustativas del conjunto de los cultivares. En cuanto al procedimiento de cata, se ha optado para que todos los consumidores caten todos los cultivares de forma consecutiva, permitiendo así obtener resultados comparativos a través de los juicios de los mismos cataadores para todas los cultivares y sus respectivos atributos intrínsecos. Además, en las pruebas anteriores a dichas catas, se ha apreciado que este número de cultivares no genera efecto fatiga entre los cataadores para contestar de forma coherente y emitir juicios fiables al respecto. Por otra parte, se ha utilizado un cultivar “testigo” o de “referencia” (T0) a efectos comparativos en relación al resto de los cultivares ensayados.

En ningún momento durante el proceso de cata, el cataador conocía de qué cultivar de tomate se trataba o cuál era su procedencia, es lo que se denomina cata “a ciegas”, identificando cada cultivar con la letra “T” seguida de un número de 1 a 12 (sin contar el 2, ya que la cosecha del cultivar T2 no llegó a su fin por problemas de virosis). Cada cataador ha degustado de forma ordenada los diferentes cultivares de tomate en pequeñas porciones, tomando agua y pan entre una muestra y otra para evitar la saturación gustativa por acumulación de los distintos atributos. Los atributos intrínsecos “olfativos-gustativos” valorados por los consumidores han sido los siguientes: firmeza, jugosidad, dulzor, acidez y persistencia de sabor, ofreciendo al consumidor una breve explicación al respecto.

Para la valoración de los diferentes atributos separadamente de cada cultivar, se utilizó una ficha de cata con una escala hedónica de 5 puntos (siendo el 1: No comestible, 2: Malo, 3: Aceptable, 4: Bueno y el 5: Excelente). Además, utilizando la misma escala, se ha preguntado a los cataadores su valoración global a dichos cultivares, teniendo en cuenta su percepción de la calidad gustativa de sus respectivos atributos individuales.

Los participantes fueron informados, antes de comenzar la sesión de cata, de todos los pasos a seguir y las instrucciones necesarias para completar un cuestionario para cada cata/cultivar, que incluye además de la ficha de cata anteriormente mencionada, unas preguntas relativas a sus datos sociodemográficos (edad, sexo y nivel de estudios), frecuencia de consumo y disposición a pagar por dichos cultivares.

Tras finalizar la sesión de cata, se recogieron todas las encuestas y tras su revisión y verificación, se procedió a eliminar aquellas que son incompletas o dudosas. Finalmente, se recopilaron los datos obtenidos y se procedió a realizar unos análisis descriptivos comparativos utilizando medias y distribución de frecuencias.

Los cultivares de tomates tradicionales considerados en este experimento han sido los siguientes:

Código	Nombre Común	Entidad de Conservación
T0*	Delizia	Casa comercial (CLAUSE)
T1	Pilón	IFAPA**
T3	Desconocido	IFAPA
T4	Valenciano Masclet	COMAV***
T5	Peres Plenes	COMAV
T6	De Pera	COMAV
T7	Peres	COMAV
T8	Muchamiel	COMAV
T9	Pometes	COMAV
T10	Rosa de Montserrat	COMAV
T11	De la Creu Rosa	COMAV
T12	De Colgar	COMAV

\* T0: “referencia” o “testigo”.

\*\* IFAPA: Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica.

\*\*\* COMAV Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez revisadas y verificadas, las encuestas los resultados obtenidos sobre los datos sociodemográficos de los encuestados nos indican que el 38,2% tienen una edad comprendida entre 45 y 55 años (Figura 1), y el 58% de los que contestaron son mujeres. Por otra parte, el nivel de estudios de los encuestados corresponde mayoritariamente a universitarios (70,7%), seguido de un 28% que tienen estudios medios y tan solo un 1,3% son de nivel básico (Figura 2).

La mayoría de los encuestados consumen tomates “habitualmente” (56,6%) o de manera “frecuente” (27,9%) (Figura 3).

En cuanto a la percepción de los diferentes atributos intrínsecos de los distintos cultivares de tomate, en la Tabla 1 se incluyen las valoraciones medias de los atributos considerados según la escala de 1 a 5. Vemos como en el caso de la firmeza del fruto, se destacan, en este orden, los cultivares T9, T0, T5, T3, T8 y el T1. El cultivar T0 (el testigo) destaca por su jugosidad con una valoración media de 4,5, seguido por los cultivares T9, T5, T11, T12 y T8, respectivamente (Tabla 1).

Por dulzura, predomina principalmente el cultivar T9 (4,31 de valoración media), seguido del T11 y el T8. En cuanto a la acidez, el cultivar más valorado en promedio ha sido el T10 (valoración media de 4,43), seguido por el T9. Este último cultivar ha sido asimismo, el mejor valorado en cuanto a su persistencia, seguido por el T10.

Tras la valoración de los diferentes atributos, se ha preguntado a los consumidores, su valoración global de dicho cultivar, teniendo en cuenta su percepción general de la calidad degustativa del fruto.

Según los resultados obtenidos podemos ver como los cultivares con mayor valoración media son, por este orden, el T9, T0, T8, T1, T3 y T12 (Tabla 1).

Por último, cuando se le pregunta al encuestado cuánto estaría dispuesto a pagar por un kilo de tomates tradicionales ecológicos hay que destacar que un 62,5% pagaría más de lo que cuesta un kilo de tomates convencionales ( $1\text{€}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), llegando incluso a pagar el doble (Figura 4). Se aprecia como el valor marginal o el precio implícito de lo tradicional y ecológico, según los entrevistados, despliega una cierta disposición a pagar por estas características en los tomates.

## CONCLUSIONES

La frecuencia de consumo de tomate de los encuestados es elevada, teniendo en cuenta que el 84,5% lo hacen de manera habitual o frecuente.

En los atributos firmeza del fruto, dulzura y persistencia, el cultivar mejor valorado es el T9 (tomate ‘Pometes’). Respecto a la jugosidad es el cultivar T0, el testigo (tomate ‘Delizia’) el que obtiene mejores resultados.

En cuanto a la acidez del fruto, el tomate tradicional destacado es el T10 (cultivar ‘Rosa de Montserrat’).

En general, el cultivar de tomate tradicional ecológico con mejores resultados es el T9, cultivar Pometes, obteniendo el primer o segundo lugar en cada una de las valoraciones medias de los distintos atributos intrínsecos considerados en el experimento.

En cuanto a la disposición a pagar de los consumidores, se aprecia que los diferentes tipos de tomate están muy bien valorados y apreciados ya que el 62,5% de los catadores afirman que podrían llegar a pagar por un kilo de tomate tradicional ecológico hasta el doble de lo que cuesta un tomate convencional.

Las conclusiones anteriores son de gran interés para diseñar estrategias de marketing para potenciar la compra y el consumo de dichas variedades de tomate y satisfacer unos potenciales segmentos de consumidores que valoran lo tradicional y el ecológico en los productos hortícolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARTÍN, E.; GÓMEZ, P.; GARCÍA, MC. 2015 Cultivo Protegido Ecológico de 12 Cultivares Tradicionales de Tomate. Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- GARCÍA, MC.; PASCUAL, F.; FONT, R.; GÓMEZ, P.; DEL RÍO, M. 2015. Características Físico-Químicas del Cultivares Tradicionales de Tomate de Calibre Medio-Alto en Agricultura Ecológica Protegida. Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores querían agradecer la financiación recibida del Proyecto TRANSFORMA del IFAPA “Desarrollo Sostenible en cultivos hortícolas protegidos” (PP.TRA.TRA.2013.011. Fondos FEDER).

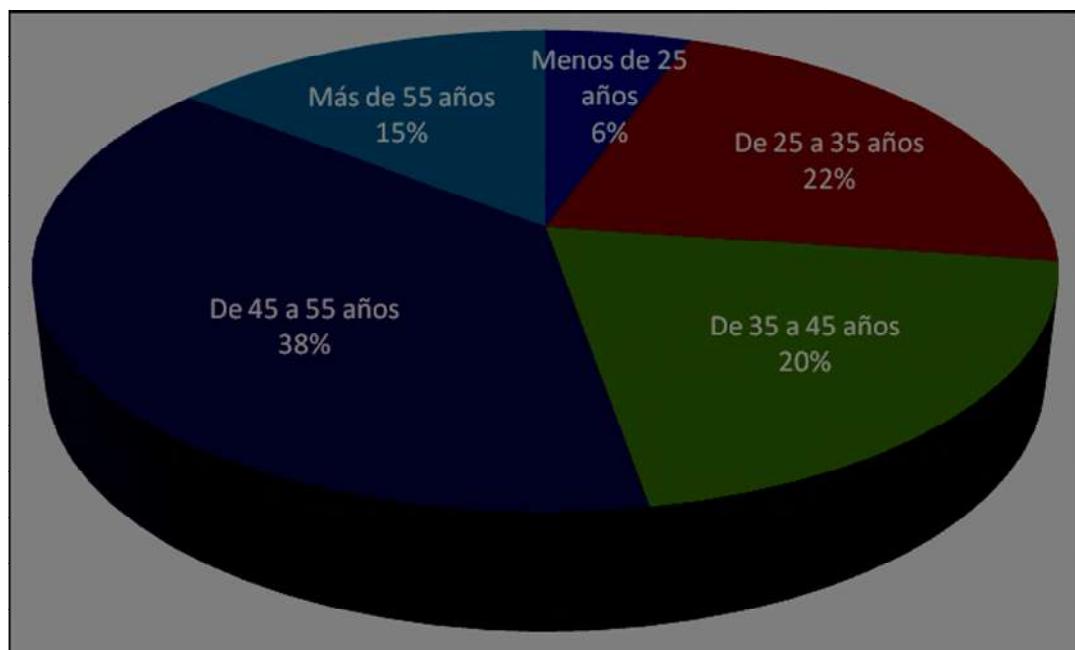
## TABLAS

**Tabla 1.** Valoraciones medias obtenidas de los diferentes atributos intrínsecos considerados (valoración escalar de 1 a 5).

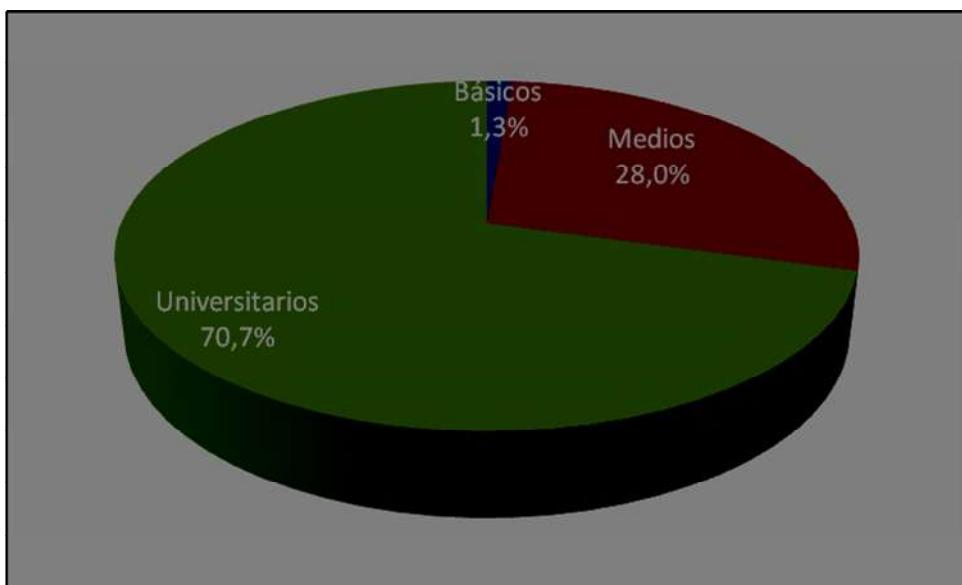
Cultivar	T0*	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Firmeza	4,29	3,96	4,03	3,92	4,06	3,52	3,38	3,9	4,31	3,64	3,67	3,73
Jugosidad	<b>4,5</b>	3,83	3,64	3,92	4,03	3,58	3,57	3,3	4,31	3,86	4	4
Dulzor	3,86	2,96	3,79	3,31	3,82	3,42	3,24	3,9	4,31	3,86	4,07	3,76
Acidez	2,64	2,58	3,41	2,62	2,94	2,97	2,95	3,7	3,88	4,43	3,27	3,48
Persistencia	3,86	3,21	3,67	2,92	3,58	3,61	3,14	4	4,25	3,93	3,67	3,64
Valoración Global	<b>4,29</b>	4	4	3,83	3,9	3,48	3,29	4,1	4,31	3,86	3,73	3,94

\*El cultivar T0 es la “referencia” o “testigo”.

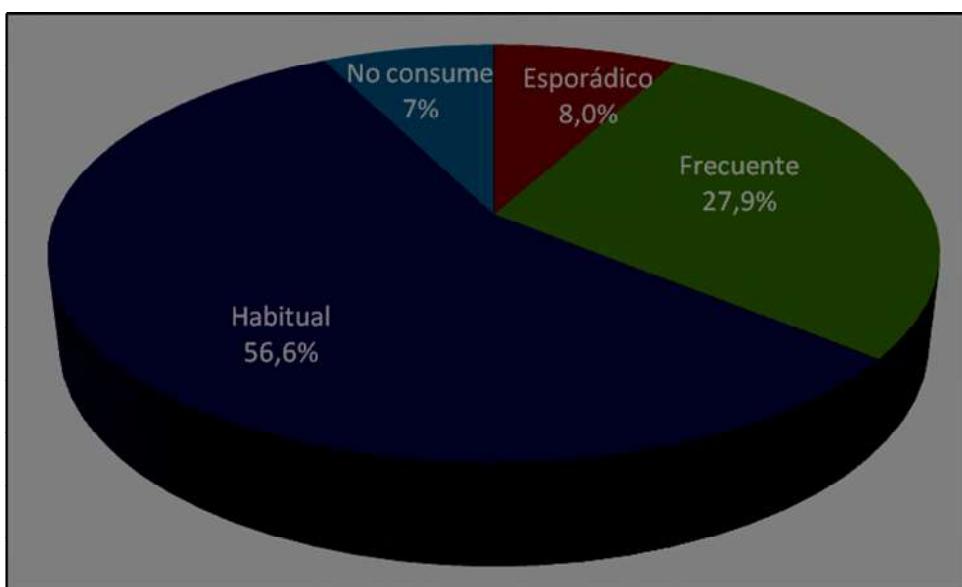
## FIGURAS



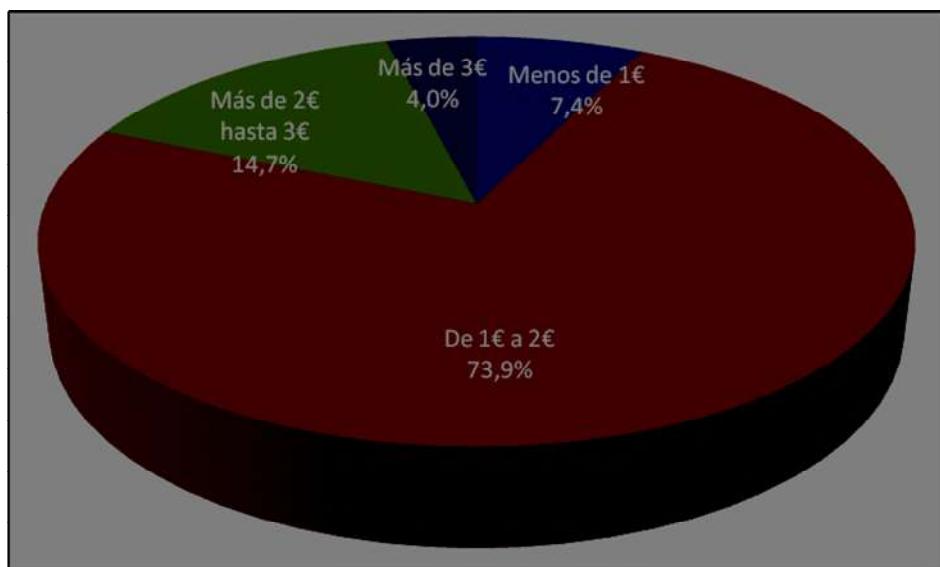
**Figura 1.** Edad de los encuestados.



**Figura 2.** Nivel de estudios de los encuestados.



**Figura 3.** Frecuencia de consumo de tomate.



**Figura 4.** Disposición a pagar (€) por 1 kilogramo de tomates tradicionales ecológicos.

# **TOMATES ECOLÓGICOS TRADICIONALES: EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS EXTRÍNSECOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR**

García-García, C.<sup>1</sup>; Navarro, V.<sup>1</sup>; Sayadi, S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IFAPA Centro La Mojonería. Área de Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. (Almería).

<sup>2</sup> IFAPA Centro Camino de Purchil. Área de Economía de la Cadena Alimentaria. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. (Granada).

## **RESUMEN**

La necesidad de diversificación de la producción hortícola bajo abrigo está impulsando la disponibilidad de cultivares de calidad diferenciada como pueden ser los cultivares tradicionales. La introducción de estos cultivares proporcionan rusticidad frente a determinadas condiciones climáticas o patogénicas.

En este sentido, el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) pretende fomentar la necesidad de rescatar los cultivares tradicionales más representativos por su calidad tanto visual como gustativa que puedan suponer una oportunidad para la diversificación del cultivo de hortalizas protegidas y una respuesta a la demanda de potenciales segmentos de consumidores.

Para ello, se ha realizado una evaluación de atributos extrínsecos de once cultivares de tomate tradicional ecológico en invernadero con la finalidad de cuantificar su aceptación y preferencias por parte de los consumidores. El estudio llevado a cabo durante el año 2015, ha consistido en una valoración por parte de 262 consumidores del aspecto general de los once cultivares de tomate ecológico tradicional y la elección de los cultivares que destaque por algún atributo extrínseco.

Los atributos extrínsecos de los tomates considerados en el experimento para ser evaluados por los consumidores han sido: aspecto general, forma, color y rareza del fruto.

Además de la valoración de los atributos anteriores, se ha estimado el nivel de conocimiento e importancia relativos a cuestiones de interés, como son la preferencia por el tamaño, grado de maduración, el precio máximo que estarían dispuesto a pagar por un kilogramo de tomate ecológico tradicional, así como la disponibilidad de estos tipos de tomates en sus establecimientos habituales de compra.

Los resultados obtenidos son de gran interés para diseñar estrategias de marketing para potenciar su compra y consumo, satisfacer potenciales segmentos de mercado y obtener el mayor valor añadido por parte de los productores.

**Palabras clave:** *Calidad, cultivar tradicional, preferencia, color, forma, rareza.*

## **INTRODUCCIÓN**

El IFAPA a través de su proyecto TRANSFORMA “Desarrollo sostenible en cultivos hortícolas protegidos”, realizó un ensayo de once cultivares de tomate tradicional para evaluar su comportamiento en invernadero mediante el análisis de su producción y calidad de fruto físico-química y nutricional. Para más detalle sobre los ensayos en general y la calidad de dichos tomates de los diferentes cultivares pueden consultarse los trabajos de Martín et al., (2015) y García et al., (2015).

Los tomates tradicionales se cultivaron en invernaderos de la finca del Centro IFAPA La Mojonería y estaban certificados por el CAEE, entidad de certificación especializada en Producción Ecológica.

En este trabajo se pretende obtener información de los consumidores sobre la aceptación y preferencias hacia atributos extrínsecos más representativos de los cultivares tradicionales ensayados mediante una valoración visual. Esta valoración se realizó “in situ” y se evaluaron los siguientes atributos extrínsecos: aspecto general, forma, color y rareza del fruto.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para conocer la percepción y el grado de aceptación del consumidor final de los once cultivares tradicionales de tomate ecológicos considerados en este estudio, se han organizado varias evaluaciones de dichos tomates por unos consumidores y compradores habituales “no entrenados” con diferentes perfiles de edades, género, profesiones, etc. El panel de evaluadores fue organizado en dos eventos diferentes en las provincias de Almería y Granada durante el año 2015, obteniendo 262 encuestas del conjunto de los cultivares. En cuanto al procedimiento de evaluación, se ha optado para que todos los consumidores accedan a cada uno de los cultivares de forma consecutiva, permitiendo así obtener resultados comparativos a través de los juicios de los mismos evaluadores para todas los cultivares y sus respectivos atributos extrínsecos.

En ningún momento durante el proceso de evaluación, el encuestado conocía de qué cultivar de tomate se trataba o cuál era su procedencia, es lo que se denomina evaluación “a ciegas”, identificando cada cultivar con la letra “T” seguida de un número de 1 a 12 (sin contar el 2, ya que la cosecha del cultivar T2 no llegó a su fin por problemas de virosis). Cada encuestado ha evaluado visualmente de forma ordenada los diferentes cultivares de tomate. Los atributos extrínsecos “visuales” valorados por los encuestados han sido los siguientes: aspecto general, forma, color y rareza.

Para la valoración del aspecto general de los distintos cultivares de tomates, se utilizó una ficha de evaluación con una escala hedónica de 5 puntos (siendo el 1: No me gusta nada, 2: Me gusta algo, 3: Aceptable, 4: Me gusta y el 5: Me gusta mucho). Para valorar la forma, el color y la rareza de los tomates tradicionales ensayados tan solo se le pide al encuestado que marque su preferencia.

Los participantes fueron informados, antes de comenzar la sesión de evaluación, de todos los pasos a seguir y las instrucciones necesarias para completar un cuestionario para cada cultivar, que incluye además de la ficha de evaluación anteriormente mencionada, unas preguntas relativas a sus datos sociodemográficos (edad, sexo y nivel de estudios), frecuencia de consumo y disposición a pagar por dichos cultivares.

Tras finalizar la sesión de evaluación, se recogieron todas las encuestas y tras su revisión y verificación, se procedió a eliminar aquellas que son incompletas o dudosas. Finalmente, se recopilaron los datos obtenidos y se procedió a realizar unos análisis descriptivos comparativos utilizando medias y distribución de frecuencias.

Los cultivares de tomates tradicionales considerados en este experimento han sido los siguientes:

Código	Nombre Común	Entidad de Conservación
T1	Pilón	IFAPA*
T3	Desconocido	IFAPA

T4	Valenciano Masclot	COMAV**
T5	Peres Plenes	COMAV
T6	De Pera	COMAV
T7	Peres	COMAV
T8	Muchamiel	COMAV
T9	Pometes	COMAV
T10	Rosa de Montserrat	COMAV
T11	De la Creu Rosa	COMAV
T12	De Colgar	COMAV

\*Las siglas IFAPA corresponden a Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica.

\*\*Las siglas COMAV corresponden a Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez revisadas y verificadas las encuestas los resultados obtenidos sobre los datos sociodemográficos de los encuestados, nos indican que el 38,2% tienen una edad comprendida entre 45 y 55 años (Figura 1), y el 58% de los que contestaron son mujeres. Por otra parte, el nivel de estudios de los encuestados corresponde mayoritariamente a universitarios (70,7%), seguido de un 28% que tienen estudios medios y tan solo un 1,3% son de nivel básico (Figura 2).

La frecuencia de consumo de tomate, teniendo en cuenta lo que señalaron en la encuesta, es habitual y frecuente con un 56,6% y un 27,9%, respectivamente (Figura 3).

Respecto a la valoración media del aspecto general del fruto, se destacan en este orden los cultivares T11, T12, T10, T3, T8, T9 y el T1 (Tabla 1).

Un 16,7% de los encuestados destacan el cultivar T11 por su forma, seguido del T12 y T9 (Figura 4).

En relación al color de los tomates tradicionales, el 15,5% de los participantes indicaron que el cultivar T7 destacaba por el color, seguido por el T8 y el T9 (Figura 5).

Por rareza, predomina principalmente con un 26,7% el cultivar T5, seguido del T4 y T10 (Figura 6).

Tras la valoración de los diferentes atributos extrínsecos, se ha preguntado a los consumidores, su preferencia por el tamaño y grado de maduración de los tomates, indicando la mayoría que prefieren un tomate grande (el 44,2%) y pintón (63%) (Figura 7 y 8).

A los participantes también se les preguntó dónde suelen comprar los tomates ecológicos afirmando más de la mitad (50,8%) que habitualmente compran tomates en las grandes superficies (28,3%) o en los mercados (22,5%). Otros grupos menores suelen abastecerse en supermercados, tiendas ecológicas, o en las tiendas de barrio (Figura 9). Además, el 61% prefieren comprarlo envasado y el resto a granel.

El 85% de los encuestados saben lo que es un tomate ecológico certificado, y un 88% lo que es un tomate de un cultivar tradicional.

Un 62,5% de los encuestados estarían dispuestos a pagar por un kilogramo de tomates tradicionales ecológicos más de lo que cuesta un kilogramo de tomates convencionales ( $1\text{€}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), llegando incluso a pagar el doble (Figura 10).

## CONCLUSIONES

La frecuencia de consumo de tomate por los consumidores entrevistados es elevada, teniendo en cuenta que el 84,5% lo hacen de manera habitual o frecuente.

El cultivar T11 (tomate ‘De la Creu Rosa’) es el destacado en relación a su aspecto general.

En los atributos forma, color y rareza los cultivares mejor valorados son el T11 (tomate ‘De la Creu Rosa’), el T7 (tomate ‘Peres’) y el T5 (tomate ‘Peres Plenes’), respectivamente.

Los consumidores prefieren un tomate de tamaño grande y con un grado de maduración pintón. Además, suelen comprar los tomates ecológicos en las grandes superficies y el mercado, prefiriendo comprarlo envasado antes que a granel.

Se aprecia un alto nivel de conocimiento de estos tipos de tomates, afirmando la gran mayoría de los consumidores que conocen lo que es un tomate ecológico certificado y lo que es un tomate de cultivar tradicional.

Estos tipos de tomate están muy bien valorados y apreciados ya que el 62,5% de los encuestados afirman que podrían llegar a pagar por un kilo de tomate tradicional ecológico hasta el doble de lo que cuesta un tomate convencional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARTÍN EXPÓSITO, E.; GÓMEZ JIMÉNEZ DE CISNEROS, P.; GARCÍA GARCÍA, MC. 2015. Cultivo Protegido Ecológico de 12 Cultivares Tradicionales de Tomate. Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. (SERVIFAPA).
- GARCÍA GARCÍA, MC.; PASCUAL ASSO, F.; FONT VILLA, R.; GÓMEZ JIMÉNEZ DE CISNEROS, P.; DEL RÍO CELESTINO, M. 2015. Características Físico-Químicas del Cultivares Tradicionales de Tomate de Calibre Medio-Alto en Agricultura Ecológica Protegida. Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. (SERVIFAPA).

## AGRADECIMIENTOS

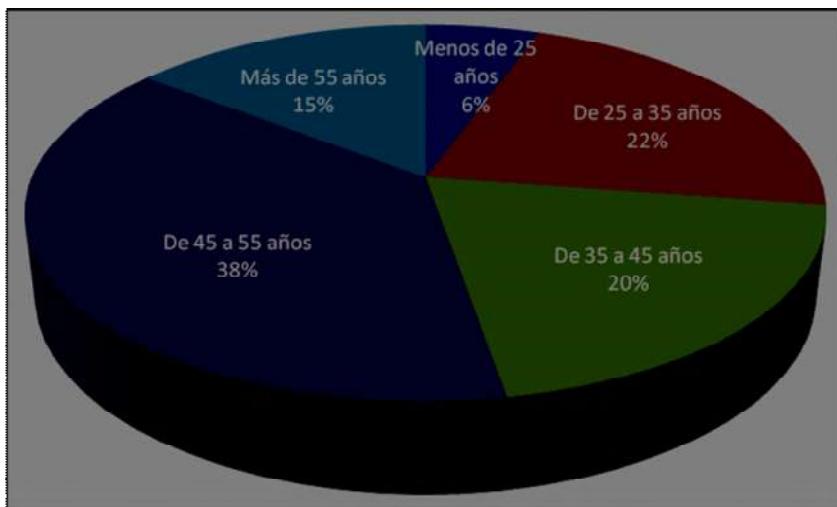
Los autores querían agradecer la financiación recibida del Proyecto TRANSFORMA del IFAPA “Desarrollo Sostenible en cultivos hortícolas protegidos” (PP.TRA.TRA.2013.011. Fondos FEDER).

## TABLAS

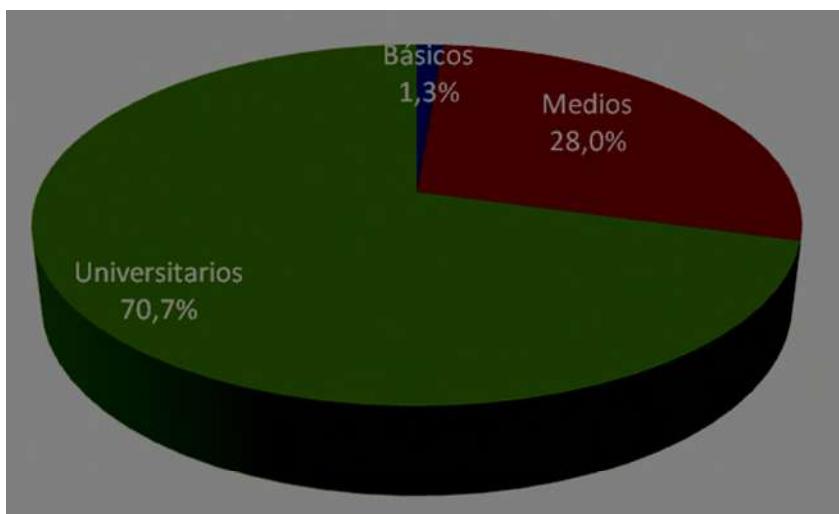
**Tabla 1.** Valoración media obtenida del aspecto general de los distintos cultivares de tomates ecológicos tradicionales (valoración escalar de 1 a 5).

Cultivar	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Aspecto general	3,32	3,35	2,77	3,24	2,77	3,3	3,33	3,32	3,38	<b>4,03</b>	3,43

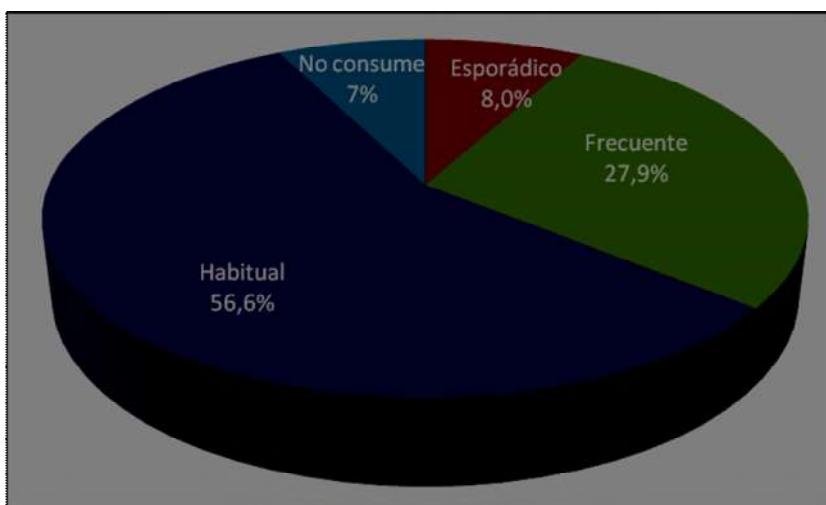
## FIGURAS



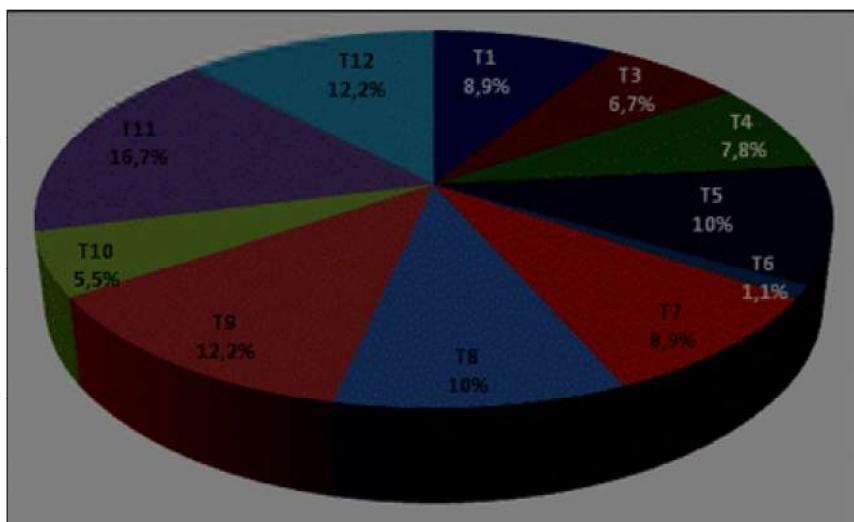
**Figura 1.** Edad de los encuestados



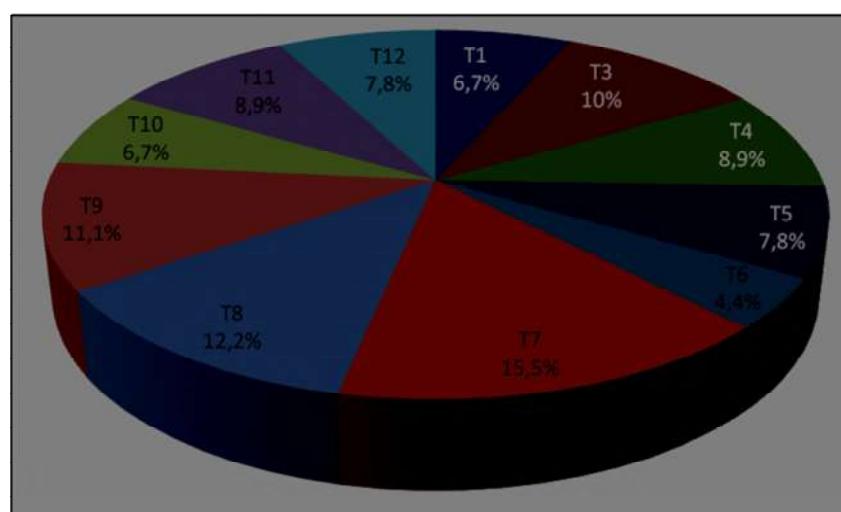
**Figura 2.** Nivel de estudios de los encuestados



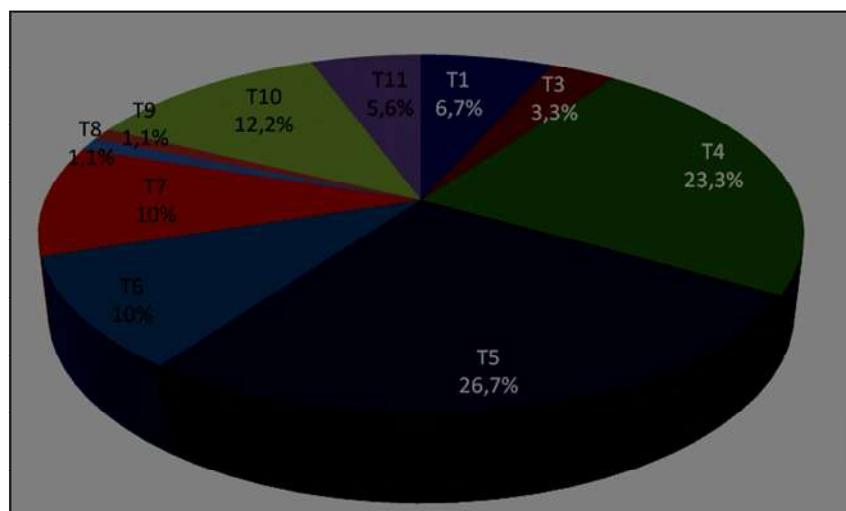
**Figura 3.** Frecuencia de consumo de tomate.



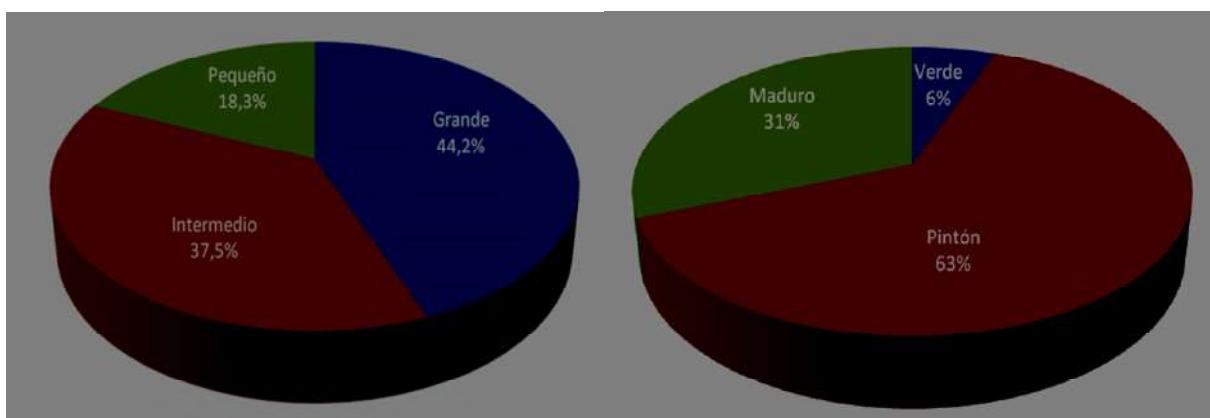
**Figura 4.** Preferencia de los cultivares de tomate ecológico tradicional por su forma.



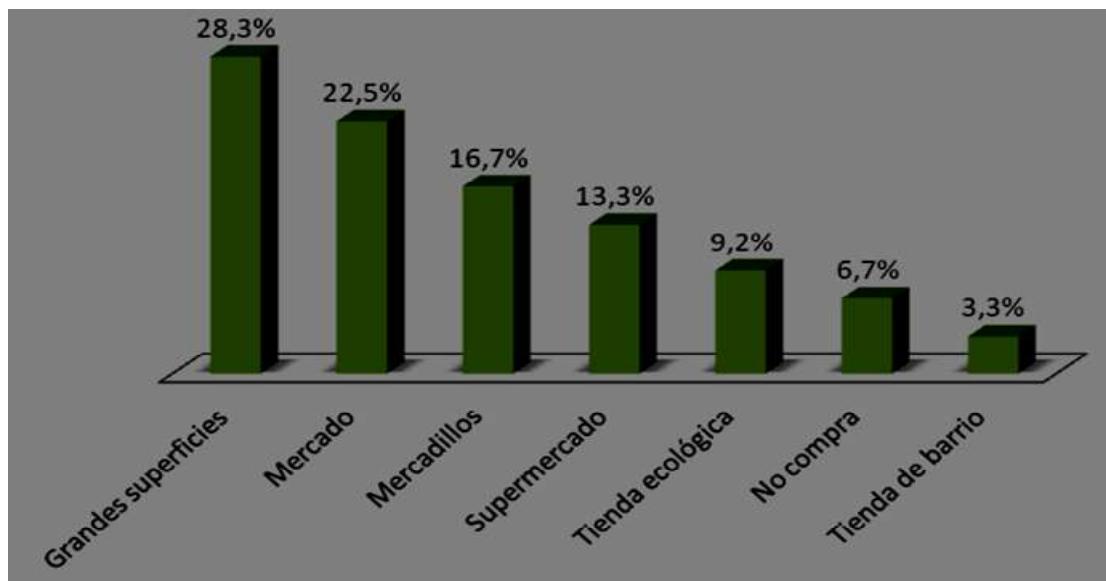
**Figura 5.** Preferencia de los cultivares de tomate ecológico tradicional por su color.



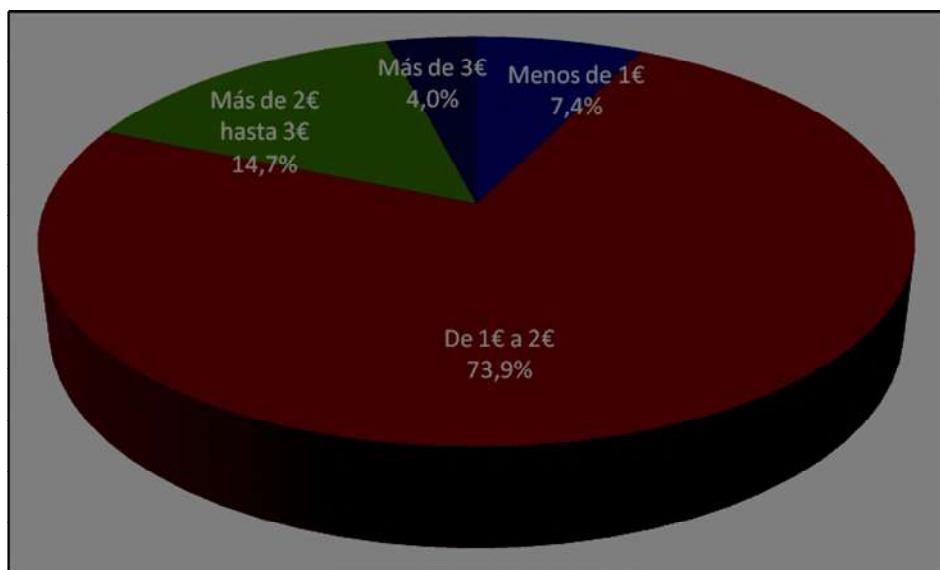
**Figura 6.** Preferencia de los cultivares de tomate ecológico tradicional por su rareza.



**Figura 7 y 8.** Preferencia de tamaño (Figura 7: izquierda) y grado de maduración (Figura 8: derecha) de los tomates.



**Figura 9.** Preferencia por el grado de maduración de los tomates.



**Figura 10.**-Disposición a pagar (€) por 1 kilogramo de tomates tradicionales ecológicos.

# EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES PARA EL CUAJE EN CALABACÍN

Pérez, C, Meca, D, Gázquez, J. C., Buendía L.

Estación Experimental Cajamar, Paraje Las Palmerillas, 25. 04710 El Ejido, Almería

## RESUMEN

Tradicionalmente el cuajado de los frutos de calabacín en invernadero se realizaba mediante tratamientos con auxinas sintéticas (ANA + ANA amida). Pero en el afán por obtener mayores producciones y de mayor calidad sin residuos, nace la necesidad de buscar nuevas estrategias de producción respetuosas con el medio ambiente, libres de residuos químicos, sin renunciar en calidad y cantidad de los productos hortícolas.

Durante la campaña 2016/17 se evaluó la respuesta productiva de un cultivo de calabacín aplicando diferentes bioestimulantes para el cuajado de los frutos. Para ello se comparó un tratamiento en el que aplicó un fitoestimulador tradicional y 3 bioestimulantes ecológicos. Los resultados obtenidos muestran que al utilizar únicamente los bioestimulantes para el cuajado de frutos, el rendimiento productivo se reduce entre un 35 % y un 45 % respecto al fitoestimulador tradicional. Por lo que para alcanzar en ecológico producciones similares al convencional, habría que plantear una estrategia combinada, donde se utilicen los polinizadores naturales (abejas o abejorros) junto con la aplicación de bioestimulantes.

## INTRODUCCIÓN

El calabacín es el tercer cultivo en importancia en Almería, con una superficie de cultivo de 7490 ha y una producción de 428425 T, (CAPDR, 2015). Es un cultivo interesante a nivel productivo, cultivando hasta tres ciclos consecutivos durante la misma campaña.

Tradicionalmente el cuajado de los frutos de calabacín en invernadero se realizaba mediante tratamientos con auxinas sintéticas (ANA + ANA amida) (Gazquez et al, 2011), pero en el afán por obtener mayores producciones y de mayor calidad sin residuos, nace la necesidad de buscar nuevas estrategias de producción respetuosas con el medio ambiente, libres de residuos químicos, sin renunciar en calidad y cantidad de los productos hortícolas. En la Estación Experimental Cajamar se han realizado durante varias campañas ensayos comparando las diferentes técnicas para el cuajado de los frutos, obtenido resultados muy satisfactorios.

El objetivo del ensayo fue evaluar la respuesta productiva de un cultivo de calabacín aplicando únicamente bioestimulantes para el cuajado de los frutos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2016/17 en la Estación Experimental Cajamar situada en el término municipal de El Ejido, Almería. Se desarrolló en un invernadero multitúnel, con orientación Este-Oeste y una superficie de 630 m<sup>2</sup>. La estructura era de acero galvanizado, con una separación entre pies de 4 m, altura en banda de 3 m y 4,5 m en cumbre, con ventilación automatizada, con ventanas laterales (bandas norte y sur) y cenitales en cada una de las capillas, protegidas con malla anti-insecto 20x10 hilos·cm<sup>-2</sup>. El grado de apertura y cierre de las ventanas se realizó mediante un controlador climático (mod., Multima, Hortimax, Holanda). El cerramiento plástico estaba formado por un plástico interior antigoteo y alta transparencia de 600 galgas (150

μm; TRC TH AF, Sotrafa S.A.) y otro exterior de alta transparencia y sin características antigoteo de 800 galgas (200 μm; TRC TH 3C, Sotrafa S.A.) instalado en agosto de 2014.

El material vegetal utilizado fue calabacín (*Cucurbita pepo*) cultivar ‘Sinatra’ (H.M. Clause S.A.). El trasplante se realizó el 28 de octubre de 2016 y finalizó el 10 de abril de 2017, 164 días después, con una densidad de 1,0 planta·m<sup>-2</sup>. La primera recolección fue a los 31 días del trasplante, 28 de noviembre de 2016 y se realizaron un total de 54 recolecciones con una frecuencia media de 3 días.

El sistema de cultivo empleado fue hidropónico con bolsas de fibra de coco, de textura media, contenida en sacos de polietileno bicolor de 28 L de capacidad e instaladas a final de agosto de 2014.

La gestión de plagas y enfermedades se realizó según el Reglamento Específico de Producción Integrada de Cultivos Hortícolas Protegidos para el cultivo de calabacín (Orden de 15 de diciembre de 2015, publicado en BOJA 248 de 24 de diciembre de 20015).

Los tratamientos establecidos durante el ensayo fueron:

- > Tratamiento 1: Control
- > Tratamiento 2: Bioestimulante 1
- > Tratamiento 3: Bioestimulante 2
- > Tratamiento 4: Bioestimulante 3

Las características de cada producto usado en el ensayo son las siguientes:

- Testigo: ANA 0,45%+ANA-Amida 1,2% WP. Fitorregulador con actividad sobre el inicio de la vegetación, floración, cuajado y otros procesos fisiológicos de los vegetales.
- Bioestimulante 1: Bioestimulante natural con efecto citoquinínico. Contiene extracto de algas *Ascophyllum nodosum*. Activador de procesos fisiológicos de los cultivos, de origen vegetal, obtenido a través de un proceso de producción exclusivo de forma que mantiene todos sus componentes activos Composición: fósforo 3 %; potasio 3 %; carbono orgánico 5,8 %. Su aplicación estimula la división celular en los órganos en desarrollo, moviliza los nutrientes y reduce la dominancia apical. Su uso es apto para agricultura ecológica.
- Bioestimulante 2: Concentrado soluble de abono NPK que contiene aminoácidos libres procedentes de fermentación con bacterias del género *Brevibacterium* y de hidrólisis enzimática de proteínas vegetales y molibdeno. Composición: aminoácidos libres 6 %; nitrógeno total 3 % (nitrógeno orgánico 2 %); fósforo 5 %; potasio 5 %; molibdeno 4 %. Aminograma: ácido L-glutámico 1,8 %; glicina 1,8 %; lisina 1,2 %; metionina 1,2 %. Estimula el cuajado y engorde de frutos así como previene y correge carencias de Molibdeno. Su uso es apto para agricultura ecológica.
- Bioestimulante 3: Bioactivador y antiestresante, con aminoácidos y micronutrientes. Composición: aminoácidos totales 35 %; aminoácidos libres 24,7 %; N total 5,8 % (N amoniacial 5,6 %); fósforo 1,7 %; potasio 1,9 %; materia orgánica 89,1 %; hidratos de carbono 44,1 %. Favorece la emisión de brotes florales y el cuajado de los frutos obteniéndose una mayor precocidad en la cosecha y un aumento significativo de la calidad y cantidad de la producción. Su uso es apto para agricultura ecológica.

Las aplicaciones se realizaron con mochila y a una dosis de  $0,3 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$  para el tratamiento testigo,  $1,5 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$  para el bioestimulante 1,  $1 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$  para el bioestimulante 2 y  $0,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1} + 1,5 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$  para el bioestimulante 3. Se aplicaron mediante pulverización foliar a toda la planta salvo el testigo que se aplicó solamente a la parte apical de las plantas, con una frecuencia de 3 días respectivamente.

Se determinó producción total, comercial y no comercial, así como por categorías (I y II), número de frutos y peso medio del fruto comercial, según la norma de calidad para calabacín (artículo 10 del Decreto 402/2008 de 8 de julio de 2008). En calidad se determinó parámetros externos como color y firmeza según descripción de Domene y col, 2014.

Se realizó un diseño experimental por bloques, unifactorial, con 4 repeticiones por tratamiento y cada repetición estaba formada por 6 plantas. Para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics Inc, EEUU).

## RESULTADOS

El rendimiento productivo del calabacín al final del ciclo de cultivo fue mayor en el tratamiento testigo, con  $13,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  y  $11,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  en producción total y comercial respectivamente. Al utilizar únicamente los bioestimulantes para el cuajado de frutos, la producción comercial disminuyó entre un 35,2 % y un 44,6 % respecto al fitoestimulador tradicional, alcanzando  $7,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  con el bioestimulante 1 y  $6,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  con los bioestimulantes 2 y 3 respectivamente. El 75,3% de la producción comercial correspondió a la Categoría I en el tratamiento testigo, mientras que con el uso de bioestimulantes, la producción de Categoría I osciló entre el 48,4 % (bioestimulante 3) y el 55,7 % (bioestimulantes 1 y 2) respectivamente.

Respecto a producción no comercial, los tratamientos menos productivos alcanzaron producciones no comerciales mayores, oscilando entre  $4,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  para el bioestimulante 1 y  $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  para el bioestimulante 3. Entre los parámetros analizados de producción no comercial, destaca principalmente los frutos mal formados ('chupados'), oscilando entre el 75 % de la producción no comercial en el testigo y 91 % en el bioestimulante 1 respectivamente.

El análisis estadístico mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para los parámetros de producción total, comercial, no comercial, Categoría I, peso medio fruto comercial y números de frutos comerciales.

Según estudios realizados por Gazquez y col (2011), al aplicar una estrategia combinada para el cuajado de frutos de calabacín utilizando polinizadores naturales (abejas o abejorros) junto con la aplicación de bioestimulantes se obtuvieron buenos rendimientos productivos y puede ser una alternativa al utilizar únicamente bioestimulantes para el cuajado de frutos.

Al analizar el parámetro de firmeza o resistencia a la manipulación, el análisis estadístico mostró que no hay diferencias significativas entre tratamientos, oscilando los valores entre 25,3 N para el tratamiento testigo y 27,4 N para el bioestimulante 1.

## CONCLUSIÓN

La principal conclusión del ensayo ha sido, que al utilizar únicamente los bioestimulantes para el cuajado de frutos, el rendimiento productivo se reduce de forma significativa respecto al fitoestimulador tradicional. Para alcanzar rendimientos productivos similares al tradicional, habría que plantear una estrategia combinada, donde se utilicen los polinizadores naturales (abejas o abejorros) junto con la aplicación de bioestimulantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL, 2015. Ficha de producto Campaña 2015/16. Sector hortícolas protegidos. Observatorio de Precios de la Junta de Andalucía. Disponible en:  
[http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=List&table=11113&ec=subsector&subsector=20&page=1&CD\\_IDIOMA=0](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=List&table=11113&ec=subsector&subsector=20&page=1&CD_IDIOMA=0)

GÁZQUEZ, J.C., MECA, D., MARTÍNEZ, E., SEGURA, M.D. 2011. Polinizadores naturales frente a fitorreguladores y bioestimulantes para el cuajado del calabacín. Vida Rural.

Disponible:[http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Vrural%2FVrural\\_2011\\_326\\_32\\_38.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2011_326_32_38.pdf)

VADEMECUM 2016. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Disponible:

[http://www.terralia.com/vademecum\\_de\\_productos\\_fitosanitarios\\_y\\_nutricionales/viewTrademark?trademark\\_id=12772](http://www.terralia.com/vademecum_de_productos_fitosanitarios_y_nutricionales/viewTrademark?trademark_id=12772)

DOMENE, M.A, SEGURA, M.D. 2014. Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. Fichas de transferencia Cajamar, nº 3 (Mayo 2014). Disponible en <http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/transferencia/003-calidad-externa-1401191044.pdf>

## TABLAS

**Tabla 1.** Producción total (PT), comercial (PC), categorías primera (PCI), categoría segunda (PCII), no comercial, frutos comerciales y peso medio del fruto comercial para el cultivo de calabacín en la campaña 2016/17. Ciclo de cultivo: 164días. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	PT (kg m <sup>-2</sup> )	PC (kg m <sup>-2</sup> )	PCI (kg m <sup>-2</sup> )	PCII (kg m <sup>-2</sup> )	No comercial (kg m <sup>-2</sup> )	Frutos comerc. (nº m <sup>-2</sup> )	Peso medio fruto comercial (g fr <sup>-1</sup> )
TESTIGO	13,2 a	11,5 a	8,7a	2,8 a	1,7 c	39,9 a	289,1 a
BIOEST. 1	11,7 b	7,5 b	4,2 b	3,3 a	4,2 b	28,7 b	261,0 b
BIOEST. 2	11,1 b	6,4 b	3,5 b	2,9 a	4,7 ab	26,4 b	243,9 c
BIOEST. 3	11,5 b	6,4 b	3,1	3,3 a	5,1 a	25,2 b	253,4 bc

**Tabla 2.** Producción no comercial para el cultivo de calabacín en la campaña 2016/17. Ciclo de cultivo: 164días. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	Chupados (kg m <sup>-2</sup> )	Deformes (kg m <sup>-2</sup> )	Flor (kg m <sup>-2</sup> )r	Patógeno (kg m <sup>-2</sup> )	Enfermedad (kg m <sup>-2</sup> )	Otros (kg m <sup>-2</sup> )
TESTIGO	1,30 a	0,27 a	0,09 a		0,01 b	0,04 b
BIOEST. 1	3,83 b	0,21 a	0,02 a	0,02 a	0,08 ab	0,05 b
BIOEST. 2	4,04 b	0,26 a	0,03 a	0,02 a	0,11 a	0,17 a
BIOEST. 3	4,54 b	0,33 a	0,03 a		0,13 a	0,04 b

**Tabla 3.** Parámetros de calidad externa analizados en un cultivo de calabacín en la campaña 2016/17. Valores dentro de la misma columna seguido de letras diferentes difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) (LSD).

Tratamientos	FIRMEZA (N)	COLOR		
		L	a	b
TESTIGO	25,3 a	37,1 a	-8,1 b	9,5 a
BIOESTIM. 1	27,4 a	34,5 b	-6,2 ab	8,2 a
BIOESTIM. 2	26,6 a	34,4 b	-6,1 a	7,9 a
BIOESTIM. 3	26,7 a	35,4 ab	-6,1 a	7,9 a

## FIGURAS

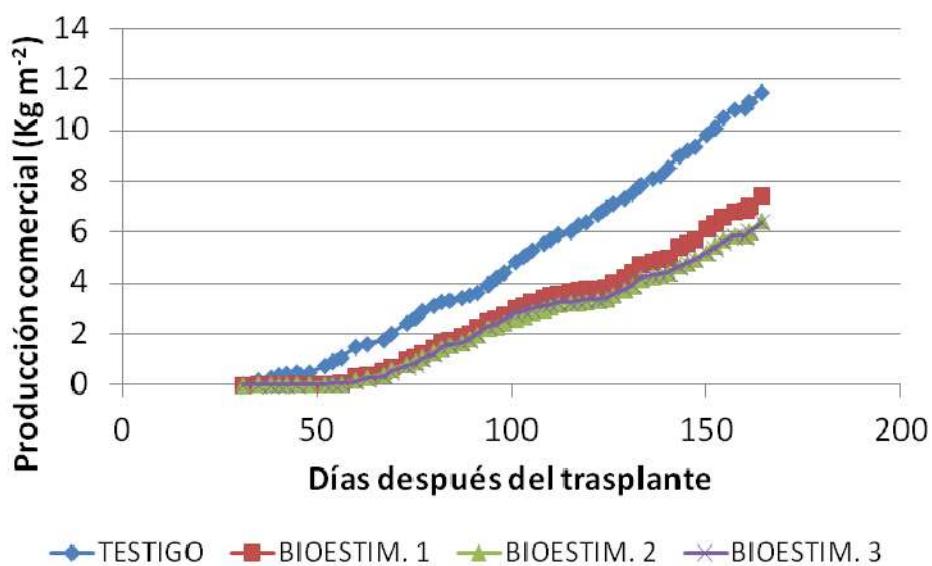


Figura 1. Evolución de la producción comercial para el cultivo de calabacín en la campaña 2016/17 al aplicar diferentes bioestimulantes para el cuajado de los frutos frente a un testigo

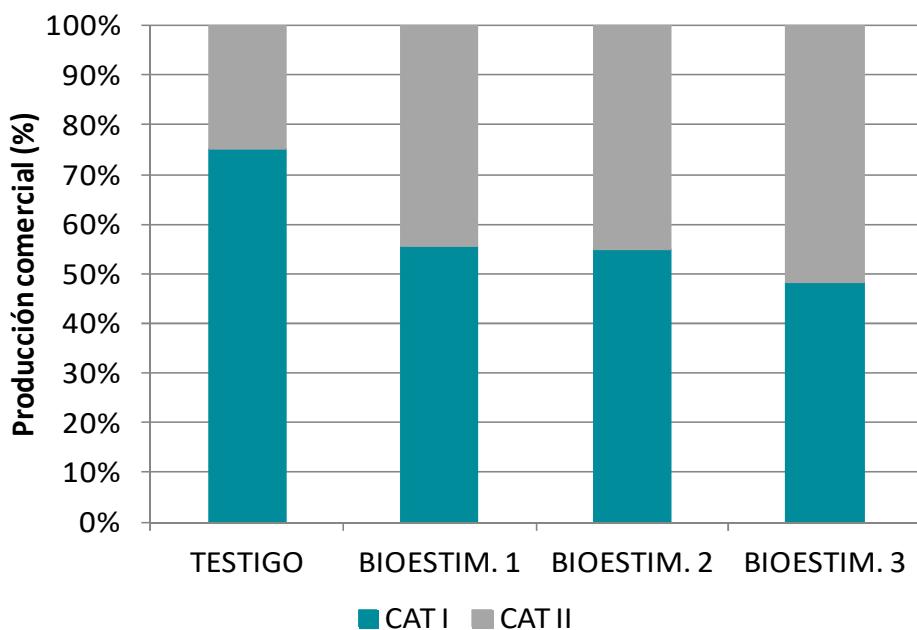


Figura 2. Reparto porcentual de la producción comercial, por calibres para el cultivo de calabacín en la campaña 2016/17 al aplicar diferentes bioestimulantes para el cuajado de los frutos frente a un testigo

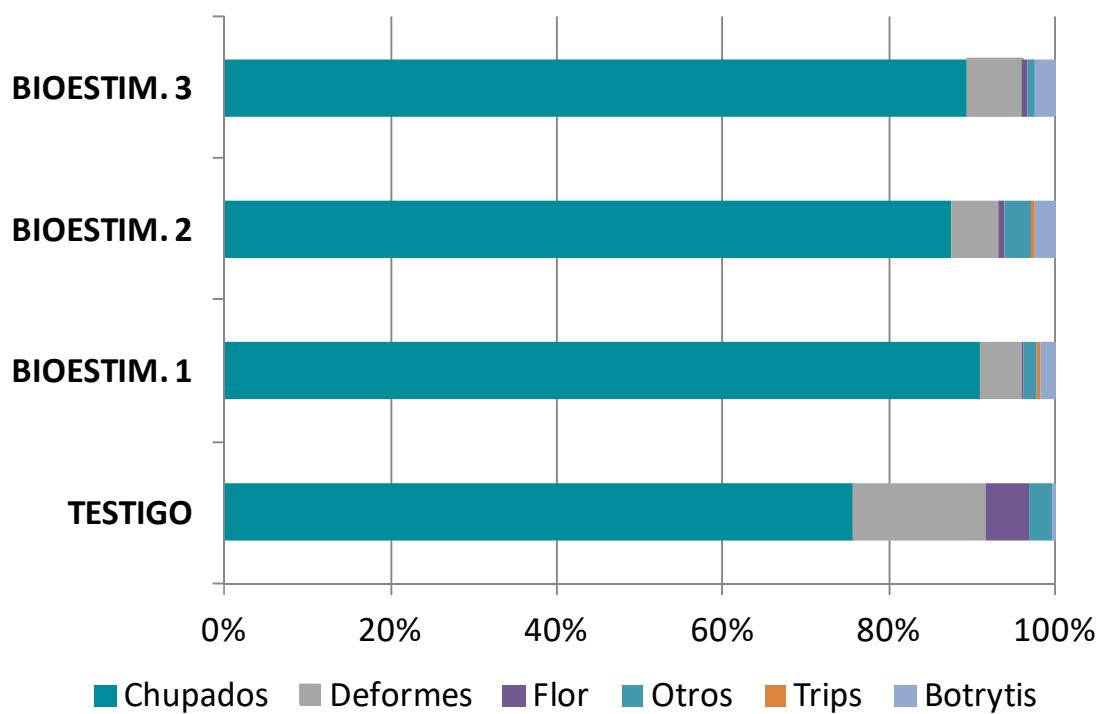


Figura 3. Reparto porcentual de la producción no comercial, por tipología, en el cultivo de calabacín al aplicar diferentes bioestimulantes para el cuajado de los frutos

## **RIEGO Y FERTILIZACION**

# CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA INTENSIVA EN EL SURESTE ESPAÑOL. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE ACUAPONÍA.

del Amor, F.M.<sup>1,3</sup>; Varó, P.<sup>2</sup>; Otálora-Alcón, G.<sup>1</sup>; Piñero, M.C.<sup>1</sup>; Pérez, M.<sup>1</sup>, López-Marín, J.<sup>1</sup>; Marín-Miñano, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. (Murcia)

<sup>2</sup>Centro Integrado de Capacitación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco (Murcia)

<sup>3</sup>Email: franciscom.delamor@carm.es

## RESUMEN

La optimización de insumos en los sistemas agrarios es un objetivo recurrente en investigación y política agraria pero generalmente de lenta y reticente implantación. De igual modo, la innovación en tecnología en este sector ha ido a menudo dirigida por la evolución de los costes de producción. Así, la escasez de agua y en menor medida los costes energéticos y de los fertilizantes químicos, han fomentado en la Región de Murcia una revolución en los sistemas de riego y mecanismos de control, que permiten una mayor eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes. Sin embargo, en este sector productivo, la demanda del consumidor para muchos productos es relativamente inelástica con respecto al precio, por lo que variaciones en el suministro pueden resultar en importantes oscilaciones de precio. Del mismo modo, la cada vez menor diversificación del agricultor y especialización en monocultivo aumenta la incertidumbre en el beneficio, disminuyendo igualmente la capacidad de adaptación frente a eventos climatológicos extremos. Frecuentemente en la agricultura, el éxito de las acciones adaptativas para un nuevo salto tecnológico están unidas a la percepción del riesgo. El salto tecnológico generacional del regadío en el sureste español ha marcado un hito en la pervivencia de nuestra agricultura y ejemplo de adaptación. Sin embargo, este progreso tuvo lugar en una época de relativa estabilidad climática unido a relativamente abundantes recursos técnicos, financieros y naturales. El nuevo escenario para el garantizar un nuevo éxito es significativamente distinto. Si bien parte de los diferentes impactos podrían ser atenuados por determinadas acciones de mitigación, es necesario recurrir a nuevas medidas de adaptación que integren sistemas más eficientes. En este ámbito, se ha desarrollado un prototipo de gestión para el ahorro de agua y fertilizantes mediante acuaponía. Los subsistemas estudiados incluyen i) incremento de la tolerancia de los cultivos sin suelo de pimento a aguas moderadamente salinas, ii) respuesta de la planta frente a la elevada concentración de CO<sub>2</sub> en combinación con diferentes situaciones de estrés, iii) sistemas de producción de peces (tilapia) como segundo cultivo para proveer parte de las necesidades de nitrógeno y reutilización del agua, iv) sistema de fotocatálisis de la materia orgánica para proveer desinfección de la disolución, temperatura y oxidación de la materia orgánica como fuente de CO<sub>2</sub>. Los resultados indican la viabilidad técnica y comercial de este sistema en la optimización de insumos en invernadero.

**Palabras clave:** *Uso del agua y los fertilizantes, contaminación por nitratos, invernadero, sostenibilidad del regadío, estrés abiótico.*

## INTRODUCCIÓN

El incremento de la población, el cambio climático, el incremento de los costes energéticos y de las materias primas, junto con la escasez de agua y la seguridad alimentaria son desafíos mundiales para lograr nuevas cotas en la optimización de la producción de alimentos. El informe de la UE “Escasez de Agua y Sequía” (2008) señaló que el estrés hídrico afecta a 130 millones de habitantes (30% de la población en Europa). El agua de buena calidad es un recurso limitado y su uso para el riego de los cultivos está en fuerte competencia con la demanda de consumo de los hogares e industria, así como la necesidad de protección de la calidad de los ecosistemas acuáticos. Es necesario, por tanto, un nuevo impulso a la búsqueda soluciones para un uso más productivo de este recurso, y un control más efectivo del uso del agua para el riego. Estos esfuerzos son aún más esenciales cuando los cambios climáticos pronosticados plantean la amenaza sobre de los recursos hidrológicos, que se acentúan debido al aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías, la desertificación y las inundaciones, incrementando la salinidad del agua y la erosión del suelo.

El significativo aumento en población de las ciudades va acompañado de sistemas de apoyo de redes de infraestructura, redes de transporte y logística, una mayor demanda de alimentos y transporte de estos. Esto implica largas cadenas de suministro, comunicación, comercio, conduciendo al crecimiento y desarrollo de ciudades, pero simultáneamente, la urbanización también implica una marcada transformación del medio rural. Por ello, desde la revolución industrial, la tierra gradualmente cultivable para la agricultura ha estado bajo presión del uso urbano e industrial, especialmente en la competencia por el agua. Por otro lado, nos enfrentamos a una serie de problemas graves, ya indicados, como el aumento de la población, el cambio climático, la degradación del suelo, la escasez de agua y especialmente la seguridad alimentaria. Es por lo tanto urgente encontrar métodos más eficientes, entre los que destaca la acuaponía. La acuaponía, es un sistema de circuito cerrado que incluye elementos hidropónicos y de acuicultura, que tiene el potencial para contribuir a solucionar estos problemas. Este sistema consiste en una combinación de producción intensiva de peces en contenedores y la producción de plantas en un sistema hidropónico (Klinger y Naylor, 2012). De este modo, la producción adicional de las plantas puede aumentar el valor añadido y la sostenibilidad de la producción de alimentos. Estos sistemas, de alta productividad y eficiencia, con mínima contaminación, pueden ser instalados próximos o incluso en las propias ciudades, siendo una solución óptima para el concepto de SmartCities, con una baja huella de carbono por el transporte de alimentos. Sin embargo, existe una falta de investigación cuantitativa y cualitativa en el desarrollo de sistemas de acuaponía económicamente viables. Aunque muchos estudios han abordado algunos aspectos científicos, ha habido un enfoque muy limitado en la implementación comercial, con numerosos problemas asociados.

La acuicultura es uno de los sectores de producción de alimentos de más rápido crecimiento (FAO, 2014). Las propuestas de utilización de sistemas de acuicultura recirculante, que emplearían un 90-99% menos de agua que los sistemas convencionales, y reduciendo significativamente la contaminación al medio ambiente, tiene una importancia fundamental (Verdegem, 2013). La principal fuente de aporte de nitrógeno en los sistemas de acuaponía es la alimentación de los peces, que es excretada por estos en forma de nitrógeno amoniacal (90%). Es este nitrógeno amoniacal excretado por los peces el que proporciona una fuente de nitrógeno para el crecimiento de las plantas. Los nutrientes se transforman mediante la nitrificación y la desnitrificación biológica (Figura 1), y la asimilación por parte de las plantas en forma mayoritaria de nitrato y en menor

medida de amonio. La acuaponía tiene un gran potencial para convertirse en una tecnología sostenible con la producción simultánea durante todo el año de pescado y verduras de alta calidad, mientras se pueden lograr cotas muy elevadas en el ahorro de agua. Las directrices de la Unión Europea en los últimos años reflejan claramente la especial sensibilidad y prioridad por los aspectos relacionados con el medioambiente y la calidad y seguridad alimentaria. En la Región de Murcia, donde también se ha iniciado esta investigación, es un claro ejemplo de demanda de soluciones e iniciativas para la implantación y optimización de técnicas de minimización de la contaminación, asociada a los nitratos en los sistemas agrarios.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. ‘Herminio’ se trasplantaron el 30 de noviembre de 2016, a un invernadero formado por tres módulos independientes de 25m de largo y 8 m de ancho. Se dispusieron 3 plantas por saco de fibra de coco, con 25 sacos por fila. La mitad de las plantas de cada módulo fue regada con una disolución estándar Hoagland modificada (control) y la otra procedente de la recirculación del sistema de acuaponía (Figura 2). La tilapia (*Oreochromis niloticus*) ha sido la especie utilizada por: rápido crecimiento, tolerancia a rangos amplios de factores ambientales (temperatura, salinidad, bajo contenido en oxígeno disuelto, etc.), resistencia al estrés y a las enfermedades, capacidad para reproducirse en cautividad y corto tiempo generacional, alimentación de niveles tróficos inferiores y aceptación de dieta artificial inmediatamente después de la absorción del saco vitelino, y relativamente fácil manejo del sistema. En nuestro sistema, 75 tilapias se dispusieron en cada uno de los tres tanques de 1m<sup>3</sup> de capacidad.

Con respecto al control climático, para cada uno de los módulos descritos se mantuvieron diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub>, de 400, 800 µmol·mol<sup>-1</sup>, mediante la inyección de CO<sub>2</sub>.

Se tomaron medidas de producción, número de frutos y el peso de estos. Dividiendo los frutos en las categorías de extra, primera, segunda y destriño según el siguiente criterio: comercial, extra (>200 g, color uniforme, estado saludable, forma cuadrada), clase I (>200 g, color uniforme, estado saludable, forma no cuadrada), clase II (150–199 g, color uniforme, estado saludable, forma no cuadrada), no comercial (físicamente dañado o de color y forma no adecuados para el mercado).

Cada tratamiento (2 tratamientos de riego x 3 concentraciones de CO<sub>2</sub> ambiental), consistió en 2 bloques por fila (4 bloques en total y 2 sacos de 6 plantas por bloque). El análisis estadístico fue realizado, mediante el Método Duncan 95 %, con el software estadístico IBM SPSS Statistics V. 21.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan forman parte de un estudio más exhaustivo sobre la idoneidad y capacidad de la implantación de un sistema de producción de acuaponía en combinación con la fertilización carbónica, en diferentes especies hortícolas.

En general, la comparación del sistema de producción de acuaponía, frente al tradicional, no originó cambios significativos en la producción total y comercial, considerando solo las primeras seis semanas de producción (Figura 3). Durante este periodo, sí que se observó una respuesta significativa respecto a la aplicación más elevada en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

En cuanto al espesor del pericarpio, y al peso medio de los frutos, no se observaron diferencias para esta cultivar, respecto al sistema de producción (tradicional en cultivo

sin suelo, o en acuaponía) o considerando las diferentes concentraciones de fertilización carbónica aplicada.

El sistema de producción acuapónico pudo mantener unos niveles productivos en las primeras fases del cultivo a pesar de que tanto el aporte de N como la concentración de este nutriente en los diferentes tejidos vegetales fue significativamente menor (datos no mostrados), lo que nos indica la elevada plasticidad de este cultivo para la reducción de los aportes de N, sin mermas considerables en la producción. La producción y los efectos del incremento del CO<sub>2</sub>, se han descrito en recientes estudios sobre el pimiento (Piñero et al., 2017), mostrando sus efectos positivos tanto en calidad como en productividad, si el balance nutricional es ajustado a la nueva demanda (Figura 4).

## CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares de este estudio, nos permiten ya afirmar las importantes ventajas de la acuaponía, en tanto al ahorro de agua y fertilizantes. Los nuevos análisis de calidad nutricional y funcional, de los dos productos (frutos y peces), permitirá determinar con mayor exactitud los múltiples beneficios de este sistema combinado y sinérgico de producción simbiótica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- FAO, 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture – Opportunities and Challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- KLINGER, D., NAYLOR, R., 2012. Searching for solutions in aquaculture: Charting a sustainable course. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 37, 247-276.
- PIÑERO, M.C., OTÁLORA, G., PORRAS, M.E., SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C., LORENZO, P., MEDRANO, E., DEL AMOR, F.M. 2017. The form in which nitrogen is supplied affects the polyamines, amino acids, and mineral composition of sweet pepper fruit under an elevated CO<sub>2</sub> concentration. *J. Agr. Food. Chem.* 65: 711-717.
- SEEBER, R. 2008. Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la Unión Europea. Comisión Europea. Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Seguridad Alimentaria. Documento de sesión (2008/2047(INI)).
- VERDEGEM, M.C.J., 2013. Nutrient discharge from aquaculture operations in function of system design and production environment. *Rev. Aquacult.* 5: 158-171.

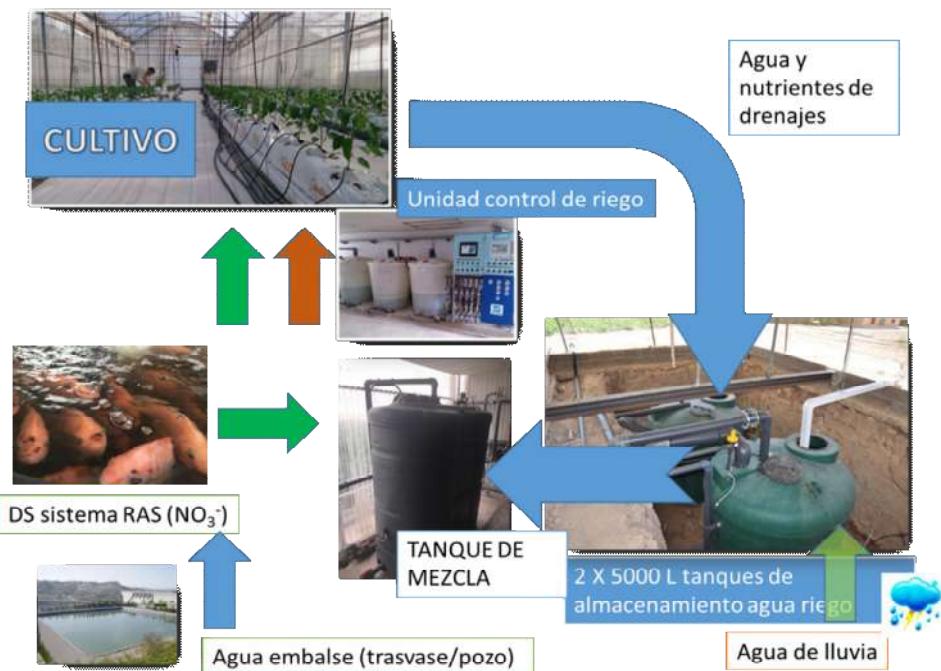
## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia (FEDER 1420-07).

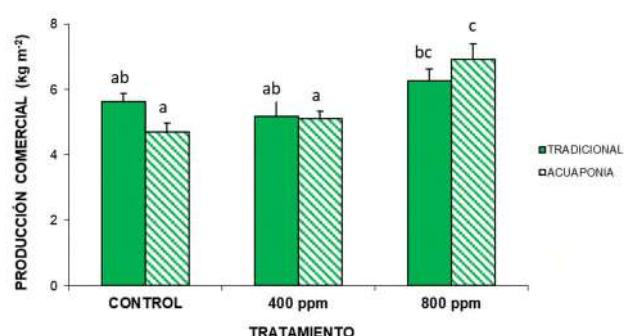
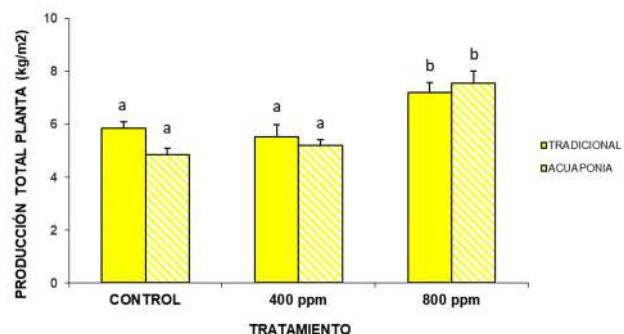
## FIGURAS



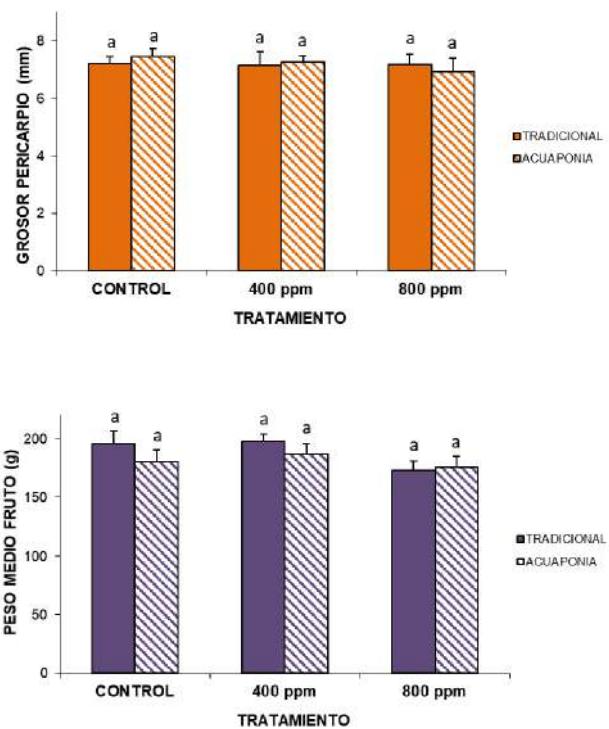
**Fig. 1.** Componentes del sistema de acuaponía con fotocatálisis y fertilización carbónica.



**Fig. 2.** Sistema de recuperación de drenajes para la recirculación de la disolución nutritiva.



**Fig. 3** Producción total y comercial durante las primeras 6 semanas de cultivo. Media  $\pm$ SE. Valores con la misma letra no difieren significativamente según test Duncan ( $P \leq 0.05$ ).



**Fig. 4** Grosor del pericarpio y peso medio del fruto. Media  $\pm$ SE. Valores con la misma letra no difieren significativamente según test Duncan ( $P \leq 0.05$ ).

# **ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL ACUÍFERO SUPERFICIAL DEL POLJE DE ZAFARRAYA**

González, A. , Contreras J.I. , Cánovas, G. , Alonso A., Baeza, R.J.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA),  
Centro La Mojónera, Camino San Nicolás, Nº1. 04745 La Mojónera, Almería.

## **RESUMEN**

El Llano de Zafarraya, situado al suroeste de la provincia de Granada, cuenta con una superficie de unas 2.000 hectáreas dedicadas al cultivo de hortícolas al aire libre.

El riego se sustenta en los acuíferos de Sierra Gorda y el Polje de Zafarraya. Se trata de un acuífero superficial, muy dependiente de la pluviometría.

Como consecuencia de la explotación agrícola de la zona, se han detectado problemas de sobreexplotación del recurso, dando lugar a la salinización y nitrificación del mismo.

El objetivo de este trabajo ha sido hacer un seguimiento de los niveles de salinidad y nitratos y de la altura de la lámina de agua del acuífero de Zafarraya a lo largo de dos ciclos de cultivo, para poder hacer recomendaciones que mejoren la gestión de la fertirrigación.

Los niveles de salinidad del agua se han mantenido entre 1,0 y 1,5 dS m<sup>-1</sup> por lo que pueden ser limitantes para el desarrollo de algunos cultivos de la zona; respecto a los niveles de nitratos, son altos, por encima de los 300 mg L<sup>-1</sup> debido al exceso de fertilización nitrogenada. En cuanto a la altura de la lámina de agua, se puede observar un claro descenso coincidiendo con las épocas de cultivo, que se recupera en las épocas de mayor pluviometría. Se recomienda reducir el aporte de fertilizantes nitrogenados.

**Palabras clave:** *salinidad, nitratos, lámina de agua, seguimiento*

## **INTRODUCCIÓN**

El Llano de Zafarraya, situado al suroeste de la provincia de Granada, en el interior del macizo de Sierra Gorda, constituye el mayor Polje de la península ibérica con una superficie de 30 km<sup>2</sup>. Formado por hundimiento del terreno en esta zona kárstica, ha generado una cuenca endorreica donde vierten sus aguas las montañas circundantes, situando el nivel freático próximo a la superficie.

Por otra parte, los procesos erosivos de las laderas del Polje acumulan en éste gran cantidad de material aluvial.

La especial configuración de las sierras que lo rodean y su altitud alrededor de 900 m sobre el nivel del mar, configuran un microclima especial, que recibe una precipitación anual de más de 800 mm.

La alta disponibilidad de agua y la riqueza de estos suelos, formados por los sedimentos cuaternarios arrastrados principalmente por el Arroyo de la Madre, han propiciado que la zona sea muy fértil desde el punto de vista agrícola, convirtiéndola en una zona de horticultura intensiva con una superficie de unas 2.000 hectáreas dedicadas principalmente a hortícolas al aire libre. El riego se sustenta en el sistema acuífero de Sierra Gorda y el Polje de Zafarraya. Durante la mayor parte del ciclo de cultivo se utiliza

el acuífero superior, superficial y muy dependiente de la pluviometría, y cuando este se agota, se recurre al inferior.

Como consecuencia de la explotación agrícola de la zona, ha aumentado la demanda de agua y se han detectado problemas de sobreexplotación del recurso, dando lugar a la salinización y nitrificación del mismo.

Debido a la karstificación y al escaso desarrollo del suelo, su poder de autodepuración es muy bajo, la permeabilidad es elevada y el riesgo de contaminación por nitratos alto, ya que estos percolan fácilmente a las aguas subterráneas. Por todo ello la Junta de Andalucía la catalogó como zona vulnerable a la contaminación por nitratos (Decreto 36/2008, de 5 de febrero, de la Junta de Andalucía y órdenes posteriores) de acuerdo con la directiva de la Unión Europea 96/6767CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación causada por nitratos procedentes de fuentes agrarias, estableciendo para esta zona un código de buenas prácticas agrícolas y un programa de actuación de obligado cumplimiento (Orden 18 noviembre de 2008, Junta de Andalucía).

El sistema de riego empleado en las fincas objeto de estudio es el riego por goteo. La fertilización, en términos generales, consta de una aplicación en fondo de materia orgánica y fertirrigación durante el ciclo de cultivo con fertilizantes sólidos solubles aplicados mediante tanques de derivación. Los equilibrios nutricionales varían entre cultivos y ciclos y se establecen en función de la experiencia del agricultor y/o la recomendación del técnico asesor, sin que se realice seguimiento del suelo o del cultivo para corregir las aportaciones.

El ciclo de cultivo se inicia en abril y finaliza en diciembre. Los principales cultivos son tomate, alcachofa, coliflor, judía, pimiento y lechuga.

En este contexto, el objetivo de este trabajo ha sido hacer un seguimiento de los niveles de salinidad y nitratos y de la altura de la lámina de agua del acuífero detrítico de a lo largo de dos ciclos de cultivo, para poder hacer recomendaciones encaminadas a mejorar la gestión del riego y la fertilización.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se ha llevado a cabo sobre diez pozos superficiales del acuífero superior detrítico del Polje de Zafarraya. La elección de los pozos se hizo en función de su ubicación, a fin de conseguir una distribución representativa de toda la zona de influencia del acuífero (Figura 1).

El seguimiento se inició en mayo de 2015 y continúa en la actualidad, aunque los resultados que aquí se presentan corresponden a los datos obtenidos hasta enero de 2017.

Los muestreos se realizaron con una periodicidad bimestral. En cada muestreo se tomaron 3 sub-muestras de agua por pozo.

Las muestras se recogieron a 5 m de profundidad respecto a la lámina de agua, con el fin de evitar los efectos que la incidencia de la luz pudiera tener sobre su composición, para ello se utilizó una botella de recogida de agua en profundidad (Figura 2).

Para cada pozo se realizó un seguimiento de la concentración de nitratos  $[NO_3^-]$  ( $mg\ L^{-1}$ ) y de la conductividad eléctrica (CE) ( $dS\ m^{-1}$ ) del agua.

Los análisis de  $[NO_3^-]$ , se realizaron con el medidor de iones B-743 LAQUAtwin Compact Nitrate Meter (Horiba Co. Ltd., Japón). La CE con un conductímetro EC-Meter Basic 30+ (Crison Instruments).

Además se determinó la evolución del nivel piezométrico estático realizando mediciones desde marzo de 2016, tomando como referencia el brocal de los pozos que se consideró nivel 0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de salinidad del agua se han mantenido entre 1,0 y 1,5 dS·m<sup>-1</sup> durante todo el periodo de muestreo (Figura 3). Estos valores pueden ser limitantes para el desarrollo de los cultivos de la zona como judía y lechuga. Se observa un descenso progresivo de la CE en todos los pozos a partir del mes de noviembre, coincidiendo con la finalización del primer ciclo de cultivo y el inicio del periodo de lluvias. Sin embargo, no ha ocurrido lo mismo después del segundo ciclo de cultivo, donde los niveles de salinidad de los pozos han continuado aumentando.

Respecto a la concentración de nitratos los niveles son muy altos (Figura 4), por encima de los 300 mg·L<sup>-1</sup> en todos los pozos, superando los 400 mg·L<sup>-1</sup> en 5 de los 10 pozos muestreados y los 500 mg·L<sup>-1</sup> en el pozo 1. Estos valores son hasta 10 veces superiores al umbral de 50 mg·L<sup>-1</sup> establecido por la directiva 96/6767CEE.

Se observa un incremento de la concentración de nitratos desde el primer muestreo. Probablemente este incremento se debe al aporte de los abonados orgánicos de fondo y al exceso de fertilización nitrogenada mineral que retorna al acuífero con las aguas de riego.

En cuanto a la altura de la lámina de agua, hay que mencionar que no contamos con datos de las cantidades bombeadas del acuífero. En las mediciones tomadas se puede observar un claro descenso durante la época de cultivo, que además coincide con la ausencia de lluvias (Figura 5). En la época de mayor pluviometría, que coincide con la ausencia de cultivo, los niveles de los pozos se han recuperado, llegando a superar en el último muestreo, realizado en enero de 2017, los niveles de altura de la lámina de agua que presentaban cuando se inició la toma de muestras en abril de 2016.

## CONCLUSIONES

Los niveles de salinidad obtenidos en el agua de los pozos a lo largo del periodo de estudio oscilaron entre 1,0 y 1,5 dS·m<sup>-1</sup>. Estos valores pueden presentar problemas para algunos de los cultivos hortícolas que se plantan en la zona.

En lo que respecta a la concentración de nitratos, los resultados muestran niveles excesivos que superan en hasta 10 veces el umbral de 50 mg·L<sup>-1</sup> marcado por la directiva 96/6767CEE.

El nivel piezométrico se ha recuperado después de cada ciclo de cultivo y periodo de lluvias. Al ser un acuífero superficial muy dependiente de la pluviometría, los resultados pueden ser diferentes en años más secos.

La recomendación inicial sería ajustar la fertilización nitrogenada a las extracciones de los cultivos y la dosis de riego a las necesidades hídricas de los cultivos, evitando la percolación al acuífero de las aguas cargadas de nitratos.

Es necesario continuar este estudio para seguir la evolución del acuífero y aportar datos que ayuden a reducir su contaminación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, F., CONTRERAS, J.I., CÁNOVAS, G., GONZÁLEZ, A. 2016. Seguimiento de la evolución de los niveles de salinidad y nitratos en el acuífero superficial de Zafarraya y en fincas de hortícolas al aire libre. XXXIV Congreso Nacional de Riegos.
- CHERIF, L., PULIDO-BOSCH, A., LÓPEZ CHICANO, M., MORELL, I. & GÁMEZ, J.A. 1995. Las actividades agrícolas en el Polje de Zafarraya y la evolución del contenido en nitratos en dos manantiales del acuífero de Sierra Gorda (Granada y Málaga). Geogaceta, 18: 146-149.

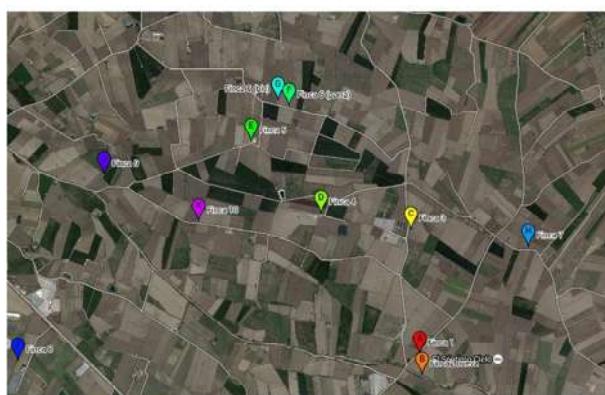
DECRETO 36/2008, 5 de febrero. BOJA núm. 36 de 20 de febrero 2008 en el que se designan las zonas vulnerables y se designan medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario.

ITGE-JUNTA, D.A. 1998. Atlas hidrogeológico de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía, Instituto Tecnológico Geominero de España, 216 pp. Madrid.

MORELL, I., LÓPEZ-CHICANO, M., PULIDO-BOSCH, A., GÁMEZ, J.A. & CHERIF, L. 1995. Procesos de lixiviado de nitratos en el acuífero detrítico del polje de Zafarraya (Granada). Avances en la investigación en zona no saturada: 63-69.

ORDEN del 18 de noviembre de 2008, BOJA nº4 del 8 de enero de 2009, por la que se aprueba el programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos en Andalucía.

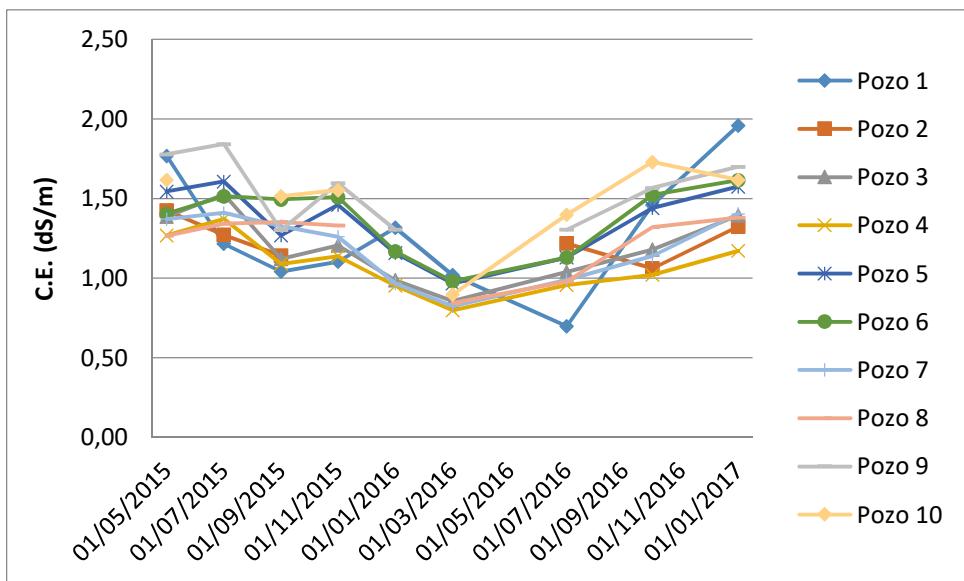
## FIGURAS



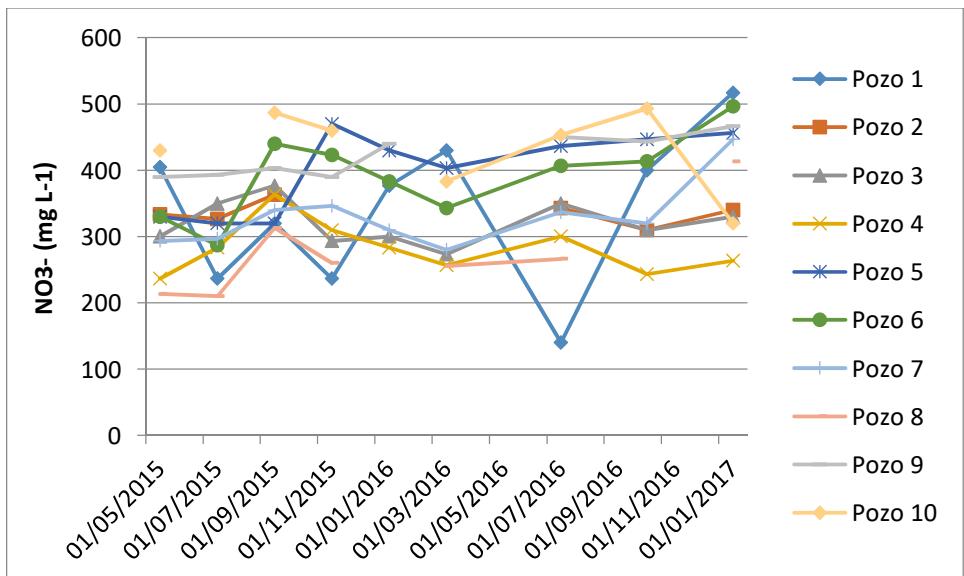
**Figura 1.** Distribución de los pozos muestreados en el Llano de Zafarraya.



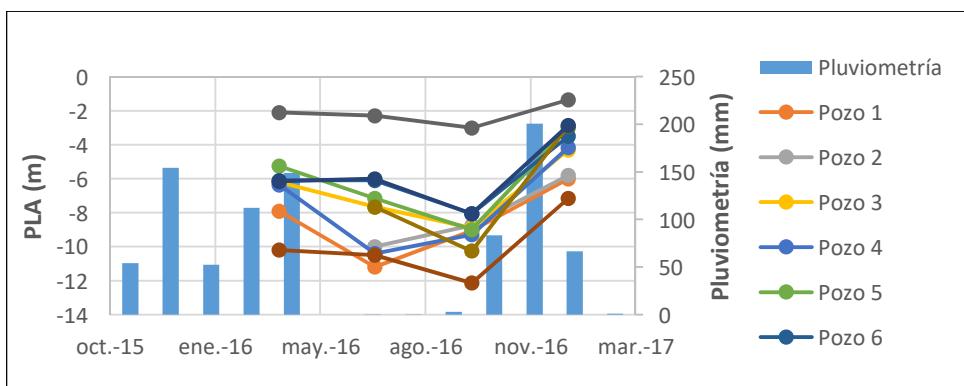
**Figura 2.** Botella para recogida de muestras de agua en profundidad.



**Figura 3.** Evolución de la CE en los pozos muestreados.



**Figura 4.** Evolución de la concentración de nitratos en los pozos muestreados.



**Figura 5.** Evolución de la altura de la lámina de agua y pluviometría.

# APLICACIÓN DE AGUA OZONIZADA EN CULTIVO LECHUGA ICEBERG

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

<sup>1</sup>CDTT El Mirador, San Javier (Murcia)

<sup>2</sup>OCA Cartagena Mar Menor – Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente (Murcia)

<sup>3</sup>Servicio de coordinación de OOCCAA- Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente (Murcia)

## RESUMEN

La lechuga es dentro de las hortalizas el principal cultivo, en superficie, en la Región de Murcia, destinándose a la exportación más de 500.000 t, que sitúan a esta Comunidad Autónoma como la principal exportadora de lechugas a nivel nacional. El valor que adquieren estas exportaciones en el mercado superan los 631 millones de euros, siendo los principales países destinatarios Alemania, Francia y el Reino Unido.

Botritis y esclerotinia son las enfermedades más graves en el cultivo de la lechuga, resultando en algunos casos un factor limitante en su cultivo.

El ozono es un gas que actúa como desinfectante natural, que favorece la oxigenación de las raíces de las plantas, mejora la productividad de los cultivos, a la vez que previene las enfermedades de las plantas, sin dejar residuos ni sobre el producto ni sobre el medio ambiente.

Este ensayo se realizó en el CDTT El Mirador situado en la pedanía del mismo nombre perteneciente al Ayuntamiento de San Javier, sobre una parcela de 1400 m<sup>2</sup> dotada de riego por goteo.

El material vegetal utilizado fueron lechugas del cultivar ‘Siberinas’ de la casa comercial Rijk Zwaan. El cultivo se llevó a cabo al aire libre entre los meses de septiembre y noviembre, dado que las condiciones climáticas de la zona lo permiten, con temperaturas suaves y escasas precipitaciones.

Los tratamientos efectuados fueron:

T<sub>0</sub>: Riego con agua sin ozonizar, actuando como testigo.

T<sub>1</sub>: Riego con agua ozonizada.

T<sub>2</sub>: Riego con agua ozonizada más tratamiento aéreo con agua ozonizada.

Los resultados muestran una clara diferencia entre el área regada con agua ozonizada (T<sub>1</sub>) 31,39% y la zona regada con agua sin ozono (T<sub>0</sub>) 64,46% en lo referente a la incidencia de las enfermedades botritis y esclerotinia.

La producción comercial de las parcelas cultivadas con agua donde se inyectó ozono (T<sub>1</sub>; 68,61%) fue muy superior a la obtenida en aquellas parcelas regadas con agua sin aplicación de ozono T<sub>1</sub>; 35,54%).

**Palabras clave:** *Lactuca sativa, riego, podredumbre, producción*

## INTRODUCCIÓN

Según las estadísticas agrarias correspondientes al año 2015 de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de la Región de Murcia la lechuga (*Lactuca sativa*, L.) es la hortaliza más cultivada. De un total de 38.500 ha de hortalizas se dedican al cultivo de lechuga 15.050 ha lo que representa aproximadamente un 39% de todas las hortalizas. La exportación de lechuga en España fue de un total de 723.848 t de las cuales

Murcia exportó 501.985 t que representan un 69,3% siendo la principal Comunidad Autónoma exportadora seguida de Andalucía con un 20 % del total nacional. El valor de las exportaciones de lechuga alcanzó 631.093.939 € de los cuales las exportaciones a Alemania supusieron el 24,7% seguida de Francia y Reino Unido con 16,5% y 16,3% respectivamente (FEPEX, 2015).

La podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) y la podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*) son dos de las enfermedades más graves en el cultivo de la lechuga en la comarca del Campo de Cartagena. Ambas se desarrollan en condiciones de temperaturas suaves entre los 10°C y los 30 °C con un óptimo de 20 °C y una humedad relativa alta entre el 60 y el 80%. El ozono ( $O_3$ ) es un gas natural siendo la forma más activa del oxígeno ( $O_2$ ). Se trata de una variedad alotrópica del oxígeno compuesto por tres átomos de oxígeno y que está presente en la estratosfera, donde se forma por la acción de los rayos ultravioletas del sol. Posee un poder oxigenante mayor que el del oxígeno.

El ozono es un desinfectante natural muy eficaz, respetuoso con el medio ambiente que no deja ningún tipo de residuos químicos ni en las instalaciones ni en el producto alimenticio, ya que se descompone en oxígeno una vez ya ha actuado. La FDA de EEUU ha aceptado el ozono como una sustancia Generalmente Reconocida como Segura (GRAS).

La acción biocida del ozono se debe fundamentalmente a los radicales activos que oxidan las moléculas o compuestos químicos como las cetonas, hidrocarburos, ácidos, derivados del oxígeno y nitrogenados, etc. Oxida la pared celular, rompiéndola y atacando a los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) eliminando bacterias, hongos y virus sin que estos puedan desarrollar inmunidad al ozono.

Además el ozono potencia y estimula la actividad radicular de las plantas, lo que permite aumentar la producción y la calidad de los frutos. Los objetivos de este ensayo son comprobar la eficacia del agua ozonizada en el control de enfermedades tales como botritis y esclerotinia, así como su efecto sobre la producción en el cultivo de lechuga.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó al aire libre en las instalaciones del CDTT El Mirador situadas en el paraje El Hondón de la pedanía de El Mirador y en concreto en la parcela 24 del polígono 2 del término municipal de San Javier, sobre una superficie de 1400 m<sup>2</sup> correspondientes a las subparcelas 5 y 6 (Fotografía 13)

Preparación del terreno: 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.

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones. La duración de la fase de semillero fue de 35 días y la plantación se llevó a cabo el día 23 de septiembre de 2015 sobre banquetas de cultivo acolchadas con plástico negro separadas entre sí por 1 metro y con líneas pareadas con una disposición a tresbolillo y una separación de 0,20 entre filas y 0,40 entre plantas lo que resultó una densidad de plantación de 50.000 plantas·ha<sup>-1</sup>. La recolección se realizó el día 16 de noviembre de 2015 por lo que la duración del cultivo fue de 54 días.

El material vegetal utilizado fue lechuga tipo Iceberg (*Lactuca sativa*, var capitata, L.) del cultivar 'Siberinas' (Rijk Zwaan).

El suelo es de textura arcillosa con 44,95% de arcilla, 38,45% de arena y 16,60% de limo. Las características del mismo se muestran en la tabla 1

En cuanto a la climatología, las figuras 2, 3 y 4 muestran las condiciones de temperatura, humedad relativa y precipitaciones habidas, a lo largo de los meses de

septiembre, octubre y noviembre, 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 0,35 m con un caudal de  $2,2 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ . Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizarán sin abono, con una duración de 6 horas el primero y 2.5 horas el segundo. Posteriormente se realizaran los riegos con un incremento de la conductividad eléctrica de  $0.4 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  sobre el agua del pantano ( $1,1 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) con  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  al 60% y  $\text{KNO}_3$  al 40%, manteniendo un pH de 6 (pH del agua del pantano de 8,5).

Para realizar el ensayo se inyecta al caudal del agua de riego, en todos los riegos, un 5% de agua ozonizada con 900 grados redox. Además se realizan tres pulverizaciones a la parte aérea de la planta con el agua ozonizada recogida directamente del depósito, aplicándose los días 1 y 22 de octubre y el 3 de noviembre. De esta forma los tratamientos que se efectuaron fueron:

$T_0$ : Riego con agua sin ozonizar, actuando como testigo

$T_1$ : Riego con agua ozonizada

$T_2$ : Riego con agua ozonizada más tratamiento aéreo con agua ozonizada

En cada repetición, que estaba formada por tres banquetas, se recolectaron solamente las lechugas de la banqueta central, considerando las banquetas laterales como bordes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la recolección se realiza un conteo del número de piezas por tratamiento así como la afección por botritis y esclerotinia. La lechuga se clasifica en función de su peso y calibre aplicando las clasificaciones utilizadas por las cooperativas de la comarca que son las siguientes:

**Categoría EXTRA:** Producto de buena forma, color y estado sanitario, del calibre 10, con un peso mínimo de 500 g y un diámetro de 47 a 52 mm.

**Categoría PRIMERA:** Producto de buena forma, color y estado sanitario, del calibre 9, con un peso mínimo de 560 g y un diámetro de 52 a 55 mm.

**Categoría SEGUNDA:** Producto de buena forma, color y estado sanitario, de los calibres 9 y 10, pero con falta de peso. Pesos mínimos de 450 g (cal 9) y 400g (cal 10).

**Categoría TERCERA:** Producto de buena forma, color y estado sanitario, del calibre 12, con un peso mínimo de 350 g y diámetro de 43 a 47 mm.

**Categoría CUARTA:** Producto con defectos que los hagan inservibles para su comercialización: falta excesiva de peso, podridos, presencia de pulgón, gusano, etc., También, tamaños inferiores al calibre 15 y/o calibre 12 que queden blancos y/o faltos de peso.

**Categoría QUINTA:** Producto de buena forma, color y estado sanitario, de los calibres 6, 7 y 8, con pesos mínimos de 700, 600 y 500 g, respectivamente y diámetros de 55 mm y superiores.

**Categoría SEXTA:** Producto del calibre 15, con un peso mínimo de 300 g; y productos de los calibres 6 al 10 que al limpiarlos queden blancos. Diámetros: calibre 15 =  $40/43 \text{ mm}$  y calibre 16 =  $37/40 \text{ mm}$ .

Los resultados (Tabla 2) muestran que con la aplicación de ozono vía radicular se obtienen unas mayores producciones en lechuga (Figura 4) a la vez que resulta muy

eficaz en el control de botritis y esclerotinia. La incidencia de estas enfermedades estuvo entorno al 32% en las zonas tratadas con agua ozonizada, mientras que en aquellas regadas con agua sin tratar el alcance de estas enfermedades fue de aproximadamente el 64% (Figura 5). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre aquellas parcelas regadas con agua ozonizada ( $T_1$ :31,39%) y aquellas que además se trajeron con agua ozonizada vía foliar ( $T_2$ :32,50%). Dentro de los destros producidos por las enfermedades aproximadamente un 66% de los mismos corresponde a botritis mientras que el 33% restante corresponde a esclerotinia (Figura 6). Dentro del destro no se incluyen aquellas lechugas afectadas por oídio o mildiu.

En la tabla 2 también podemos observar que la producción comercial de aquellas zonas tratadas con agua ozonizada es significativamente superior a la conseguida en las áreas regadas con agua sin tratar ( $T_0$ :35,54%). Tampoco se aprecian diferencias estadísticamente significativas en este parámetro entre los tratamientos  $T_1$ :68,61% y  $T_2$ :67,50%.

Desglosando los porcentajes de la producción comercial obtenidos en cada una de los tratamientos la mayor parte de la misma corresponde a la categoría Extra siendo muy inferior las categorías Primera y Tercera (Figura 7). Esto quiere decir que, en general, los productos obtenidos han sido de un peso mínimo de 500 gramos. Comparando los tratamientos, estos porcentajes de extra han sido superiores en las tratadas con ozono. Así obtenemos unos resultados de un 32,48% de Extra en el  $T_0$  con respecto al 35,54% comercializable. Frente a esto, tenemos un 61% de Extra en el tratamiento  $T_1$  de un total del 68,60% comercializable; y en el  $T_2$  un 59,17% de Extra de un total de 67,72% comercializable. Observamos que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las dos zonas ozonizadas (riego y riego + foliar) en cuanto a la calidad de la producción.

Si realizamos un análisis de las distintas repeticiones podemos observar que la que presentó un mejor comportamiento fue la  $T_3R_3$  mientras que los peores resultados se obtuvieron en la  $T_0R_1$  (Figuras 8 y 9).

## CONCLUSIONES

La aplicación de agua ozonizada en el riego resulta muy eficaz en el control de botritis y esclerotinia.

De las dos enfermedades analizadas, botritis es la que más destro produce, mientras que esclerotinia ha afectado a la producción en menor medida.

Regando las lechugas con agua ozonizada se consiguieron unas producciones muy superiores con respecto a aquellas donde no se aplicó este tratamiento.

La pulverización vía foliar de agua ozonizada no mejora los resultados de producción comercial ni reduce la incidencia de enfermedades con respecto al uso del agua ozonizada vía riego.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISESSAR, S. 1982. Effect of ozone. Antioxidant protection and early blight on potato in the field. Journal of the American Society for Horticultural Science. 107; 597-599.
- DAVIS, M.; SUBBARAO, K.; RAID, R.; KURTZ, E. 1997. Compendium of lettuce diseases. APS Press. The American Phytopathological Society. 77 p.
- GONZALEZ, A.; LÓPEZ, J. 2003. La lechuga en la Región de Murcia y otras Comunidades Autónomas. CARM Técnica nº 24. 185 p.
- GUTIÉRREZ, MC. 2010. El cultivo de la lechuga en Cantabria. Gobierno de Cantabria, Consejería y desarrollo rural, ganadería, pesca y biodiversidad, Centro de investigación y formación agrarias, 24 p.
- HOYOS, P.; *et al.* 2008. Lechuga: cultivo y comercialización, situación actual y

perspectivas desde el punto de vista técnico y comercial. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 239 p  
MAROTO, J.V.; BAXAULI, C.; *et al.* 2017. Cultivos hortícolas al aire libre. Cajamar Caja Rural. 786 p.  
MAROTO, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, España, Mundi- Prensa. p. 189-204.  
RINCON, L. 2005. La fertirrigación de la lechuga Iceberg. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (Imida), Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), 186 pp

#### Web visitadas

[www.agrocabildo.com](http://www.agrocabildo.com)  
[www.aspazono.es](http://www.aspazono.es)  
[www.carm.es](http://www.carm.es)  
[www.eneek.org](http://www.eneek.org)  
[www.icex.es](http://www.icex.es)  
[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)  
[www.inia.cl](http://www.inia.cl)  
[www.fepex.es](http://www.fepex.es)  
[www.fundacioncajamarvalencia.es](http://www.fundacioncajamarvalencia.es)  
[www.mapama.gob.es](http://www.mapama.gob.es)

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado 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 y Medio Ambiente de la Región de Murcia a través de D.G. de Innovación Agroalimentaria, Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica.

Queremos agradecer la colaboración de los socios y técnicos de Gregal S. Coop, de Hortamira S. Coop Ltda y de SAT nº 2457 San Cayetano, su aportación de ideas a la hora de realizar el cultivo y su experiencia en el mismo.

Queremos agradecer a todo el personal del CDTT por los esmerados cuidados del cultivo a lo largo de todo este ensayo.

#### FOTOGRAFIAS



**Foto 1:** Estercolado



**Foto 2:** Corte del terreno



**Foto 3:** Plantación



**Foto 4:** 1<sup>a</sup> aplicación foliar del ozono



**Foto 5:** 2<sup>a</sup> aplicación foliar del ozono



**Foto 6:** 3<sup>a</sup> aplicación foliar del ozono



**Foto 7:** Botritis



**Foto 8:** Esclerotinia

#### Evolución del cultivo



**Foto 9:** 1<sup>a</sup> semana



**Foto 10:** 2<sup>a</sup> semana



**Foto 11:** 5<sup>a</sup> semana



**Foto 12:** Última semana



**Foto 13 :** Vista aérea de las instalaciones del CDTT El Mirador

## TABLAS

**Tabla 1:** Características del suelo

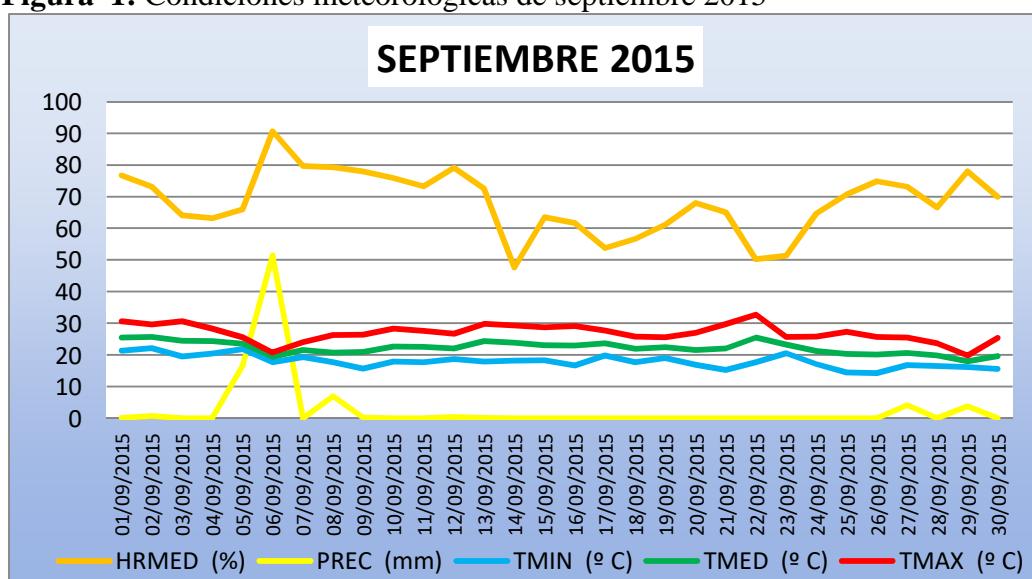
ph (extracto acuoso 1:2, a 25,83°C)	7,93	Potasio asimilable	529,59 ppm
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	1,73 mS·cm <sup>-1</sup>	Calcio asimilable	2045,41 ppm
Cloruros	5,52 mEq/l	Magnesio asimilable	385,69 ppm
Sulfatos	7,68 mEq/l	Materia Orgánica	2,89%
Sodio	4,00 mEq/l	Carbono orgánico	1,64%
Sodio asimilable	197,93 ppm	Hierro asimilable	0,24 ppm
Bicarbonatos	0,60 mEq/l	Boro asimilable	0,66 ppm
Nitratos	786,16 ppm	Manganoso asimilable	0,24 ppm
Fosforo asimilable	410,90 ppm	Cobre asimilable	0,15 ppm
Potasio	2,39 mEq/l	Zinc asimilable	4,07 ppm
Calcio	7,9 mEq/l	Caliza total	62,21%
Magnesio	4,33 mEq/l	Caliza activa	18,81%

**Tabla 2:** Resultados

Tratamientos Repeticiones	Producción comercial %				Destrio %		
	Extra	Primera	Tercera	Total	Botritis	Esclerotinia	Total
T0R1	26,56	3,78	0,58	<b>30,92</b>	52,66	16,42	<b>69,08</b>
T1R1	52,72	3,64	1,83	<b>58,19</b>	33,62	8,19	<b>41,81</b>
T2R1	56,11	1,03	1,03	<b>58,17</b>	36,73	5,10	<b>41,83</b>
T0R2	43,77	1,08	0,54	<b>45,39</b>	42,69	11,92	<b>54,61</b>
T1R2	50,97	10,79	1,97	<b>63,73</b>	18,63	17,64	<b>36,27</b>
T2R2	40,47	15,05	2,16	<b>57,68</b>	19,01	23,31	<b>42,32</b>
T0R3	27,11	2,68	0,53	<b>30,32</b>	35,63	34,05	<b>69,68</b>
T1R3	79,30	3,45	1,16	<b>83,91</b>	10,35	5,74	<b>16,09</b>
T2R3	80,94	4,76	0,96	<b>86,66</b>	9,53	3,81	<b>13,34</b>
Media T0	32,48	2,51	0,55	<b>35,54</b>	43,66	20,80	<b>64,46</b>
Media T1	61,00	5,96	1,65	<b>68,61</b>	20,87	10,52	<b>31,39</b>
Media T2	59,17	6,95	1,38	<b>67,50</b>	21,76	10,74	<b>32,50</b>

## FIGURAS

**Figura 1:** Condiciones meteorológicas de septiembre 2015



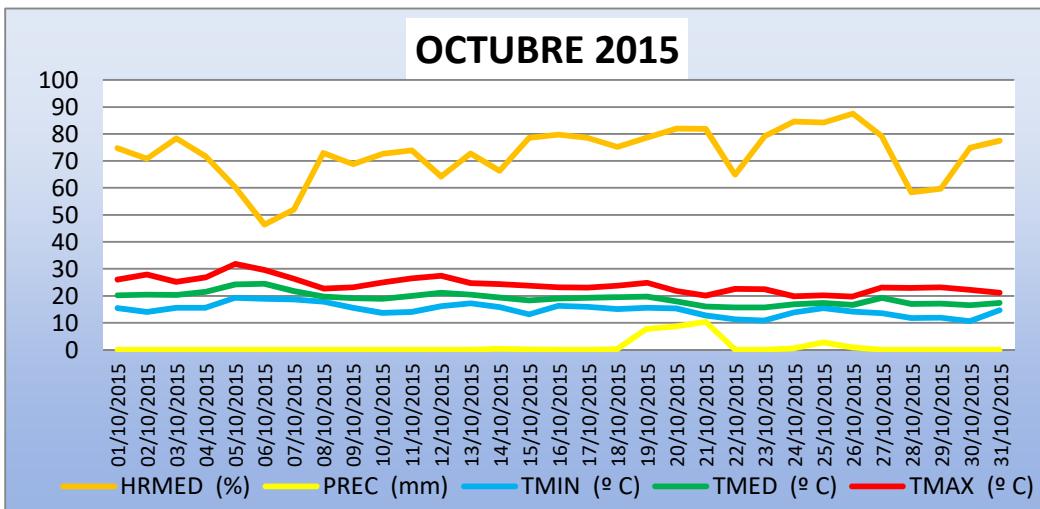


Figura 2: Condiciones meteorológicas de octubre 2015

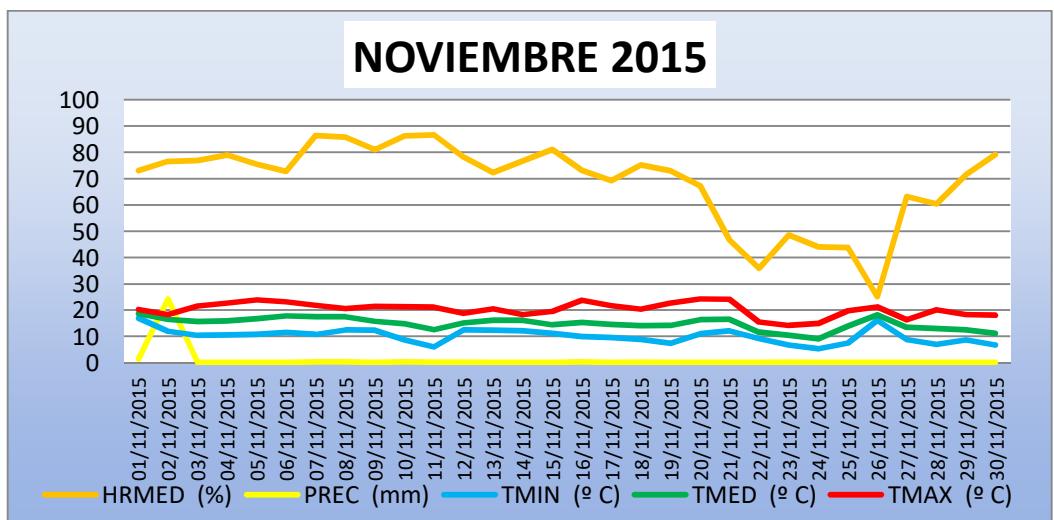


Figura 3: Condiciones meteorológicas de noviembre 2015

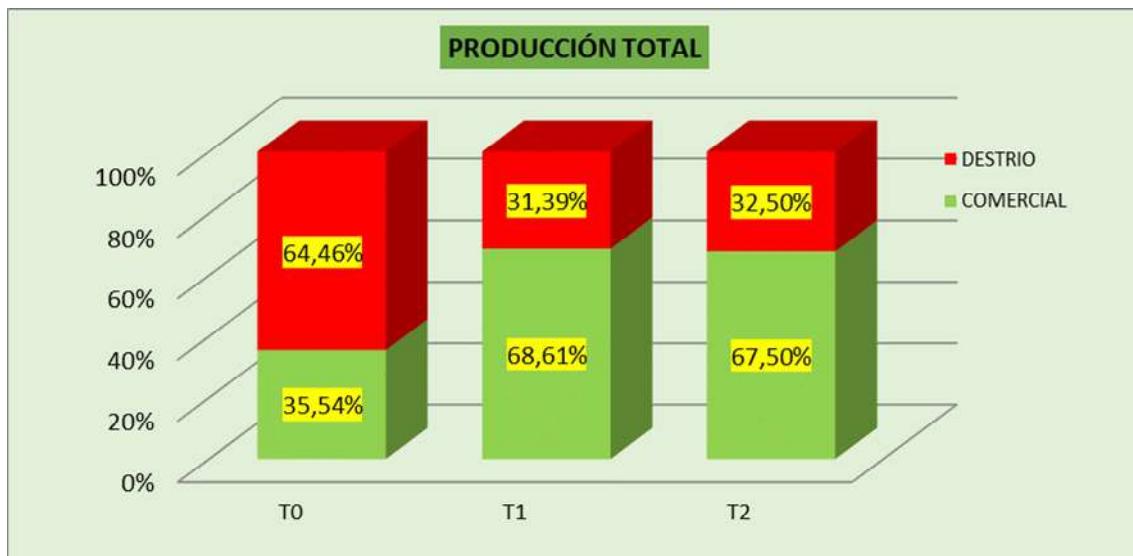
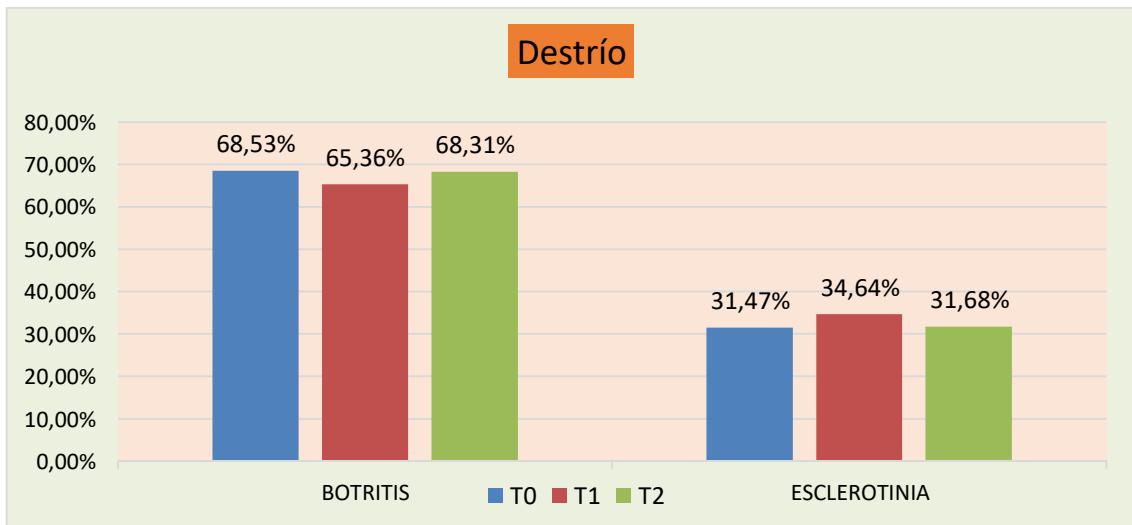


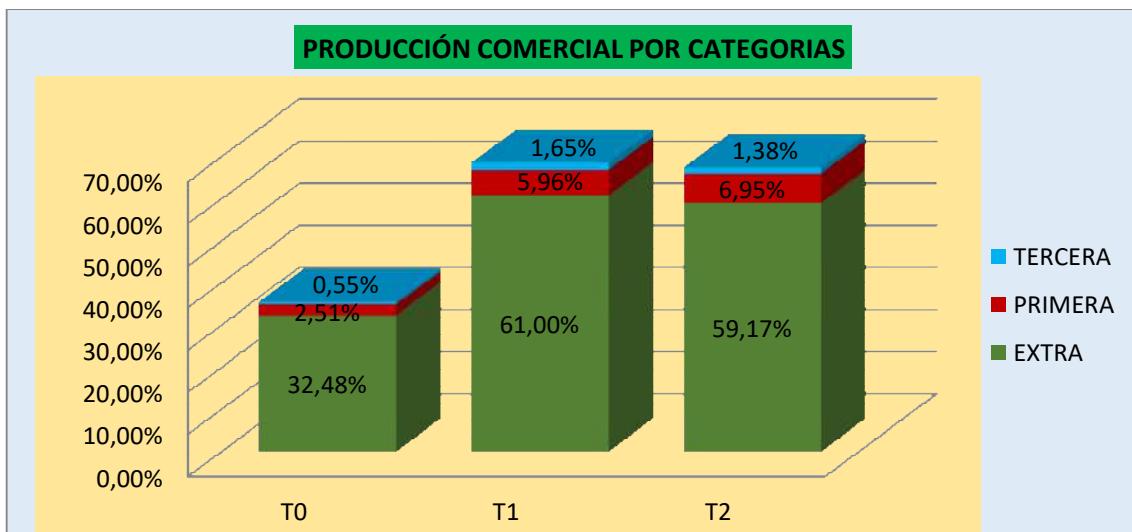
Figura 4: Producción total



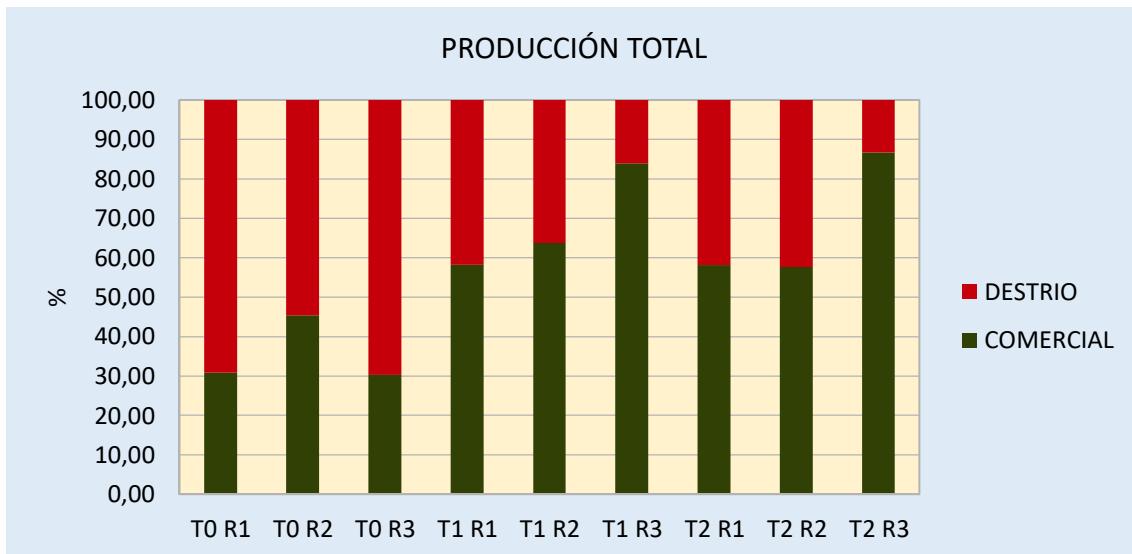
**Figura 5:** Destrío



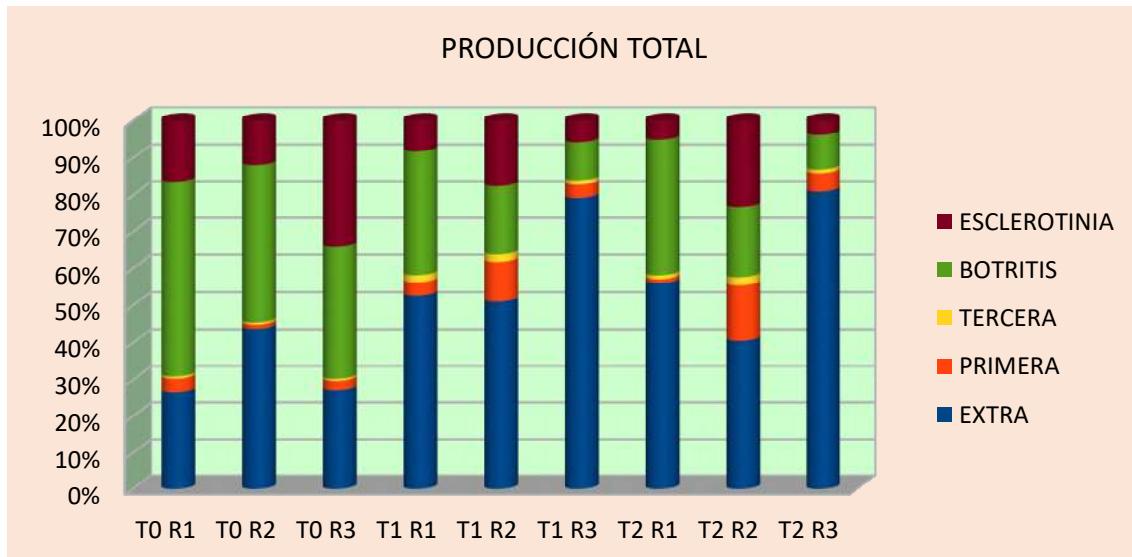
**Figura 6:** Incidencia de cada una de las enfermedades



**Figura 7:** Calidades de producción comercial



**Figura 8:** Resultados por tratamientos y repeticiones



**Figura 9:** Producción total desglosada

# ISÓTOPOS ESTABLES DEL NITRÓGENO ( $\delta^{15}\text{N}$ ) PARA MONITORIZAR LA TIPOLOGÍA Y DOSIS DE LA FERTILIZACIÓN EN AGRICULTURA

Cuevas, F.J.<sup>1</sup>; Ruiz-Moreno, M.J.<sup>1</sup>; Montenegro, J.C.<sup>1</sup>; García-García, M.C.<sup>2</sup>; Moreno Rojas, J.M.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Área de Alimentación y Salud. IFAPA Alameda del Obispo (Córdoba)

<sup>2</sup>Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria. IFAPA La Mojonera (Almería)

\*josem.moreno.rojas@juntadeandalucia.es

## RESUMEN

Los isótopos estables del nitrógeno representan una herramienta muy útil para su utilización en estudios de nutrición vegetal. Existen numerosos procesos físicos y bioquímicos que se producen a lo largo de la asimilación de los nutrientes hacia la planta. Si bien, en sistemas agrarios equilibrados, las relaciones fuente-sumidero son muy fuertes y reflejan la firma isotópica de partida.

La técnica de espectrometría de relaciones isotópicas muestra una potencialidad para diferenciar entre sistemas con distintas tipologías de fertilizantes (ecológicos y convencionales). La dosis de fertilización que se está llevando a cabo puede afectar a la firma isotópica del vegetal dependiendo de la zona muestreada, ya que una dosis más limitada, tiene a producir un mayor fraccionamiento. La comparación y enlace con los suelos y fertilización resulta vital para entender cómo realizar una fertilización más adecuada y eficiente convirtiéndose así esta técnica en una plataforma para una agricultura basada en la sostenibilidad de los recursos agrarios y medioambientales.

**Palabras clave:** *Fertilización ecológica, trazabilidad,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$*

## INTRODUCCIÓN

Los isótopos estables de un átomo (pej. nitrógeno) se diferencian entre sí en su masa, más concretamente en el número de neutrones, mientras que mantienen las mismas propiedades electroquímicas. El nitrógeno posee una abundancia natural de nitrógeno 14 en torno al 99,5%, mientras que el 0,5% restante correspondería al nitrógeno 15. El estudio de las relaciones isotópicas del nitrógeno posee un gran interés gracias a sus aplicaciones en agricultura. Existen numerosos procesos físicos y bioquímicos que se producen en el suelo y procesos enzimáticos que ocurren en las plantas y que están ampliamente estudiados en la literatura científica con respecto a su fraccionamiento (distribución de los isótopos). El fraccionamiento ocurre cuando se modifica la relación existente entre el nitrógeno ligero y el pesado debido a las reacciones que se producen en el proceso de asimilación del mismo por las plantas. Esta modificación se produce debido a que las numerosas reacciones que se producen, poseen diferente nivel de energía para romper los enlaces de nitrógeno. De esta manera, procesos físicos como la volatilización o procesos bioquímicos como la nitrificación o desnitrificación poseen una gran tendencia al fraccionamiento (presentando así mismo un amplio rango de valores, dependiendo de la temperatura o de cinéticas bacterianas) mientras que otros procesos como la asimilación de  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{NO}_3^-$  poseen unos valores de fraccionamiento menores con un rango de valores que suele estar más estandarizado. (Mariotti et al. 1981).

La notación que se utiliza para referirnos a los isótopos estables son los valores de delta ( $\delta$ ) por mil (%). Es decir, la diferencia por millar respecto a una muestra estándar.  $\delta = [(R_{\text{muestra}}/R_{\text{estándar}}) - 1] \times 10^3$ . Donde R es la ratio entre la cantidad de nitrógeno 15 con respecto al 14. Un valor más alto indica aumentos en el isótopo de la muestra analizada con respecto al estándar con el que se compara. En el caso del nitrógeno, el material de referencia es el aire atmosférico y el valor establecido es 0 %.

Durante la fabricación de fertilizantes, se utiliza nitrógeno atmosférico para producir amoníaco (proceso de Haber). Este proceso genera un fraccionamiento despreciable, por lo que el valor isotópico de los fertilizantes convencionales están situados en torno a -2‰ y +2‰. Los fertilizantes ecológicos o enmiendas naturales como estiércoles, purines o compost se producen mediante numerosos procesos físico-químicos en los que se produce un gran fraccionamiento. Así, la firma isotópica de los fertilizantes ecológicos poseen un valor superior ( $\delta > +2\text{\textperthousand}$ ) (Bateman et al. 2007). Esta firma isotópica llega a afectar directamente a la firma isotópica del nitrógeno de los propios vegetales producidos (Inácio et al. 2015; Bateman et al. 2005).

Además del punto inicial isotópico dado por el fertilizante en los numerosos sistemas agrícolas, también existen numerosos factores que interactúan en los procesos de asimilación y translocación del nitrógeno en las plantas. De esta manera, existen otros factores determinantes (obviando al más importante, que es la firma isotópica del fertilizante) que afectan a la firma isotópica de los vegetales, como son: 1) Los mecanismos de subida del  $\text{NO}_3^-$  y del  $\text{NH}_4^+$ , o fraccionamiento en el sistema abierto. 2) Los mecanismos de asimilación y translocación del  $\text{NO}_3^-$  y del  $\text{NH}_4^+$ , o fraccionamiento en el sistema cerrado. 3) El sistema de asimilación nitrogenada (p. ej. el caso de las leguminosas), 4) El papel de la microbiota del suelo y 5) el papel de los genotipos utilizados. Así mismo, esta técnica ha sido utilizada para las mediciones del uso eficiente del agua y de la utilización del nitrógeno y su interacción (Gao et al. 2017) así como el impacto en los distintos sistemas que conforman el bioma agrícola (Choi et al. 2017).

A esta situación se une la tendencia agrícola de la reducción de insumos en la agricultura o un uso más eficiente de los mismos, minimizando su pérdida. El mal uso de los fertilizantes ha llevado a la agricultura a uno de los principales retos a los que se ha enfrentado en la última década, que es la contaminación de aguas (subterráneas y superficiales) por nitratos procedentes de fertilizantes. Para reducir y prevenir esta contaminación, la UE aprobó la Directiva 91/676/CEE siendo incorporada a nuestro ordenamiento jurídico por el Real Decreto 261/1996, sobre protección de las aguas contra la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias. Los últimos datos disponibles sumaron 1,5 millones de ha, un 17% de su superficie total de Andalucía situándola como zona vulnerable de contaminación por nitratos. La eficiencia del uso de los fertilizantes se ha convertido en una prioridad en los organismos de control de la agricultura.

De esta manera, los objetivos del presente trabajo consistieron en describir los fertilizantes comerciales convencionales y ecológicos ( $\delta^{15}\text{N}$ ) más utilizados en agricultura y el uso de la técnica de isótopos estables para identificar la asimilación del nitrógeno bajo numerosas dosis de fertilizantes y tipología (ecológicos y convencionales) en un cultivo extensivo (trigo) y uno intensivo (pepino).

## MATERIAL Y METODOS

*Experimento 1:* Caracterización isotópica de los distintos fertilizantes nitrogenados utilizados en agricultura convencional y ecológica. Para ello se han analizado un total de 56 fertilizantes. 29 fertilizantes ecológicos, de los cuales 8 eran líquidos y 27 fertilizantes convencionales, de los cuales 2 eran líquidos. Los fertilizantes

pertenecen a 16 casas comerciales y a numerosos agricultores que han aportado las enmiendas orgánicas que habitualmente utilizan (Fotografía 1).

Categorías por las que hemos segmentado los fertilizantes nitrogenados convencionales: 1) Amoniacal; 2) Amoniacal + nitrato; 3) Nitrato; 4) Urea; 5) Urea + Amoniacal 6) Urea + nitrato; 7) Urea + nitrato + amoniacal.

Categorías por las que hemos segmentado los fertilizantes nitrogenados ecológicos: 1) Aminoácidos y derivados; 2) Algas y productos marinos; 3) Aves y fauna marina (excrementos); 4) Restos vegetales; 5) Restos vegetales y animales; 6) Restos animales; 7) Estiércoles y purines.

*Experimento 2:* Impacto de distintas dosis y tipos de fertilizantes en los distintos tejidos del trigo harinero. Se utilizaron 90 macetas (140x140x190 cm) llenas con suelo y perlita al 50% (v/v) como parcelas experimentales. Los suelos utilizados en ambos sistemas, convencional y ecológico, fueron tomados en la finca experimental “Tomejil” en el término municipal de Carmona (Sevilla) propiedad del IFAPA. Las características de estos suelos se recogen en la tabla 1. El experimento se desarrolló en un invernadero localizado en el centro “Alameda del Obispo” en Córdoba. Se empleó el cultivar ‘Eneas’ de trigo harinero (*Triticum aestivum* L. cv. ‘Eneas’). El suelo se tomó de dos parcelas, el suelo se tomó de dos parcelas: una cultivada en sistema convencional y otra de ecológico. Se realizaron tres abonados, (fondo y dos coberturas coincidiendo con el ahijamiento y el llenado del grano). Para el abonado de fondo se utilizaron dos abonos sintéticos (8-15-15 y triple 15), una mezcla de abonos orgánicos comerciales (Naturgan© + PatentKali©) y dos enmiendas de estiércol (gallina y caballo). Para las coberturas se utilizó un abono sintético -urea (Fertiberia)- y un abono permitido en agricultura ecológica -Greenstim© (Massó)- y estercolado. Cada una de las aplicaciones correspondía con 20 unidades de fertilización (tabla 2). Las plantas se separaron en diferentes partes: tallo basal, tallo apical, grano entero, espiguillas y raquis, hojas apicales, hojas basales de cada planta (Fotografía 2). Se recogieron 6 plantas como réplica.

*Experimento 3:* Impacto de la tipología de fertilización en el producto final en cultivo intensivo. El material vegetal utilizado fueron tres cultivares de pepino: tipo Almería, francés y corto. Las muestras de pepino ecológico estaban certificadas por el CAAE y por Sohiscert. Las muestras se recogieron durante campañas consecutivas. Un total de 89 muestras fueron evaluadas.

*Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas:* Las muestras fueron previamente liofilizadas (fotografía 3) y trituradas con un molino de bolas a 25 Hz durante 30 segundos. Las muestras se transfirieron a un vial y una alícuota fue pesada en una balanza de precisión (fotografía 4) y empaquetada en una bala de estaño. La secuencia fue corregida con estándares internacionales y se utilizaron estándares internos para comprobar la precisión de los análisis y evitar posibles derivas que pudiesen ocurrir durante el análisis. Una vez que las muestras estuvieron pesadas, las muestras se colocaron en un auto-muestreador acoplado a un analizador elemental Flash EA 2000 HT (Thermo Fisher Scientific). Éste se une a un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas (IRMS, de sus siglas en inglés) a través de un interfaz universal para análisis en flujo continuo ConFlow IV (Thermo Fisher Scientific) (fotografía 5).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Experimento 1:* Los fertilizantes ecológicos mostraron mayores valores de  $\delta^{15}\text{N}$  comparados con los fertilizantes convencionales (figura 1). Los fertilizantes convencionales mostraron valores  $\delta^{15}\text{N}$  entre -2 y 2, con un valor medio en torno a cero, claramente diferenciado de los fertilizantes ecológicos. Los fertilizantes convencionales presentaron valores muy estandarizados con baja dispersión. Los aminoácidos y

derivados de melazas de remolacha (que presentan una alta concentración de aminoácidos) presentan unos valores cercanos a cero. Los valores de los fertilizantes de origen marino presentaron unos valores más bajos que los productos provenientes de ecosistemas terrestres. Estos valores están contrastados con los valores obtenidos por Bateman et al. (2007).

*Experimento 2:* Los tallos (apical y basal) mostraron un mayor poder de discriminación en comparación con el resto de las partes de trigo estudiadas (tabla 3). Por lo tanto reflejaron mejor las relaciones fuente-sumidero. La fertilización de fondo (abonado triple) sin coberturas (urea) muestra valores altos de  $\delta^{15}\text{N}$  que impiden su discriminación en las hojas, grano y espiguillas. El abonado convencional con altas dosis nitrogenadas mostró los menores valores en todas las partes estudiadas. Por lo tanto, la naturaleza y la dosis del fertilizante determinaron el valor  $\delta^{15}\text{N}$  de las partes del trigo. La dosis de fertilización y su naturaleza afectaron directamente a la firma isotópica de todas las partes del producto.

*Experimento 3:* Se pudo diferenciar el sistema de cultivo (ecológico y convencional) en las variedades de pepino corto y francés. Los isótopos estables del nitrógeno no permitieron discriminar el tipo de cultivo (ecológico y convencional) en pepino tipo Almería. Se ha obtenido una elevada variabilidad de datos en el pepino Almería ecológico. Los valores de pepino obtenidos en el resto de variedades son similares a los valores encontrados en otras investigaciones (Rogers 2008).

## CONCLUSIONES

Los fertilizantes ecológicos mostraron una gran amplitud de valores por lo que mayor trazabilidad (procedimiento de obtención, origen, etc.) es necesaria en los productos comerciales ecológicos. La diferenciación entre sistemas ecológicos y convencionales usando  $\delta^{15}\text{N}$  debe considerar la dosis de fertilización que se está llevando a cabo, ya que una dosis más limitada en convencional puede tender a producir un mayor fraccionamiento y acercar sus valores con los ecológicos. La comparación y enlace con los suelos y fertilización resulta vital para entender cómo realizar una fertilización más adecuada y eficiente para una agricultura sostenible de los recursos agrarios y medioambientales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATEMAN, A. S., KELLY, S. D., & JICKELLS, T. D. (2005). Nitrogen isotope relationships between crops and fertilizer: implications for using nitrogen isotope analysis as an indicator of agricultural regime. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(14), 5760-5765.
- BATEMAN, A. S., & KELLY, S. D. (2007). Fertilizer nitrogen isotope signatures. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 43(3), 237-247.
- CHOI, W. J., KWAK, J. H., LIM, S. S., PARK, H. J., CHANG, S. X., LEE, S. M., ... & KIM, H. Y. (2017). Synthetic fertilizer and livestock manure differently affect  $\delta^{15}\text{N}$  in the agricultural landscape: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 237, 1-15.
- GAO, N., LIU, Y., WU, H., ZHANG, P., YU, N., ZHANG, Y., ... & ZHANG, Y. (2017). Interactive effects of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, nitrogen uptake, and recovery of two successive Chinese cabbage crops as assessed using  $^{15}\text{N}$  isotope. *Scientia Horticulturae*, 215, 117-125.
- INÁCIO, C. T., URQUIAGA, S., CHALK, P. M., MATA, M. G. F., & SOUZA, P. O. (2015). Identifying N fertilizer regime and vegetable production system in tropical Brazil

using  $^{15}\text{N}$  natural abundance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(15), 3025-3032.

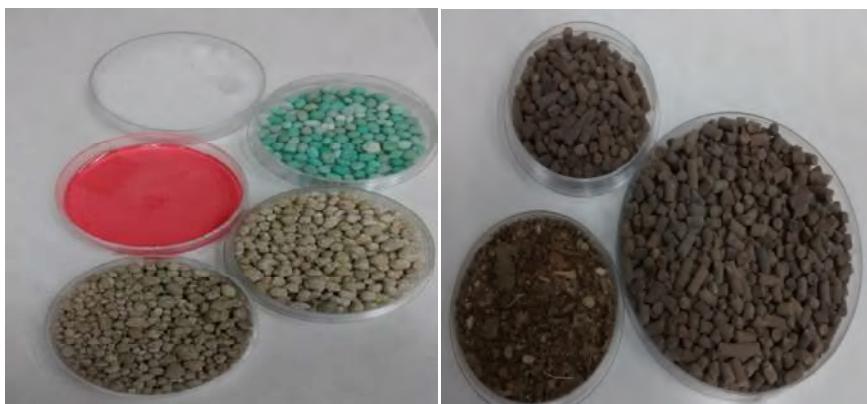
MARIOTTI, A., GERMON, J. C., HUBERT, P., KAISER, P., LETOLLE, R., TARDIEUX, A., & TARDIEUX, P. (1981). Experimental determination of nitrogen kinetic isotope fractionation: some principles; illustration for the denitrification and nitrification processes. *Plant and soil*, 62(3), 413-430.

ROGERS, K. M. (2008). Nitrogen isotopes as a screening tool to determine the growing regimen of some organic and nonorganic supermarket produce from New Zealand. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(11), 4078-4083.

## AGRADECIMIENTOS

Los investigadores del trabajo quieren agradecer la co-financiación del proyecto “Caracterización organoléptica y funcional de productos ecológicos. Utilización de técnicas isotópicas para la diferenciación entre producto ecológico y convencional (AVA201301.7)” a IFAPA y los fondos europeos: FSE y FEDER. FJCR agradece a IFAPA y al FSE (Fondo Social Europeo) la financiación de su contrato de investigación.

## FOTOGRAFIAS



**Foto 1.** Detalle de los fertilizantes convencionales y ecológicos.



**Foto 2.** Detalle de las partes del trigo



Foto 3. Liofilizador Labconco



Foto 4. Balanza de precisión



Foto 5. Analizador elementar acoplado a un espectrómetro de masas.

## TABLAS

**Tabla 1. Características edafológicas de los suelos**

Parámetros de suelo	Ecológico	Convencional
Capacidad de intercambio catiónico	41.30 meq/100g	39.13 meq/100g
Potasio de cambio	1.34 meq/100g	1.68 meq/100g

Fósforo asimilable	7.7 meq/100g	11.8 meq/100g
Materia orgánica oxidable	1.53 %	1.56 %
Magnesio de cambio	4.49 meq/100g	1.52 meq/100g
Carbonatos	27.64 %	26.87 %
pH 1/2,5	8.54	8.46
Arcilla	58.8 %	55.9 %
Arena	3.3 %	4.0 %
Limo	37.9 %	40.1 %

**Tabla 2.** Tratamientos experimentales de fertilización

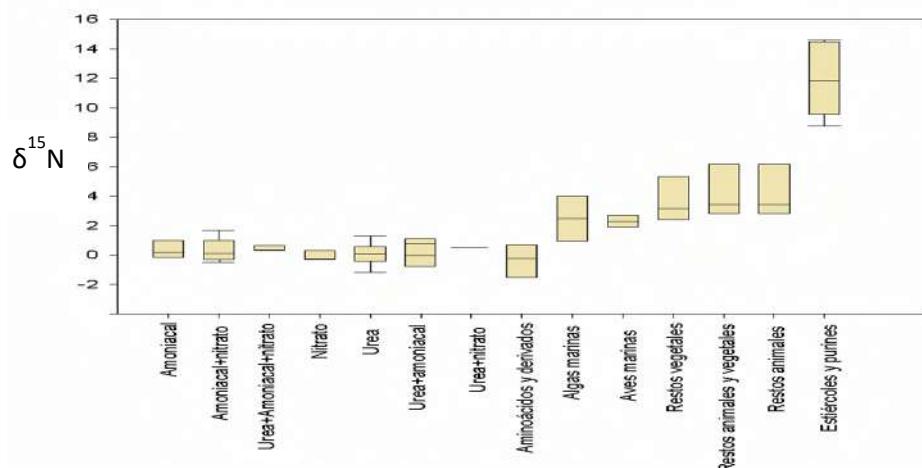
Tratamiento	Abonado fondo	1 <sup>a</sup> cobertera	2 <sup>a</sup> cobertera
Ecológico EEE	Naturgan <sup>©</sup> + PatentKali <sup>©</sup>	Greenstim <sup>©</sup>	Greenstim <sup>©</sup>
	Estíercol gallina	Estíercol gallina	Estíercol gallina
	Estíercol caballo	Estíercol caballo	Estíercol caballo
Ecológico EE-	Naturgan <sup>©</sup> + PatentKali <sup>©</sup>	Greenstim <sup>©</sup>	Greenstim <sup>©</sup>
	Estíercol gallina	Estíercol gallina	Estíercol gallina
	Estíercol caballo	Estíercol caballo	Estíercol caballo
Ecológico E--	Naturgan <sup>©</sup> + PatentKali <sup>©</sup>		
	Estíercol gallina		
	Estíercol caballo		
Convencional CCC	8 - 15 - 15	Urea	Urea
	15 - 15 - 15	Urea	Urea
Convencional CC-	8 - 15 - 15	Urea	
	15 - 15 - 15	Urea	
Convencional C--	8 - 15 - 15		
	15 - 15 - 15		

**Tabla 3.** Análisis de la varianza entre las distintas dosis y tipologías usadas en trigo harinero

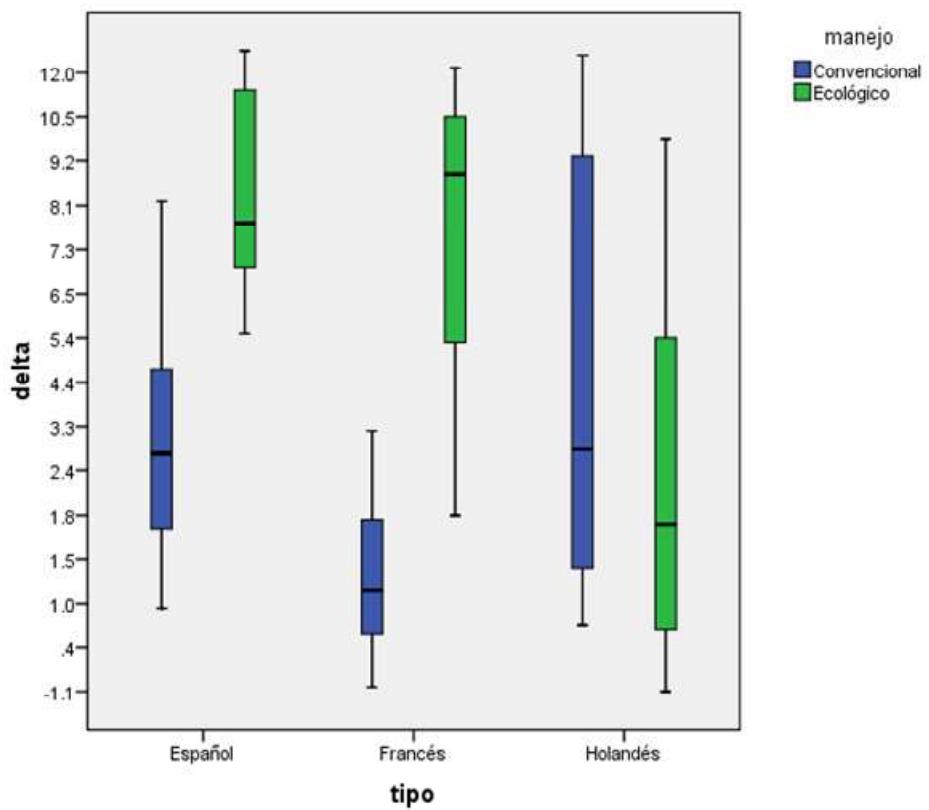
		Grano entero ( $\delta^{15}\text{N}$ )	Espiguita ( $\delta^{15}\text{N}$ )	Hoja apical ( $\delta^{15}\text{N}$ )	Hoja basal ( $\delta^{15}\text{N}$ )	Tallo apical ( $\delta^{15}\text{N}$ )	Tallo basal ( $\delta^{15}\text{N}$ )
<b>ECOLÓGICO</b>							
Fondo + dos coberteras	EEE	3,25 a	2,84 a	5,34 a	4,55 a	3,21 a	4,97 a
Fondo + cobertera	EE-	2,76 a	2,08 a	4,47 ab	3,21 ab	3,70 a	5,97 a
Fondo	E--	2,98 a	2,36 a	4,31 ab	2,90 ab	2,79 a	4,63 a
<b>CONVENCIONAL</b>							
Fondo + dos coberturas	CCC	0,26 c	-0,33 c	1,70 c	-0,13 cd	-1,27 bc	-0,81 c
Fondo + cobertera	CC-	0,74 bc	0,11 bc	3,59 abc	-1,44 d	-2,06 c	-0,01 c
Fondo	C--	2,10 ab	1,87 ab	2,06 bc	1,62 bc	0,05 b	2,43 b
Significancia		**	**	*	***	***	***

ANOVA de tres factores y medias de grupos. Nivel de significancia: ns= no significativo, \* = P <0,05, \*\* = P <0,01, \*\*\* = P <0,001. Diferentes letras en la misma columna significa que hay significación estadística (LSD test)

## FIGURAS



**Figura 1.** Firmas isotópicas ( $\delta^{15}\text{N}$ ) de los fertilizantes convencionales y ecológicos evaluados



**Figura 2.** Firmas isotópicas ( $\delta^{15}\text{N}$ ) en distintos tipos de pepino convencional y ecológico evaluado

# INFLUENCIA DEL VOLUMEN DE FERTIRRIGACIÓN EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CALABACÍN EN INVERNADERO

Contreras, J.I., Alonso, F., Cánovas, G., Baeza, R.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Centro La Mojonera (Almería)

## RESUMEN

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. Hoy día es posible maximizar esta eficiencia implementando tecnologías de control del fertirriego. Una de las tendencias tecnológicas es el empleo de sensores de humedad de suelo para activar automáticamente el riego. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del potencial matricial de suelo sobre la bio-productividad, la eficiencia de uso del agua (EUA) y los nutrientes en un cultivo de otoño de calabacín, así como sobre el drenaje y la lixiviación de nutrientes. El experimento fue desarrollado en un invernadero tipo “parral” con suelo enarenado y fertirrigación y cultivado con calabacín. El sistema de riego instalado es localizado con emisores autocompensantes y antidrenantes de  $3\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$  y 2 emisores· $\text{m}^{-2}$ . El invernadero está dotado de 12 lisímetros de drenaje de dimensiones  $1\text{ m}^2$  colocados a 50 cm de profundidad. Para la activación del riego se emplearon tensiómetros electrónicos. Se establecieron tres tratamientos de fertirrigación. T1, activación del riego a potencial matricial del suelo -10 kPa y dotación de  $1,5\text{ L}\cdot\text{m}^{-2}$ ; T2, activación del riego a -25 kPa y dotación de  $2,0\text{ L}\cdot\text{m}^{-2}$  y T3, activación del riego a -40 kPa y dotación de  $3,0\text{ L}\cdot\text{m}^{-2}$ . La solución de fertirrigación establecida para todos los tratamientos en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  fue: 12 de  $\text{NO}_3^-$ , 1,5 de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 6,5 de  $\text{K}^+$ , 4,5 de  $\text{Ca}^{2+}$  y 1,5 de  $\text{Mg}^{2+}$ . Las determinaciones realizadas fueron: volumen de agua y fertilizantes aplicados, volumen de drenaje ( $\text{L}\cdot\text{m}^{-2}$ ), biomasa ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), área foliar ( $\text{cm}^2$ ) y producción ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Todos los parámetros estudiados fueron afectados por el nivel de potencial matricial del suelo a excepción del drenaje y la lixiviación. El tratamiento T1 obtuvo mayor producción, consumo de agua, área foliar y biomasa, y menor EUA y nutrientes que los tratamientos T2 y T3. El T2 presentó un número de frutos similar al T1 pero de menor peso medio respecto a los frutos del T1. Sin embargo, el T2 produjo una reducción significativa en el consumo de agua y nutrientes respecto a T1, de forma que mostró los valores más elevados de EUA y nutrientes junto con T3. El T3, a pesar de presentar una alta EUA y nutrientes, redujo drásticamente la producción con respecto a T1 y T2. En ninguno de los tratamientos, se obtuvo drenaje, por lo tanto no existieron perdidas de nutrientes por lixiviación. En las condiciones de desarrollo del ensayo, el umbral de tensión matricial del suelo de -25 kPa y dotación de  $2,0\text{ L}\cdot\text{m}^{-2}$  fue el que mejor se comportó considerando aspectos productivos y medioambientales.

**Palabras clave:** *Cucurbita pepo, riego, electrotensiómetros, eficiencia uso del agua, eficiencia uso de los nutrientes*

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso escaso en regiones áridas y semiáridas, como la cuenca Mediterránea. La agricultura es el mayor consumidor mundial de agua dulce mundial,

representando el riego el 70% de las extracciones (WWAP, 2009). El aumento de la eficiencia del uso del agua (EUA) en los sistemas agrícolas, definida como la producción obtenida por unidad de agua aplicada (Howell, 2003), es posible con una adecuada programación de riego (Buttaro et al., 2015; Létourneau et al., 2015), reduciendo además los impactos ambientales asociados a las pérdidas de agua por percolación y nutrientes por lixiviación.

Las investigaciones más recientes se centran en optimizar la gestión del riego, basándose fundamentalmente en la medida del estado hídrico de la planta o en la medida directa de agua en el suelo (Buttaro et al., 2015; Létourneau et al., 2015). La medida del estado hídrico de la planta todavía presenta muchas dificultades teóricas y prácticas, la mayoría de las cuales se discuten en la revisión realizada por Jones (2004). Sin embargo, la medida directa del agua en el suelo, ya sea el contenido de agua o el potencial mátrico del suelo, es más factible ya que tiene la ventaja de ser relativamente fácil de medir y automatizar (Van Iersel et al., 2013), resultando viable para su aplicación a nivel de parcela. Los tensiómetros determinan el potencial mátrico del suelo y son dispositivos rápidos, baratos, fáciles de manejar y adecuados para el seguimiento del estado hídrico del suelo. A menudo se prefieren a otro tipo de sensores de humedad de suelo debido a su bajo coste, simplicidad de uso, alta precisión de la medición, y a que las mediciones no están influenciadas por la temperatura o el potencial osmótico del suelo, además presentan la posibilidad de la adquisición electrónica de datos a través de transductores de presión diferencial (Thalheimer, 2003) permitiendo la automatización de la fertirrigación. Sin embargo es determinante establecer un valor del potencial mátrico de suelo adecuado para cada cultivo y condiciones de desarrollo que optimice la producción y la EUA y los nutrientes como demuestran Buttaro et al. (2015) y Létourneau et al. (2015).

El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del potencial matricial de suelo sobre la bio-productividad, la eficiencia de uso del agua (EUA) y los nutrientes en un cultivo de otoño de calabacín, así como sobre el drenaje y la lixiviación de nutrientes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se ha desarrollado en un invernadero parral de “raspa y amagado” situado en el Centro IFAPA La Mojonería, con suelo enarenado de textura franco limosa. Se implantó un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L. cv. ‘Casiopée’) (Fotografía 1). El trasplante se realizó el 13 de enero de 2015, finalizando el ciclo de cultivo el 1 de junio de 2015. La densidad de plantación fue de 1 planta  $m^{-2}$ . El sistema de riego fue localizado con emisores compensantes y antidrenantes de  $3\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$  y 2 emisores  $m^{-2}$ . El invernadero estaba dotado de 9 lisímetros de drenaje de  $1\text{ m}^{-2}$  de superficie, instalados a 50 cm de profundidad, descontando la capa superior de arena.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos establecidos basados en el potencial matricial del suelo se muestran en la siguiente tabla:

Tratamiento	Consigna de Activación (kPa)	Duración del Riego (minutos)	Dotación de Riego/Pulso (mm)
T1	-10	15	1,5
T2	-25	20	2,0
T3	-40	30	3,0

La solución de fertirrigación establecida para todos los tratamientos en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  fue: 12 de  $\text{NO}_3^-$ , 1,5 de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 6,5 de  $\text{K}^+$ , 4,5 de  $\text{Ca}^{2+}$  y 1,5 de  $\text{Mg}^{2+}$ , basada en Camacho

(2009). La dotación de riego se estableció considerando la curva de retención de la humedad del suelo. Para la medida del potencial matricial del suelo se instalaron 12 tensiómetros (Irrrometer Co, inc. Riverside, Ca), 4 por tratamiento, a 15 cm de profundidad y 20 cm de distancia a la planta y el gotero. Estaban acoplados a un transductor electrónico que transfería los datos a un equipo de control (Sistema Red Himarcan®).

Las determinaciones realizadas fueron: volumen de agua ( $\text{L}\cdot\text{m}^{-2}$ ), y nutrientes (N, P, K, Ca y Mg en  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) aplicados, volumen de drenaje ( $\text{L}\cdot\text{m}^{-2}$ ), biomasa total ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) del cultivo considerando parte vegetativa y generativa, área foliar ( $\text{cm}^2$ ) y producción ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

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  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,01$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Volumen de agua y nutrientes aplicados y drenaje

El volumen de agua aplicado, al igual que la cantidad total de fertilizantes, ha diferido entre tratamientos (Tabla 1). Los tratamientos que tienen un potencial matricial más cercano a cero (mayor nivel de humedad) tienen un mayor consumo de agua y nutrientes. El tratamiento con menor consumo de agua y nutrientes fue T3, siendo el tratamiento T1 el de mayor consumo con un suplemento del 43% más de agua y nutrientes con respecto a T3. El tratamiento T2 reduce un 19% el consumo de agua y nutrientes con respecto a T1, incrementándolo un 16% con respecto a T3 (Tabla 1). No existió volumen drenado en ninguno de los tratamientos durante el ciclo de cultivo (Tabla 1), por tanto no hubo pérdida de nutrientes por lixiviación.

### Biomasa, área foliar y producción

El desarrollo vegetativo del cultivo fue afectado por el nivel de humedad del suelo, obteniéndose valores de biomasa y área foliar menores en los tratamientos con una tensión matricial más negativa (Tabla 2).

Al igual que en el desarrollo vegetativo, los tratamientos de riego mostraron diferencias estadísticamente significativas en producción de fruto. El descenso en la tensión matricial del suelo de -10 a -25 kPa afectó ligeramente la producción, reduciéndola significativamente en un 10%. Sin embargo, el descenso hasta -40 kPa (T3) supuso una reducción en la producción del 23%. Se puede concluir que el aumento de la tensión matricial del suelo hasta -40 kPa ha producido un descenso considerable en la producción. El porcentaje de destío se situó entre el 12-13% según tratamiento, sin presentar diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2).

### Eficiencia de Uso de Agua (EUA) y nutrientes

La EUA y nutrientes también fue modificada por los tratamientos (Tabla 3). La mayor EUA y nutrientes fue alcanzada por los tratamiento T2 y T3, reduciendo T1 los valores de EUA y nutrientes. No existió drenaje en ninguno de los tratamientos (Tabla 3). La reducción de la EUA al trabajar con una tensión matricial más alta (-10 kPa) coincide con los resultados obtenidos por Buttaro et al. (2015) en tomate y pepino desarrollado en invernadero y con Létourneau et al. (2015) en cultivo de fresa.

## CONCLUSIONES

En las condiciones de desarrollo del ensayo, el umbral de tensión matricial del suelo de -25 kPa fue el que mejor se comportó considerando aspectos productivos y medioambientales, ya que fue el más eficiente en el uso del agua y los nutrientes alcanzando una producción comercial de 15 kg·m<sup>-2</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTTARO, D., SANTAMARIA, P., SIGNORE, A., CANTORE, V., BOARI, F., MONTESANO, F.F., PARENTE, A. 2015. Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber using tensiometer: Effects on yield, quality and water use. *Agric. Sci. Procedia.* 4:440-444.
- HOWELL, T.A. 2003: Irrigation efficiency. p. 467-472. In: Stewart, B.A., Howell, T.A. (Eds.), *Encyclopedia of Water Science*. Marcel Dekker, New York.
- JONES, H.G. 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *J. Exp. Bot.* 55, 2427–2436.
- LÉTOURNEAU, G., CARON, J., ANDERSON, L., CORMIER, J. 2015. Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency. *Agric. Water Manage.* 161:102-113.
- THALHEIMER, M. 2003. Tensiometer modification for diminishing errors due to the fluctuating inner water column. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:737-739.
- VAN IERSEL, M.W., CHAPPELL, M. AND LEA-COX, J.D. 2013. Sensors for improved efficiency of irrigation in greenhouse and nursery production. *HortTechnology*, 23: 735-746.
- WWAP. 2009: The 3rd United Nations World Water Development Report: water in a changing world. UNESCO and Earthscan.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por Fondos Europeos (FSE: Fondo Social Europeo y FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional) y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (IFAPA) mediante el proyecto Transforma Conecta SAR (PP.TRA.TRA201300.10).

## FOTOGRAFÍAS



**Foto 1.** Vista general del cultivo ensayado



**FOTO 2. DETALLE DE LOS ELECTROTENSIOMETROS**

## TABLAS

**Tabla 1.** Volumen de agua y nutrientes aplicados, y drenaje

Volumen de riego aplicado $L\ m^{-2}$	Nutrientes aportados					Drenaje $L\ m^{-2}$
	N	P	K $g\ m^{-2}$	Ca	Mg	
T1	390	65,52	18,14	99,12	70,38	14,22
T2	315	52,92	14,65	80,06	56,84	11,48
T3	272	45,70	12,65	69,13	49,08	9,91

**Tabla 2.** Biomasa, área foliar y producción.

Tratamiento	Biomasa total $(g\ m^{-2})$	Área foliar $(cm^2)$	Producción Comercial $(kg\ m^{-2})$	Producción Destrio $(kg\ m^{-2})$
T1	1402a	59910a	16,6a	2,26a
T2	1211b	46924b	14,9b	2,02b
T3	1054c	32554c	12,8c	1,99b

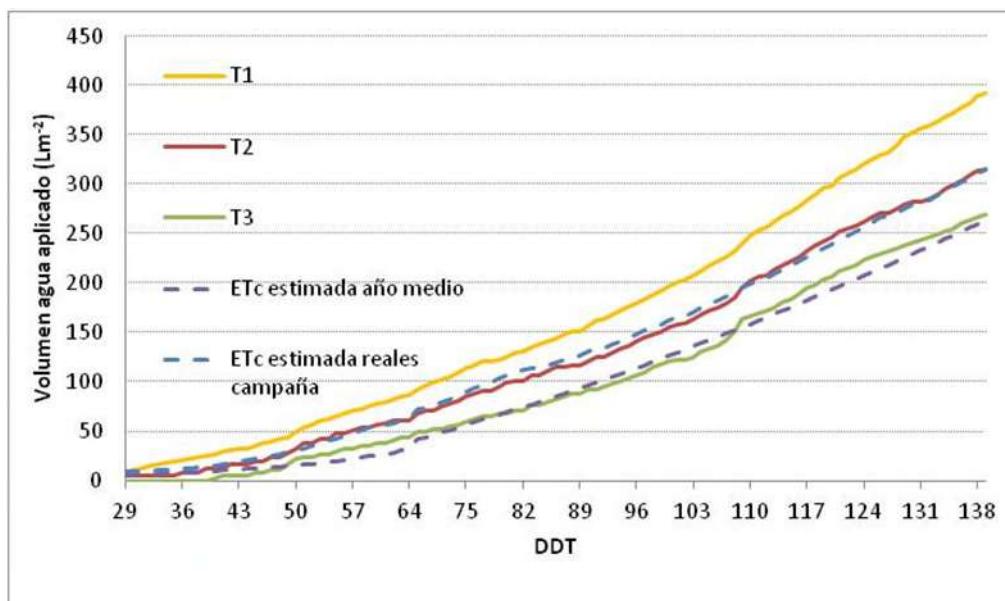
**Tabla 3.** Eficiencia de uso del agua, EUA (expresada en kg de fruto comercial por  $m^3$  de agua aplicado) y eficiencia de uso de los nutrientes, EUN: Eficiencia de uso del nitrógeno, EUP: Eficiencia de uso del fósforo, EUCa: Eficiencia de uso del cálculo,

EUMg: Eficiencia de uso del magnesio (expresada en g de fruto comercial por kg de nutriente aplicado).

	EUA	EUN	EUP	EUk	EUca	EUMg
	kg m <sup>-3</sup>			kg kg <sup>-1</sup>		
T1	42,6b	253b	915b	167b	236b	1168b
T2	47,3a	282a	1017a	186a	262a	1298a
T3	47,1a	280a	1012a	185a	261a	1291a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas con  $p \leq 0,05$

## FIGURAS



**Figura 1.** Volumen acumulado de agua aplicada

# INFLUENCIA DEL CULTIVAR Y TIPO DE PIMIENTO SOBRE LOS NIVELES DE NITRATO Y POTASIO EN SAVIA

Martín, E.<sup>1</sup>; Cánovas, G.<sup>1</sup>; Castillo, P.<sup>2</sup>; Fernández, M.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IFAPA Centro La Mojonería, Camino San Nicolás, Nº1, C.P. 04745, La Mojonería (Almería). Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

<sup>2</sup> Distribuciones Industriales y Científicas S.L. (DICSA).

## RESUMEN

El ajuste de la fertilización mineral a las necesidades de los cultivos hortícolas en invernadero, permite aquilatar costes en fertilizantes y aplicar las cantidades necesarias para cubrir las extracciones del cultivo evitando impactos ambientales indeseados. Para ello es necesario contar con herramientas de diagnóstico que permitan conocer de manera rápida y fiable el estado nutricional del cultivo. El análisis de savia puede ser un método eficaz para 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 los niveles que podemos encontrarnos en las condiciones de cultivo de invernaderos de la costa mediterránea andaluza, para cultivo de pimiento, y determinar si el cultivar y tipo de pimiento pueden 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 están tomando datos de 3 cultivares de pimiento tipo lamuyo ('Botavara', 'Brito' y 'Único') y otros 3 cultivares de pimiento tipo california ('Melchor', 'Madrigal' y 'Olivencia'). En los 6 cultivares se realiza la misma fertirrigación y manejo del cultivo y están situadas en la misma finca en invernaderos colindantes. La toma de muestras se está realizando en todas las fincas 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 de las hojas, se extrae la savia de los pecíolos mediante una pequeña prensa manual y se mide la concentración de nitratos, potasio, C.E. y pH mediante medidores rápidos Laquatwin.

Observamos que en los tipo lamuyo el rango de valores de nitrato en savia se sitúa entre 4000 ppm y 6700 ppm, mientras que en los tipo california se sitúa entre 5000 y 9600 ppm. Al igual que con los nitratos, el potasio en los tipo lamuyo presenta niveles en general más bajos que en los tipo california (lamuyo entre 5600 y 8300 ppm y los tipo california entre 6800 y 9200 ppm) durante el periodo analizado hasta ahora.

Con respecto a los valores de C.E. en savia los tipo california se sitúan entre 19,10 y 26,80 dS·m<sup>-1</sup>, también por encima de los encontrados en los tipo lamuyo (entre 16,50 y 22,10 dS·m<sup>-1</sup>). Sin embargo, en el pH no hay diferencia entre los tipos de pimiento incluidos en el ensayo, encontrándose los valores entre 5,6 y 5,8.

A la vista de los resultados obtenidos durante la primera parte del ciclo de cultivo (octubre a marzo) en las condiciones de Almería en invernaderos tipo parral, se observa que parece existir una relación entre las concentraciones de nitratos, potasio y C.E. en savia con el tipo de pimiento, siendo más altas dichas concentraciones en cultivares de pimiento tipo california que en los pimientos tipo lamuyo.

**Palabras clave:** Invernadero, diagnóstico nutricional, cultivos hortícolas, fertirrigación.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura intensiva en invernadero debe avanzar maximizando las producciones y la calidad de las mismas en un contexto de preservación del medio ambiente y de los recursos naturales, sin olvidar que la rentabilidad económica de los cultivos y de las explotaciones son el factor clave para mantener y asegurar el sistema productivo. Uno de los insumos más directamente ligados a la cantidad y calidad de las cosechas son los fertilizantes, destacando el nitrógeno sobre los demás. El gasto en fertilizantes supone en torno a un 6,6% del total de gastos corrientes de la explotaciones hortícolas de Almería, siendo el cuarto en importancia después de la mano de obra (40,5%), plantones y semillas (9,2%), y servicios (8,9%) (Cajamar- Servicio de Estudios, 2016).

El ajuste de la fertilización mineral a las necesidades de los cultivos hortícolas en invernadero, permite aquilatar costes en fertilizantes y aplicar las cantidades necesarias para cubrir las extracciones del cultivo evitando impactos ambientales indeseados. Además, cuando los fertilizantes se aportan mediante fertirrigación, como ocurre con estos cultivos, es fácil ajustar en el tiempo los aportes a las demandas de nutrientes.

En Almería, el manejo de la fertirrigación en el cultivo de pimiento se realiza en base a la experiencia de técnicos y agricultores que utilizan, en muchos casos programas de fertilización estándar, y/o soluciones nutritivas fijas basadas en el manejo de cultivos sin suelo, sin tener en consideración otra fuentes de nutrientes como los aportados por la materia orgánica o los almacenados por el suelo lo que trae como consecuencia que, generalmente, las cantidades aportadas excedan de las necesidades de los cultivos. Por ello es necesario contar con herramientas de diagnóstico que permitan conocer de manera rápida y fiable el estado nutricional del cultivo.

El análisis de savia puede ser un método eficaz para ajustar las necesidades de nutrientes en cultivos hortícolas en invernadero y mejorar la gestión en tiempo real del aporte de fertilizantes mediante fertirrigación. Sin embargo, en los cultivos hortícolas desarrollados en invernaderos en Almería no se han establecido unos niveles de referencia para el diagnóstico nutricional mediante análisis de savia y los datos existentes en bibliografía son de zonas como Florida, California o México (Hochmuth, 2015; Spectrum Technologies, Inc, 2009; Hartz, 2006; Burgueño, 1999).

El objetivo de este trabajo es conocer los niveles que podemos encontrarnos en las condiciones de cultivo de invernaderos de la costa mediterránea andaluza, para cultivo de pimiento, y determinar si el cultivar y tipo de pimiento pueden influir en los mismos, a fin de poder establecer unas recomendaciones orientativas que permitan dar fiabilidad y utilidad al análisis de savia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se está haciendo el seguimiento de la concentración de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), conductividad eléctrica (C.E.) y pH, en savia, en seis invernaderos de pimiento. Concretamente, se están tomando muestras en 3 invernaderos de pimiento tipo lamuyo (cv. ‘Botavara’, cv. ‘Brito’ y cv. ‘Único’) y en 3 invernaderos de pimiento tipo california (cv. ‘Melchor’, cv. ‘Madrigal’ y cv. ‘Olivencia’).

INVERNADERO	TIPO PIMIENTO	CULTIVAR
1	Lamuyo	Botavara
2	Lamuyo	Brito
3	Lamuyo	Único
4	California	Melchor
5	California	Madrigal
6	California	Olivencia

Los 6 cultivares tienen la misma fertirrigación y manejo de cultivo, representativo de la zona, y están situados en la misma finca en invernaderos colindantes.

La toma de muestras se está realizando en todos los invernaderos entre las 8 y las 9 de la mañana y con una periodicidad entre 15-21 días, cogiendo aleatoriamente 16 hojas jóvenes completamente desarrolladas, distribuidas al azar en cada uno de los invernaderos. Una vez cogidas las muestras de las hojas, se separa el limbo foliar del pecíolo, y se extrae la savia de los pecíolos mediante una pequeña prensa manual. También se toman muestras de la solución nutritiva (SN) aplicada al cultivo recogiendo una muestra a partir de los riegos aplicados entre cada dos muestreos.

La concentración de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ), conductividad eléctrica (C.E.) y pH, tanto en la savia como en la solución nutritiva, se está midiendo mediante equipos rápidos de análisis Laquatwin.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La solución nutritiva aportada, a lo largo del periodo del ensayo, en los seis cultivares ha sido la misma. Como puede verse en la figura 1 el aporte de  $\text{NO}_3^-$  ha estado entre 560 y 920 ppm (9 y 15  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ). El aporte de  $\text{K}^+$  (Figura 1) se ha mantenido entre 160 y 290 ppm (4 y 7,5  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Mientras que la C.E. de la solución nutritiva se ha mantenido entre 2,6 y 2,8  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y el pH entre 6 y 7.

Observamos que en los pimientos tipo lamuyo el rango de valores promedio de nitrato en savia se sitúa entre 4000 ppm y 6700 ppm, mientras que en los tipo california se sitúa entre 5000 y 9600 ppm (Figura 4). Estos valores, en general, son más altos a los niveles obtenidos en cultivo de pimiento en Florida donde en la época de floración están entre 6200 y 7100 ppm y en la época de recolección están entre 2200 y 3500 ppm (Hochmuth, G., 2015). Mientras que en México, para el cultivo de pimiento, determinan que valores de  $\text{NO}_3^-$  en savia de 4000 ppm pueden considerarse cercanos a niveles de carencia y niveles de 7500 ppm muestran concentraciones para un crecimiento óptimo del cultivo, habiendo tendencia a concentraciones superiores que indiquen un exceso de aplicación de fertilizantes (Burgueño, 1999).

Al igual que con los nitratos, el potasio en los tipo lamuyo presenta niveles en general más bajos que en los tipo california (lamuyo entre 5600 y 8300 ppm y los tipo california entre 6800 y 9200 ppm) durante el periodo analizado hasta ahora (Figura 7). Estas concentraciones de potasio en savia, en ambos tipos de pimiento, son bastante más altas que las obtenidas en Florida que están entre 2000 y 3500 ppm (Hochmuth, G., 2015), y algo más altos que los niveles obtenidos en México 6500-7700 ppm (Burgueño, 1999).

Con respecto a los valores medios de C.E. en savia los tipo california se sitúan entre 19,10 y 26,80  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , también por encima de los encontrados en los tipo lamuyo (entre 16,50 y 22,10  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) (Figura 10). Sin embargo, en el pH no hay diferencia entre los tipos de pimiento incluidos en el ensayo, encontrándose los valores entre 5,6 y 5,8

(Figura 13). Estos valores de C.E. y pH se parecen a los obtenidos en México (pH: 5,3-5,6 y C.E.: 19-21 dS·m<sup>-1</sup>) (Burgueño, 1999).

## CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos durante la primera parte del ciclo de cultivo (octubre a marzo) en las condiciones de Almería en invernaderos tipo parral, se observa que parece existir una relación entre las concentraciones de nitratos, potasio y C.E. en savia con el tipo de pimiento, siendo más altas dichas concentraciones en cultivares de pimiento tipo california que en los pimientos tipo lamuyo.

Hay que seguir trabajando para obtener unas recomendaciones orientativas y conocer los niveles de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, C.E. y pH en savia que podemos encontrarnos en las condiciones de cultivo de invernaderos de la costa mediterránea andaluza.

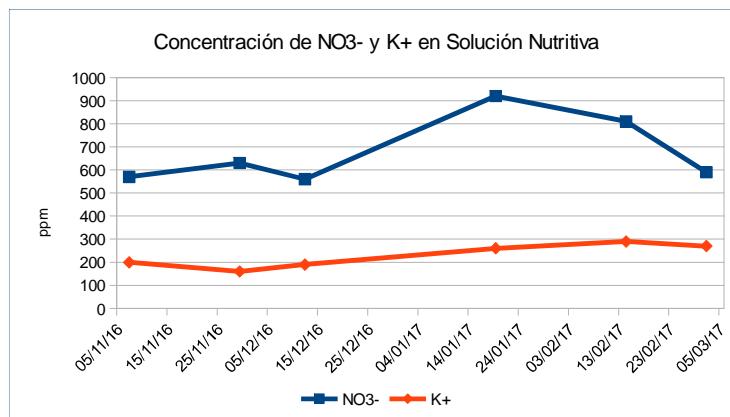
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- HOCHMUTH, G. 2015. Plant petiole sap-testing for vegetable crops. Document CIR1144, Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension.
- HARTZ T. K. 2006. Manejo de fertilizantes para producción de tomates de alto rendimiento. Actas Seminario internacional de tomate para procesamiento. INIA serie actas nº 32. Chile
- CAJAMAR. Servicio de Estudios – Innovación Agroalimentaria (Cajamar Caja Rural). 2016. Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería, campaña 2015/2016. Ed. Cajamar Caja Rural.
- SPECTRUM TECHNOLOGIES, INC, 2009. Cardy Nitrate NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Meter, Product Manual, Item 2305G.

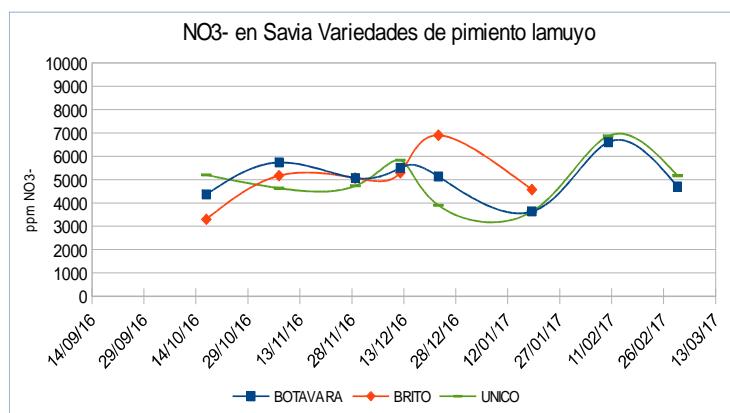
## AGRADECIMIENTOS

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".

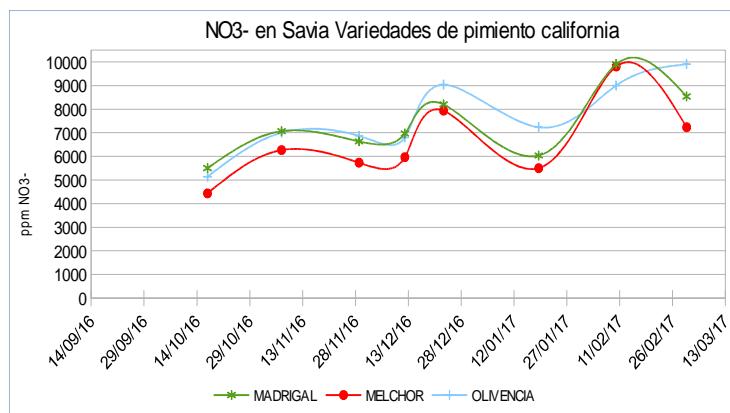
## FIGURAS



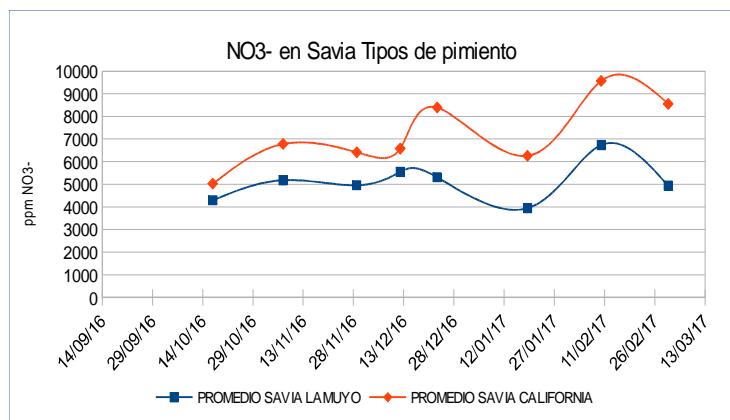
**Figura 1.** Concentración de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ) aplicados en la solución nutritiva.



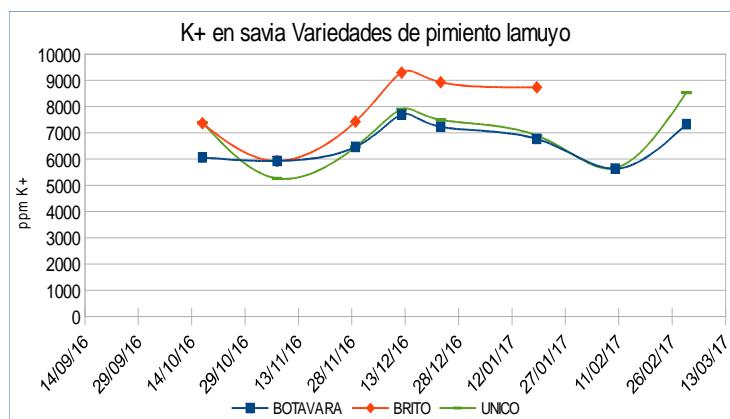
**Figura 2.** Concentración de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) en savia en los cultivares de pimiento tipo lamuyo.



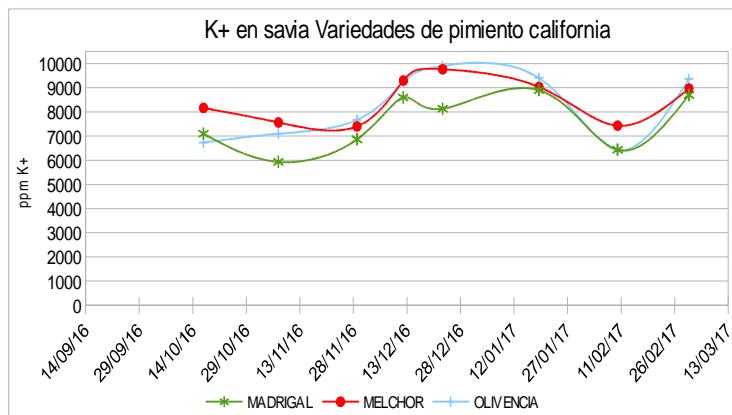
**Figura 3.** Concentración de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) en savia en los cultivares de pimiento tipo california.



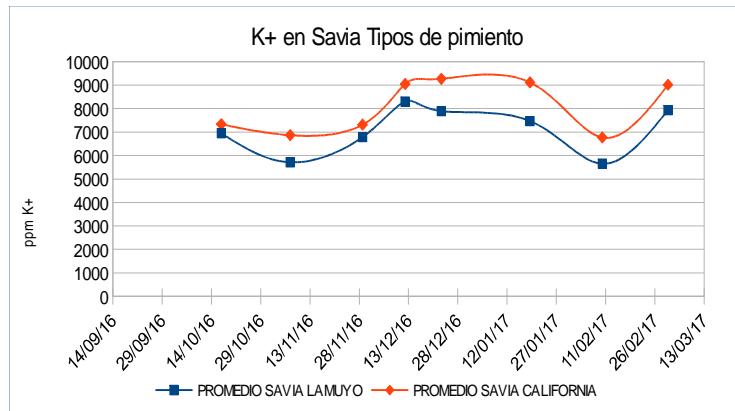
**Figura 4.** Concentración promedio de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en savia en los pimientos tipo lamuyo y tipo california.



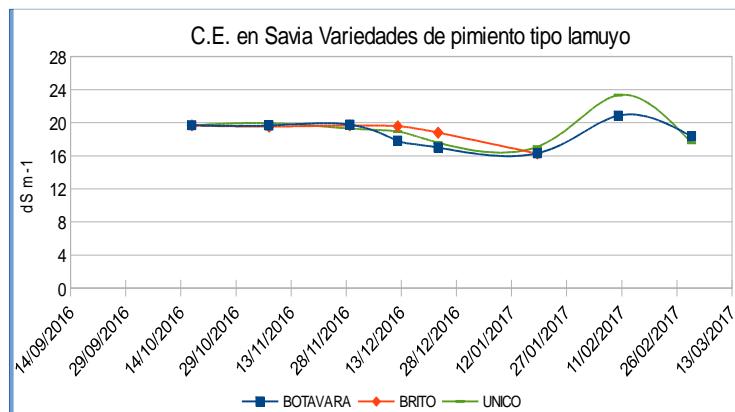
**Figura 5.** Concentración de potasio (K<sup>+</sup>) en savia en los cultivares de pimiento tipo lamuyo.



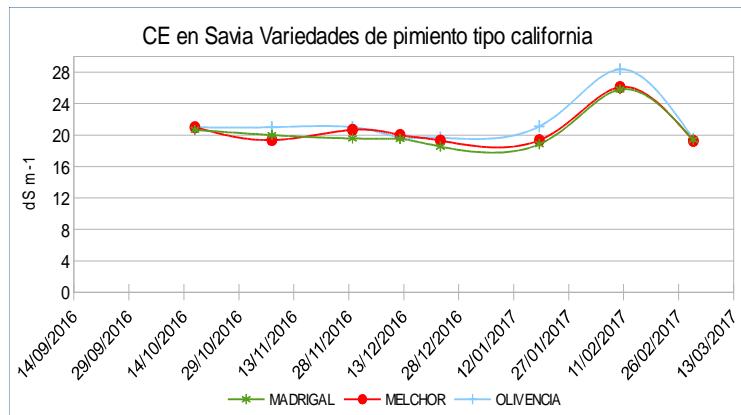
**Figura 6.** Concentración de potasio ( $K^+$ ) en savia en los cultivares de pimiento tipo california.



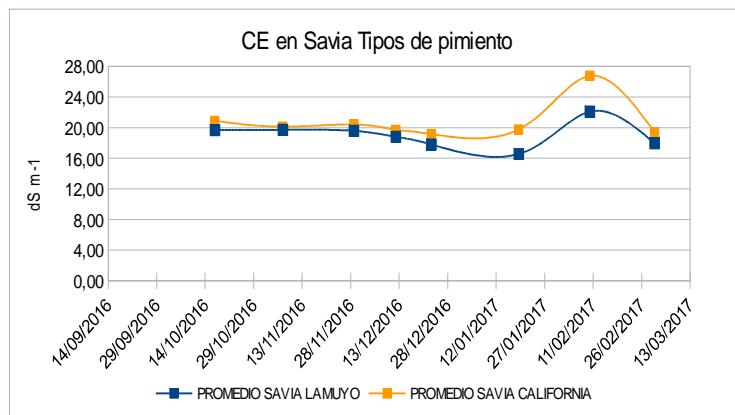
**Figura 7.** Concentración media de potasio ( $K^+$ ) en savia en los pimientos tipo lamuyo y tipo california.



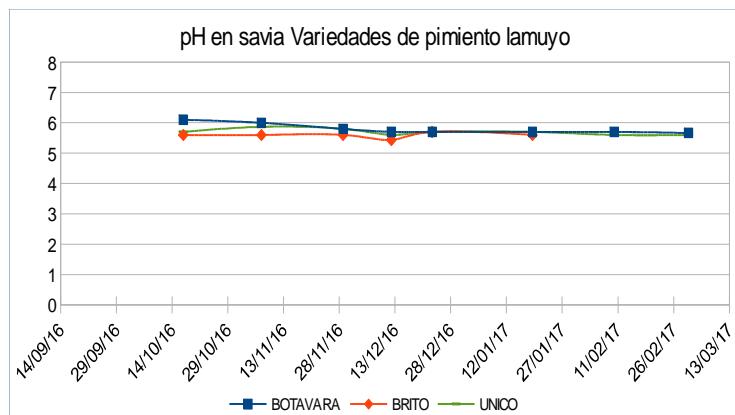
**Figura 8.** Conductividad eléctrica (C.E.) en savia en los cultivares de pimiento tipo lamuyo.



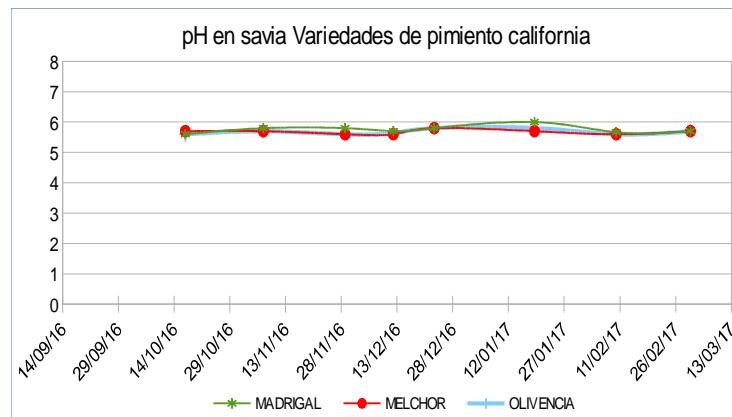
**Figura 9.** Conductividad eléctrica (C.E.) en savia en los cultivares de pimiento tipo california.



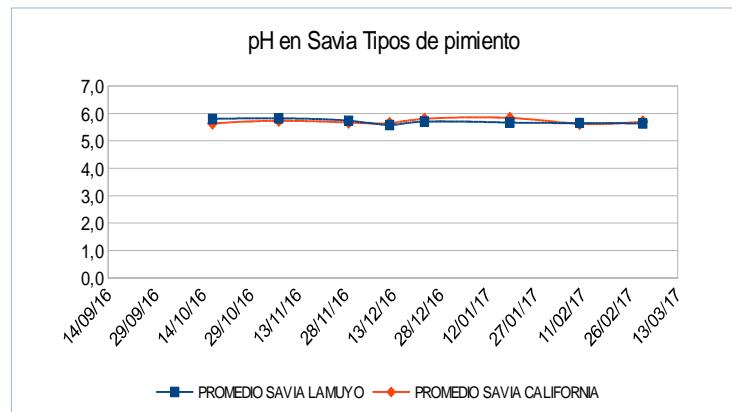
**Figura 10.** Conductividad eléctrica (C.E.) media en savia en los pimientos tipo lamuyo y tipo california.



**Figura 11.** pH en savia en los cultivares de pimiento tipo lamuyo.



**Figura 12.** pH en savia en los cultivares de pimiento tipo california.



**Figura 13.** pH en savia obtenido en los pimientos tipo lamuyo y tipo califorina.

## FOTOGRAFÍAS



**Foto 1.** Prensa manual utilizada para la extracción de la savia de los pecíolos del cultivo de pimiento.



**Foto 2.** Equipos rápidos de análisis Laquatwin utilizados para medir la concentración de pH, C.E., y nutrientes en savia.

# NIVEL DE HUMEDAD DE SUELO EN CULTIVO DE PIMIENTO EN INVERNADERO: INFLUENCIA EN LA EVOLUCIÓN DE NITRATOS EN LA SOLUCIÓN DEL SUELO

Cánovas, G., Contreras, J.I., Alonso, F., Baeza, R.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Centro La Mojónera (Almería)

## RESUMEN

La mayor concentración de invernaderos a nivel mundial se encuentra situada en el campo de Dalías (Almería), donde el principal recurso hídrico son las aguas subterráneas. Esta zona se encuentra declarada como vulnerable a la contaminación por nitratos debido al excesivo aporte de fertilizantes y riego que se ha realizado en los cultivos hortícolas intensivos y a la lixiviación de nitratos que tiene lugar principalmente con los riegos de desinfección y lavado al finalizar los cultivos. La técnica de fertilización utilizada en los cultivos hortícolas invernados, casi en exclusividad, es la fertirrigación, con lo cual, optimizar el volumen de fertirriego aplicado es indispensable para evitar pérdidas por lixiviación de nitratos. En este trabajo se analiza la influencia de la tensión matricial del suelo sobre el nivel de nitratos en la solución del suelo. El estudio se desarrolló en un invernadero del Centro IFAPA La Mojónera (Almería) sobre cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* cv. 'Mazo'). Se establecieron tres tratamientos de riego gestionados automáticamente con electrotensiómetros, T1, T2 y T3, con consignas de -10 kPa, -20 kPa y -30 kPa, respectivamente, y dotación de  $2 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$  para todos. Se determinó el volumen de agua aplicado ( $\text{L} \cdot \text{m}^{-2}$ ), volumen de drenaje ( $\text{L} \cdot \text{m}^{-2}$ ), producción comercial ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) y evolución del nivel de nitratos en la solución del suelo. El tratamiento que recibió la mayor cantidad de agua fue el T1 (-10 kPa) con  $508 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ , seguido del T2 (-20 kPa) un 24% menos, y T3 (-30 kPa) con casi un 40% menos que T1. En ninguno de los tratamientos se registró drenaje. La producción fue significativamente inferior en el tratamiento T3, no existiendo diferencias entre T1 y T2. El nivel de humedad de suelo no tuvo influencia en la evolución de nitratos en la solución de suelo durante el ciclo de cultivo. Los niveles de nitratos fueron en ascenso durante la primera fase del ciclo productivo, independientemente del tratamiento, y descendieron en todos los tratamientos como respuesta al ajuste de la concentración de fertirrigación.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum*, riego, electrotensiómetros, contaminación, fertirrigación

## INTRODUCCIÓN

La producción hortícola intensiva desarrollada en el litoral del sureste andaluz presenta una alta eficiencia en el uso del agua. Si bien, el importante incremento de la superficie de cultivo de las últimas décadas ha afectado a la sostenibilidad de los principales recursos hídricos, de origen subterráneo. La demanda hídrica de más de 30.000 ha de cultivos en invernadero (CAPDR, 2015) han desencadenado el deterioro del agua disponible, en términos de cantidad y de calidad, con una sobre-explotación generalizada y salinización de los principales acuíferos. Los niveles de nitratos en los acuíferos superficiales asociados a la principal comarca productora, el Campo de Dalías, y a otras comarcas productoras han obligado a que todas ellas sean declaradas como zonas

vulnerables a la contaminación por nitratos (Consejería de Agricultura y Pesca, 2009). El desplazamiento de nitratos desde los suelos cultivados hacia los estratos inferiores requiere la conjunción de dos factores: elevados niveles de nitrógeno disponible en el suelo y percolación de la solución del suelo.

En este contexto es imprescindible aplicar medidas para garantizar la sostenibilidad del sistema. En lo que respecta a la disponibilidad de los recursos hídricos, las soluciones que se plantean, una vez descartada la posible reducción de la superficie cultivada son: la utilización de nuevas fuentes no convencionales de agua (desalada y regenerada principalmente) y la mejora de la eficiencia en el uso del recurso. En cuanto a la contaminación por nitratos, las medidas de mitigación pasan por la reducción de los procesos de percolación y por el control de la fertilización nitrogenada. Un adecuado control requiere del conocimiento de los niveles de nitrato disuelto en la solución de suelo. Diversos estudios muestran la posibilidad de mantener niveles bajos en la concentración de nitrato en suelo que no afecten a la producción en cultivo de pimiento en invernadero. Para ello plantean actuar sobre el equilibrio de fertiriego en función de los valores observados en solución de suelo extraída mediante sondas de succión de bajo coste (Fernández et al., 2011).

Recientes investigaciones para optimizar la gestión del riego, se basan en la medida del estado hídrico de la planta o en la medida directa de agua en el suelo (Buttaro et al., 2015; Létourneau et al., 2015). La medida directa del agua en el suelo, ya sea el contenido de agua o el potencial matrónico del suelo, es más factible por presentar la ventaja de ser relativamente fácil de medir y automatizar (Van Iersel et al., 2013), resultando viable para su aplicación a nivel de parcela. Los tensiómetros determinan el potencial matrónico del suelo y son dispositivos rápidos, baratos, fáciles de manejar y adecuados para el seguimiento del estado hídrico del suelo. A menudo se prefieren a otro tipo de sensores de humedad de suelo debido a su bajo coste, simplicidad de uso, alta precisión de la medición, y a que las mediciones no están influenciadas por la temperatura o el potencial osmótico del suelo, además presentan la posibilidad de la adquisición electrónica de datos a través de transductores de presión diferencial (Thalheimer, 2003) permitiendo la automatización de la fertirrigación.

El presente trabajo tiene por objetivos analizar la influencia del nivel de humedad del suelo (gestionado automáticamente con electrotensiómetros) sobre el nivel de nitratos en la solución del suelo y el porcentaje de drenaje.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernadero tipo Almería de “raspa y amagado” situado en el Centro IFAPA La Mojonera (Almería), construido sobre un suelo enarenado artificial, característico de los cultivos hortícolas intensivos del sureste peninsular. El suelo presentaba los siguientes perfiles: capa superior de arena de granulometría 1-5 mm y 6-8 cm de espesor, capa de tierra de cañada aportada de textura franco-limosa y 20-30 cm de espesor y capa de suelo fértil original de textura franco arenosa, elevada pedregosidad y 20-30 cm de espesor.

El material vegetal implantado fue un cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* var. Mazo). El trasplante se realizó el 9 de septiembre de 2015 a un marco de 2 plantas·m<sup>-2</sup> y el ciclo finalizó el 16 de mayo de 2016. El riego se aplicó mediante un sistema de riego localizado con emisores autocompensantes y antidrenantes de 3 L·h<sup>-1</sup> y un marco de riego de 2 emisores·m<sup>-2</sup>. El invernadero cuenta con 12 lisímetros de drenaje de 1 m<sup>2</sup> de superficie, instalados a 50 cm de profundidad (Figura 1).

Se establecieron cuatro tratamientos de riego. A los tratamientos T1, T2 y T3 se le asignaron consignas de potencial matricial de suelo de -10 kPa, -20 kPa y -30 kPa,

respectivamente. La dotación en todos los tratamientos fue la misma e igual  $2 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ . El tratamiento T4 consistió en la programación del riego basada en la evapotranspiración de cultivo ( $\text{ET}_c$ ).

Tratamiento	Consigna de activación del riego	Dosis de riego
	$\Psi_m$ (kPa)	$\text{L} \cdot \text{m}^{-2}$
T1	-10	2
T2	-20	2
T3	-30	2
T4	$\text{ET}_c$	2

La  $\text{ET}_c$  se estimó usando el software de riegos PrHo v 2.0 © 2008 (Fundación Cajamar) para cultivo de calabacín y pimiento en invernadero. La  $\text{ET}_c$  se estima con un modelo que está basado en el modelo propuesto por la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1977) y que ha sido adaptado para su uso en los cultivos hortícolas en invernadero, de manera que la  $\text{ET}_c$  puede ser estimada con precisión a partir de valores medidos de radiación solar exterior y la temperatura dentro de invernadero (Fernández et al., 2011). Para la obtención de datos medios, se utilizaron dos series de datos históricas, una para la temperatura interior del invernadero (serie perteneciente a la Estación Experimental de la Fundación Cajamar localizada en La Mojonería, compuesta por 15 años de datos) y otra para la radiación solar exterior (serie perteneciente a la estación de La Mojonería de la Red de Información Agroclimática de Andalucía, compuesta por 10 años de datos).

En cada tratamiento se instalaron cuatro tensímetros electrónicos (Irrometer Co, inc. Riverside, CA, USA) instalados a 15 cm de profundidad por debajo de la capa de arena (zona radicular) y a 15 cm de la planta y del gotero. Todos los tensímetros estaban acoplados a un transductor electrónico que transfería los datos a un equipo de control (Sistema Red Himarcan®). Cada tratamiento de riego, salvo el T4, era activado con un tensímetro electrónico, el resto se empleaban para registrar medidas del potencial matricial del suelo.

El equilibrio de fertiriego fue el mismo en todos los tratamientos. La solución de partida fue la siguiente: 12 de  $\text{NO}_3^-$ , 1,5 de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 6,5 de  $\text{K}^+$ , 4,5 de  $\text{Ca}^{2+}$  y 1,5 de  $\text{Mg}^{2+}$ . A lo largo del ciclo de cultivo, en base a la información obtenida de los análisis de solución de suelo, se realizaron dos correcciones a esta solución, disminuyendo la concentración iónica, manteniendo la relación entre iones.

Para la extracción de la solución de suelo se emplearon sondas de succión Rhizom SMS Rhizosphere®. Se instalaron 6 sondas por tratamiento a una profundidad de 15 cm y en una posición equidistante entre el emisor de riego y la planta, en la zona central de la línea de humedad. Se hicieron extracciones quincenales de solución de suelo, utilizando para ello tubos de vacío de 9 mm (Foto 1). Los análisis de concentración de nitrato se realizaron con el medidor de iones B-743 LAQUAtwin Compact Nitrate Meter (Horiba Co. Ltd., Japón). Además se realizaron determinaciones de la tensión matricial del suelo (kPa), del volumen de agua aplicada ( $\text{L} \cdot \text{m}^{-2}$ ), volumen de drenaje ( $\text{L} \cdot \text{m}^{-2}$ ), altura media de las plantas (m), producción comercial ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) y concentración de nitrato en la solución de suelo.

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  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,01$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de activación automática del riego se ha mostrado eficiente en el mantenimiento de la humedad del suelo. Los tratamientos T1, T2 y T3 se han mantenido en el mismo rango de tensión matricial a lo largo de todo el ciclo de tensión matricial. En cambio el tratamiento T4 ha sufrido oscilaciones grandes a lo largo del ciclo pasando por etapas del orden de -10 kPa a etapas de -60 kPa. Esta oscilación muestra episodios temporales de discordancia entre el consumo de agua del cultivo y las necesidades calculadas mediante la estimación de la ET<sub>c</sub> (Figura 2).

En cuanto al consumo de agua el tratamiento que recibió la mayor cantidad de agua fue T1 (-10 kPa) con 508 L·m<sup>-2</sup>. Le siguieron los tratamientos T2 (-20 kPa) y T4 (ET<sub>c</sub>) con un 24% y un 27% menos, respectivamente. Finalmente, el tratamiento T3 (-30 kPa) recibió la menor cantidad de agua, casi un 40% menos que T1. En ninguno de los tratamientos se registró drenaje (Tabla 1). La evolución de los volúmenes de agua aplicados a lo largo del ciclo de cultivo mostró curvas divergentes entre los tratamientos con control automatizado del riego. La curva del T4, tratamiento programado a partir de la ET<sub>c</sub> estimada a partir de los datos climáticos medios, prácticamente se superpuso a la correspondiente al T2 (-20 kPa) (Figura 3). Estas diferencias en el consumo de agua están asociadas al desigual desarrollo del cultivo. Las plantas del T1 han tenido un mayor crecimiento, alcanzando una altura media al final del ciclo de cultivo de 1,85 m. Las plantas del T3 han sido significativamente más bajas, con una altura media de 1,55 m. Las plantas de los tratamientos T2 y T4 han presentado un crecimiento intermedio (Figura 4).

La producción fue significativamente inferior en el tratamiento T3, no existiendo diferencias entre los demás tratamientos (Tabla 1). La evolución de la producción comercial acumulada muestra mayor precocidad en el tratamiento T3 (Figura 5).

En lo que respecta a la concentración de nitrato en la solución de suelo no se han observado diferencias significativas entre tratamientos, mostrando todos ellos curvas de evolución similares (Figura 6). Dado que la solución nutritiva ha sido la misma en todos los tratamientos, el consumo de fertilizante nitrogenado ha sido proporcional al consumo de agua. Esto indica que las extracciones han sido variables en función del desarrollo alcanzado por el cultivo, no observándose acumulación al final del ciclo, ni pérdidas por drenaje en ninguno de los casos. Si ha sido significativa la acumulación de nitrato en el periodo inicial del ciclo de cultivo en todos los tratamientos, mostrando una concentración iónica excesiva en la solución nutritiva de partida. Tras realizar la primera reducción en la concentración de la solución nutritiva se ha observado una rápida reducción de la acumulación. Al final del ciclo, tras la segunda reducción de la concentración de la solución nutritiva, ha bajado la concentración de nitrato en solución de suelo por debajo de los niveles iniciales, con valores inferiores a 10 mmol·L<sup>-1</sup>.

## CONCLUSIONES

El sistema de activación automática del riego se ha mostrado eficiente en el mantenimiento de la humedad del suelo. El consumo de agua ha variado en función del nivel de humedad establecido. Las diferencias en consumo de agua entre tratamientos están asociadas al desigual desarrollo vegetativo del cultivo. A pesar de las diferencias entre tratamientos, en ninguno de ellos se ha obtenido drenaje. En las condiciones del ensayo, la concentración de nitrato en la solución de suelo no ha mostrado diferencias entre tratamientos. La corrección de la solución nutritiva ha permitido reducir la concentración de nitrato en la solución de suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTTARO, D., SANTAMARIA, P., SIGNORE, A., CANTORE, V., BOARI, F., MONTESANO, F.F. AND PARENTE, A. 2015. Irrigation management of greenhouse tomato and cucumber using tensiometer: Effects on yield, quality and water use. *Agric. Sci. Procedia*. 4:440-444.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. 2009. Orden 7 julio de 2009 por la que se aprueba la modificación de las zonas vulnerables designadas mediante Decreto 36/2008, de 5 de febrero, por el que se designan las zonas vulnerables y se establecen las medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA) nº 157, 13/08/2009:48-51.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL (CAPDR). 2015. Boletín Final. Avance de la Valoración de Campaña 2014/15. Hortalizas protegidas. Almería. 36 pp. FERNÁNDEZ, M., BAEZA, R., CÁNOVAS, G. Y MARTÍN, E. 2011. Protocolo de actuación para disminuir la contaminación por nitratos en cultivos de pimiento y tomate bajo abrigo. 17pp.
- LÉTOURNEAU, G., CARON, J., ANDERSON, L. AND CORMIER, J. 2015. Matric potential-based irrigation management of field-grown strawberry: Effects on yield and water use efficiency. *Agric. Water Manage.* 161:102-113.
- THALHEIMER, M. 2003. Tensiometer modification for diminishing errors due to the fluctuating inner water column. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:737-739.
- VAN IERSEL, M.W., CHAPPELL, M. AND LEA-COX, J.D. 2013. Sensors for improved efficiency of irrigation in greenhouse and nursery production. *HortTech.* 23: 735-746.

## 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).

## FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Sonda de succión Rhizom SMS Rhizosphere® (izqda.). Extracción de la solución del suelo en tubo de vacío (drcha.).

## TABLAS

Tabla 1. Producción comercial, riego aplicado y drenaje para cada tratamiento.

Tratamientos	Producción comercial (kg·m <sup>-2</sup> )	Riego aplicado (L·m <sup>-2</sup> )	Drenaje (L·m <sup>-2</sup> )
T1	9,8 a	508	0
T2	9,3 a	387	0
T3	7,8 b	312	0
T4	8,8 ab	372	0

<sup>1</sup>Letras diferentes en la misma columna y cultivo indican diferencias significativas con una  $p \leq 0,05$ .

## FIGURAS

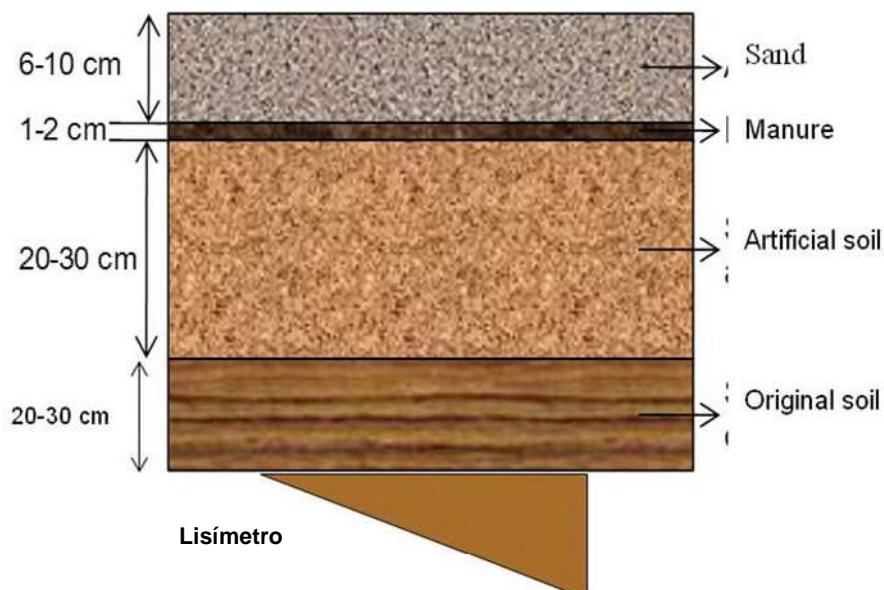


Figura 1. Esquema de instalación de los lisímetros y perfil del suelo enarenado

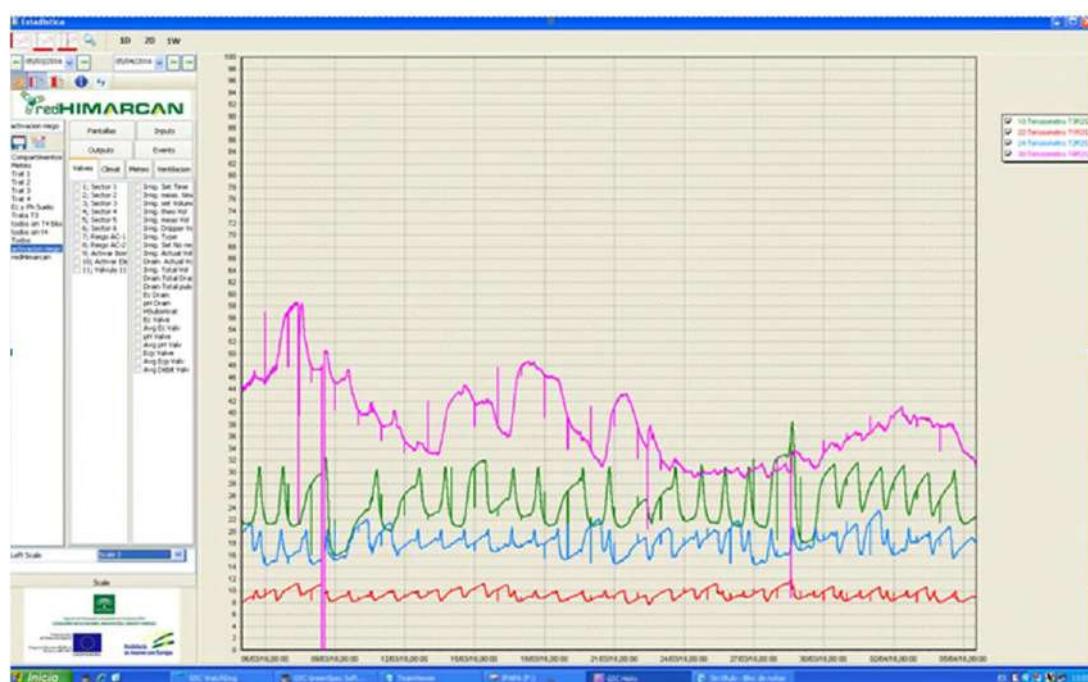


Figura 2. Evolución de la tensión matricial del suelo en un periodo de 50 días (rojo T1, azul T2, verde T3, violeta T4).

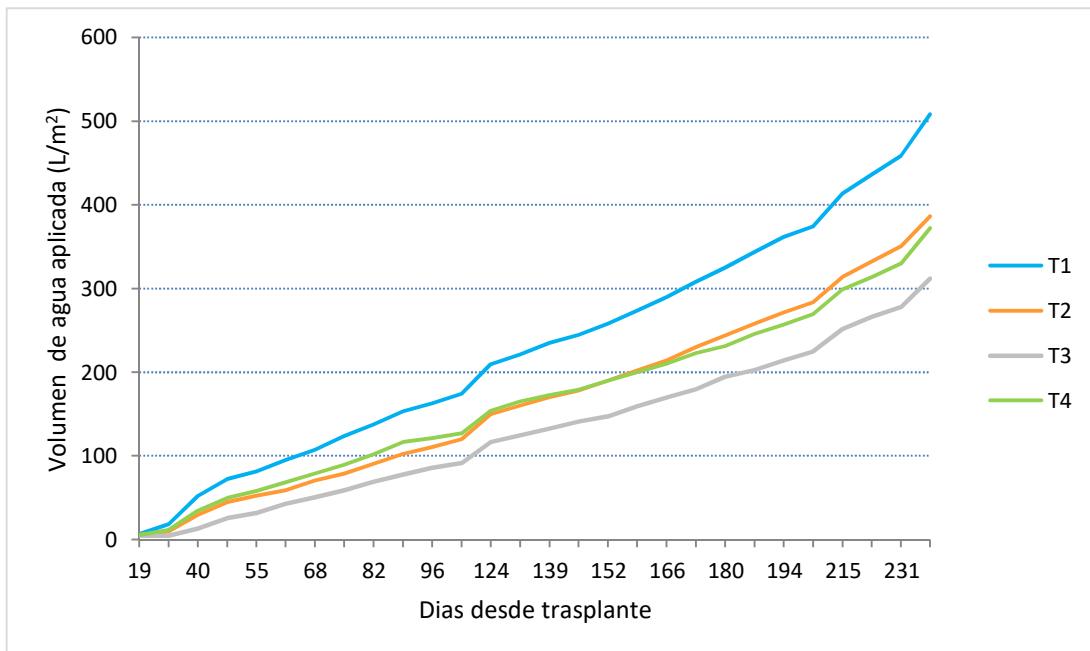


Figura 3. Evolución del volumen de agua aplicada en cada uno de los tratamientos.

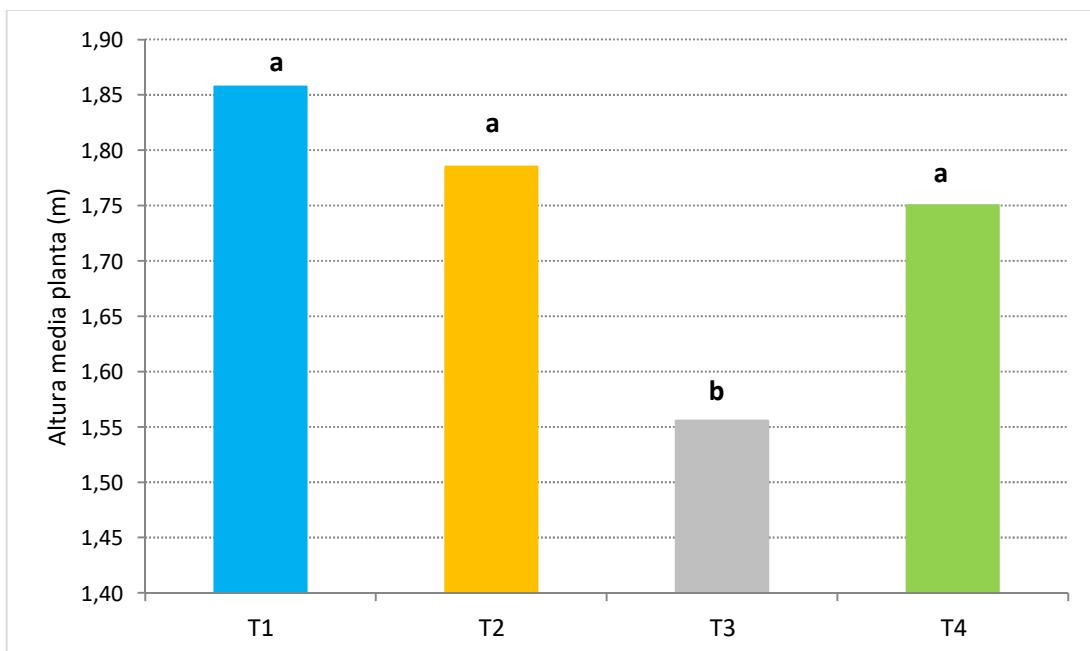


Figura 4. Altura media de las plantas al final del ciclo de cultivo. Letras diferentes indican diferencias significativas con una  $p \leq 0,05$ .

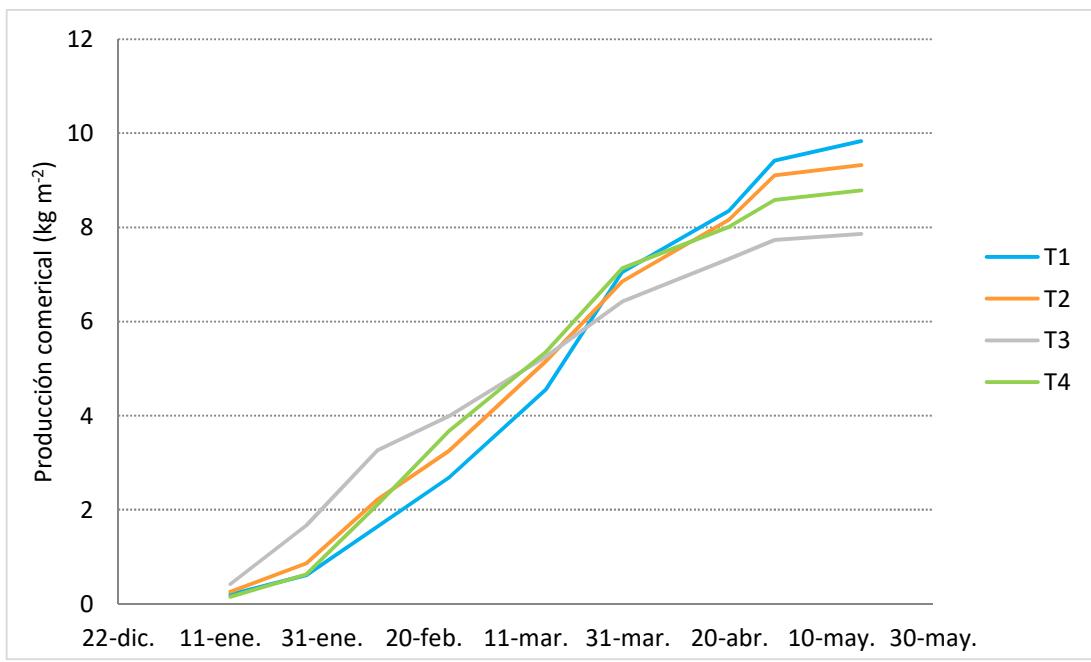


Figura 5. Evolución de la producción comercial acumulada durante el periodo de recolección.

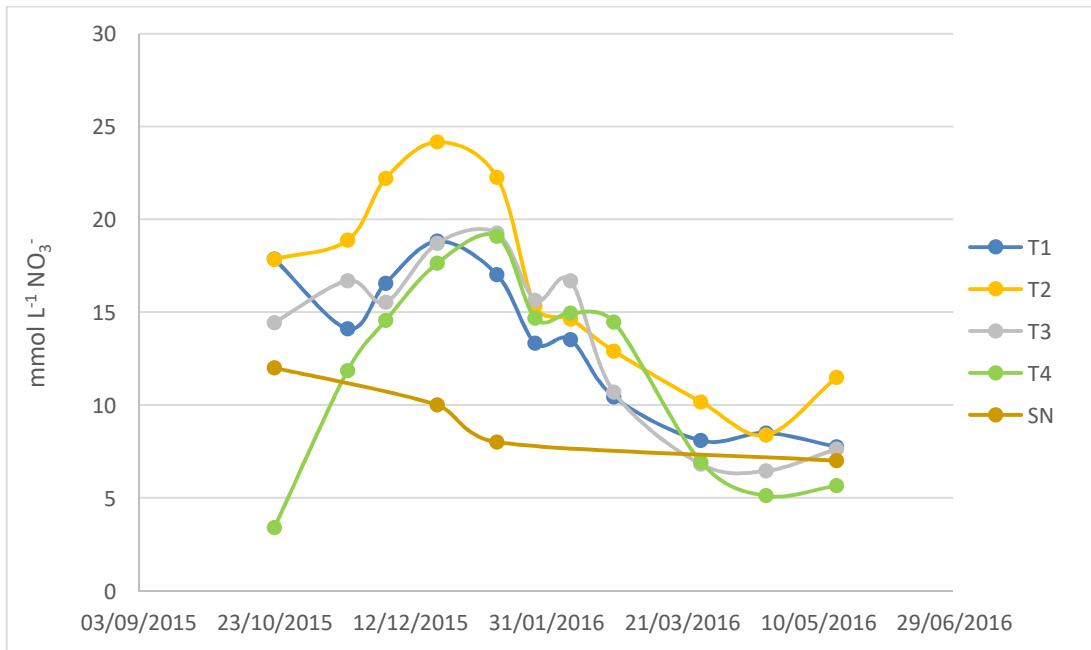


Figura 6. Evolución de la concentración de nitrato en la solución de suelo para cada tratamiento. SN: solución nutritiva.

# EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA VARIEDAD DE TOMATE ‘ORONE’®

Raya, V.<sup>1</sup>; Socorro A.R.<sup>2</sup> y Amador, L.J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ICIA. Dpto. Ornamentales y Horticultura. EIH Santa Lucía de Tirajana (Las Palmas)

<sup>2</sup> ICIA. Dpto. Suelos y Riegos. Finca Isamar (S/C Tenerife)

<sup>3</sup> Cultesa. Dpto. I+D+i (S/C Tenerife)

## RESUMEN

‘Orone’®, es la primera variedad comercial y protegida de tomate registrada en Canarias (NRVC 20130157 y NRVP 20135074). Con el fin de establecer los niveles adecuados de nutrición que asegurase un rendimiento y calidad de fruta óptimos, se desarrolló un ensayo aportando diferentes equilibrios entre el nitrógeno y el potasio en la solución nutritiva: Tratamiento Control (TC), relación nitrógeno-potasio N/K ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) = 2; Tratamiento A (TA), relación N/K = 1,3 (30 % más de potasio que el Control); Tratamiento B (TB), relación N/K = 0,9 (40 % menos de nitrógeno y 30 % más de potasio que el Control). Como cultivar control se utilizó ‘Dorothy’, por ser una de las más cultivadas para el mercado canario de exportación y tener un tamaño medio de fruto similar al cultivar local.

La variedad comercial ‘Orone’® mostró un buen comportamiento productivo, alcanzando mayores producciones netas que ‘Dorothy’ ( $15,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  frente a  $13,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , respectivamente), siendo los tratamientos de fertilización TC y TA los de mayor producción y mejor comportamiento postcosecha en ambas variedades. Con la fertilización TB, aunque se mejoró la eficiencia en el uso de nutrientes con respecto a los demás tratamientos de fertilización, la producción total obtenida fue significativamente menor ( $16,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  en TB en relación a  $19,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  tanto en TC como en TA).

El tipo de abonado no influyó en la cantidad total de sólidos solubles de los frutos, pero sí se alcanzaron diferencias significativas entre variedades, con medias de 4,6 °Brix en ‘Orone’® frente a 4 °Brix de el cultivar ‘Dorothy’, tanto de frutos recolectados en color pintón como en maduro.

En función de los resultados obtenidos, el cultivar ‘Orone’® presentó un buen comportamiento productivo y de calidad con la fertilización Control (sin tener que aumentar las aportaciones de potasio), recomendándose para plantaciones tardías y de ciclos cortos a medios.

**Palabras clave:** nutrición, concentración de absorción, potasio, nitrato.

## INTRODUCCIÓN

‘Orone’® es la primera variedad comercial (NRVC 20130157) y protegida (NRVP 20135074) de tomate registrada en Canarias por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente (B.O.E.). Dentro de los estudios de caracterización morfológica, bromatológica, organoléptica y evaluación agronómica llevados a cabo con una colección de tomate tradicional canario representada por 57 accesiones (Amador *et al.*, 2009, 2012), el cultivar ‘Orone’® se diferenció de las restantes por presentar un equilibrio entre sus rendimientos productivos y la alta calidad de sus frutos (Amador *et al.*, 2010).

El ‘Orone’® es un tomate tradicional, cuyo origen se sitúa en la isla de La Gomera, que se ha recuperado por ser un tomate carnosos, jugoso, sabroso, aromático, con un color intenso y una larga conservación.

Tras un proceso de selección y mejora llevado a cabo desde el año 2009 con la población original de esta variedad, el ‘Orone’® actualmente es considerado un producto canario diferenciado de alta calidad que alcanza la deferencia de tomate gourmet, ofreciendo el sabor del auténtico tomate tradicional canario. En base a estas consideraciones, el ‘Orone’® está en condiciones de competir con cualquier otro tomate que se está comercializando en las Islas, sobre todo porque sus valores nutricionales, color, olor y sabor superan con creces al resto de tomates del mismo tipo (redondo-liso) que existen en el mercado.

Dada la importancia de la nutrición en los parámetros productivos y de calidad de fruta, resultó de interés conocer la demanda nutritiva del cultivo y su respuesta a diferentes niveles de nutrientes. La demanda de potasio en el cultivo de tomate es bastante alta, relacionado con el rápido crecimiento del cultivo junto con una alta carga de frutos (Chapagain and Wiesman, 2004). Bajos niveles de potasio en planta, se traducen en una reducción drástica de la expansión de hojas, cosecha y proporción de frutos de primera calidad (Passam *et al.*, 2007). Según Besford and Maw (1974), concentraciones de potasio en la solución nutritiva inferiores a 2 meq·L<sup>-1</sup> retrasaron el desarrollo de flores y el establecimiento de los frutos, alcanzando mayores producciones con concentraciones por encima de 5 meq·L<sup>-1</sup>.

En cuanto a los parámetros de calidad del tomate, un aporte adecuado de potasio aumenta la acidez titulable mejorando, por tanto, su calidad sensorial. Algunos autores han obtenido correlaciones entre el contenido de sólidos solubles en fruto y la disponibilidad de potasio en suelo o el contenido en planta, aunque con un nivel de impacto bajo (Hartz *et al.*, 1999). Por otro lado, niveles bajos de potasio en la solución nutritiva se relacionan con desórdenes en la maduración (Adams, 2002), mejorando la coloración interior y exterior del fruto al aumentar la fertilización potásica (Hartz *et al.*, 1999). A su vez, el aporte de nitrógeno por encima de los niveles considerados como óptimos, puede reducir algunas características cualitativas del fruto, como el pH, sólidos solubles, contenido en glucosa y fructosa, así como la relación entre azúcares reducidos y sólidos totales (Parisi *et al.*, 2006). El contenido de fósforo en suelo, no parece influir de manera considerable en los sólidos solubles totales, pH, acidez y coloración del fruto (Oke *et al.*, 2005). En cambio, el calcio sí juega un papel importante en la calidad del fruto, asociado a su influencia en la aparición de BER (Blossom end rot) y microrrayado (Lichter *et al.*, 2002).

Por todo ello, con el fin de establecer el equilibrio nutritivo adecuado en la variedad de tomate ‘Orone’®, que garantizara una producción y calidad óptimas de fruto, se llevó a cabo un ensayo de fertilización aplicando diferentes equilibrios entre el nitrato y el potasio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En ensayo se realizó en la Finca La Estación situada en Vecindario (Gran Canaria) perteneciente al Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Se utilizó un invernadero multitúnel de cubierta lateral de policarbonato y cenital de polietileno de 800 galgas con 4,5 m a canal y 5,7 m a cumbre, dotado de ventilación cenital abatible a sotavento y barlovento y lateral tipo guillotina.

El material vegetal utilizado fue el cultivar ‘Orone’® y el cultivar ‘Dorothy’ (De Ruiter) injertadas sobre ‘Maxifort’ (Seminis). El marco de plantación utilizado fue de 2 m entre filas y 0,4 m entre plantas a 2 tallos por planta (2,5 tallos·m<sup>-2</sup>), utilizando el sistema de conducción con entutorado alto y descuelgue de tallos (Fotografía 1Fotografía 2).

La fecha de trasplante fue el 2 de diciembre de 2014 y el cultivo finalizó el 12 de junio de 2015. La recolección de la fruta comenzó el 26 de febrero de 2015.

### Tratamientos

Para comparar el efecto de la nutrición sobre la calidad del fruto, se utilizaron 3 tipos de fertilización, en función de la relación entre el Nitrato y el Potasio (N/K) en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ :

Tratamiento Control (TC): relación N/K = 2 (7 - 8  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de nitrato y 3,5 - 4  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de potasio).

Tratamiento A (TA): relación N/K = 1,3 (30% más de potasio que el Control).

Tratamiento B (TB): relación N/K = 0,9 (40% menos de nitrato y 30% más de potasio que el Control).

La composición media de la solución nutritiva aplicada en cada tratamiento se muestra en la siguiente Tabla:

	<b>TC (<math>\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}</math>)</b>	<b>TA (<math>\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}</math>)</b>	<b>TB (<math>\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}</math>)</b>
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	6,9	6,1	4,2
<b>P-H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	1,8	1,8	1,7
<b>K<sup>+</sup></b>	3,6	4,6	4,7
<b>Ca<sup>+2</sup></b>	2,8	2,7	2,6
<b>Mg<sup>+2</sup></b>	2,6	2,3	2,2
<b>S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	1,4	2,0	2,9
<b>Na<sup>+</sup></b>	8,5	8,3	8,5
<b>Cl<sup>-</sup></b>	10,5	10,4	10,5
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	0,6	0,5	0,4

### Controles

- Volumen diario de agua aplicada y drenada en 2 tablas de lana de roca por tratamiento y repetición.
- Consumo total de nutrientes: calculado como la diferencia entre el volumen y composición de la solución nutritiva aplicada y el volumen y composición de la solución nutritiva drenada.
- Concentración de absorción de nutrientes: cantidad de nutrientes aplicados por volumen de agua consumida. Para ello, cada quince días se realizó el análisis de la composición de la solución nutritiva aplicada y drenada.
- Parámetros de rendimiento: Producción total y neta y calibres de fruta [P (35-47 mm), MM (47-57 mm), M (57-67 mm), G (67-82 mm) y GG (82-102 mm)].
- Parámetros de calidad: se determinó en varios momentos a lo largo del ciclo con fruta en dos estados de maduración (pintón y maduro). Los parámetros evaluados en 5 frutos por medida fueron: dureza (durómetro Durofel con punta de 0,25 cm<sup>2</sup>) y contenido de sólidos solubles totales (SST) (refractómetro Atago ATC-20E) y color (colorímetro Minolta CR 400).

### Diseño experimental

El diseño experimental fue en split-plot, con la variedad (Orone® y Dorothy) como factor principal y el tipo de fertilización (TC, TA y TB) como factor secundario, con 3 repeticiones. La unidad experimental constó de 2 tablas de sustrato con 3 plantas cada una (6 plantas en total).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consumo de Agua

Se encontraron diferencias significativas en el consumo de agua entre cultivares, con  $454 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$  en ‘Orone’® frente a  $384 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$  de ‘Dorothy’ y, a su vez, entre tratamientos de fertilización, alcanzando menor consumo las plantas del tratamiento TB ( $367 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ ), frente al TA y el Control ( $454$  y  $436 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ , respectivamente) (Figura 1).

### Consumo de Nutrientes

En general, el cultivar ‘Orone’® alcanzó un consumo de nutrientes superior a ‘Dorothy’: entre 18 % - 37 % más de N, 14 % - 33 % de P y 7 % - 17 % de K, según el tratamiento de fertilización (Tabla 1). Al comparar los tipos de fertilización aplicada, se observó una reducción en el consumo de nutrientes en TB con respecto al Control: 30 % menos de N, P y Ca, 23 % menos de K y 20 % menos de Mg.

### Concentración de Absorción de Nutrientes

La reducción en la concentración de nitrato aplicada en la solución nutritiva del tratamiento B, influyó en la menor concentración de absorción observada en este tratamiento con respecto a los otros dos, en ambas variedades. Las diferencias fueron más acusadas en los primeros meses hasta el momento de la recolección, con medias en torno a  $7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  en TB, frente a  $8,3$  y  $8,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  en TA y TC, respectivamente, en ambas variedades.

Con respecto al potasio, se observó un incremento en su concentración de absorción en el momento de engorde de los primeros frutos, entre 3 y 4 semanas antes del comienzo de la recolección (finales de febrero), coincidiendo con la reducción en las concentraciones de nitrato, fosfato, sulfato, calcio y magnesio, al igual que lo observado por Magán (2005) y Raya (2014). Este máximo en la concentración de potasio coincide con el aumento en la carga de frutos, lo que podría explicarse por la mayor proporción de este nutriente en el fruto con respecto a nitrato, calcio y magnesio (Voogt, 1993). Según Gertsson (1995), además de influir el cambio de crecimiento vegetativo a generativo de la planta, el pico en la absorción de potasio coincide con un incremento súbito en la tasa de crecimiento del cultivo. Otros autores (Voogt, 1993), también sugieren que el período de alta carga de fruta coincide con una reducción del crecimiento de las raíces, lo que puede resultar en una reducción de la capacidad de absorción de calcio y magnesio. Por tanto, se podría pensar en la mayor dependencia, durante este período, del estado de desarrollo del cultivo en la concentración de absorción de nutrientes (Magán, 1999; Parra *et al.*, 2008), momento en el que, según Gertsson (1995), se equilibra la relación fuente-sumidero entre frutos y parte vegetativa (porcentaje de materia seca distribuida a frutos y parte vegetativa del 79 % y 21 %, respectivamente). Durante ese período hasta la recolección, se encontraron valores mayores de absorción de potasio en TA y TB con respecto al Control, en ambas variedades:  $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  en TC frente a  $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  en los tratamientos TA y TB (Figura 2).

Después del comienzo de la recolección, las concentraciones de absorción de los diferentes elementos se mantuvieron relativamente constantes, con oscilaciones que se asocian a las condiciones climáticas (Jemaa *et al.*, 1995; Sonneveld, 2000), ya que diversos autores han encontrado buenas correlaciones realizando regresiones múltiples entre las concentraciones de absorción de iones, principalmente nitrógeno y potasio, y variables climáticas como radiación, temperatura y DPV (Raya, 2014; Gómez *et al.*, 2003; Klaring *et al.*, 1997; Jemaa *et al.*, 1995).

Al final del ciclo de cultivo, las concentraciones de absorción de los diferentes nutrientes comenzaron a descender coincidiendo con el aumento de la radiación y temperatura en ese período (mayo-junio).

### Producción

No se encontraron diferencias significativas en la producción total obtenida entre cultivares, pero sí entre tratamientos de fertilización, con menor producción en el tratamiento de fertilización TB, con  $16,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , frente a  $19,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  tanto TA como en TC. Esta reducción en cosecha podría asociarse a un aporte de nitrógeno inferior al óptimo en el tratamiento TB, que reduce el número y tamaño de los frutos producidos, además de su calidad, color y sabor. El nitrógeno es un elemento constituyente de proteínas y aminoácidos, sin el cual no se posibilitan funciones vitales del crecimiento y reproducción de las plantas (Sainju *et al.*, 2003).

En cuanto a la producción neta, el cultivar ‘Orone’® alcanzó una producción significativamente mayor que ‘Dorothy’ ( $15,5$  frente a  $13,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , respectivamente), con el Control y TA obteniendo también mayor producción ( $14,9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) que el tratamiento TB ( $13,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) ( $p = 0,02$ ). Se observó una cierta interacción entre las variedades y los tratamientos de fertilización. Así, el cultivar ‘Orone’® mostró una mejor producción con la Fertilización Control, mientras que en ‘Dorothy’ fue con la fertilización TA (Figura 3).

También se encontraron diferencias significativas en la producción de destiño entre cultivares, con un 17 % en ‘Orone’® frente a un 27 % de ‘Dorothy’.

### Calibres

Los calibres predominantes en ambas variedades fueron M y MM, observándose diferencias en los porcentajes obtenidos en función del tratamiento de fertilización aplicado. Los mayores porcentajes de calibre M en ambas variedades, se encontraron en los tratamientos de fertilización TC y TA (66 y 62 %, respectivamente), valores significativamente superiores a los encontrados en TB (56 %). Sin embargo, en el calibre MM se alcanzó un porcentaje significativamente mayor en TB (43 %) en relación a TC y TA (38 % y 34 %, respectivamente) (Figura 4).

### Eficiencia en el Uso de Nutrientes (EUN)

Al relacionar el consumo de nutrientes con la producción neta obtenida, no se observaron diferencias en la eficiencia en el uso de nutrientes (EUN) entre cultivares. Sin embargo, teniendo en cuenta el tipo de fertilización aplicada, las mejores eficiencias en el uso de nutrientes se alcanzaron con el tratamiento TB, en relación a TC y TA. Con respecto al potasio, el cultivar ‘Orone’® mostró valores similares en los tratamientos TB y TC. En ‘Dorothy’, la eficiencia en el uso de dicho nutriente fue mejor al emplear los tratamientos TB y TA en relación al Control (Figura 5).

### Parámetros de calidad del fruto

Se realizaron medidas de parámetros de calidad de fruto a lo largo del ciclo de cultivo, desde principios de mayo hasta finales de junio, con fruta en estado verde pintón (CBT 3-5) y en estado maduro (CBT 7-9) (Foto 3).

En cuanto a la dureza no se observaron diferencias entre variedades en ninguno de los dos estados de maduración, con medias de 89,1 % y 87,7 % en verde, y de 82,9 % y 83,0 % en estado maduro, para ‘Orone’® y ‘Dorothy’, respectivamente. En estado verde pintón, el tratamiento TC tuvo un mejor comportamiento en cuanto a la dureza de fruto, aunque en estado maduro no se observó una tendencia clara en función del tratamiento de fertilización aplicado (Figura 6).

El tipo de abonado no influyó en la cantidad total de sólidos solubles de los frutos, pero sí se alcanzaron diferencias significativas entre cultivares, con  $4,6^\circ \text{Brix}$  en el cultivar ‘Orone’® frente a  $4,0^\circ \text{Brix}$  del cultivar ‘Dorothy’, tanto en estado pintón como maduro (Figura 7).

Con respecto al color del fruto en estado maduro, se observaron diferencias ( $p=0,018$ ) entre ‘Orone’® ( $59,5 ^\circ\text{Hue}$ ) y ‘Dorothy’ ( $65,0 ^\circ\text{Hue}$ ), sin que la fertilización afectara a este parámetro (Figura 8).

## CONCLUSIONES

La variedad local ‘Orone’® mostró un comportamiento productivo óptimo, alcanzando mayor producción neta que ‘Dorothy’.

En ambos cultivares, los tratamientos de fertilización Control y TA (30 % más de potasio que el Control) mostraron mayor producción y frutos de mayor calibre en relación a TB (40 % menos de nitrato y 30 % más de potasio que el Control).

Con la fertilización TB, aunque se mejoró la eficiencia en el uso de nutrientes con respecto a los demás tratamientos de fertilización, la producción total obtenida fue significativamente menor ( $16,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  en TB en relación a  $19,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  tanto en TC como en TA), lo que apunta a que el nivel de nitrógeno aportado en dicho tratamiento estuvo por debajo del óptimo en ambos cultivares.

No se observó una mejora clara en dureza o contenido de SST en el momento de la recolección según el tipo de fertilización, pero sí se alcanzaron diferencias entre cultivares en este último parámetro, con medias de  $4,6^{\circ}\text{Brix}$  en ‘Orone’® frente a  $4,0^{\circ}\text{Brix}$  en ‘Dorothy’.

A la vista de los resultados obtenidos, el cultivar ‘Orone’® presentó un buen comportamiento productivo y de calidad con la fertilización Control (sin tener que aumentar las aportaciones de potasio), mejorando incluso la producción neta y el contenido en SST en relación a ‘Dorothy’, recomendándose en plantaciones tardías y de ciclos cortos a medios. Los estudios de fertilización, producción y calidad de fruto llevados a cabo con el tomate ‘Orone’® han permitido determinar su idoneidad y potencial como variedad comercial de alta calidad competitiva para el mercado de tomate en Canarias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P. 2002. Nutritional control in hydroponics. In. Savvas, D. Passam HC (eds) Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Embryo Publications, Athens, Greece, pp. 211-261.
- AMADOR, L., CRUZ, T., SANTOS, B., RODRÍGUEZ, E., DÍAZ, C., RÍOS, D. 2009-2012. Selección y mejora de las variedades tradicionales de tomates de Canarias. Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI). IDT-TF 08025. Entidades participantes: Cultesa, Ccbat, ULL.
- AMADOR, L., RÍOS, D., RODRÍGUEZ, B., PARRILLA, M., RODRÍGUEZ, E., DÍAZ, C. 2010. Lycopene content in local tomato cultivars of Canary Islands. 28<sup>th</sup> Intern. Horticultural Congress. Portugal.
- AMADOR, L., SANTOS, B., Y RÍOS, D. 2012. Variedades tradicionales de tomates de Canarias. Tenerife. ISBN: 97884-695-6681-7, 233 pp.
- BESFORD, R.T. AND MAW, G.A. 1974. Effect of potassium nutrition on tomato plant growth and fruit development. Plant and soil 42 (2): 395–412.
- B.O.E. Boletín Oficial del Estado, Núm. 38, 13 de febrero de 2016 Sec. III. Pág. 11708. 1483 Orden AAA/153/2016, de 10 de febrero, por la que se dispone la inclusión de variedades de distintas especies en el Registro de Variedades Comerciales.
- B.O.E. Boletín Oficial del Estado, Núm. 13, 16 de enero de 2017 Sec. III. Pág. 3987. 482 Orden APM/11/2017, de 10 de enero, por la que se dispone la concesión de títulos de obtención vegetal en el Registro de Variedades Protegidas.
- CHAPAGAIN, B.P. AND WIESMAN, Z. (2004). Effect of potassium, magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. Scientia Horticulturae 99, 279-288.

- GERTSSON, U. E. 1995. Nutrient uptake by tomatoes grown in hydroponics. *Acta Horticulturae* 401: 351-357
- GÓMEZ, M. D., A. BAILLE, M. M. GONZÁLEZ-REAL Y J. M. MERCADER. 2003. Comparative analysis of water and nutrient uptake of glasshouse cucumber grown in NFT and perlite. *Acta Horticulturae* 614: 175-180.
- HARTZ, T.K., MIYAO, G., MULLEN, R.J., CAHN, M.D., VALENCIA, J. AND BRITTAN, K.L. 1999. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124 (2): 199-204.
- JEMAA, R., B. BOULARD Y A. BAILLE. 1995. Some results on water and nutrient consumption of a greenhouse tomato crop grown in rockwool. *Acta Horticulturae* 408: 137-145.
- KLARING, H. P., D. SCHWARZ Y A. HEIBNER. 1997. Control of nutrient solution concentration in tomato crop using models of photosynthesis and transpiration: a simulation study. *Acta Horticulturae* 450: 329-335.
- LICHTER, A., DVIR, O., FALLIK, E. COHEN, S. GOLAN, R. SHEMER, Z. SAGI, M. 2002. Craking of cherry tomatoes in solution. *Postharvest biology and technology* 26: 305-312.
- MAGÁN, J. J. 1999. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. En: Fernández Fernández, M. y I. N. Cuadrado Gómez (eds.). *Cultivos sin suelo II. Curso Superior de Especialización.* pp. 173-205.
- MAGÁN, J. J. 2005. Respuesta a la salinidad del tomate larga vida en cultivo sin suelo recirculante en el sureste español. Tesis doctoral. Universidad de Almería, Almería. pp. 171.
- OKE, M.; AHN, T.; SCHOFIELD, A. AND PALIYATH, G. 2005. Effects of phosphorus fertilizer supplementation on processing quality and functional food ingredients in tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 1531-1538.
- PARISI, M., GIORDANO, I. PANTANGELO A., D'ONOFRIO, B. VILLARI, G. 2006. Effects of different levels of nitrogen fertilization on yield and fruit quality in processing tomato. *Acta Horticulturae* 700: 129-132.
- PARRA, M., I. MOLINA, V. RAYA Y M. C. CID. 2008. Concentraciones de absorción de nutrientes en tomate: influencia del ciclo de cultivo y de las condiciones climáticas. En: Seminario de técnicos y especialistas en horticultura. Sitges, Barcelona. Publicaciones del MAARM.
- PASSAM, H.C., KARAPANOS, I.C., BEBELI, P.J., SAVVAS, D. 2007. A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The European Journal of plant science and biotechnology* 1(1): 1-21.
- RAYA, V. 2014. Mejora de la productividad del cultivo de tomate para exportación en Canarias. Tesis. Universidad de La Laguna. pp. 239.
- SAINJU, U.M., DRIS, R. AND SINGH, B. 2003. Mineral nutrition of tomato. *Food, Agriculture & Environment* Vol.1(2) : 176-183.
- SONNEVELD, C. 2000. Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Thesis. Wageningen University. pp. 151.
- VOOGT, W. 1993. Nutrient uptake of year round tomato crops. *Acta Horticulturae* 339: 99-112.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen tanto a CULTESA como al ICIA la financiación recibida

para la realización del presente trabajo.

## FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1: Ensayo experimental al mes del trasplante



Fotografía 2: Cultivo en producción, cultivares 'Orone'® (izda) y 'Dorothy' (dcha).





Foto 3: Estado de maduración para las medidas de calidad de fruto: a) estado pintón (CBT 3-5) y b) estado maduro (CBT 7-9).

## TABLAS

Tabla 1: Consumo de elementos nutritivos ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) en Orone® y Dorothy, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

Variedad	Trat	N	P	K	Ca	Mg	S
Orone®	TC	48,9 a*	24,1 a	84,1 b	50,3 a	15,7 ab	18,1
	TA	50,3 a	22,6 a	88,9 a	49,2 a	17,3 a	21,2
	TB	33,0 c	16,2 c	63,0 d	33,5 cd	12,4 cd	17,9
Dorothy	TC	38,5 b	19,7 b	73,5 c	39,8 b	13,5 bc	15,6
	TA	36,7 bc	16,9 c	75,7 bc	37,6 bc	13,7 bc	17,8
	TB	27,9 d	14,2 d	58,9 d	30,5 d	10,9 d	16,2

\*Datos seguidos de la misma letra dentro de la misma columna, no son significativamente diferentes con una probabilidad de error del 5 % según el test LSD.

## FIGURAS

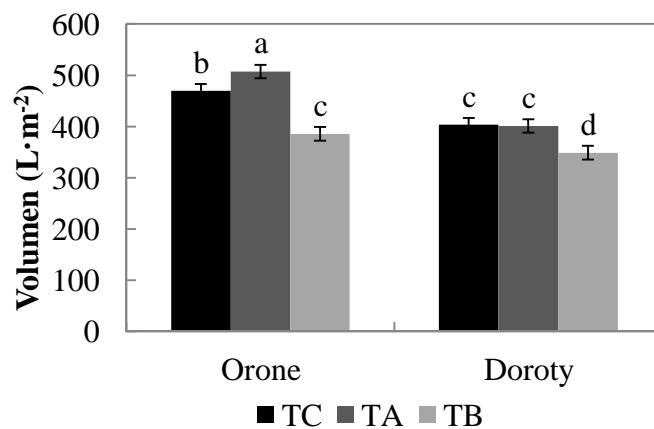


Figura 1: Consumo de agua ( $\text{L}\cdot\text{m}^{-2}$ ) en 'Orone'® y 'Dorothy', para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB). Datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con una probabilidad de error del 5 % según el test LSD.

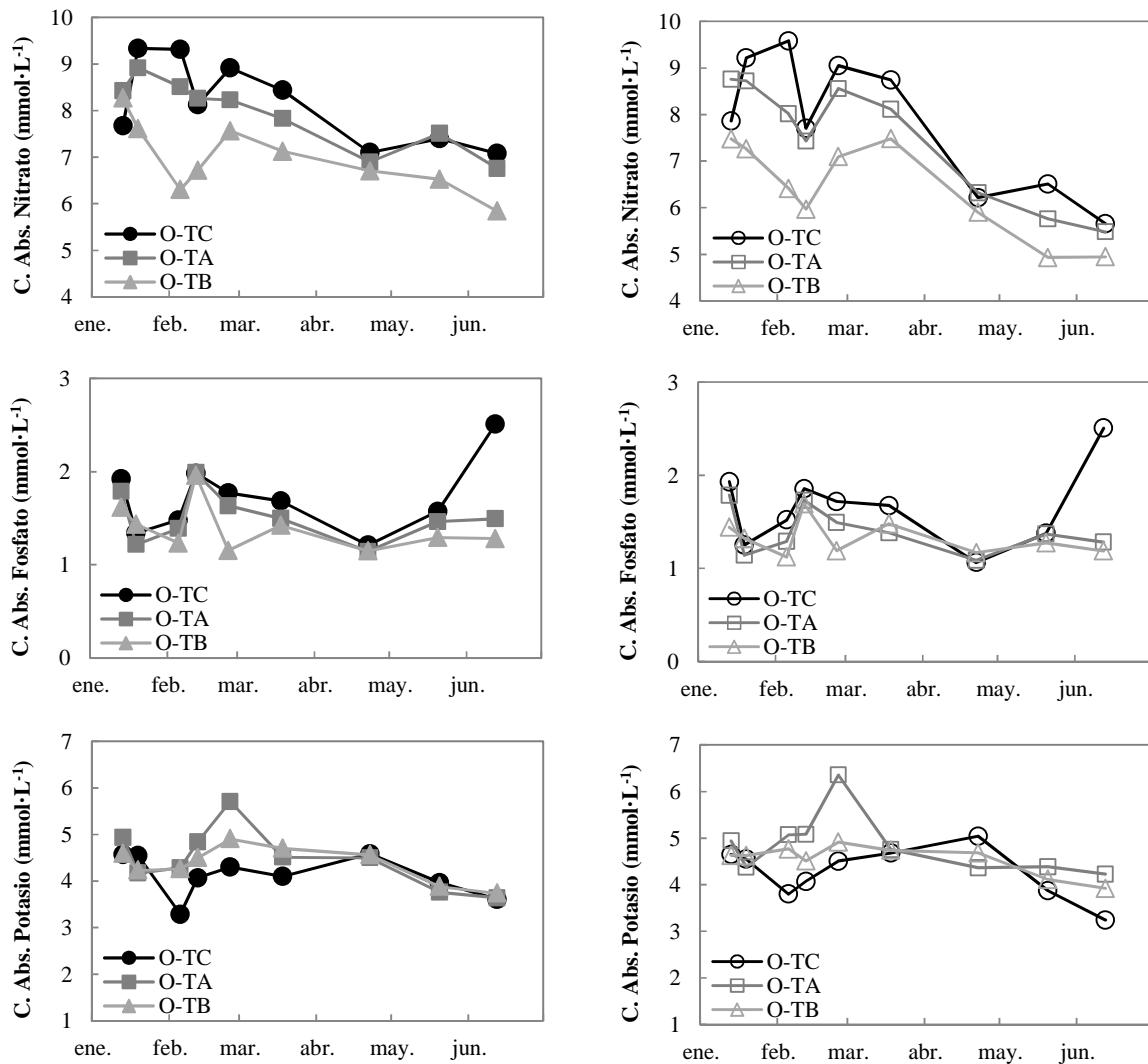


Figura 2: Concentraciones de absorción de nutrientes ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de N-Nitrato, P-Fosfato y Potasio, en ‘Orone’® (O) y ‘Dorothy’ (D), para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

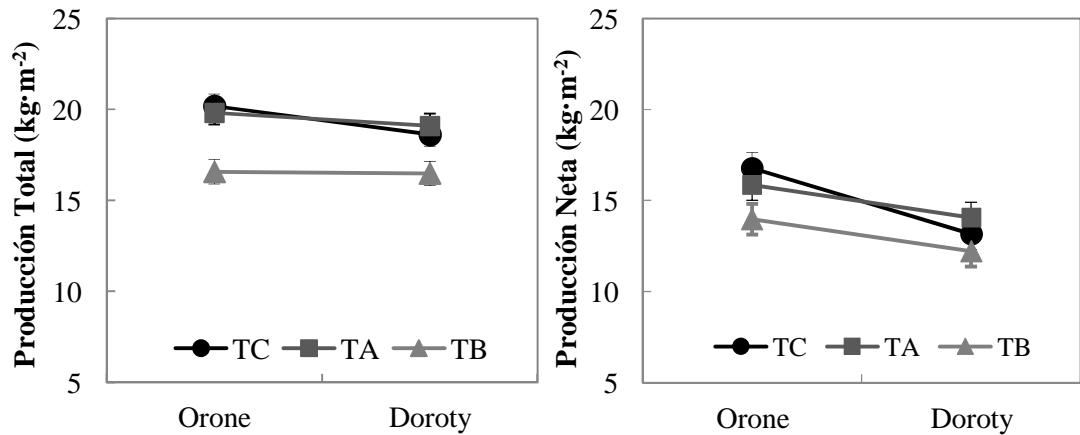


Figura 3: Producción Total (izda) y Neta (dcha) en ‘Orone’® y ‘Dorothy’, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB). Datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con una probabilidad de error del 5 % según el test LSD.

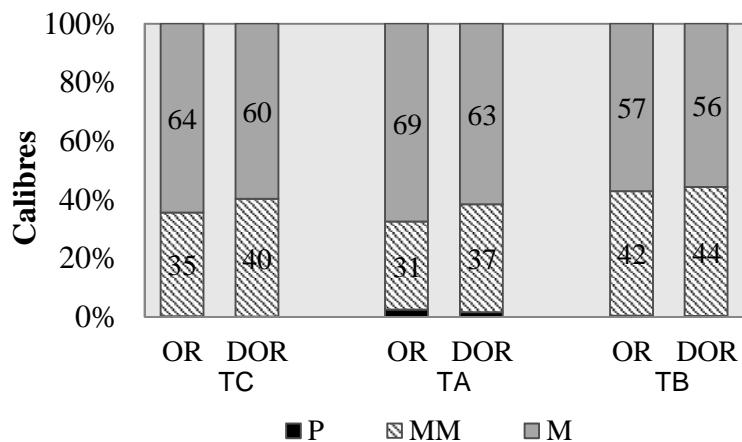


Figura 4: Porcentaje de frutos de calibre P (35-47 mm), MM (47-57 mm), M (57-67 mm), G (67-82 mm) y GG (82-102 mm), en ‘Orone’® (OR) y ‘Dorothy’ (DOR), para cada uno de los tratamientos de fertilización, TC, TA y TB.

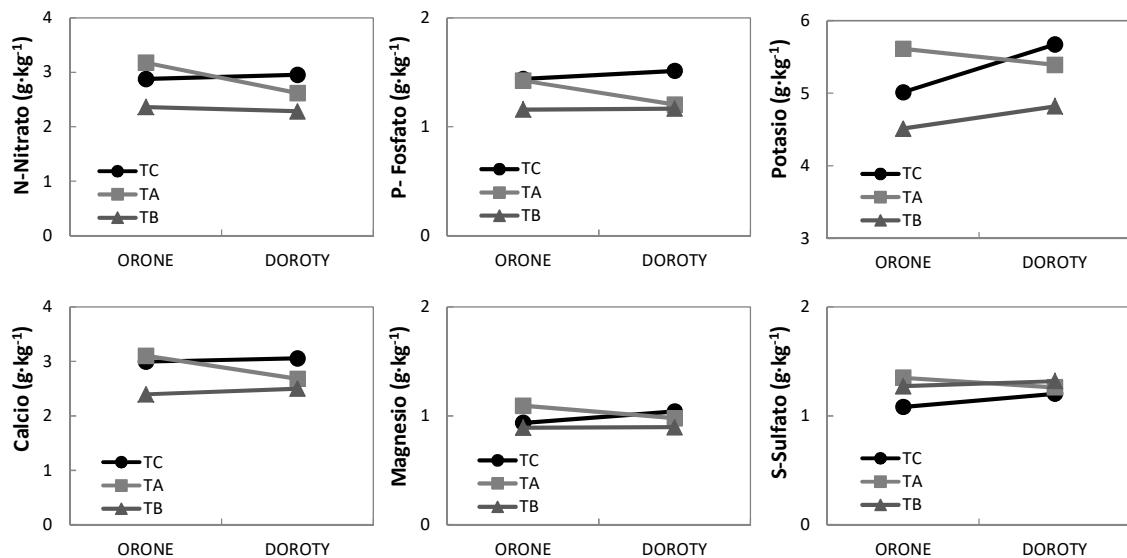


Figura 5: Eficiencia en el uso de nutrientes (N-Nitrato, P-Fosfato, Potasio, Calcio, Magnesio y S-Sulfato), en ‘Orone’® y ‘Dorothy’, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

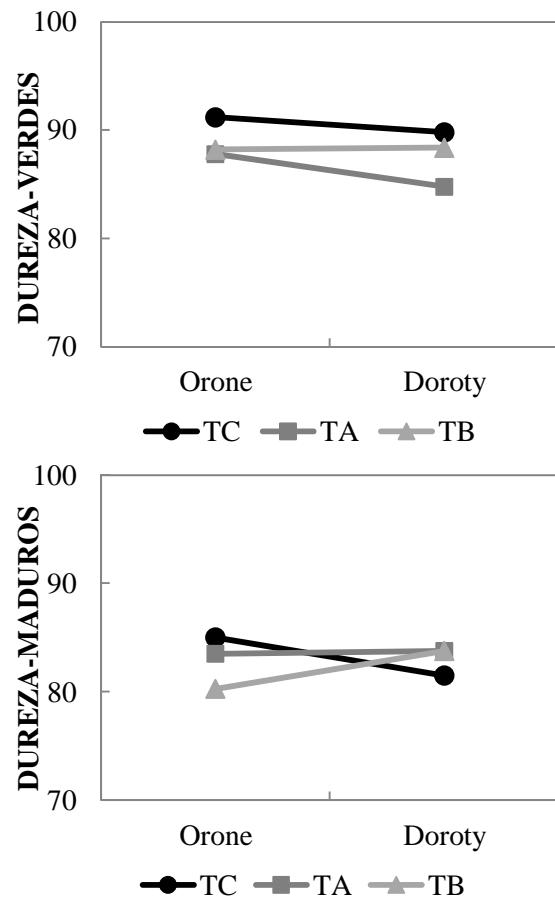


Figura 6: Dureza de los frutos recolectados en estado verde pintón (izda) y maduro (dcha), en ‘Orone®’ y ‘Dorothy’, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

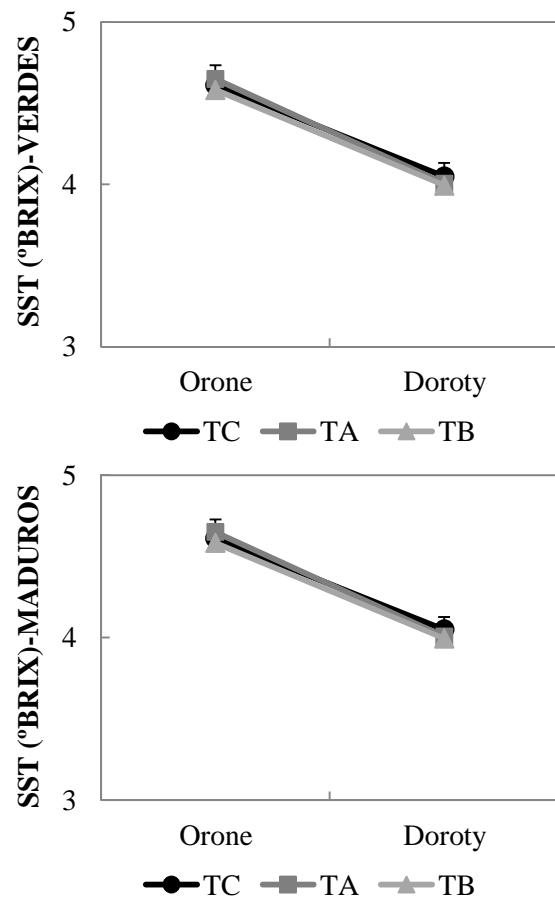
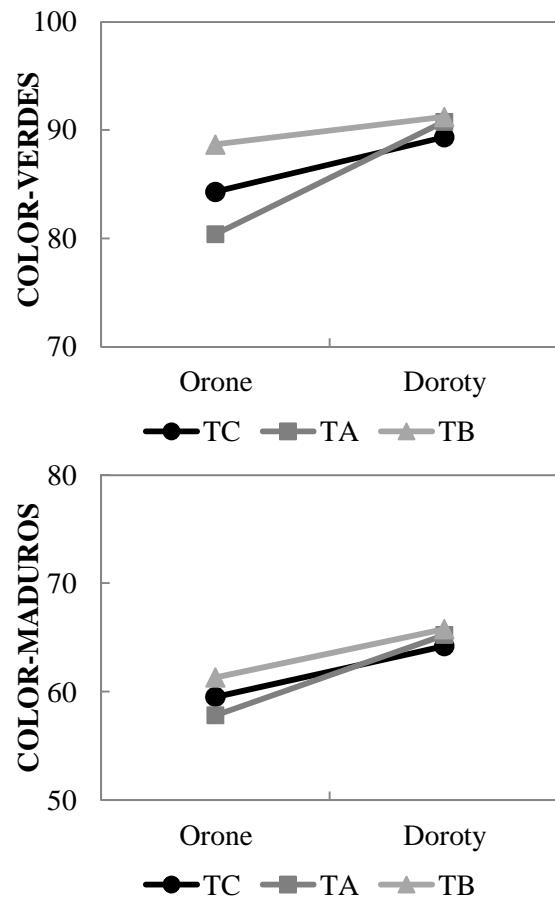


Figura 7: Contenido de sólidos solubles totales (SST), en <sup>°</sup>brix, de los frutos recolectados en estado verde pintón (izda) y maduro (dcha), en ‘Orone’<sup>®</sup> y ‘Dorothy’, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).



# **ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EN LECHUGA MEDIANTE LISIMETRÍA DE PESADA, FOTOGRAFÍA CENITAL Y SENORES DE HUMEDAD DEL SUELO DE BAJO COSTE. ALGUNOS RESULTADOS INICIALES.**

Ruiz Canales, A.<sup>1</sup>; Molina Martínez, J. M.<sup>2</sup>; Fernández López, A.<sup>1</sup>; Chazarra Zapata, J.<sup>1</sup>; Oates, M.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería. Universidad Miguel Hernández de Elche.

<sup>2</sup> Grupo de investigación Ingeniería Agromótica y del Mar. Universidad Politécnica de Cartagena.

## **RESUMEN**

Se desarrolló un experimento en una parcela experimental de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). En la citada parcela se aplicó una estrategia de riego con cuatro tratamientos para mantener la tensión del suelo entre 10 y 20 mb. Las diferencias entre tratamientos dependían de la adición de diferentes tipos de enmiendas y abonado en el suelo y se le añadió un tratamiento control. Se escogió como cultivo de control la lechuga (*Lactuca Sativa L*) pues tiene un ciclo corto y se pueden obtener resultados de una manera relativamente rápida y sencilla.

Se evaluaron las estrategias culturales más adecuadas en el manejo del cultivo en la parcela experimental a partir de los datos periódicos proporcionados por una estación meteorológica próxima y los datos de sensores de humedad del suelo e imagen (fotografía digital de bajo coste) instalados en los cuatro tratamientos citados. En uno de los tratamientos se hizo el seguimiento del riego mediante la instalación de un lisímetro de pesada compacto enterrado. Adicionalmente se realizaron análisis periódicos de la textura y la composición química del suelo, análisis cromatográfico del suelo, composición química de las hojas y principales parámetros de cosecha (peso, producción por superficie, calibre, entre otros). Se completó el estudio con el análisis químico del agua de riego.

Se muestran en esta comunicación algunos resultados experimentales iniciales, así como el uso simultáneo de la lisimetría de pesada, tratamiento digital de imagen y sensores de humedad del suelo de bajo coste.

Este estudio ha sido financiado por la empresa FULSAN, S.A. y el Ministerio de Economía.

**Palabras clave:** *Lisimetría compacta, gestión de riego, tratamiento digital de imagen, balance hídrico, sensores de bajo coste, agricultura de precisión*

## **INTRODUCCIÓN**

La inadecuada gestión del agua y la energía en una instalación de riego puede causar serios efectos medioambientales y socioeconómicos. El primer paso para desarrollar una adecuada gestión de estos recursos en una explotación agrícola es la determinación adecuada de las necesidades del agua de los cultivos. Para este fin es necesario el uso de técnicas que permitan cuantificar las entradas de agua (lluvia y riego) y las salidas (transpiración, evaporación y drenaje) que están inmersas en el balance de agua de un cultivo. Aunque existe una variada gama de metodologías para la estimación

de las necesidades de agua de los cultivos, éstas se pueden resumir en tres: sensores de suelo, estaciones agroclimáticas y lisímetros.

El uso de sensores de suelo trata de determinar la programación de riego según medidas de las características del estado hídrico del suelo (contenido en agua, potencial hídrico, balance hídrico, entre otras). Existen actualmente una larga gama de sensores de humedad y potencial hídrico del suelo, con salidas analógicas o numéricas utilizables para fines de programación del suelo. (Thomson et al., 2017). Es un método de programación ampliamente extendido y utilizado por los agricultores, debido a su simplicidad, pero tiene el inconveniente de dar medidas puntuales, que pueden ser a veces no representativas de la parcela.

Mediante estaciones agroclimáticas se lleva a cabo una estimación de la demanda climática y de las necesidades hídricas de los cultivos (formulas empíricas, modelos de evapotranspiración, etc.) y el establecimiento del balance hídrico del suelo. Este método, frecuentemente utilizado y recomendado por la FAO (Allen et al., 1998), requiere datos de partida relativos a los componentes del suelo y del cultivo y datos climáticos en tiempo real, o bien referidos a estadísticas climáticas de un año “medio” y de probabilidad de precipitaciones. Sus principales ventajas son que no necesita medidas del estado hídrico del suelo y/o de la planta, y que permite una estimación media, válida a escala de la parcela.

Un lisímetro es un dispositivo introducido en el suelo, relleno con el mismo terreno del lugar y con vegetación. Se utilizan para medir directamente la evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) o del cultivo (ET<sub>c</sub>). La medida de la evapotranspiración es determinada por el balance hídrico de los dispositivos. Normalmente hay una balanza en el fondo del lisímetro donde se puede determinar la cantidad de agua que se va evapotranspirando en el sistema.

Simultáneamente a la determinación de las necesidades de agua de los cultivos se puede medir la cobertura vegetal aplicando técnicas de fotografía digital. Esta técnica permite determinar con mayor precisión las necesidades específicas para cada zona, ciclo y tipo de cultivo (Escarabajal et al. 2015; Fernández-Pacheco et al., 2014). Además de la toma de fotografías cenitales a lo largo del ciclo del cultivo, se han de determinar *in situ* las medidas de diámetro, altura de planta, altura de raíz y peso con el fin de correlacionar estos valores con el consumo hídrico (González-Esquiva et al., 2017). En diversos cultivos, estas técnicas se han combinado con tecnología LiDAR y UAV y fotogrametría tridimensional para determinar el uso de las zonas de cultivo (Weiss y Baret, 2017; Ruiz et l, 2013; Mesas-Carrascosa et al., 2012).

En esta comunicación se muestra el empleo simultáneo de varias de las técnicas previamente citadas para el seguimiento del riego en lechuga. Únicamente se presentan algunos resultados preliminares.

## MATERIAL Y METODOS

Se desarrolló un experimento en una parcela experimental de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), España. El área de trabajo se encuentra situado en una parcela experimental de cultivo (UTM ETRS89 HUSO 30 X = 676942; Y = 4215291; latitud 38° 4' 10.17''N y longitud 0° 59' 6.81''W) en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, del Campus de Desamparados, Universidad Miguel Hernández de Elche (EPSO-UMH). La altitud media de la parcela experimental es de 19 metros sobre el nivel del mar. La parcela experimental de forma rectangular (Figura 1) ocupa una superficie de unos 434 m<sup>2</sup> (una longitud de 28 metros y una anchura de 15,5 metros).

En la citada parcela se aplicó una estrategia de riego genérica para mantener la tensión del suelo entre 20 y 30 cb. Adicionalmente se aplicaron cuatro tratamientos según la adición de diferentes tipos de enmiendas y abonado en el suelo, junto con un tratamiento control (Figura 2). Se escogió como cultivo de control la lechuga (*Lactuca Sativa L* cv ‘Neruda’) pues tiene un ciclo corto y se pueden obtener resultados de una manera relativamente rápida y sencilla. Para los tres tratamientos principales (T1, T2 y T3) se planteó realizar tres repeticiones de cada uno, con un diseño inicial de un total de 9 fajas de cultivo de un ancho de 1,8 metros y seis filas de lechuga cada faja. Igualmente se escogió un marco de plantación de las lechugas al tresbolillo, con una separación entre lechugas de 33 cm para conseguir un mayor número de ejemplares por superficie de cultivo. El diseño inicial se muestra en la Figura 2. Se le añade el tratamiento T4 que ocupa únicamente una faja de cultivo.

Cultivo de control: lechuga ( <i>Lactuca Sativa L</i> cv Neruda)			
TRATAMIENTOS			
T1(D)	T2(C)	T3(B)	T4(A)
Harina de pórfido + Abono inorgánico + Abono de fondo	Harina de pórfido + Compost	Abono de Fondo	Control

Entre octubre de 2016 y mayo de 2017 se hizo un seguimiento del agua y fertilizantes aportados durante el desarrollo del cultivo durante dos campañas en la parcela experimental. Simultáneamente se obtuvieron los datos periódicos proporcionados por una estación meteorológica próxima y los datos de sensores de humedad del suelo de tipo capacitivo (Figura 3). En uno de los tratamientos se hizo el seguimiento del riego mediante la instalación de un lisímetro de pesada compacto enterrado (Figura 4). Para realizar un seguimiento del crecimiento de la cubierta vegetal se realizaron fotografías cenitales 2D periódicas. Éstas últimas se contrastaron con algunas medidas puntuales de fotogrametría 3D (Figura 5). Adicionalmente se realizaron análisis periódicos de la textura y la composición química del suelo, análisis cromatográfico del suelo, composición química de las hojas y principales parámetros de cosecha (peso, producción por superficie, calibre, entre otros). Se completó el estudio con el análisis químico del agua de riego. En esta comunicación se presentan solamente algunos resultados iniciales del experimento propuesto relacionados con el seguimiento del riego.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran en esta comunicación algunos resultados experimentales iniciales, así como el uso simultáneo de la lisimetría de pesada, tratamiento digital de imagen y sensores de humedad del suelo de bajo coste.

Para el seguimiento del patrón de humedad del cultivo en la zona radicular se instalaron cuatro sensores de humedad de bajo coste (uno por cada tratamiento). Se trata de sensores capacitivos dispuestos a 2 y 10 cm para controlar la humedad en continuo a lo largo del desarrollo del cultivo de la lechuga. Estos dispositivos incluyen sensores de temperatura del suelo. El valor de la temperatura del suelo es necesario para el calibrado la medida final de la humedad del suelo. Las medidas se registraron en un datalogger y se grabaron en un minidisco. Según se muestra en la Figura 3, se registraron los episodios de riego a lo largo del período de cultivo y la variación de humedad en las dos profundidades citadas. Estas medidas se contrastaron con los aportes de agua medidos con contador. Adicionalmente permitieron establecer las cantidades de agua drenada para determinar el balance hídrico. Del mismo modo, se contrastaron las medidas estimadas

del drenaje con las obtenidas mediante lisimetría de pesada. Aunque puntualmente dieron resultados similares, esta técnica debe contrastarse con más medidas en campo.

Las cantidades de agua aportada de riego en la campaña para cada tratamiento fueron las siguientes: Teniendo en cuenta la superficie regada de 96,9 m<sup>2</sup>, las cantidades de riego en m<sup>3</sup>.y en L·m<sup>-2</sup> fueron para cada tratamiento los siguientes valores: T1: 9,86 m<sup>3</sup>, 102,01 L·m<sup>-2</sup>; T2: 10,00 m<sup>3</sup>, 103,20 L·m<sup>-2</sup>; T3: 11,93 m<sup>3</sup>, 123,1 L·m<sup>-2</sup>; T4: 3,50 m<sup>3</sup>, 108,4 L·m<sup>-2</sup>. Las cantidades de agua aportadas fueron similares en los cuatro tratamientos.

Las producciones obtenidas para cada tratamiento fueron las siguientes: T1: 9,56 kg·m<sup>-2</sup>; T2: 8,11 kg·m<sup>-2</sup>; T3: 9,99 kg·m<sup>-2</sup>; T4: 8,61 kg·m<sup>-2</sup>.

Las profundidades de la raíz oscilaron entre 6,50 y 12,00 cm para el tratamiento T1; entre 6,50 y 12,35 cm para el tratamiento T2; entre 6,88 y 12,28 cm para el tratamiento T3 y entre 7,00 y 11,28 cm para el tratamiento T4. Asimismo, la evolución del crecimiento de la planta fue el siguiente: entre 8 y 33,75 cm para el T1; entre 7,4 y 29,75 cm para el T2; entre 7,6 y 33 cm para el T3 y entre 7,2 y 31,25 cm para el T4.

Los diámetros de planta evolucionaron para el T1 entre 7,90 y 35,07 cm. Para el T2 los diámetros crecieron en el rango de 7,55 y 33,06 cm. Para el T3 los diámetros variaron entre 7,88 y 36,54 cm y para el T4 fueron entre 8,74 y 36,55 cm. Estos diámetros se obtuvieron mediante el análisis de imagen cenital bidimensional a lo largo del período de cultivo de la lechuga. Se contrastó con el análisis tridimensional para dos medidas puntuales y se obtuvieron resultados iniciales adecuados, aunque no se ha usado todavía debido a que la técnica no está debidamente contrastada.

Al comparar las variables alométricas citadas previamente con las producciones obtenidas, se muestra que con los tratamientos T1 y T3 se obtuvieron los resultados de ejemplares con mejor rendimiento, mientras que con T2 y T4 se obtuvieron los cultivos con menor rendimiento. Se puede intuir que el tratamiento T1 en el que se emplea abono inorgánico en combinación con harina de pórfito da mejor resultado que con el empleo de abonos orgánicos y esa misma enmienda. Ello debe ser contrastado con los datos de la segunda campaña, no disponibles a la fecha de esta publicación.

## CONCLUSIONES

La metodología utilizada para la medida simultánea del balance hídrico se ha contrastado y es válida. Es necesario contrastar con más campañas.

La influencia de la enmienda en el crecimiento vegetativo no ha sido validada. No obstante, según las sondas de humedad del suelo, hay una diferencia en cuanto al movimiento de agua en el suelo en el T1 respecto a los demás tratamientos. Es posible que la harina de pórfito en combinación con el abono inorgánico mejore el movimiento del agua en el suelo y mejore el perfil de humedad.

Los volúmenes de agua de riego consumido por superficie para el cultivo de la lechuga han sido superiores a las necesidades del cultivo, ya que se ha intentado mantener la tensión de succión del suelo entre 20 y 30 cb.

Se han de perfeccionar más los métodos de lisimetría y fotogrametría 3D para poder simultanear con el resto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). ESCARABAJAL-HENAREJOS, D.; MOLINA-MARTÍNEZ, J.M.; FERNÁNDEZ-PACHECO, D.G.; CAVAS-MARTÍNEZ, F.; GARCÍA-MATEOS, G. 2015. Digital

photography applied to irrigation management of Little Gem lettuce. Agricultural Water Management 151: 148-157.

FERNÁNDEZ-PACHECO, D. G.; ESCARABAJAL-HENAREJOS, D.; RUIZ-CANALES, A.; CONESA, J.; MOLINA-MARTÍNEZ, J.M. 2014. A digital image-processing-based method for determining the crop coefficient of lettuce crops in the southeast of Spain. Biosystems Engineering 117: 23-34.

GONZÁLEZ-ESQUIVA, J.M.; GARCÍA-MATEOS, G.; ESCARABAJAL-HENAREJOS, D.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, J.L.; RUIZ-CANALES, A.; MOLINA-MARTÍNEZ, J.M. 2017. A new model for water balance estimation on lettuce crops using effective diameter obtained with image analysis. AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT, 183: 116-122.

MESAS-CARRASCOSA F. J.; CASTILLEJO-GONZÁLEZ, I.L.; SÁNCHEZ DE LA ORDEN, M.; GARCÍA-FERRER, A. 2012. Combining LiDAR intensity with aerial camera data to discriminate agricultural land uses. Computers and Electronics in Agriculture 84: 36-46.

RUIZ, J.J.; DIAZ-MAS, L.; PEREZ, F.; VIGURIA, A. 2013. Evaluating the accuracy of dem generation algorithms from UAV imagery. UAV-G2013. 79-83.

THOMPSON, R. B.; GALLARDO, M.; VALDEZ, L.C.; FERNÁNDEZ, M.D. 2007. Using Plant Water Status to Define Threshold Values for Irrigation Management of Vegetable Crops Using Soil Moisture Sensors." Agricultural Water Management 88 (1-3): 147-58.

WEISS, M.; BARET, F. 2017. Using 3D Point Clouds Derived from UAV RGB Imagery to Describe Vineyard 3D Macro- Structure. Remote Sensing, 9 (2), 111.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la empresa FULSAN, S.A. y el Ministerio de Economía de España.

## FIGURAS

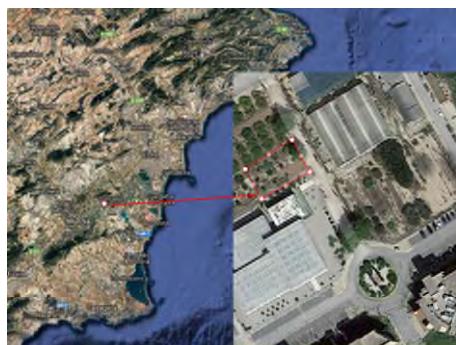


Figura 1. Emplazamiento de la zona de estudio

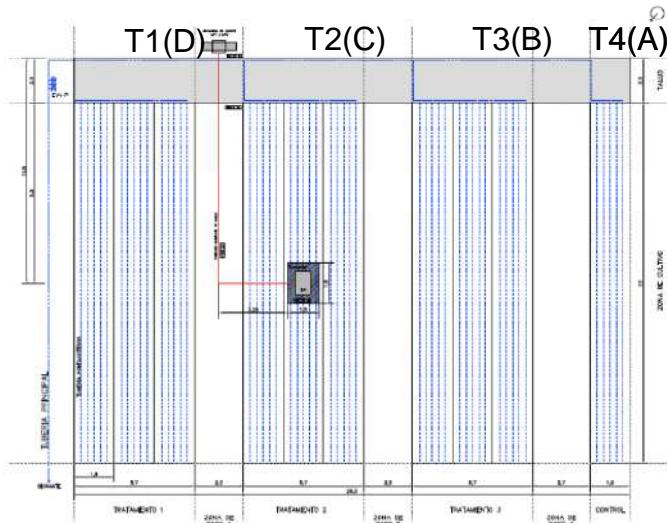


Figura 2. Tratamientos diferenciales de riego y emplazamiento del lisímetro.

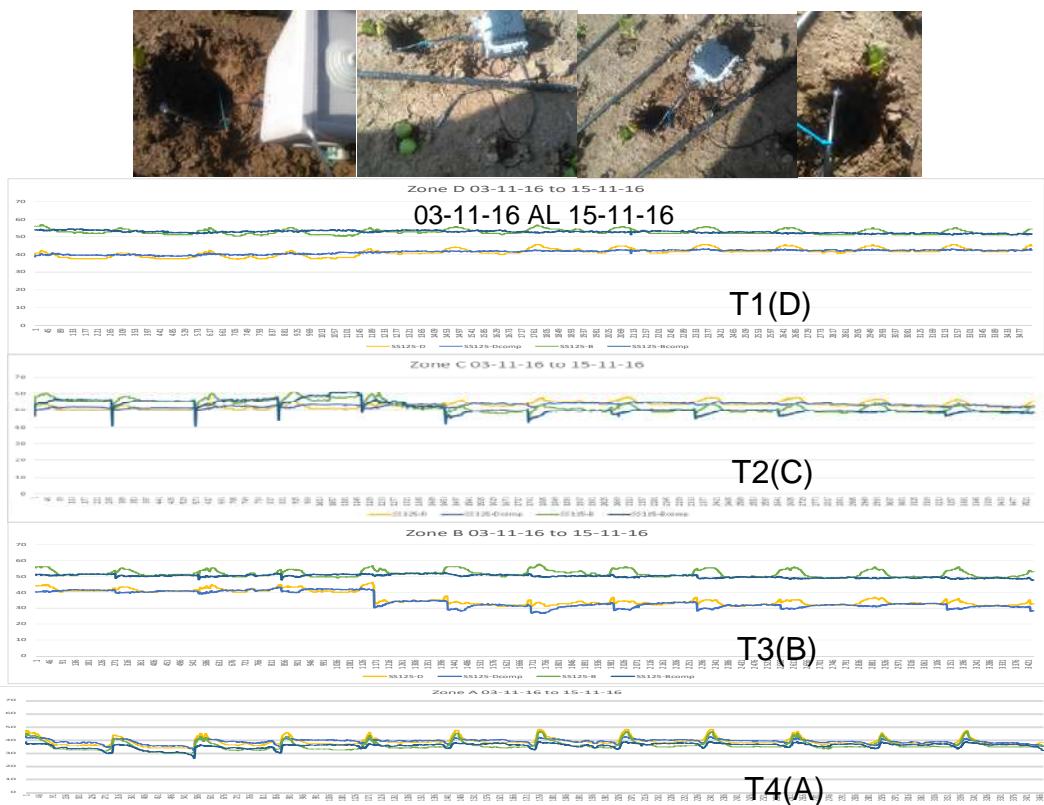


Figura 3. Sensor de humedad del suelo de bajo coste y algunos resultados obtenidos.



Figura 4. Lisímetro de pesada y algunos resultados obtenidos.



Figura 5. Tratamiento digital de imagen 2D y 3D.

# **EFECTO DE DIFERENTES FRECUENCIAS Y DOSIS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MELÓN EN INVERNADERO**

Ginés Otálora<sup>1,3</sup> Plácido Varó<sup>2</sup>, M. Carmen Piñero<sup>1</sup>, Margarita Pérez<sup>1</sup>, J. López-Marín<sup>1</sup>,  
Miguel Marín<sup>1</sup>, Francisco M. del Amor<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. (Murcia)

<sup>2</sup>Centro Integrado de Capacitación y Experiencias Agrarias de Torre-Pacheco (Murcia)

\* gines.oralora@carm.es

## **RESUMEN**

El melón (*Cucumis melo L.*) es un fruto de importancia económica en la Región de Murcia y a nivel mundial. El tiempo correcto de las aplicaciones de riego es de primordial importancia. Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir el consumo de agua del cultivo ó ETc. Los requerimientos del cultivo deben variar considerablemente con la demanda de evaporación, la profundidad de enraizamiento y el tipo de suelo, así como con las etapas de crecimiento de los cultivos. Por lo tanto, en lugar de basar el intervalo de riego en calendario u horarios fijos, se debe mantener una considerable flexibilidad en tiempo y profundidad de riego.

En este estudio se pretendió comparar dos manejos de riego en cultivo de melón variedad piel de sapo ‘Ricura’ en combinación con dos sistemas de cultivo (ecológico y convencional). Por un lado, el riego tradicional basado en riegos largos cuyo aporte de agua varía en función de la fase de desarrollo del cultivo, y por otro lado, riegos cortos donde la frecuencia está controlada por un programador de riego en función de los datos de la radiación solar acumulada medida con un solarímetro. El sistema de cultivo ecológico fue abonado con 4 kg·m<sup>-2</sup> de estiércol, mientras que el cultivo tradicional tuvo además del estiércol un aporte de fertilizante NPK según desarrollo del cultivo.

Los resultados muestran que la producción total fue mayor en el sistema de cultivo tradicional por el método de la radiación acumulada y la menor para el ecológico para el mismo método de riego, siendo a su vez los que presentaron una mayor y menor eficiencia en el uso del agua, respectivamente. Los frutos producidos con la dosis de riego según el método de la radiación acumulada fueron los que alcanzaron mayor contenido en °brix y en % materia seca, con respecto a aquellos por el método estándar del tanque evaporimétrico clase-A, sin que el sistema de fertilización tuviera un efecto significativo. La mayor concentración de Nitrógeno en fruto se produjo en el sistema de cultivo tradicional siendo significativamente diferente al sistema de cultivo ecológico. El peso medio, pH y firmeza de fruto de melón no fue afectada por la frecuencia de riego y por la fertilización. La longitud y anchura del fruto de melón se ve afectada por el sistema de fertilización aplicado, siendo el tratamiento ecológico el que obtiene frutos más largos y el tratamiento tradicional el que obtiene frutos más anchos.

**Palabras clave:** Programación de riego, *Cucumis melo L.*, Tanque evaporimétrico clase-A, Radiación.

## **INTRODUCCIÓN**

La duración de las aplicaciones de riego tiene una destacada importancia para el cultivo. Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir el consumo de agua del cultivo ó ETc. Un exceso de agua de riego supone el lavado de fertilizantes, lo que puede acarrear problemas medioambientales por la contaminación de las aguas subterráneas.

Además, en suelos pesados es corriente la aparición de problemas de encharcamiento y asfixia radicular. Por el contrario, una aportación de agua inferior a la ETc puede llegar a provocar déficit hídrico y por tanto una reducción de la producción.

Los requerimientos del cultivo deben variar considerablemente con la demanda de evaporación, la profundidad de enraizamiento y el tipo de suelo, así como con las etapas de crecimiento de los cultivos. Por lo tanto, en lugar de basar el intervalo de riego en calendario u horarios fijos, se debe mantener una considerable flexibilidad en tiempo y profundidad de riego. De este modo daremos cabida a las distintas diferencias en las necesidades de agua de los cultivos durante el ciclo de cultivo.

La evapotranspiración del cultivo o ETc es un proceso que engloba la pérdida de agua del suelo por evaporación y por la transpiración de la planta. La evapotranspiración está influenciada por humedad, radiación solar, viento y temperatura. El tanque evaporimétrico clase A es un método sencillo y ampliamente utilizado en la programación del riego. Otro método para determinar cuando la planta necesita agua es mediante el tensímetro.

Además, la ETc es un fenómeno que tiene como base el paso de agua del estado líquido a gaseoso, por lo que se requiere una fuente de energía que es proporcionada por la radiación. Por tanto, la radiación está altamente relacionada con la tasa de transpiración de la planta y a medida que la radiación solar aumenta, el consumo de agua aumenta de manera proporcional.

Dado que la reducción de la evapotranspiración afecta el crecimiento y los rendimientos de los cultivos, la ETc es un criterio importante para tener un buen control en la práctica del riego.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas de melón “piel de sapo” cv. Ricura se trasplantaron el 26 de febrero de 2016 a un marco de plantación de 1,56 x 0,90 m en un invernadero multitúnel de 680 m<sup>2</sup> dotado de 8 lisímetros independientes, con las siguientes dimensiones: 7,6 m largo, 6,5m ancho y 0,9 m de profundidad. En cada parcela de 50 m<sup>2</sup> (8 parcelas) fueron plantadas 21 plantas en 3 filas con 7 plantas por fila.

Los tratamientos consistieron en dos sistemas de cultivo: ecológico y convencional en combinación con dos estrategias de riego localizado (estándar mediante el tanque evaporimétrico de clase A, y de alta frecuencia por medio de radiación acumulada). El tratamiento de alta frecuencia de riego fue establecido de acuerdo a la radiación acumulada (1000, 900 o 800 Wm<sup>-2</sup>) correspondiente a cada periodo (0-40, 40-55 y 55-71 DDT- días después del trasplante), con una duración de 6 minutos. El tratamiento estándar consistió en la aplicación de riego según la metodología del tanque evaporimétrico de clase A, colocado en el interior del invernadero, así como los coeficientes de cultivo de acuerdo a su fenología (Castilla, 2012). Se colocaron baterías de tensímetros en cada parcela a 30 cm de profundidad para el control de la humedad del suelo (manteniendo valores de tensión de 10-25 cb), y sondas de succión. El tratamiento de fertilización convencional recibió la siguiente aplicación de nutrientes mediante fertilización química (g·m<sup>-2</sup>): 17,5 N; 15,0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 27,5 K<sub>2</sub>O; 5,0 MgO, mientras que el tratamiento ecológico solo recibió aportación de agua durante el desarrollo del cultivo. Ambos tratamientos recibieron 4 kg·m<sup>-2</sup> de estiércol.

Para el control de la producción y calidad cada tratamiento dispuso de 3 bloques con 7 plantas. Se tomaron medidas de producción, número de frutos, peso de los frutos, longitud y anchura de estos. La firmeza de los frutos se determinó mediante un penetrómetro (Ibertest), y los sólidos solubles totales (°Brix) mediante un refractómetro digital (Atago Pal-3). La ácidez titulable (AT) se cuantificó titulando 10 mL de jugo de

fruto de melón con NaOH 0,1N a pH final 8,1 (Metrohm 716, DMS Titrino, Suiza). Para el contenido de humedad y sólidos totales se secaron los frutos de melón en una estufa a 65 °C durante 72 horas y se calculó como la diferencia entre el peso fresco y el peso seco. El contenido de nitrógeno fue determinado mediante el analizador de nitrógeno / Proteína de LECO modelo FP-528 empleando la técnica de combustión DUMAS.

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete informático STATGRAPHICS (versión 16.0.). Los datos se analizaron usando un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon mediante el test de rango múltiple de Tukey con un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados iniciales muestran un efecto diferencial de la frecuencia de riego según el método de fertilización empleado (tradicional o ecológico) (Tabla 3 y 4).

Los criterios de riego aplicados al cultivo de melón ‘Ricura’ en Torre Pacheco no tienen efecto significativo sobre el número de frutos promedio ni sobre el peso promedio de frutos. Estos resultados están de acuerdo con los encontrados por Meiri et al. (1995) y Hartz (1997), en los que el riego durante la etapa de madurez no afecta el tamaño del fruto, y con los encontrados por Sousa et al. (1999) en los que el efecto de la frecuencia de riego no es significativo en el tamaño del fruto.

Los niveles de N y los distintos regímenes de riego inducen notables diferencias en la longitud del fruto de melón. La fertilización nitrogenada disminuyó la longitud del fruto y el valor más alto se obtuvo para los tratamientos con fertilización básica, es decir, para los tratamientos ecológicos. La anchura del fruto de melón se ve influenciado por la cantidad de agua aplicada y está aumenta al aumentar el aporte. Matheis y Fellman (1999) indicaron que el riego cerca de la cosecha podría resultar en un aumento del volumen de la fruta.

La producción total fue mayor en el tradicional por el método de la radiación acumulada y la menor para el ecológico para el mismo método de fertilización, siendo a su vez los que presentaron una mayor y menor eficiencia en el uso del agua, respectivamente (Tabla 1 y 2).

Con respecto a la calidad interna del fruto de melón, a pesar de que el pH no registró diferencias significativas, los resultados están en concordancia con los obtenidos por Sensoy et. al., (2006), en donde se plantea que mientras menos agua aplicada menos ácido es el fruto.

Los valores de acidez titulable (AT) del fruto de melón fueron significativamente más bajos para el sistema de cultivo ecológico que los valores del sistema de cultivo tradicional. El valor más alto y más bajo de AT se encontraron para el cultivo tradicional de alta frecuencia de riego ( $0,93 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y el cultivo ecológico de baja frecuencia de riego ( $0,71 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), respectivamente. Los valores de AT para el cultivo tradicional de baja frecuencia de riego fue de  $0,89 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  y para el riego ecológico de alta frecuencia fue  $0,75 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . La aplicación de riego de alta frecuencia aumenta la AT.

Los frutos producidos con la dosis de riego según el tratamiento estándar por el tanque evaporimétrico de clase-A fueron los que alcanzaron menor contenido en °brix, con respecto a aquellos por el método de la radiación acumulada, sin que el sistema de fertilización tuviera un efecto significativo. Esto se puede deber a que el mayor contenido de sólidos solubles está relacionado con el menor aporte de agua en los cultivos. En el riego de alta frecuencia se produjo un ahorro de agua del 10,45% con respecto al riego de baja frecuencia.

La firmeza de la pulpa es un parámetro que está influido, entre otros factores, por la madurez del fruto. La aplicación N y el contenido de N en la fruta y toda planta no se correlacionaron con la firmeza de la pulpa.

Conforme disminuye el intervalo entre riegos (riegos controlados por radiación) aumentan las cantidades de materia seca solubles en agua. También se encontraron que las cantidades de materia seca tienen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) dependiendo del sistema de riego utilizado y aumentó con la disminución de intervalo de riego. El tratamiento tradicional con riego de alta frecuencia tiene el valor más alto con 12,75% y el cultivo tradicional con el riego de baja frecuencia tenían el más bajo con el 11,22%.

El aumento de la cantidad de N incrementa tanto la concentración de N como su acumulación en los diferentes órganos de la planta del melón. Las correlaciones positivas obtenidas entre el contenido de N en la fruta y el rendimiento total surgieron porque ambos son directamente proporcionales a la biomasa de fruta, y también porque la concentración de N en este órgano varió de la misma manera como la biomasa.

Los resultados iniciales obtenidos, que son actualmente ampliados con estudios más detallados sobre calidad nutricional de los frutos, podrán permitir definir estrategias de fertilización para un uso más eficiente del agua y mejorar la calidad de fruto, para sistemas de cultivo en invernadero en ecológico y tradicional.

## CONCLUSIÓN

Con el sistema de riegos cortos pero frecuentes se puede llegar a un ahorro de agua del 10,5%.

La eficacia en el uso del agua y los rendimientos son superiores si los riegos se realizan más frecuentemente y con una duración inferior

Mediante riegos de alta frecuencia podemos aumentar la cantidad de sólidos solubles y materia seca.

La utilización de fertilizantes inorgánicos contribuye al aumento del rendimiento comercial, eficacia del uso del agua, acidez titulable y anchura del melón.

En el peso medio del melón y en el pH no se vieron afectados por la utilización del manejo de riego y tampoco por el sistema de cultivo utilizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CASTILLA, N. 2012. Greenhouse Technology and Management. 360p. CABI, Wallingford, UK.
- FAO, 2013. FAOSTAT. Disponible en <http://faostat3.fao.org>.
- HARTZ, T. K. Effects of drip irrigation scheduling on muskmelon yield and quality. *Scientia Horticulturae*, v. 69, n.1-2, p.117-122, 1997.
- MATTHEIS, J.P.; FELLMAN, J.K. 1999. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. *Post. Biol. Techn.* 15(3): 227-232.
- MEIRI, A., D.J. LAUTER, AND N. SHARABINI. 1995. Shoot growth and fruit development of cantaloupe under saline and non-saline soil water deficit. *Irr. Sci.* 16:15–21.
- NAKANO, K., AIDA., T, AND MOTONAGA, 2002. A Study on Development of Intelligent Irrigation Systems for Melon Cultivation in Greenhouse. Proceeding of the Third Asian Conference for Information Technology in Agriculture, pp. 338-342.
- SENSOY, S., A. ERTEK, I.GEDIK, C. KUCUKYUMUK, 2007. Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). *Agric. water manag.* 88 (2007) 269–274.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Fondo Europeo de Desarrollo Regional 80% - Región de Murcia (FEDER 1420-07).

## TABLAS

**Tabla 1.** Número de riegos, tiempo de riego y caudal aportado para cada tratamiento.

MESES	RIEGO RADIACIÓN ACUMULADA			RIEGO TANQUE EVAPORIMÉTRICO CLASE A		
	Nº Riegos	Tiempo de Riego (min)	Caudal Aportado (L •m <sup>-2</sup> )	Nº Riegos	Tiempo de Riego (min)	Caudal Aportado (L •m <sup>-2</sup> )
Febrero	2	366	16,56	2	366	16,56
Marzo	8	259	12,65	8	235	10,97
Abril	115	1054	53,43	31	1138	53,40
Mayo	227	2211	85,38	83	2657	100,76
Junio	279	2736	101,75	90	3136	119,55
<b>TOTAL</b>	<b>581</b>	<b>6626</b>	<b>269,76</b>	<b>214</b>	<b>7532</b>	<b>301,23</b>

**Tabla 2.** Caudal aportado, producción comercial y eficiencia del riego para cada sistema de cultivo y frecuencia de riego.

CULTIVAR	RIEGO RADIACIÓN ACUMULADA			RIEGO TANQUE EVAPORIMÉTRICO CLASE A		
	Caudal Aportado (m <sup>3</sup> )	Producción Total (kg)	Eficiencia (kg•m <sup>-3</sup> )	Caudal Aportado (m <sup>3</sup> )	Producción Total (kg)	Eficiencia (kg•m <sup>-3</sup> )
ECOLÓGICO	13,49	67,62	5,01	15,04	82,71	5,50
TRADICIONAL	40,46	347,69	8,59	45,11	300,73	6,67

**Tabla 3.** Efecto de la frecuencia del riego y sistema de cultivo sobre distintos parámetros de calidad interna en fruto de melón. Letras diferentes indican diferencias significativas según el test de rango múltiple de Tukey ( $p<0.05$ ). Niveles de significación representados mediante “\*” indican  $* p<0,05$ ,  $** p<0,01$ ,  $*** p<0,001$  y ns no significativo.

Tratamiento		Calidad interna del fruto de melón					
Sistema de cultivo	Frecuencia de riego	pH	Ác titulable (g ác cítrico L <sup>-1</sup> )	SS (°Brix)	Firmeza (kg cm <sup>-2</sup> )	% Agua	%Nitrógeno total
Ecológico	Tanque evaporimétrico A	6.12 ± 0.03 a	0.72 ± 0.04 a	12.22 ± 0.21 a	5.09 ± 0.15 a	88.46 ± 0.30 bc	0.91 ± 0.03 a
	Radiación acumulada	6.15 ± 0.02 a	0.75 ± 0.05 ab	13.47 ± 0.23 b	4.98 ± 0.16 a	87.70 ± 0.20 ab	0.85 ± 0.02 a
Tradicional	Tanque evaporimétrico A	6.11 ± 0.02 a	0.89 ± 0.04 b	12.31 ± 0.21 a	5.27 ± 0.14 a	88.78 ± 0.17 c	1.17 ± 0.02 b
	Radiación acumulada	6.13 ± 0.02 a	0.93 ± 0.05 b	13.31 ± 0.18 b	4.88 ± 0.12 a	87.25 ± 0.19 a	1.27 ± 0.03 c
Factor	Sist. cultivo	ns	***	ns	ns	ns	***
	Frec. riego	ns	ns	***	ns	***	ns
	Cultivo x Riego	ns	ns	ns	ns	ns	**

**Tabla 4.** Efecto de la frecuencia de riego y sistema de cultivo sobre la calidad física de los frutos de melón, producción y eficiencia en el uso del agua. Las letras diferentes en una misma columna representan valores significativamente diferentes de acuerdo al test de rango múltiple de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Niveles de significación representados mediante “\*” indican \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$  y ns no significativo.

Tratamiento		Calidad física y rendimiento del fruto de melón				
Sistema de cultivo	Frecuencia de riego	Peso medio (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Rendimiento comercial ( $\text{kg m}^{-2}$ )	Eficiencia riego ( $\text{Kg m}^{-3}$ )
Ecológico	Tanque evaporimétrico A	$1412.18 \pm 33.64$ a	$18.15 \pm 0.19$ b	$12.65 \pm 0.12$ ab	$1.65 \pm 0.15$ ab	$5.50 \pm 0.51$ a
	Radiación acumulada	$1356.49 \pm 32.53$ a	$18.35 \pm 0.22$ b	$12.47 \pm 0.13$ a	$1.35 \pm 0.18$ a	$5.01 \pm 0.67$ a
Tradicional	Tanque evaporimétrico A	$1415.45 \pm 20.74$ a	$17.41 \pm 0.11$ a	$13.01 \pm 0.08$ b	$2.00 \pm 0.30$ ab	$6.67 \pm 1.00$ ab
	Radiación acumulada	$1407.68 \pm 16.75$ a	$17.79 \pm 0.10$ b	$12.80 \pm 0.06$ ab	$2.32 \pm 0.10$ b	$8.59 \pm 0.38$ b
Factor	Sist. cultivo	ns	***	**	*	**
	Frec. riego	ns	ns	ns	ns	ns
	Cultivo x Riego	ns	ns	ns	ns	ns

## **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

# **MANEJO DEL CULTIVO DE CALABACÍN EN INVERNADERO CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN SUELO. INFLUENCIA SOBRE EL DESARROLLO DE PATOLOGÍAS.**

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

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Centro La Mojonería, Camino San Nicolás nº 1, La Mojonería (Almería), España.

## **RESUMEN**

La mayor superficie de cultivo bajo invernadero de calabacín se desarrolla en el sureste de España, en zonas áridas, donde la disponibilidad de recursos hídricos es limitante. El uso de tecnologías que permiten controlar el nivel de humedad del suelo ayudan a mejorar la eficiencia en el uso del agua. Una de estas tecnologías es el empleo de electrotensiómetros para la activación automática del riego. Con una adecuada gestión de los electrotensiómetros es posible mantener los niveles de humedad del suelo dentro de unos rangos preestablecidos. El manejo del riego influye en el desarrollo vegetativo y la evapotranspiración del cultivo (ETc). Los niveles ETc afectan a las condiciones medioambientales del entorno de las plantas, especialmente en lo que se refiere a humedad ambiente, que puede influir en el desarrollo de algunas patologías del cultivo. Las condiciones más favorables para el desarrollo de la podredumbre blanda (*Erwinia carotovora*) se alcanzan con elevados niveles de humedad ambiental. En cambio el oídio de las cucurbitáceas (*Sphaeroteca fuliginea*) encuentra su óptimo con una humedad relativa del 70% y su propagación, a diferencia de otros hongos parásitos, se ve favorecida por una mayor aireación en el cultivo.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar la influencia del nivel de humedad del suelo sobre el desarrollo de dos de las principales patologías detectadas en cultivo de calabacín en invernadero: *Erwinia carotovora* y *Sphaeroteca fuliginea*. El ensayo se realizó en el centro IFAPA La Mojonería (Almería), en cultivo de calabacín bajo invernadero en ciclo de primavera. Se establecieron tres tratamientos correspondientes a diferentes niveles de humedad de suelo. La determinaciones realizadas fueron: biomasa del cultivo, consumo de agua, porcentaje de plantas afectadas por *Sphaeroteca fuliginea* (oídio) y grado de afección de las mismas en función de la posición relativa de las hojas (apical, media y basal), y número de plantas muertas por *Erwinia carotovora* (bacteriosis) al finalizar el ciclo de cultivo.

El desarrollo vegetativo del cultivo se vio afectado por el nivel de humedad del suelo, siendo mayor en los tratamientos con mayor humedad en suelo. El mayor desarrollo vegetativo generó un incremento en la evapotranspiración del cultivo que pudo influir en parámetros ambientales, como la humedad relativa. La incidencia de bacteriosis ha sido significativamente mayor en el tratamiento más regado, mientras que la de oídio ha sido más significativa en el menos regado.

**Palabras clave:** *Cucurbita pepo, riego, electrotensiómetros, oídio, podredumbre*

## **INTRODUCCIÓN**

El uso eficiente del agua se ha convertido en uno de los mayores desafíos de la agricultura del siglo XXI. En particular, en áreas que presentan escasez de recursos hídricos, resulta imprescindible maximizar esta eficiencia y aumentar la productividad

del agua. La producción hortícola intensiva desarrollada en la zona litoral de la provincia de Almería, con una superficie invernada de 30.230 hectáreas (CAPDR, 2015), resulta ser eficiente en el uso de este recurso. Sin embargo aún existe un margen de mejora en la gestión eficiente del recurso, ya que en algunos cultivos o periodos del ciclo fenológico se realizan aportes excesivos de agua (Fernández et al., 2007). Una aproximación racional para optimizar la gestión del riego es el uso de controladores automáticos del riego (Romero et al., 2012). Una posibilidad es la gestión automática del riego manteniendo niveles estables de humedad de suelo. Para ello se pueden emplear electrotensiómetros acoplados a un programador de riego. Con esta tecnología el riego se activa al alcanzar un determinado nivel de tensión matricial en el suelo, pudiendo mantener los niveles de humedad en el suelo dentro de un rango estable a lo largo del ciclo. Este rango será diferente en función de la consigna de activación (tensión matricial) establecida. Esta decisión afectará a parámetros productivos y a la eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes (Buttarro et al., 2015; Létourneau et al., 2015). El desarrollo vegetativo del cultivo también puede verse afectado por los niveles de humedad del suelo.

El ambiente aéreo de un cultivo está afectado por las condiciones del suelo, especialmente la humedad ambiental. Esta influencia es aún mayor en cultivos en ambientes cerrados (invernadero), donde la cubierta limita la circulación del aire. En estos sistemas de cultivo, una adecuada gestión climático debería incluir, además de los controles habituales (ventilación y sombreo), el control de la humedad del suelo.

Las enfermedades criptogámicas y las bacteriosis están muy relacionadas con las condiciones ambientales, especialmente temperatura y humedad. Cada una de estas patologías presenta unos niveles óptimos de humedad para su propagación y desarrollo. En el cultivo del calabacín dos de las patologías que generan mayores pérdidas económicas son la podredumbre blanda y el odio.

### **Podredumbre blanda del calabacín**

Causada por bacterias del género *Erwinia*. Es una bacteria muy polífaga que puede afectar a numerosas especies de plantas cultivadas, entre ellas el calabacín, tanto al aire libre como en invernadero. Los síntomas consisten en una podredumbre húmeda y blanda del tallo a distintos niveles. Exteriormente se observan zonas negruzcas y húmedas, y en el interior la médula pardea hasta pudrirse, reblaneciéndose y desprendiendo un olor fétido y nauseabundo. En el fruto también pueden aparecer podredumbre blanda a nivel de inserción con el pedúnculo. El medio de entrada en la planta, es a través de heridas en el cuello. Su desarrollo se optimiza con temperaturas comprendidas entre 25 y 30 °C. Las condiciones de humedad óptimas para el desarrollo del patógeno se alcanzan con niveles de saturación o cercanos (López Rodríguez et al. 2001).

### **Oídio del calabacín**

Causado por el hongo *Sphaeroteca fuliginea*. El hongo produce manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés), también afecta a tallos y peciolos. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan, e incluso las hojas secas se desprenden. En nuestras condiciones climáticas suele aparecer al comienzo de la primavera, tanto al aire libre como en invernadero. Domina en condiciones secas invernaderos bien ventilados o al aire libre en período estival. La temperatura de crecimiento del oídio está relacionada con la humedad y con la luz. El óptimo de temperatura se sitúa entre 23-26°C. La humedad relativa óptima para el crecimiento de *Sphaerotethca fuliginea* es de aproximadamente un 70%. Contrariamente a muchos hongos parásitos de las cucurbitáceas, los oídos no necesitan la presencia de

una película de agua sobre las hojas para desarrollarse. Además, se produce un estancamiento de la epidemia en épocas de lluvia. La enfermedad se transmite a partir de las esporas llevadas por el viento. Durante la campaña 2015-2016 se han observado síntomas de esta patología en la totalidad de los invernaderos muestreados y en casi todas las plantas en aquellos que se encuentran finalizando el cultivo. En las plantaciones en plena recolección está presente en 2 de cada 3 invernaderos muestreados y en 1 de cada 22 plantas (se mantiene con respecto al muestreo anterior). Niveles normales si consideramos el estado fenológico en el que se encuentra el cultivo. Fuente: RAIF (Red de Alerta e Información Fitosanitaria de Andalucía).

El objetivo de este trabajo ha sido determinar la influencia del nivel de humedad del suelo sobre el desarrollo de dos de las principales patologías detectadas en cultivo de calabacín en invernadero: *Erwinia carotovora* y *Sphaeroteca fuliginea*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernadero tipo Almería de “raspa y amagado” en el Centro IFAPA La Mojónera (Almería), con suelo enarenado aportado de textura franco limosa, característico de los cultivos hortícolas intensivos del sureste peninsular. El material vegetal implantado en la primera campaña fue un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* L. var. Casiopee). El trasplante se realizó el 13 de enero de 2015 a un marco de 1 planta·m<sup>-2</sup> y el ciclo finalizó el 1 de junio. El riego se aplicó mediante un sistema de riego localizado con emisores autocompensantes y antidrenantes de 3 L·h<sup>-1</sup> y un marco de riego de 2 emisores·m<sup>-2</sup>. Solución de fertirrigación para todos los tratamientos en mmol·L<sup>-1</sup> fue: 12 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 1,5 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 6,5 de K<sup>+</sup>, 4,5 de Ca<sup>2+</sup> y 1,5 de Mg<sup>2+</sup>.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos establecidos basados en el potencial matricial del suelo se muestran en la siguiente tabla:

Tratamiento	Consigna de Activación (kPa)	Duración del Riego (minutos)	Dotación de Riego/Pulso (mm)
T1	-10	15	1,5
T2	-25	20	2,0
T3	-40	30	3,0

La activación del riego en los tratamientos de consigna se realizó automáticamente cuando el electrotensiómetro llegaba al valor umbral establecido en cada tratamiento. En cada tratamiento se colocaron cuatro electrotensiómetros (Irrometer Co, inc. Riverside, CA, USA) instalados a 15 cm de profundidad por debajo de la capa de arena (zona radicular) y a 15 cm de la planta y del gotero. Todos los tensiómetros estaban acoplados a un transductor electrónico que transfería los datos a un equipo de control (Sistema Red Himarcan®).

Cada tratamiento de riego era activado con un tensímetro electrónico, el resto se empleaban para registrar medidas del potencial matricial del suelo.

Las determinaciones realizadas fueron: biomasa del cultivo, consumo de agua, porcentaje de plantas afectadas por *Sphaeroteca fuliginea* (oidio) y grado de afección de las mismas en función de la posición relativa de las hojas (apical, media y basal) (Fotografía 1), y número de plantas muertas por *Erwinia carotovora* (bacteriosis) al finalizar el ciclo de cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Biomasa del cultivo y consumo de agua**

Los tratamientos de riego mostraron diferencias estadísticamente significativas en producción de fruto. El descenso en la tensión matricial del suelo de -10 a -25 kPa afectó ligeramente la producción, reduciéndola significativamente en un 10%. Sin embargo, el descenso hasta -40 kPa (T3) supuso una reducción en la producción del 23%. El desarrollo vegetativo del cultivo también fue afectado por el nivel de humedad del suelo, obteniéndose valores de biomasa y área foliar menores en los tratamientos con una tensión matricial más negativa (Tabla 1). En principio cabría pensar que las diferencias de agua aplicada entre tratamientos deberían ser pequeñas y estar asociadas a la mayor resistencia a la absorción de agua al incrementarse la tensión matricial del suelo. Sin embargo, se han obtenido diferencias muy significativas, del 43 % del tratamiento T1 frente al T3 y del 16 % del T2 frente al T3. La causa principal de estas diferencias está en el desarrollo vegetativo. A mayor tensión matricial de trabajo se ha obtenido menor desarrollo vegetativo, tanto en altura de las plantas como en área foliar. Por tanto, al ir avanzado el cultivo se han ido diferenciando los valores de evapotranspiración al disminuir el coeficiente de cultivo en los tratamientos de mayor tensión matricial.

El desarrollo vegetativo del cultivo se vio afectado por el nivel de humedad del suelo, siendo mayor en los tratamientos con mayor humedad en suelo. El mayor desarrollo vegetativo generó un incremento en la evapotranspiración del cultivo que pudo influir en parámetros ambientales, como la humedad relativa.

La incidencia de bacteriosis ha sido significativamente mayor en el tratamiento más regado, mientras que la de oídio ha sido más significativa en el menos regado. El porcentaje de plantas afectadas por *Erwinia carotovora* aumentó significativamente entre los dos muestreos en los tratamientos con más humedad mientras que el más seco se mantuvo estable. El grado de afección por *Sphaeroteca fuliginea* determinado en la zona apical de las plantas fue apenas imperceptible en casi la totalidad de las hojas muestreadas. En la zona media de la planta T1 presentaba menos incidencia de la enfermedad que los otros tratamientos. En la zona basal es donde se observa mayor desarrollo de la enfermedad siendo el tratamiento más seco (T3) el más afectado (Figura 4).

## **CONCLUSIONES**

El desarrollo vegetativo del cultivo se vio afectado por el nivel de humedad del suelo, siendo mayor en los tratamientos con mayor humedad en suelo.

El mayor desarrollo vegetativo generó un incremento en la evapotranspiración del cultivo que pudo influir en parámetros ambientales, como la humedad relativa.

La incidencia de bacteriosis ha sido significativamente mayor en el tratamiento más regado, mientras que la de oídio ha sido más significativa en el menos regado.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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

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

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL (CAPDR). 2015. Boletín Final. Avance de la Valoración de Campaña 2014/15. Hortalizas protegidas. Almería. 36 pp.

FERNÁNDEZ, M.D., GONZÁLEZ, A.M., CARREÑO, J., PÉREZ, C. AND BONACHELA, S. 2007. Analysis of on-farm irrigation performance in Mediterranean Greenhouses. Agr. Water Manage. 89:251-260.

LÓPEZ RODRIGUEZ et al. 2001. Cultivos Hortícolas II Plagas y enfermedades. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.

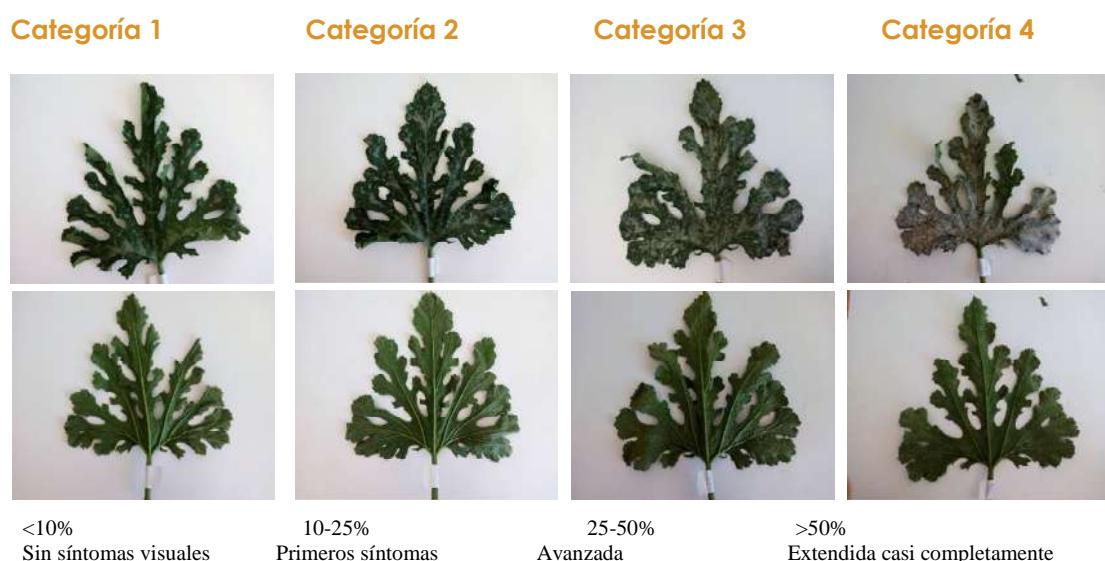
ROMERO, R. MURIEL, J.L., GARCÍA, I. AND MUÑOZ DE LA PEÑA, D. 2012. Research on automatic irrigation control: State of the art and recent results. Agr. Water Manage. 114:59–66.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por Fondos Europeos (FSE: Fondo Social Europeo y FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional) y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (IFAPA) mediante el proyecto Transforma Conecta SAR (PP.TRA.TRA201300.10).

## FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Grados de afección por *Sphaeroteca fuliginea*.



## TABLAS

Tabla 1. Área foliar y biomasa

Tratamiento	Área foliar (cm <sup>2</sup> ·m <sup>-2</sup> )	Materia seca aérea (g·m <sup>-2</sup> )	Porcentaje de materia seca aérea destinada a fruto (%)
26/3/15	30/04/15		
T1	44575a	59910a	1402a
T2	37325b	46924b	1211b
T3	23811c	32554c	1054c

## FIGURAS

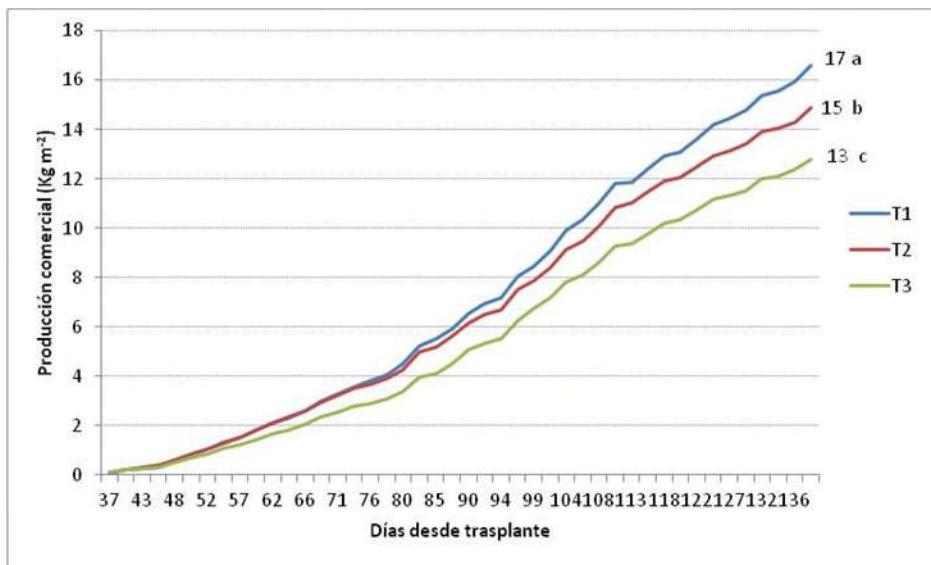


Figura 1. Producción de fruto

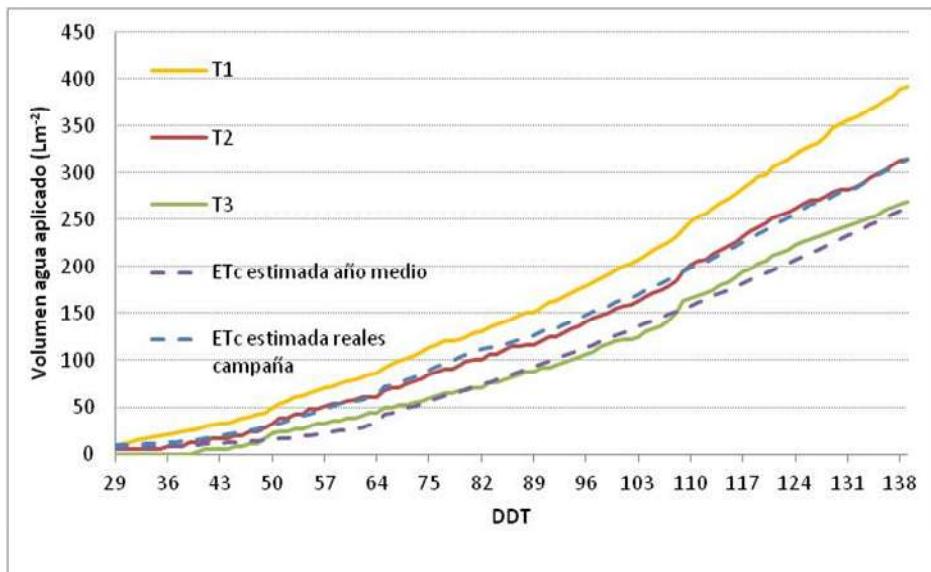


Figura 2. Volumen acumulado de agua aplicada

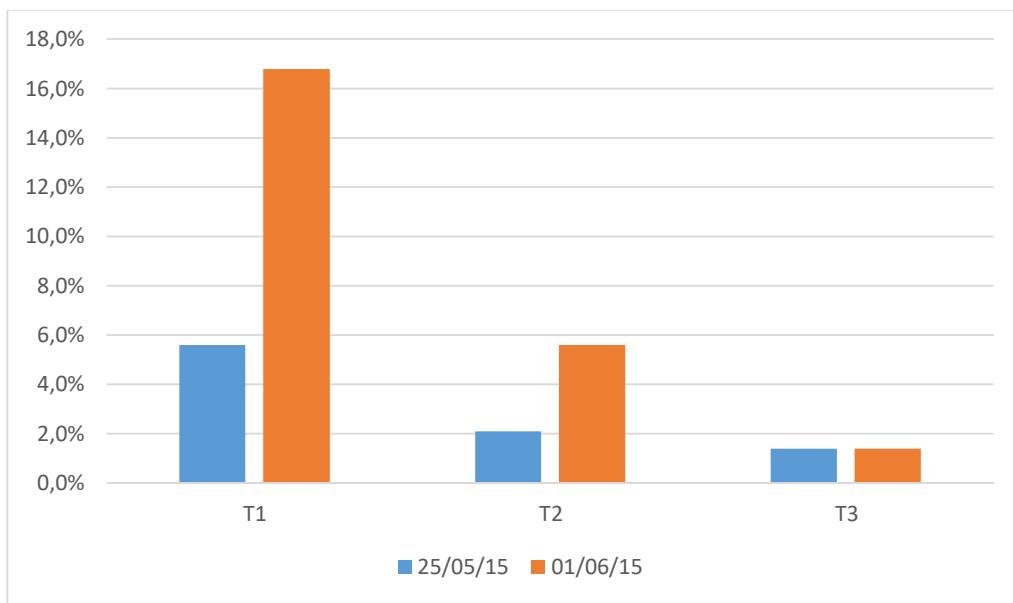


Figura 3. Plantas muertas por *Erwinia carotovora*.

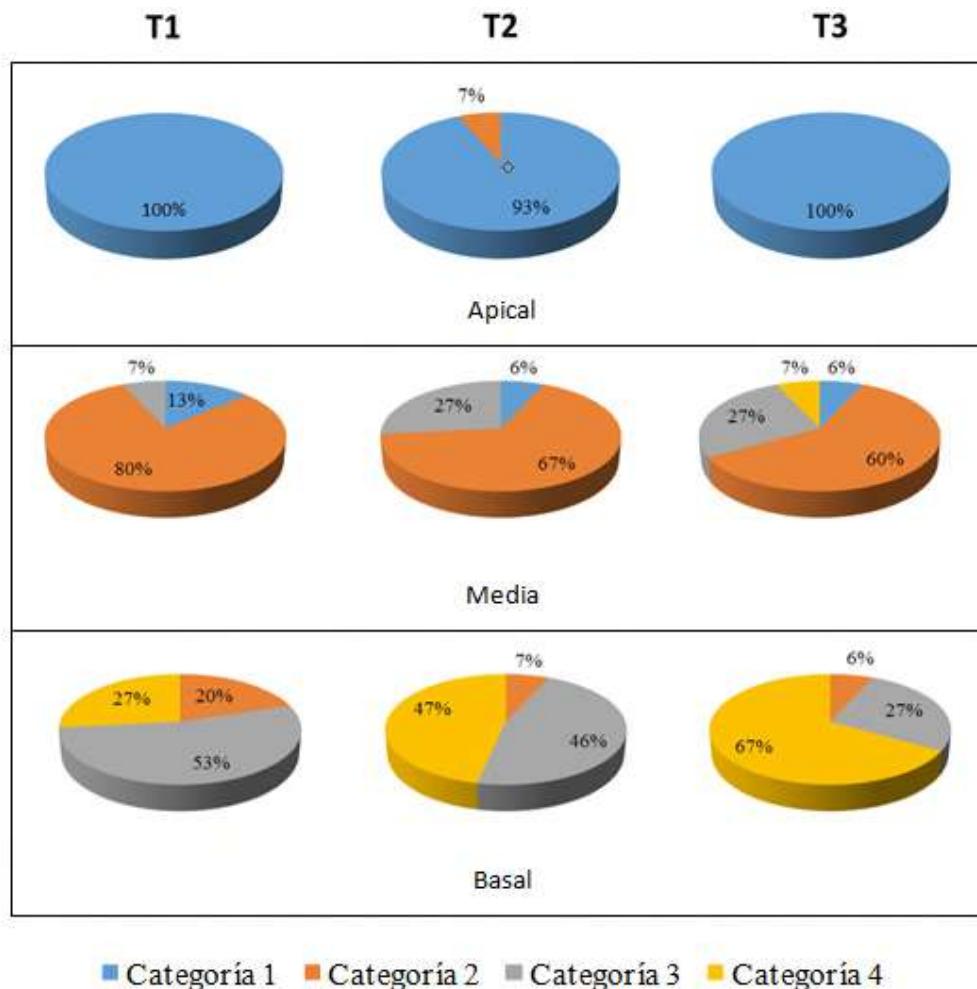


Figura 4. Porcentaje de hojas y grado de afección por *Erwinia carotovora*.

# **ESTUDIO DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Bactericera* spp. EN CULTIVOS DE PUERRO Y ZANAHORIA EN LA ZONA DEL CARRACILLO (SEGOVIA)**

Asensio-S.-Manzanera, M.C., Fernández-Oteruelo, E., Vacas-Izquierdo, R., Santiago, Y.

Unidad de Cultivos Leñosos y Hortícolas, Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Valladolid

## **RESUMEN**

Desde hace unos años en el cultivo de la zanahoria se observan síntomas de amarilleos, enrojecimientos en las hojas, proliferación de raicillas, brotaciones anómalas en la corona, enanismo de hoja y raíz, etc. que han provocado pérdidas de producción importantes. Estos síntomas han sido relacionados con la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso). El vector identificado hasta ahora como transmisor de esta bacteria en España en cultivos de umbelíferas es *Bactericera trigónica*.

En el caso del puerro, hace 2-3 años empezaron a aparecer síntomas de raicillas con geotropismo negativo, amarilleamiento del fuste, rajado del puerro y por tanto, pérdida comercial de los mismos asociados a la presencia de otro psílido identificado como *Bactericera tremblayi*. A diferencia de la zanahoria, no ha sido posible encontrar hasta ahora la relación de estos síntomas con la presencia de algún patógeno.

Con el objetivo de monitorizar la presencia de psílidos en estos dos cultivos, se realizó un seguimiento en tres parcelas: una de zanahoria temprana, otra de zanahoria tardía y una de puerro durante la campaña 2016. Las tres parcelas estaban situadas a menos de 400 m entre ellas en la localidad de Gomezserracín, emplazada en plena zona del Carracillo (Segovia), principal zona productora de puerro y zanahoria de la región de Castilla y León.

Para el seguimiento del ciclo biológico de *Bactericera* spp., en cada ensayo se dispusieron 5 trampas amarillas, se realizaron capturas de insectos mediante manga entomológica y se evaluaron 20 plantas cada 7-10 días. El seguimiento de adultos se realizó mediante la identificación y conteo de las capturas de los mangueos y las trampas; y en el caso de los huevos y las ninfas (ninfas N1-N2 y ninfas N3-N5) por la evaluación realizada en las plantas.

En los tres cultivos se observó un aumento de la población de adultos al final del cultivo, llegando a valores máximos en el promedio de las 5 trampas amarillas de 700 adultos/trampa en el caso de la zanahoria tardía, que fue la que estuvo mayor tiempo en el campo.

El número de huevos y ninfas registrado fue muy bajo, llegando en el caso de los huevos a un máximo de 20 huevos/planta al final del cultivo de la zanahoria temprana, recogida a finales de julio.

**Palabras clave:** *psílido, ciclo biológico, trampas amarillas, mangueos, huevo y ninfa*

## **INTRODUCCIÓN**

La superficie de hortalizas de Castilla y León (Anuario Estadística Agraria, 2015) es de 13.780 ha. La mayor zona de producción hortícola de Castilla y León se localiza en las comarcas agrarias de Cuéllar en Segovia y sureste de Valladolid con casi el 50%

de la superficie total regional. Se trata de una horticultura que se produce principalmente al aire libre, con grandes superficies de cultivo.

La zanahoria y el puerro son dos productos hortícolas de gran importancia en la Comunidad y a nivel nacional. Castilla y León es el primer productor de puerro en España y segundo productor de zanahoria después de Andalucía.

En los últimos años se han observado en la zona síntomas de amarilleos, enrojecimientos en las hojas, proliferación de raicillas, brotaciones anómalas en la corona, enanismo de hoja y raíz, etc. que han provocado pérdidas de producción en la zona. Estos síntomas han sido relacionados con la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. En ensayos realizados en otras zonas de producción en España en la zona de Villena (Alicante), la presencia de la bacteria en planta fue detectada en el 65% del total de la producción (López et al., 2013). En Tenerife, los resultados de los análisis realizados para la detección de CaLso permitieron detectar la bacteria en el 78 % de las plantas analizadas, con variaciones entre el 60 y el 100 % de presencia de la enfermedad en cada zona de muestreo (Sicilia, 2013). El vector identificado hasta ahora como transmisor de esta bacteria en España en cultivos de umbelíferas es *Bactericera trigónica*.

En el caso del puerro, se llevan observando desde hace 2-3 años síntomas de raicillas con geotropismo negativo, amarilleamiento del fuste, rajado del puerro y por tanto, pérdida comercial de la producción. Los síntomas se han asociado a la presencia de otro psílido identificado como *Bactericera tremblayi*. A diferencia de la zanahoria, no ha sido posible encontrar hasta ahora la relación de estos síntomas con la presencia de algún patógeno.

Además, teniendo en cuenta estudios realizados en el Norte de Europa las pérdidas de producción no sólo se deben al daño directo de la presencia de la bacteria en la planta, en el caso de la zanahoria, sino también al daño que ejerce el propio vector, que además de transmitir la bacteria a la planta, es capaz de provocar pérdidas de producción en las raíces y sintomatologías en planta con solamente la picadura. (Nissinen et al., 2014).

Actualmente existe poca información de estas especies en cuanto a las fluctuaciones estacionales de las poblaciones y sus vuelos para el desarrollo de estrategias de control.

El objetivo de este estudio fue el seguimiento del ciclo biológico de las dos especies de psílidos en cultivo de puerro y de zanahoria con dos ciclos de cultivo, temprano y tardío, en la zona de producción hortícola del Carracillo (Segovia).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron tres ensayos, uno de zanahoria temprana, otro de zanahoria tardía y otro de puerro en tres parcelas de la localidad de Gomezserracín (Segovia), donde estos dos cultivos son tradicionales en la zona. La distancia máxima entre ensayos era de 400 m (Figura 1).

Las fechas de siembra y cosecha aparecen en la tabla 1. Los tratamientos realizados en cada parcela fueron los habituales de los dos cultivos en la zona.

Se realizó el seguimiento del ciclo biológico de *Bactericera* spp., debido a la dificultad de diferenciar ambas especies, desde el momento de la siembra a la cosecha con visitas a las parcelas en intervalos entre 7 y 10 días.

El seguimiento de vuelo de adultos se realizó mediante la colocación de trampas cromáticas amarillas. Se dispusieron un total de 5 trampas por parcela, situadas a la altura de la vegetación con una distancia entre trampas de 20-25 m. La recogida de las trampas se realizó en fundas transparentes o en papel de film, etiquetadas con el nombre de la parcela y localización, la fecha de puesta y la fecha de recogida de las trampas, y el número de trampa. Para su conservación se mantuvieron en frigorífico a 4º C para evitar

que se estropeasen los individuos de las placas. En laboratorio se contó el número de adultos por trampa.

En el momento de la recogida de las trampas se realizaron muestreos para la identificación y presencia de adultos de *Bactericera* spp. con manga entomológica. Cada muestreo consistió en 10 mangueos de 10 batidas cada uno de ellos. En el laboratorio se procedió a la identificación y al conteo de cada muestra.

Por último, se evaluó la presencia de huevos y ninfas en 20 plantas. Se contaron el número de huevos, ninfas N1-N2 y ninfas N3-N5 de este género de psílidos, potenciales vectores de CaLso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Puerro

Los resultados obtenidos en el conteo de psílidos de las trampas cromáticas muestran que existe un primer pico de vuelo el 8 de junio. A partir de ese momento los niveles de población se mantienen en unos valores de promedio próximos a 200 adultos/trampa por semana hasta el día 20 de julio, próximo a la cosecha en el que los valores se disparan hasta casi 500 en el momento de la recolección (Figura 2).

El resultado de las capturas de adultos con manga entomológica se presenta en la Figura 3, encontrando que las capturas son escasas en general en todo el ciclo, aunque los picos máximos también se dan en el momento que hubo más capturas en las trampas cromáticas.

A pesar de los valores obtenidos en las trampas cromáticas, en la evaluación de las 20 plantas hubo muy pocos huevos y ninfas, apareciendo también más al final de la campaña (Figura 4).

En principio el mayor número de adultos en las trampas cromáticas, huevos y ninfas al final de la campaña de cultivo puede deberse a que los insectos vuelan desde otras parcelas ya cosechadas o bien al cese de los tratamientos fitosanitarios una vez que la campaña está finalizando, ya que el puerro es un cultivo donde los tratamientos insecticidas para trips son muy frecuentes.

### Zanahoria

La población de adultos capturados en las trampas cromáticas de la parcela de zanahoria temprana presentó varios picos poblacionales a lo largo de los muestreos, que iban aumentando de valor a medida que iba avanzando el cultivo, hasta llegar a un máximo que se produjo en el momento de la cosecha (Figura 5). Estos picos de adultos también se detectaron en el mismo momento en las capturas hechas con la manga entomológica, aunque al igual que en el puerro las capturas fueron muy escasas (Figura 6).

En la zanahoria tardía se observa un aumento de la población muy elevado la primera semana de junio, en el momento que el cultivo tenía cinco semanas con tres hojas verdaderas. A partir de ahí se establece la población presentando otros dos picos máximos en el momento que se cosechó la parcela de zanahoria tardía y un último en el momento de la cosecha (Figura 5). Aunque el número de adultos capturados en los mangueos es también bajo, también se observa la misma dinámica poblacional con los aumentos y descensos de la población a lo largo del cultivo (Figura 6).

El número de huevos y ninfas observados en ambos cultivos también en este caso fue bajo, sobre todo en el caso de ninfas. También se observó un repunte en el número observado al final del cultivo (Figuras 7 y 8). Estos valores pueden ser debidos a la presencia de algún parasitoide de estos dos estadios. Durante el seguimiento del ciclo, sí

se observaron ninfas parasitadas, sin embargo, sería necesario realizar estudios más exhaustivos para valorar la presencia de estas especies.

## CONCLUSIONES

En el caso del puerro, donde los tratamientos son muy habituales y frecuentes, las capturas de adultos de *Bactericera* spp. se van manteniendo en unos valores inferiores a la zanahoria, aunque sí se observan ciertos picos de la población, sobre todo al final del cultivo, donde se dispara al cesar los tratamientos con insecticidas para el control de trips. Este aumento también puede ser debido a los vuelos de otros insectos en parcelas próximas que se han cosechado.

En zanahoria los tratamientos insecticidas son poco habituales, por tanto, los aumentos y descensos de individuos capturados en las trampas cromáticas se deben a la propia biología de la especie. En la zanahoria tardía, cuyo ciclo de cultivo coincide con los meses en los que la población de *Bactericera* spp. presenta unos valores más elevados, se observan estos picos poblacionales de forma más clara.

Los bajos valores del número de huevos y ninfas, pueden deberse, en el caso del puerro a los tratamientos realizados, y en ambos cultivos a la presencia de algún parásitoide y/o depredador de estos dos estados de la especie. Por tanto, sería necesario el estudio de posibles depredadores y/o parásitoides de los diferentes estados y estadíos de la plaga.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuario de Estadística Agraria, 2015. Junta de Castilla y León: Servicio de Estadística, Estudios y Planificación Agraria.  
(<http://www.agriculturaganaderia.jcyl.es/web/jcyl/AgriculturaGanaderia/es/Plantilla100/1284709133971/> / / )
- LÓPEZ, M.M., MARTÍNEZ, M.C., TERESANI, G.R., BERTOLINI, E., ALFARO-FERNÁNDEZ, A., FONT, M.I., TANAKA, F., KITAJIMA, E.W., ROSELLÓ, M., BARTOLOMÉ, P., SANJUAN, S. FERRANDIZ J.C. CAMBRA, M. 2013. ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ bacteria emergente asociada a desarreglos vegetativos en apio y zanahoria. XLIII Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura, Villena (Alicante), 28 de mayo de 2013.
- 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 63(4):812-820.
- SICILIA, A., 2013. Control de *Bactericera trigonica* (Hodkinson, 1981). Tesis Final de Carrera. ICIA.

## FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. Síntomas en puerro asociados a la presencia de *Bactericera tremblayi*.



Fotografía 2. Huevos y ninfa de *Bactericera* spp. en hoja de puerro.



Fotografía 3. Ninfa de *Bactericera* spp.



Fotografía 4. Adulto de *Bactericera* spp. en trampa cromática amarilla

## TABLAS

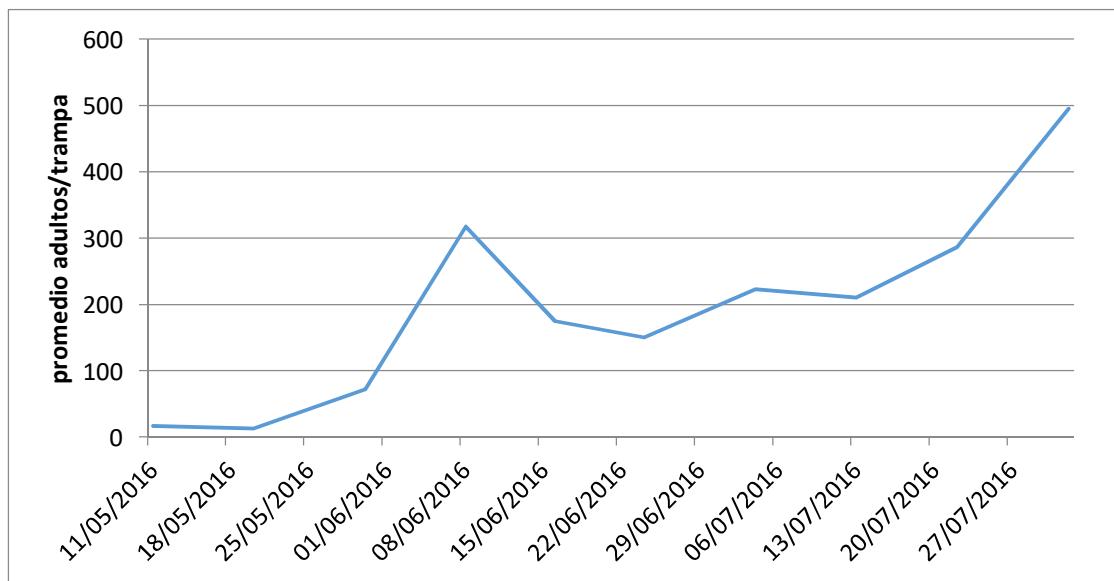
**Tabla 1.** Fechas de siembra y cosecha de las tres parcelas.

Parcela	Fecha trasplante	Fecha cosecha
Zanahoria temprana	20/2/16	12/8/16
Zanahoria tardía	30/4/16	12/9/16
Puerro	25/3/16	12/8/16

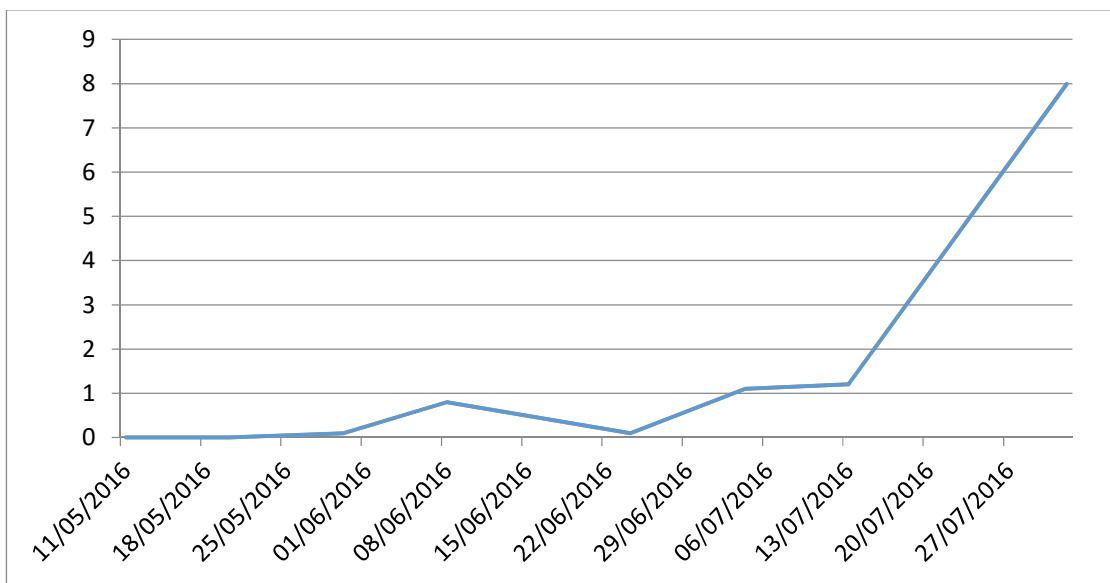
## FIGURAS



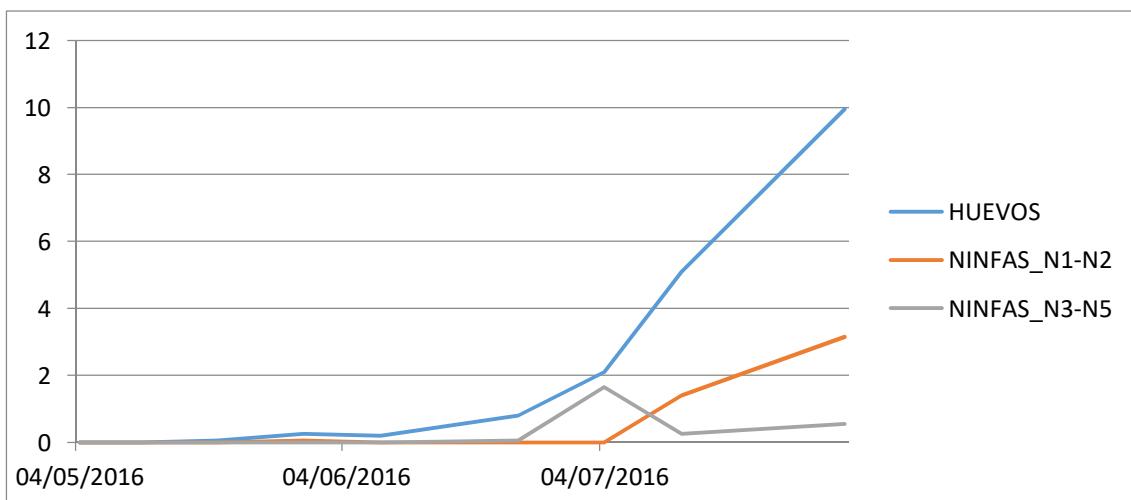
**Figura 1.** Situación de los ensayos de puerro, zanahoria temprana y zanahoria tardía en Gomezserracín (Segovia) en 2016.



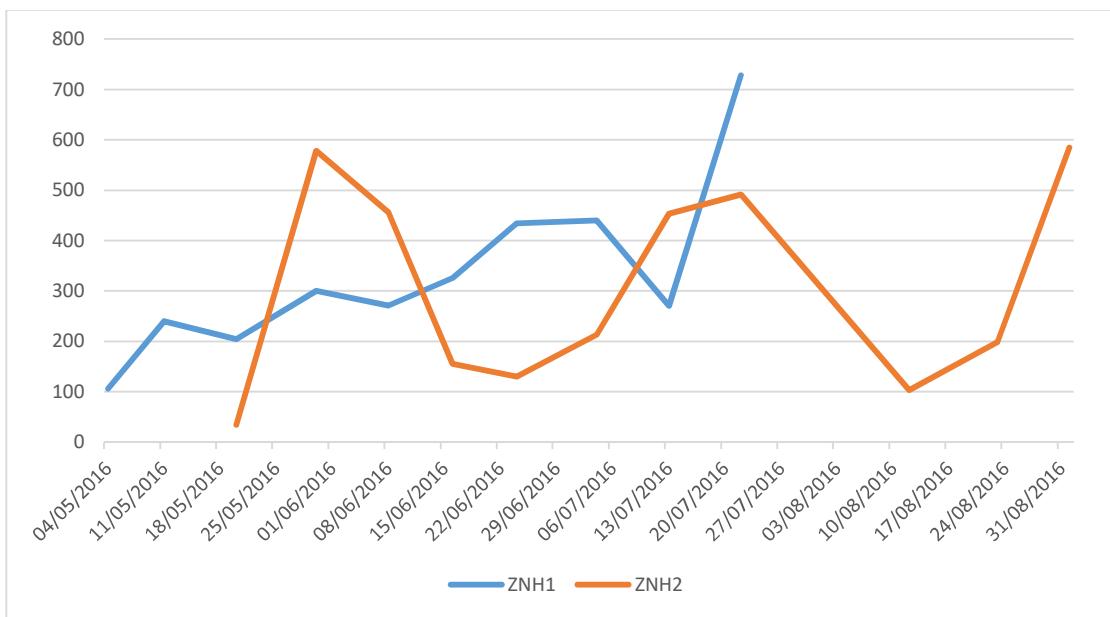
**Figura 2.** Promedio de adultos por trampa cromática del ensayo de puerro. Gomezserracín (Segovia) – Año 2016.



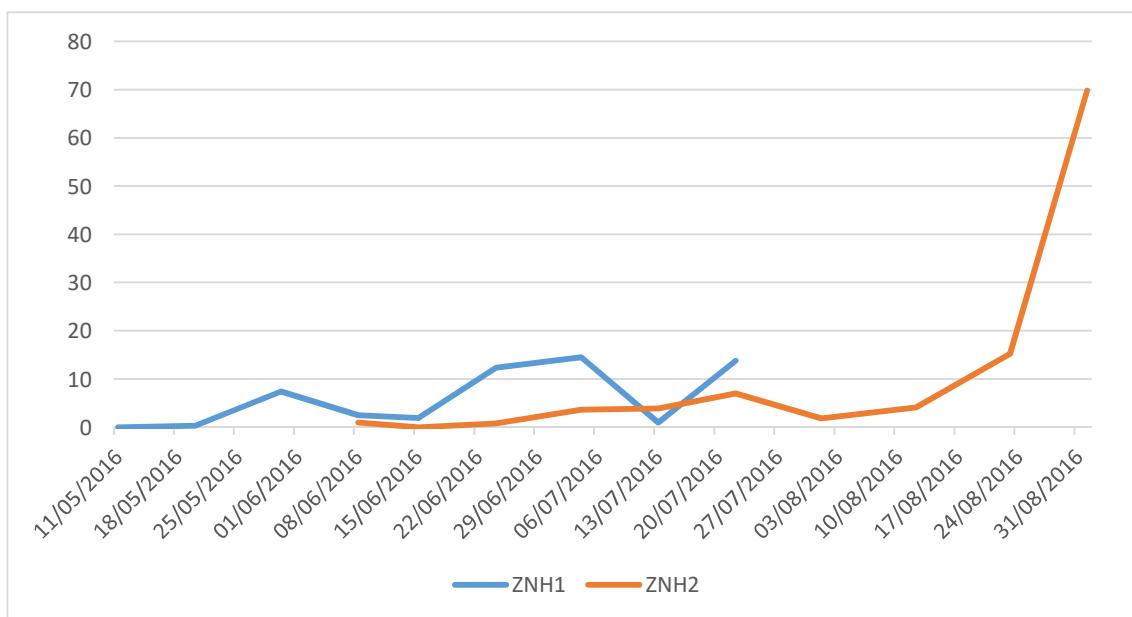
**Figura 3.** Evolución del promedio de los adultos capturados en 10 mangueos en una parcela de puerro en Gomezserracín (Segovia, 2016).



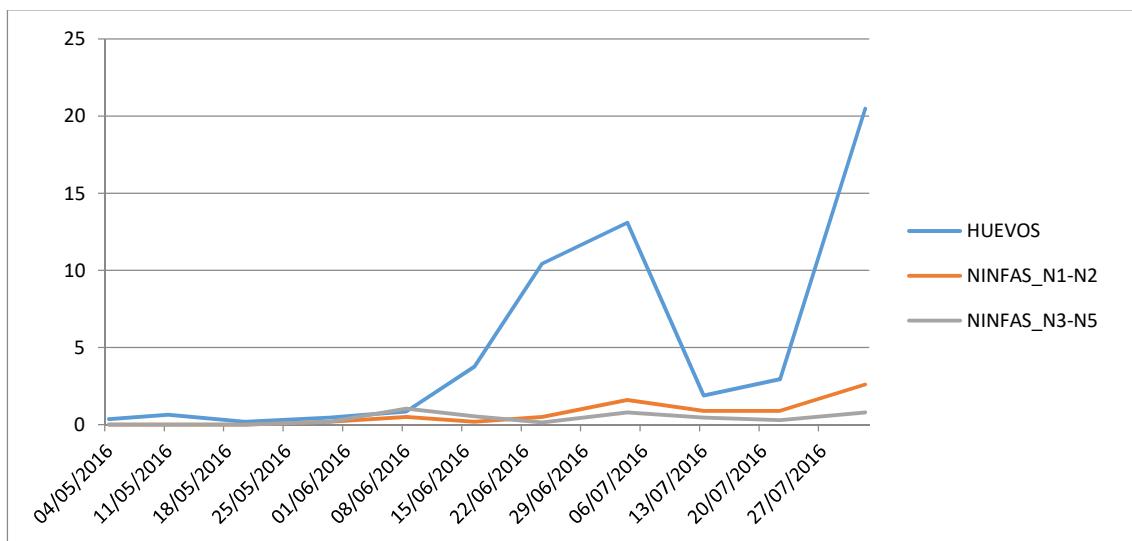
**Figura 4.** Evolución de las medias por planta (20 plantas) de los huevos y ninfas de psílidos localizadas en el ensayo de puerro de Gomezserracín (Segovia, 2016).



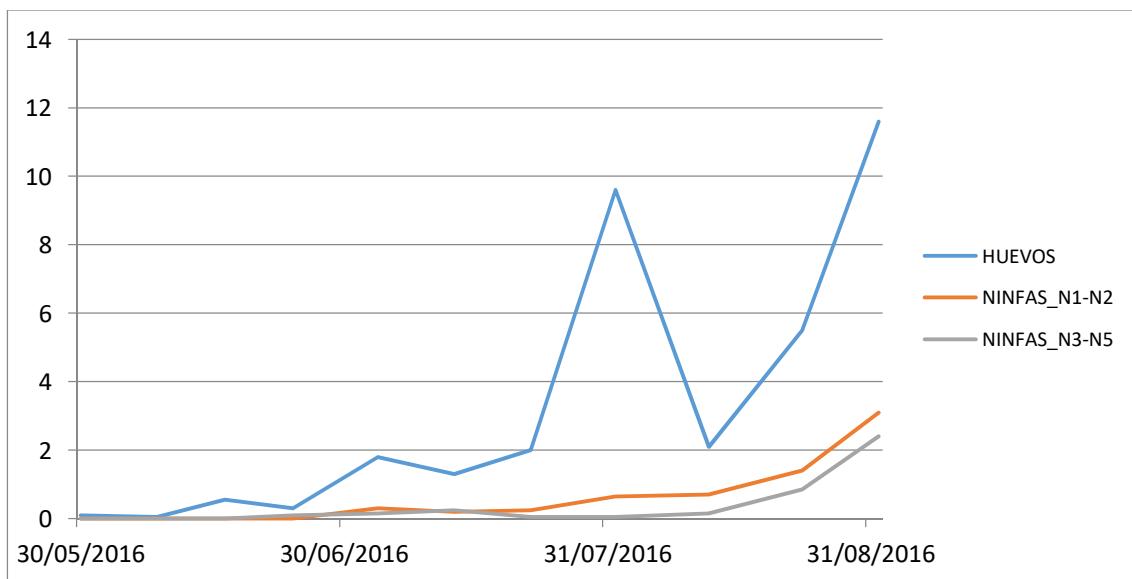
**Figura 5.** Promedio de adultos por trampa cromática del ensayo de zanahoria temprana (ZNH1) y zanahoria tardía (ZNH2) de Gomezserracín (Segovia) – Año 2016.



**Figura 6.** Evolución del promedio de los adultos capturados en 10 mangueos en una parcela de zanahoria temprana (ZNH1) y tardía (ZNH2) en Gomezserracín (Segovia) - Año 2016.



**Figura 7.** Evolución de las medias por planta (20 plantas) de los huevos y ninfas de psílidos localizadas en el ensayo de zanahoria temprana (ZNH1) de Gomezserracín (Segovia) - Año2016.



**Figura 8.** Evolución de las medias por planta (20 plantas) de los huevos y ninfas de psílidos localizadas en el ensayo de zanahoria tardía (ZNH2) de Gomezserracín (Segovia) - Año2016.

# EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CORAGEN 20 SC EN EL CONTROL DE LA POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA EN TENERIFE (CANARIAS).

Perera, S.; Trujillo, E.; Ríos, D.J.  
Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

## RESUMEN

En las Islas Canarias y especialmente en la isla de Tenerife, el cultivo de la papa tiene una gran importancia paisajística, gastronómica y cultural, constituyendo uno de los agrosistemas más característicos de la isla. Desde su detección en 1999 la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 se ha convertido en la plaga más importante de este cultivo llegando a producir pérdidas superiores al 50% principalmente en la zona norte de la isla y en secano. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la eficacia de un nuevo producto fitosanitario autorizado para el control de esta plaga, Coragen 20 SC (clorantraniliprol 20%) en el control de *T. solanivora* realizando 2 aplicaciones a partir del inicio de tuberización dirigidas al interior y base de la planta y dirigidas a la parte aérea. Se evaluó el peso y número de tubérculos sanos y afectados por la plaga y la intensidad del daño con el número de galerías por tubérculo afectado. Los resultados muestran que los porcentajes de eficacia con la aplicación del Coragen 20 SC dirigida al interior y a la base de la planta fueron de alrededor del 40%, obteniéndose valores ligeramente menores a esta cifra en el caso de las aplicaciones dirigidas a la parte aérea de la planta. En base a los resultados obtenidos, la aplicación de Coragen 20 SC debe ir acompañada del resto de medidas culturales y biotécnicas para alcanzar un control adecuado de la polilla guatemalteca de la papa.

**Palabras clave:** *Tecia solanivora*, *Gelechiidae*, *plaga*, *clorantraniliprol*

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la plaga conocida como polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*) es uno de los principales problemas a los que se enfrenta el sector de la papa en Tenerife debido a que esta plaga, en condiciones favorables, puede llegar a producir pérdidas superiores al 50 % de la cosecha.

Las indicaciones emitidas por los centros de investigación que estudian el control de esta plaga destacan que el uso de insecticidas químicos es sólo una medida complementaria al resto de medidas culturales y recomiendan:

- que las aplicaciones de insecticidas líquidas deben dirigirse a la parte interna del follaje y la base de la planta;
- que no se recomiendan los insecticidas granulados que en ocasiones se han utilizado para otras plagas de la papa;
- que las decisiones para el control químico han estado orientadas en algunos casos por la densidad poblacional, seleccionando valores entre 50 a 150 adultos/trampa/semana, siendo estos umbrales nominales establecidos en base a la experiencia de agricultores, sin que existan trabajos experimentales que lo apoyen Clavijo (1993);
- que el periodo crítico para el daño de la polilla se ha establecido entre el inicio de la tuberización y la maduración del cultivo.

En todo caso se debe basar en experiencias locales, ya que aspectos como el inicio de tuberización y maduración del cultivo van a depender de la variedad, estado fisiológico de la semilla, manejo agronómico y condiciones climáticas, entre otros (Niño, 2004).

Se han publicado bastantes ensayos de evaluación de productos fitosanitarios para el control de Tecia en Sudamérica (Torres, 1998, Clavijo y Notz, 1995, Gallegos *et al.*, 2002, Soriano, 2003, Niño *et al.*, 2005, Domínguez *et al.*, 2009), con un éxito moderado, con eficacias máximas en el entorno del 50%. En Tenerife, desde la introducción de la plaga, también se han realizado ensayos de eficacia de insecticidas de aplicación foliar (Perera y Trujillo, 2008, Perera y Trujillo, 2013) o aplicados en el terreno, también con eficacias muy bajas.

El único producto fitosanitario que ha sido testado sobre *T. solanivora* en España y hasta el momento es Coragen 20 SC (clorantraniliprol 20%) con una eficacia aceptable según nos ha comunicado la empresa. En la actualidad, este producto está autorizado en España en el cultivo de la papa sobre polilla y posee efecto ovicida y larvicida. Los datos suministrados por la empresa del producto y por las páginas web de las empresas de comercialización de enemigos naturales indican que este producto es respetuoso con los principales himenópteros parásitos de huevos de lepidópteros.

Teniendo en cuenta que las recomendaciones en la aplicación de productos fitosanitarios en los países de origen de la plaga que señalan la importancia de dirigir las aplicaciones al interior y la base de la planta, es por lo que se incluye en este estudio de eficacia la variable de aplicación dirigida al interior y la base de la planta y dirigida a la parte aérea.

Por lo tanto, el objetivo de este ensayo es evaluar la eficacia de Coragen 20SC (clorantraniliprol 20%) en el control de la polilla guatemalteca de la papa (*T. solanivora*) dirigidas al interior y base de la planta y dirigidas a la parte aérea.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en una finca situada en San Juan de la Rambla (Norte de Tenerife) dedicada al cultivo de la papa en secano. La siembra de la parcela objeto del ensayo se realizó el día 9 de enero de 2016 con el cultivar Fandango Fandango se siguieron las prácticas de cultivo habituales en la zona. El marco de plantación fue de 0,7 metros entre líneas y 0,30 metros entre plantas. En la parcela se realizaron 3 aplicaciones de fungicidas para el control del mildiu de la papa. La recolección se realizó de forma manual el día 6 de junio de 2016 tomando para la evaluación los dos surcos centrales de la parcela experimental.

Se colocó una trampa de agua con feromona sexual de *T. solanivora* para el registro de capturas coincidiendo con el primer tratamiento fitosanitario dirigido a la polilla (05/05/2016) y cuyos conteos se muestran en la tabla 1.

Los tres tratamientos fueron los que se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla:** Tratamientos realizados

Tratamiento	Aplicación
Coragen aplicado base	Dirigida a la parte interna y a la base de la planta.
Coragen aplicado parte aérea	Dirigida a la parte aérea de la planta.
Testigo seco	---

El inicio de las aplicaciones se realizó coincidiendo con el inicio de tuberización. En total se realizaron dos aplicaciones durante el ciclo con un intervalo de 14 días. La primera aplicación se realizó el 5 de mayo de 2016 y la segunda el 19 de mayo de 2016. Las aplicaciones se efectuaron mediante un pulverizador de mochila marca SOLO con

motor de dos tiempos marca HONDA y tobera doble de chorro alto. La presión en la pulverización fue de 5 atmósferas con un gasto de caldo de aproximadamente 550 L·ha<sup>-1</sup> y una dosis de 0,150 L·ha<sup>-1</sup>.

El diseño del ensayo fue en bloques al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Cada parcela experimental constó de 4 líneas de cultivo con una superficie de 28 m<sup>2</sup> (10 m \* 2,8 m). Las diferencias entre los tres tratamientos fueron estudiadas mediante un análisis de varianza unifactorial ANOVA unido a un test de rango múltiple de Tukey ( $P<0,05$ ) tomando los porcentajes de tubérculos afectados en peso y en número previa transformación de los datos arcsen  $\sqrt{x}$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el paquete Statistix Versión 10.0. Para evaluar la eficacia de los tratamientos se empleó la fórmula de Abbott (1925) tomando el porcentaje de producción afectada.

Los tubérculos cosechados de cada parcela experimental fueron lavados con agua para la mejor observación de la presencia de galerías provocadas por la polilla y se determinaron los siguientes parámetros:

- **Peso y número de tubérculos sanos y afectados** por *T. solanivora* de cada parcela experimental.
- **Número de galerías por tubérculo afectado** por *T. solanivora* de cada parcela experimental.

Además del total de tubérculos afectados por parcela se tomaron al azar de 10 a 15 tubérculos afectados por parcela experimental y se colocaron en un envase plástico aireado (evolucionario) para identificar los adultos de polilla (*T. solanivora* o *P. operculella*) y la presencia o ausencia del himenóptero parásito *Copidosoma koehleri*.

Los datos meteorológicos se tomaron de la estación agrometeorológica más cercana situada en Icod el Alto en el municipio de los Realejos denominada REALEJ con similar altitud y perteneciente al Cabildo de Tenerife. En la figura 1 y 2 se muestran los registros de temperatura y humedades relativas medias diarias respectivamente, durante el periodo de cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Porcentaje de producción afectada por tratamiento:** Los resultados estadístico del porcentaje de tubérculos afectados por *T. solanivora* en kilogramos y número es el que se presenta en la tabla 2. Los resultados obtenidos mostraron un porcentaje de tubérculos en peso afectados en los tratamientos con Coragen 20 SC dirigidos a la base de la planta y a la parte aérea, de 15,1% y 15,9% respectivamente, mientras que en el tratamiento testigo alcanzó un 25,8% sin diferencias significativas entre los tres tratamientos. Se observa que los porcentajes obtenidos con la aplicación dirigida a la base de la planta superan en aproximadamente un punto porcentual a los obtenidos por la aplicación dirigida a la parte aérea.

**Porcentaje de eficacia:** Los resultados del porcentaje de eficacia se detallan en la tabla 3. Los porcentajes de eficacia obtenidos con Coragen 20 SC aplicado a la base de la planta fueron en peso y número de tubérculos del 41,6 y 39,6% respectivamente. Los porcentajes de eficacias obtenidos con la aplicación del producto a la parte aérea fueron menores que los obtenidos en la aplicación dirigida a la base de la planta, alcanzando valores en peso y número de tubérculos del 38,5 y 34,1% respectivamente.

**Intensidad del daño:** La intensidad del daño valorada en número de galerías por tubérculo y por tratamiento se detalla en la tabla 4. El resultado estadístico del número de galerías por tubérculo indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos no llegando la media a las dos galerías por tubérculo en ninguno de los tres tratamientos.

**Identificación de polillas en tubérculos afectados:** En la tabla 5 se muestran los resultados del registro de adultos de las dos especies de polillas de la papa que afectaron

a los tubérculos. El registro de los adultos de las dos polillas de la papa muestra que un 98% de los adultos fueron identificados como *T. solanivora*. En una de las repeticiones del tratamiento Coragen aplicado a la base de la planta se observó la presencia de *Copidosoma koehleri*.

## CONCLUSIONES

Los porcentajes de eficacia con la aplicación del Coragen 20 SC dirigida al interior y a la base de la planta fueron de alrededor del 40%, obteniéndose valores ligeramente menores a esta cifra en el caso de las aplicaciones dirigidas a la parte aérea de la planta.

A pesar de las escasas diferencias entre el tratamiento con Coragen 20 SC dirigido al interior y la base de la planta y el dirigido a la parte aérea se considera que, en base a la biología y hábitos de la plaga, al modo de acción del producto y a las recomendaciones de los principales centros de investigación que estudian el control de esta plaga, las aplicaciones deben ser dirigidas al interior y a la base de la planta.

En base a los resultados obtenidos, la aplicación de Coragen 20 SC debe ir acompañada del resto de medidas culturales y biotécnicas para alcanzar un control adecuado de la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*) que se recomiendan para el manejo integrado de esta plaga.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al propietario de la parcela D. Tomás Alonso León por permitirnos realizar este estudio, a la empresa Máximo Pestano, S.L. por la donación del producto y a nuestra compañera Mónica González Méndez por su ayuda en la ejecución de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*: 18: 265-267.
- CISNEROS, F. 1995. Control de plagas agrícolas. Segunda Edición. Auspiciado por AGCIS Electronics. Lima, Perú. 313 p.
- Clavijo, S. 1993. Fundamentos de Manejo de Plagas. Universidad Central de Venezuela. Caracas 205 p.
- CLAVIJO, S., NOTZ, A. 1995. Efectividad ovicida del carbamato Thiodicarb para el control de especies de lepidóptera familias Gelechiidae y Noctuidae. *Agronomía Tropical*. 45(1): 27-34.
- DOMÍNGUEZ, I., CARRERO, C., RAMIREZ W., SEGOVIA, P., PINO, H. 2009. Evaluación del efecto de insecticidas sobre larvas de *Tecia solanivora*. *Agricultura Andina*. Vol. 17. Julio-Diciembre. 61-73.
- GALLEGOS, P., SUQUILLO, J., CHAMORRO, F., OYARZÚN, P., ANDRADE, H., LÓPEZ, F., SEVILLANO, C., BARRERA, V., PUETATE, J. 2002. Determinar la eficiencia del control químico para la polilla de la papa *Tecia solanivora*, en condiciones de campo. En: Memorias del II Taller Internacional de Polilla Guatemalteca (*Tecia solanivora*). Avances en investigación y Manejo Integrado de la Plaga. Del 04 al 05 de junio de 2002. Quito. Ecuador. 7 p.
- NIÑO, L. 2004. Revisión sobre la polilla de la papa *Tecia solanivora* en Centro y Sudamérica. Suplemento Revista Latinoamericana de la Papa.
- NIÑO, L., ACEVEDO, E., BECERRA, F. 2005. Evaluación de insecticidas químicos de baja toxicidad y productos biológicos para el control en campo de las principales plagas de la papa en Mucuchíes, estado Mérida. *Entomotropica* 20(2): 127-204.

PERERA, S., TRUJILLO, E. 2008. Ensayo de evaluación de eficacia de insecticidas en el control de la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*). Cabildo Insular de Tenerife. Servicio Técnico Agricultura y Desarrollo Rural En línea: [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa\\_207\\_L\\_eficaciainsectpolilla2008.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_207_L_eficaciainsectpolilla2008.pdf)

PERERA, S., TRUJILLO, E. 2013. Ensayo de evaluación de eficacia de la aplicación cebo de goldor Bait (fipronil 0.5%) en el control de las polillas de la papa. (*Pthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*). Cabildo Insular de Tenerife. Servicio Técnico Agricultura y Desarrollo Rural. En línea: [http://www.agrocabildo.org/publicaciones\\_detalle.asp?id=600](http://www.agrocabildo.org/publicaciones_detalle.asp?id=600)

SORIANO, J. 2003. Eficacia del control químico en el manejo integrado de *Tecia solanivora* (Povolny 1973) en diferentes niveles de población en campo. En: Memorias del II Taller Nacional sobre *Tecia solanivora*. “Presente y futuro de la investigación sobre polilla guatemalteca”. Del 24-25 de abril. Bogotá. Colombia.

TORRES, F. 1998. Biología y Manejo Integrado de la polilla Centroamericana de la Papa *Tecia solanivora* en Venezuela. Maracay, Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del Estado Táchira. (Serie A. N° 14). 60 p.

## TABLAS

**Tabla 1.** Registro de capturas de adultos de *T. solanivora* en trampas

Fecha	Número de capturas
10/05/2016	43
19/05/2016	12
15/06/2016	73
30/06/2016	60
13/07/2016	151

**Tabla 2.** Porcentajes de tubérculos afectados por tratamiento.

Tratamiento	Porcentaje tubérculos afectados	
	en peso	en número
Coragen aplicado a la base	15,1 ± 3,6 a	13,0 ± 2,8 a
Coragen aplicado parte aérea	15,9 ± 2,2 a	14,2 ± 1,7 a
Testigo seco	25,8 ± 5,8 a	21,6 ± 4,5 a
p	0,2158	0,1717
CV (%)	23,4	21,7

Los datos han sido sometidos para su análisis estadístico a una transformación de arcsen  $\sqrt{x}$ . Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p<0,05$ ). CV = coeficiente de variación.

**Tabla 3:** Resultado del porcentaje de eficacia..

Tratamiento	Porcentaje tubérculos afectados	
	en peso	en número
Coragen aplicado a la base	41,6	39,6
Coragen aplicado parte aérea	38,5	34,1

**Tabla 4:** Resultado estadístico del número de galerías por tubérculo y tratamiento.

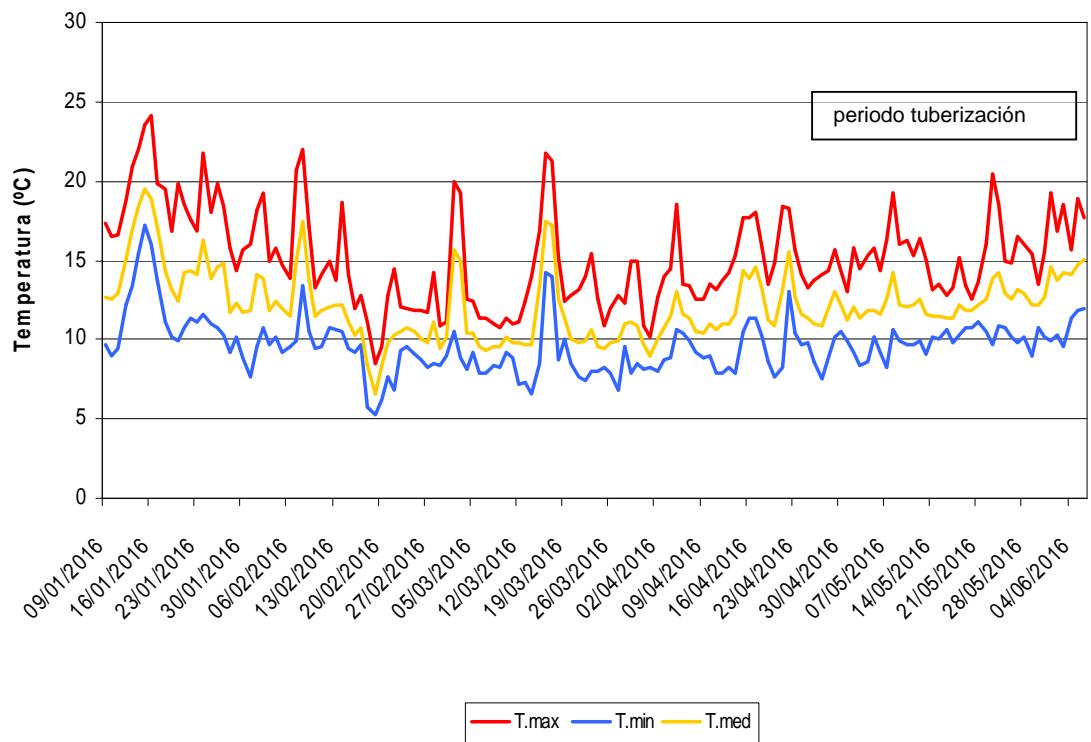
<b>Tratamiento</b>	<b>nº galerías tubérculos afectados</b>
Coragen aplicado a la base	1,76 ± 0,15 a
Coragen aplicado a la parte aérea	1,49 ± 0,06 a
Testigo seco	1,56 ± 0,15 a
p	0,1135
CV (%)	9,6

Valores medios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p<0,05$ ). CV = coeficiente de variación.

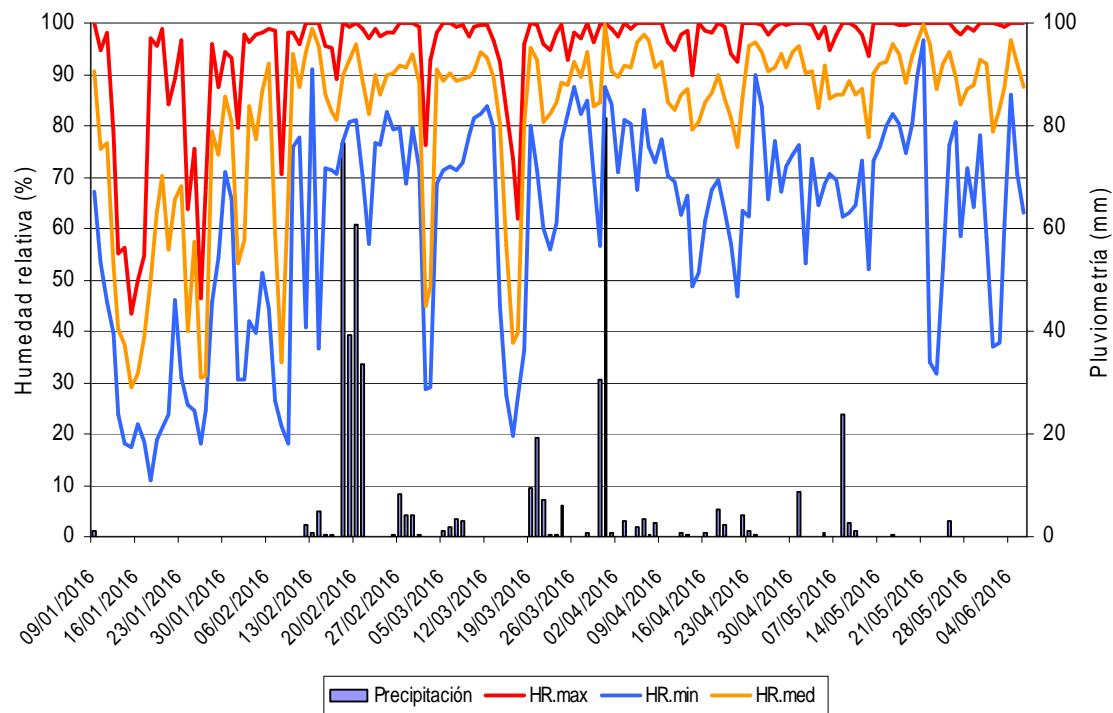
**Tabla 5:** Resultados del registro de adultos de las dos especies de polillas de la papa por tratamiento.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Nº adultos/u. experimental</b>	
	<i>T. solanivora</i>	<i>P. operculella</i>
Coragen aplicado a la base	24	0
Coragen aplicado a la parte aérea	35	1
Testigo seco	36	1

## FIGURAS



**Figura 1:** Temperaturas diarias registradas



**Figura 2:** Humedades relativas y precipitación registradas.

# **SUSCEPTIBILIDAD DE DISTINTAS CUCURBITÁCEAS AL NUEVO VIRUS DEL CRIBADO (MNSV-W-SP) DESCRITO EN EL SUDESTE ESPAÑOL**

Ruiz García, L.; García García, M.C.; Simón Martínez, A.; Crespo Romo, O.; Gómez Vázquez, J.M.; Janssen, D.

IFAPA La Mojonera, Almería. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

## **RESUMEN**

Durante la primavera de 2014, se observaron en plantas de sandía de un invernadero situado en la provincia de Almería, síntomas similares a los que induce *Melon necrotic spot virus* (MNSV) como son, necrosis en frutos, en hojas y tallos de la planta. La inoculación mecánica hecha en el laboratorio a partir de las plantas de sandías sintomáticas sobre melón, pepino, calabaza vinatera, calabacín, calabaza, y sandía, produjo síntomas similares a los observados en campo sólo en el caso de la sandía mientras que el resto de las cucurbitáceas inoculadas permanecieron asintomáticas. Utilizando técnicas moleculares como secuenciación de alto rendimiento, se determinó que los síntomas en sandía eran atribuidos a una nueva cepa de MNSV denominada como MNSV-W-SP y no descrita hasta el momento. En los cultivos de sandía, la enfermedad provocada por las cepas de MNSV conocidas hasta el momento se ha controlado con el uso de plantas injertadas sobre calabaza. Hemos confirmado que los principales portainjertos disponibles en el mercado en el cultivo de la sandía son resistentes al virus.

MNSV-W-SP es una nueva cepa de MNSV no descrita hasta el momento y cuyo rango de huéspedes hortícolas parece estar restringido a plantas de sandía. Debido a esto y, para desarrollar un buen cultivo, recomendamos el uso de planta de sandía injertada sobre calabaza.

**Palabras clave:** *MNSV, sandía, cucurbitáceas*

## **INTRODUCCIÓN**

En España, el virus de las manchas necróticas del melón o virus del “cribado” (*Melon necrotic spot virus*, MNSV) fue detectado por primera vez en 1984 en cultivos protegidos de melón en la zona de Almería, siendo identificado por transmisión a especies indicadoras y posteriormente caracterizado un aislado español en dicha zona (Martínez de Salinas *et al.*, 1987). La enfermedad se extendió considerablemente por la costa almeriense, llegando a ser un factor limitante para el mantenimiento de este cultivo (Cuadrado *et al.*, 1993). MNSV ha sido detectado también en otras zonas de la comunidad andaluza como Córdoba, Granada y Sevilla, y en otras zonas de España como Zaragoza, Valencia, Alicante, Murcia, Tenerife, Ibiza y Baleares (Luis-Arteaga, 1994, García-Jiménez *et al.*, 2000). Los síntomas en melón y pepino se caracterizan por la aparición de pequeñas manchas cloróticas de 0,5 a 2 mm en las hojas que evolucionan a necróticas. Otro síntoma típico, y conocido como “enrejado”, es la necrosis de las nerviaciones de las hojas inferiores e intermedias. Pueden aparecer estrías necróticas en el cuello y tallo de las plantas, a veces como único síntoma de la enfermedad, o una necrosis marrón en la base del tallo que sólo afecta a la epidermis, y que también constituya el único síntoma de la enfermedad. Esto puede estar asociado con la muerte de la planta (Cuadrado *et al.*, 1993).

El virus tiene un estrecho rango de plantas hospedadoras, limitado a especies pertenecientes a la familia Cucurbitaceae. En condiciones naturales, MNSV es transmitido por el hongo *Olpidium bornovanus* (Campbell *et al.*, 1996) y por semilla, ya que puede estar presente en la superficie y en el endospermo de las plantas enfermas.

En la provincia de Almería, durante el mes de mayo de 2014, se observaron síntomas típicos de MNSV en un invernadero de plantas de sandía (Foto 1). Se observó una incidencia cercana al 100% de dichos síntomas e incluso, muchas de las plantas afectadas murieron. La inoculación mecánica de las plantas de sandías sintomáticas sobre melón (*Cucumis melo*), pepino (*C. sativus*), calabaza vinatera (*Lagenaria siceraria*), calabacín (*Cucurbita pepo*), calabaza (*C. maxima*) y sandía (*Citrullus lanatus*), produjo síntomas similares a los observados en campo sólo en el caso de la sandía mientras que el resto de las cucurbitáceas inoculadas permanecieron asintomáticas. Sin embargo, cuando las muestras de sandía sintomáticas se sometieron a un análisis ELISA (Loewe), el resultado fue negativo, por lo que se realizaron otros análisis moleculares para dilucidar la etiología de la enfermedad.

Los extractos de las plantas de sandía sintomáticas se analizaron por secuenciación de alto rendimiento Ilumina (Solexa), capaz de generar millones de secuencias a la vez. Utilizando esta técnica y la de "secuenciación por paseo" o "primer walking" se obtuvo una secuencia de 2211 nucleótidos que correspondía con la secuencia parcial de una nueva cepa de MNSV denominada como **MNSV-W-SP** (*watermelon-Spain*), no descrita hasta el momento y que presentaba un 74% de homología con el aislado de MNSV descrito con anterioridad en esta zona. La secuencia obtenida se depositó en la base de datos GenBank con el código KT962848 (Ruiz *et al.*, 2016).

Con antelación se describió en Japón (Ohki *et al.*, 2008) una cepa de MNSV de sandía que no causa enfermedad en melón y que es serológicamente diferente a las cepas comunes, que sí infectan a melón. Al igual que la cepa japonesa, MNSV-W-SP, afecta sólo a cultivos de sandía y, además, es genéticamente diferente a la cepa anteriormente descrita (Ruiz *et al.*, 2016).

## MATERIAL Y MÉTODOS

En los cultivos de sandía, la enfermedad provocada por las cepas de MNSV conocidas hasta el momento se ha controlado con el uso de plantas injertadas sobre calabaza. Era necesario, por tanto, conocer la susceptibilidad de algunos de los portainjertos más utilizados en el cultivo de la sandía. Para ello, 0,1g de hojas de sandía infectadas con MNSV-W, fueron homogeneizadas en tampón fosfato 50mM (pH 7,0) e inoculadas mecánicamente en cinco plántulas de *C. moschata* 'Ancora' F1 (Takii Seeds), y de los siguientes híbridos (*C. maxima* x *C. moschata*): 'RS-841' (Seminis), 'Azman RZ' F1 (Rijk Zwaan), 'Cobalt RZ' F1 (Rijk Zwaan), 'Shintosa F90' F1 (Fito), 'Shintosa Camelforce' F1 (Nunhems), 'Titan' F1 (Ramiro Arnedo S.A.) y 'Routpower' F1 (Sakata) y como control positivo del bioensayo se utilizaron cinco plantas de sandía (*Citrullus lanatus* (Thomb.) Mansf. 'Dulce maravilla').

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 14 días, las cinco plántulas de sandía utilizadas como control positivo murieron, mientras que todas las plántulas de las variedades injertadas permanecieron vivas y sin síntomas. El análisis por RT-PCR con los cebadores diseñados a partir de la secuencia KT962848 confirmó la ausencia de virus en los patrones inoculados, y mostró su presencia en las plántulas de sandía muertas.

En España aproximadamente un 95% de la sandía se cultiva injertada sobre un patrón (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*), totalmente afín con la sandía. En Almería, este patrón híbrido fue introducido en 1980 y actualmente casi la totalidad de la sandía cultivada es injertada. El método más utilizado es el injerto de aproximación, en el que durante la fase de unión, las dos plantas, patrón y variedad, conservan su sistema radicular. Este método permite que puedan llegar a unirse y obliga a tener que cortar el tallo de la variedad, antes de la plantación, para que su raíz no sea una puerta de entrada de los patógenos frente a los que del patrón es inmune. Otro método es el “adosado” (un cotiledón), que se practica en algunos semilleros de Almería y Murcia; este método necesita un control preciso de las condiciones ambientales en la fase post-injerto, pero es muy rápido en su ejecución y la calidad de la unión que resulta es perfecta. Con este último sistema, en el momento de la soldadura del injerto, ni el patrón ni la variedad tienen raíz; simultáneamente se produce la soldadura de la unión y el crecimiento de una nueva raíz en el portainjerto. Nuestros resultados indican que la sandía injertada sobre calabaza sigue siendo la mejor opción para combatir enfermedades que se transmiten por el suelo.

## CONCLUSIONES

La nueva cepa MNSV-W-SP, no descrita en España con anterioridad, presenta un rango de huéspedes hortícolas restringido a sandía. Debido a esto y, para desarrollar un buen cultivo, recomendamos el uso de planta de sandía injertada sobre calabaza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, R.N., WIPF-SCHEIBEL, C., LECOQ, H. 1996. Vector-assisted seed transmission of *Melon necrotic spot virus* in melon. *Phytopathology*, 86:1294–1298.
- CUADRADO, I.M., GÓMEZ, J., MORENO, P. 1993. El virus de las manchas necróticas del melón (MNSV) en Almería. I. Importancia del MNSV como causa de la muerte súbita del melón. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 19: 93–106.
- GARCÍA-JIMÉNEZ, J., ARMENGOL, J., SALES, R., JORDÁ, C., BRUTON, BD. 2000. Fungal pathogens associated with melon collapse in Spain. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **30**, 169–173.
- LUIS-ARTEAGA M. 1994. Enfermedades producidas por virus. En: Díaz-Ruiz JR, García-Jiménez J, eds. *Enfermedades de las Cucurbitáceas en España*. Monografías No. 1 de la Sociedad Española de Fitopatología. Agropubli, S.L. (PHYTOMA-España), p. 73–91.
- MARTÍNEZ DE SALINAS, J., FRAILE, A., SOLÍS, I., GARCÍA-ARENAL, F. 1987. Characterization of Spanish isolate of *Melon necrotic spot virus*. In: Proceedings of VII Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Granada: Spain, p. 142.
- OHKI, T., SAKO I., KANDA, A., MOCHIZUKI, T., HONDA, Y., TSUDA, S. 2008. A new strain of *Melon necrotic spot virus* that is unable to systemically infect *Cucumis melo*. *Phytopathology* 98:1165-1170.
- RUIZ, L., CRESPO, O., SIMON, A., GOMEZ, J., JANSSEN, D. 2016. First report of a novel *Melon necrotic spot virus* watermelon strain in Spain. *Plant Disease*, 100: 1031.

## FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Síntomas de MNSV-W-SP en sandía: necrosis en una planta (a), deformación externa (b) y necrosis interna (c) de un fruto.

## Patrocinadores y Colaboradores

### PATROCINAN



FUNDACIÓN  
**cajamar**

agroseguro

**ECONEX**  
FEROMONAS Y TRAMPAS  
Desde 1986

**AGROINECO**

**SOB**  
Technologies in Water Treatment  
BIOOZONE



Ramiro Arnedo  
semillas

**Bioline**  
AgroSciences

**syngenta.**

**AGRO  
MEDITERRÁNEA**

**ANVID**  
S.A. T. 936/MU  
Agricultura y Exportación

**LA SALA**  
Viveros Emilleros

**cota**  
el mirador

