

El injerto en pimiento como estrategia para hacer frente a estreses abióticos

Una alternativa prometedora ante el escenario del cambio climático

Consuelo Penella¹, Alberto San Bautista², Salvador López-Galarza², Ángeles Calatayud¹.

¹ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Departamento de Horticultura. Moncada, Valencia.

² Universitat Politècnica de València. Departamento de Producción Vegetal. Valencia.

El pimiento es una hortaliza de extraordinaria importancia económica y social en nuestro país. Lamentablemente, la persistente explotación del suelo, el monocultivo y la intensificación de los procesos de producción, conducen al desarrollo de enfermedades del suelo. Esto unido a los estreses abióticos, principalmente la salinidad de las aguas y del suelo, temperaturas subóptimas y estrés hídrico, puede inducir a la aparición de fisiopatías en el pimiento como el Blossom-end rot (BER) y cracking o rajado, inducir senescencia vegetal y disminuir no sólo la producción, sino también la calidad del producto.



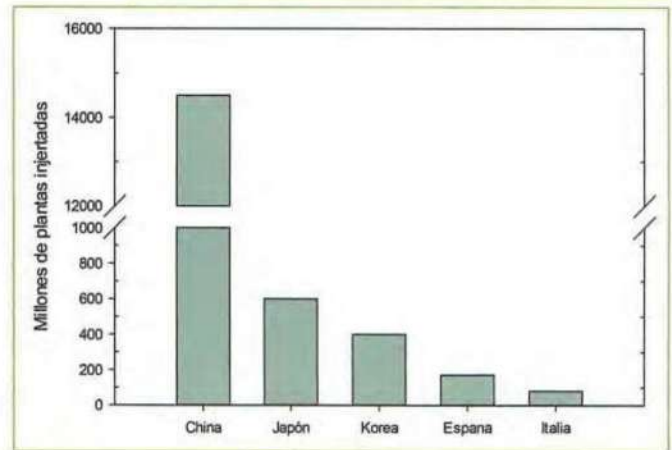
Un modo de sortear los estreses ambientales y aumentar los rendimientos de cultivo, bajo el prisma de un manejo integrado o ecológico de los cultivos, y que ofrecería una respuesta acorde con las nuevas directrices europeas dentro de la propuesta de eco-innovación, seguridad y calidad alimentaria, es la utilización de plantas injertadas como estrategia de adaptación. La posibilidad de utilizar plantas injertadas de pimiento sobre patrones "robustos" reduce la susceptibilidad a los estreses de éstas, disminuyendo la cantidad de frutos afectados por fisiopatías, manteniendo la absorción de agua, contribuyendo a una mejor nutrición, y consecuentemente mejorando la producción (Giuffrida *et al.*, 2013; King *et al.*, 2010; Penella *et al.*, 2014). De hecho, el injerto en plantas herbáceas es generalmente la única práctica tecnológica que se lleva a cabo en el este de

Asia para esquivar los problemas asociados a la agricultura intensiva. Esta tecnología se introdujo en Europa y en otros países a finales del siglo XX. Según Lee *et al.*, (2010) y otras fuentes, China, Japón y Corea son los máximos productores de plantas hortícolas injertadas, estando España a la cabeza de Europa, seguida por Italia (figura 1). Las ventajas de utilizar esta técnica se atribuyen principalmente a que el injerto sobre determinados patrones ofrece resistencias a enfermedades del suelo (hongos, bacterias y nematodos), y recientemente se está investigando el uso del injerto para evitar, sortear o amortiguar los estreses abióticos y por consiguiente aumentar la producción y/o el vigor de las plantas. La rápida expansión del injerto estos últimos años ha estado relacionada con

la prohibición en la utilización del bromuro de metilo como desinfectante del suelo desde enero de 2005 para hacer frente a los problemas de enfermedades de suelo causadas por nematodos, hongos, etc. Recientemente se han llevado a cabo estudios sobre los beneficios del patrón para conferir a la planta tolerancia a ciertos estreses abióticos (Cost action FA1204). Se han empleado plantas de tomate injertadas para contrarrestar los efectos de la salinidad del agua (Estañ *et al.* 2005),

para cultivar melón, sandía o pepino en épocas de baja temperatura (Lee 2003), incrementar la tolerancia al encharcamiento (Yetisir *et al.* 2006) o

FIG 1. Producción mundial de plantas injertadas, según Lee *et al.* 2011 y otras fuentes.



KELPAK

La fórmula del crecimiento

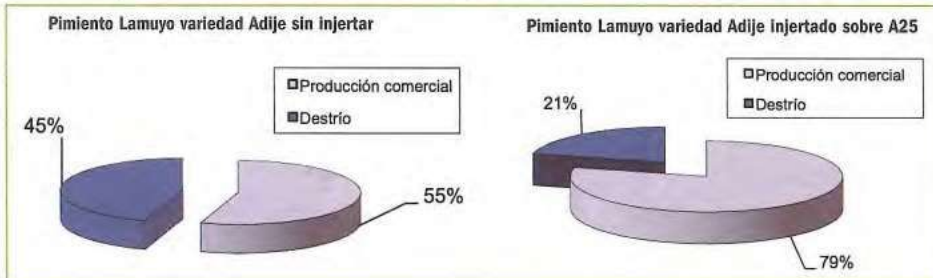
- **Mejora el cuajado**
- **Incrementa el calibre**
- **Mejora la calidad de la fruta**

Daymsa
Europe's leading producer of Leonardite

Tel.: +34 976 46 15 16 daymsa.com

INTER ECO
CAAE
BUREAU VERITAS
daymsa.com

FIG 2. Porcentajes de producción comercial y destrío en pimiento tipo Lamuyo var. Adige sin injertar, e injertado sobre la variedad silvestre A25 (resultados adaptados de (Penella et al., 2013, 2015).



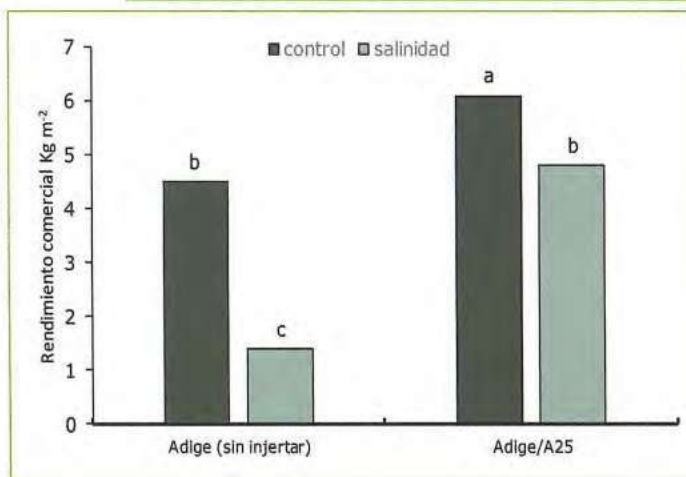
para alterar las características cualitativas del fruto (Ruiz et al. 2005). Sin embargo, en lo relativo a patrones de pimiento existe poca información. Por otro lado, la efectividad del injerto es atribuida al genotipo del patrón, a la compatibilidad del patrón/variedad y a la modulación del comportamiento de la variedad por la interacción patrón-variedad.

Atendiendo al primer atributo, la base de un buen patrón está ligada a una buena arquitectura radicular ya que la raíz debe poseer una gran plasticidad que permita a la planta adaptarse a las condiciones de estrés.

Actualmente existen porta-injertos comerciales de pimiento que muestran resistencias a los mayores problemas bióticos del suelo, como *Phytophthora capsici*, *Verticilium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, y *Meloidogyne* spp. (Oka et al., 2004; Santos y Goto, 2004). No obstante, la escasez de agua y la presencia o acumulación de sales en el suelo a causa del empleo de agua con una excesiva concentración de iones salinos o por intrusión salina, han sido problemas recurrentes en la historia de

la agricultura, y están siendo agravados con el escenario de cambio climático (Bray et al., 2000). Se estima que sobre el 82% del potencial máximo de rendimiento de los cultivo se pierde cada año debido a estreses abióticos, y la disponibilidad de terreno cultivable a nivel mundial va en descenso, por lo que debemos de ser capaces de cultivar en zonas con condiciones sub-óptimas para nuestros cultivos (Hirt y Shinozaki, 2004). Por todo ello, las plantas injertadas deben mostrar tolerancias a los principales estreses abióticos como salinidad, escasez de agua, encharcamiento y

FIG 3. Rendimiento comercial total de plantas de la variedad Adige sin injertar e injertadas sobre la accesión A25, en condiciones de control y salinidad (3-11 dS m⁻¹ en el agua de riego) (resultados adaptados de Penella et al., 2016).



temperaturas no óptimas (Campos et al., 2014; Delfine et al., 2000; Kurunc et al., 2011).

Ensayos realizados

Estudios realizados por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) junto con la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) durante estos últimos años han puesto de manifiesto que la

selección de accesiones silvestres dentro de la especie *Capsicum* spp. tolerantes a estrés salino e hídrico pueden ser utilizadas como patrones mejorando los rendimientos de esta hortaliza.

Los experimentos empezaron con un cribado del material vegetal proveniente del Banco de Germoplasma del COMAV-UPV. La accesión A25 mostró una gran tolerancia tanto a la escasez de agua como a la salinidad. Pocos estudios se pueden encontrar en los cuales el portainjerto confiera doble tolerancia a la variedad injertada, y generalmente sólo

se encuentran casos en arbóreas, como la viña (Walker et al., 2002; Meggio et al., 2014) y el naranjo (García-Sánchez et al., 2007; Rewald et al., 2012; Syvertsen et al., 1988), encontrando sólo un estudio en tomate (Albacete et al., 2015).

Esta accesión ha sido injertada sobre variedades de pimiento tipo Lamuyo, Italiano y California, observándose un aumento de los rendimientos comerciales como consecuencia de la reducción del número de frutos no comerciales, por la aparición de Blossom-end Rot (BER) o cracking, principales fisiopatías directamente relacionadas con estos estreses. Cuando la variedad no se injertó





se obtuvo un porcentaje de destrío del 50%, mientras que la misma variedad injertada sobre la accesión A25 presentó un porcentaje de destrío de sólo un 20% (figura 2). Además, de estos estudios se corrobora que el índice de BER depende tanto del portainjerto como de la variedad comercial utilizada.

Una de las razones del menor uso generalizado de planta de pimiento injertada es que hasta ahora sólo se conseguían mejores rendimientos cuando la planta se tenía que enfrentar a problemas ambientales, no amortizándose los costes de la obtención de planta injertada cuando las condiciones del cultivo son óptimas. Al utilizar el patrón A25, se obtuvo un aumento de la producción tanto en condiciones control (37%), como en salinidad (118%) respecto a las plantas no injertadas cultivadas en las mismas condiciones (Penella *et al.*, 2016) (figura 3).

Conclusión

En conclusión, estos trabajos realizados refuerzan que el uso de genotipos silvestres utilizados como portainjertos en pimiento ofrecen una alternativa prometedora como estrategia para hacer frente a multitud de retos a los que se enfrenta la horticultura en la actualidad, especialmente aquellos relacionados con



La accesión A25 injertada sobre variedades de pimiento tipo Lamuyo, Italiano y California ha aumentado los rendimientos comerciales como consecuencia de la reducción del número de frutos no comerciales por la aparición de Blossom-end Rot o cracking, principales fisiopatías directamente relacionadas con estos estreses, presentando un porcentaje de destrío de sólo un 20%

la sostenibilidad del sistema ante un escenario de cambio climático, que puede acarrear problemas de disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficientes. Además se han estudiado los mecanismos fisiológicos que explican la resistencia de la planta injertada cuando se utilizan accesiones tolerantes como patrones, y que son principalmente atribuidos a una alta capacidad de regulación osmótica, incremento en la síntesis de prolina, una regulación dinámica de la fotosíntesis y una estimulación de las actividades antioxidantes respecto a la variedad sin injertar. También se ha observado un aumento de los niveles de antioxidantes y fenoles en el fruto bajo condiciones de estrés. ■

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha cofinanciado a través del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y del "European Regional Development Fund (ERDF) (Proyectos RTA2010-00038-C03-01 y RTA2013-00022-C02-01).