

LAS PERSPECTIVAS QUE PRESENTA EL CULTIVO PUEDEN VERSE FRENADAS POR FALTA DE CUAJADO Y OSCILACIONES DE PRODUCCIÓN

# Problemática de la polinización en el cultivo del ciruelo japonés en la región de Extremadura

Extremadura es la primera comunidad autónoma productora de ciruelas japonesas a nivel nacional. A pesar de la gran importancia que ha alcanzado el cultivo, en ocasiones algunas variedades presentan bajas producciones sin que se hayan identificado las causas. En este trabajo se analiza la polinización en relación a la falta de

cuajado observada en algunas variedades. La mayoría de las variedades cultivadas en la actualidad son autoincompatibles y necesitan polen de otras variedades que coincidan en floración. Para facilitar la elección de variedades polinizadoras, se detallan las relaciones de (in) compatibilidad entre las variedades más cultivadas.



Guerra M.E. (<sup>1,2</sup>), Wünsch A. (<sup>2</sup>),  
López-Corrales M. (<sup>1</sup>), Rodrigo J. (<sup>2</sup>).

<sup>1</sup> Dpto. Hortofruticultura. Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera. Badajoz.

<sup>2</sup> Dpto. Fruticultura. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Zaragoza.

La superficie dedicada al cultivo del ciruelo en España ha alcanzado 18.600 ha, con una producción anual media de 169.000 t en los últimos diez años,

y más de 180.000 t en 2010 (MARM, 2011). Esta producción coloca a España como el cuarto productor de ciruelas a nivel europeo y el octavo a nivel mundial (Faostat, 2011).

Aunque la superficie dedicada al cultivo de ciruelo a nivel nacional se encuentra estabilizada, la evolución en los últimos años ha sido muy diferente en cada comunidad autónoma. En Extremadura (80.000 t en 4.000 ha), Andalucía (36.000 t en 4.000 ha) y Murcia (12.000 t en 2.200 ha) se produce el 79% de la pro-

ducción (MARM, 2011), lo que coloca a Extremadura a la cabeza del cultivo del ciruelo a nivel nacional. En estas CC.AA se cultivan fundamentalmente variedades de ciruelo de tipo japonés (*Prunus salicina* Lindl.), mientras que en zonas más frías están más extendidas las variedades de ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.).

Dada la importancia del cultivo en Extremadura, la Asociación de Fruticultores de Extremadura (AfrueX) ha solicitado la Indicación Ge-

ográfica Protegida para cinco variedades: Angeleno, Black Diamond, Fortune, Golden Globe y Larry Ann.

Las ciruelas japonesas se destinan principalmente al consumo en fresco, por lo que la apariencia del fruto, incluyendo el color de la piel, el tamaño y la forma, constituye una importante característica de las variedades comerciales. Más de la mitad de la producción nacional recae en variedades de piel negra, como Angeleno y Black Diamond (**foto 1**). También se cultivan variedades de piel roja, como Fortune (**foto 2**), Larry Ann y Red Beaut, y de piel amarilla, como Songold, Golden Globe y Golden Japan (**foto 3**) (MARM, 2011). En general, las ciruelas japonesas procedentes del valle del Ebro presentan mayor contenido en azúcares, mientras que las del sur y el oeste peninsular son más precoces.

**Foto 1.** Ciruela de piel negra variedad Black Diamond.  
**Foto 2.** Ciruela de piel roja variedad Fortune.  
**Foto 3.** Ciruela de piel amarilla variedad Golden Japan.

para el establecimiento del cuajado al que tradicionalmente no se ha prestado demasiada atención en este cultivo. En los últimos años se han venido detectando problemas de cuajado asociados a la falta de polinización en diferentes variedades (Guerra, 2011; Muñoz y González, 2003; 2004). Sin embargo, las condiciones de cultivo y la estructura varietal son muy diferentes en cada zona de cultivo (Ramming y Cociu, 1990), por lo que es difícil determinar hasta qué punto los bajos porcentajes de cuajado obtenidos en plantaciones comerciales son provocados por problemas de polinización, ya que muchos otros factores intervienen en el establecimiento del cuajado.

## La polinización como condicionante del cuajado

La polinización es determinante en el establecimiento del cuajado en los frutales de hueso.

court, 2001), mecanismo por el que algunas variedades necesitan polinización cruzada con polen de otras variedades para producir fruto. Tras la polinización, los granos de polen germinan en el estigma emitiendo un tubo polínico que crece hacia el interior de la flor por el estilo.

Si los granos de polen son incompatibles con el pistilo, los tubos polínicos detienen su crecimiento en la parte superior del estilo (**foto 5**) antes de alcanzar el ovario, impidiendo que el óvulo sea fecundado. Esto provoca que la flor no continúe su desarrollo y acabe desprendiéndose del árbol. Por el contrario, en las relaciones compatibles, los tubos polínicos crecen a lo largo del estilo (**foto 6**) hasta el interior del ovario, donde pueden fecundar al óvulo e iniciarse así la formación del embrión y el establecimiento del cuajado. De esta forma, las flores de variedades autocompatibles pueden ser fecundadas con su propio polen, mientras que las variedades autoincompatibles necesitan ser polinizadas con polen de otra variedad para que haya

**Se desconocen las necesidades de polinización de la mayoría de variedades cultivadas en la actualidad, por lo que, en ocasiones, algunas variedades autoincompatibles presentan problemas de cuajado al no existir polen compatible en la plantación cuando florecen**

## Problemática del cultivo en Extremadura

A pesar de la gran importancia que ha alcanzado el cultivo del ciruelo japonés en Extremadura, en ocasiones sufre grandes oscilaciones en el cuajado de un año a otro que repercuten negativamente en la cosecha. Las causas de estas bajas producciones podrían estar relacionadas con la polinización, un proceso esencial

so, ya que al menos uno de los dos óvulos de la flor debe ser fecundado para que se produzca el cuajado del fruto. Por ello, es necesario que durante el proceso de floración haya suficientes insectos polinizadores para transportar el polen hasta el estigma de la flor (**foto 4**), y además el polen presente en la plantación debe ser compatible con las flores de la variedad cultivada.

Al igual que otros frutales de hueso, el ciruelo japonés presenta autoincompatibilidad polen-pistilo de tipo gametófitico (de Nettan-

fecundación, lo que hace necesaria la presencia en la plantación de árboles polinizadores compatibles y coincidentes en floración. En ciruelo japonés existen variedades autocompatibles, cuyas flores pueden ser fecundadas por su propio polen, y variedades autoincompatibles, que necesitan ser polinizadas por polen de otra variedad para producir fruto (Okie y Weinberger, 1996).

El mecanismo de reconocimiento o rechazo de los tubos polínicos en el estilo de la flor es-



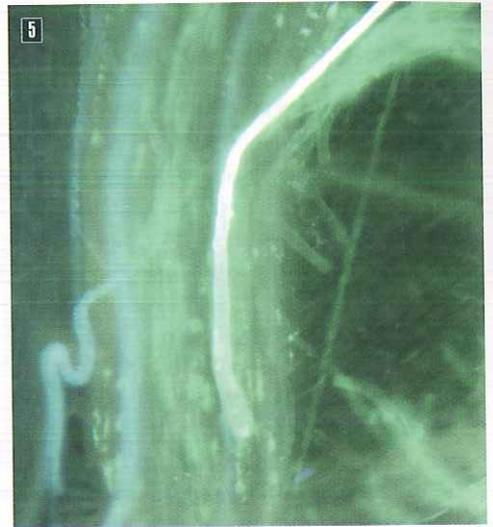


Foto 4. Polinización por abejas de ciruelo japonés. Foto 5. Tubo polínico parado en el estilo de una flor de ciruelo japonés ante una reacción incompatible.

tá genéticamente controlado por un locus multialélico llamado S, que codifica la respuesta del polen y del pistilo. En el pistilo de la flor se expresan dos alelos S, mientras que en el grano de polen se expresa un único alelo S. En las relaciones incompatibles, el alelo S expresado en

el polen es el mismo que uno de los alelos S del pistilo, lo que provoca que el tubo polínico detenga su crecimiento. Sin embargo, en las relaciones compatibles, los alelos S del pistilo y el polen son diferentes, por lo que el tubo polínico continúa su crecimiento por el estilo hasta alcanzar el ovario. Así, las variedades autoincompatibles que tienen alelos iguales son incompatibles entre sí y se agrupan en el mismo grupo de incompatibilidad, mientras que las variedades con al menos un alelo distinto pertenecen a diferentes grupos de incompatibilidad, son por tanto compatibles entre sí y se pueden utilizar como variedades polinizadoras si coinciden en floración en la zona de cultivo.

Sin embargo, se desconocen las necesidades de polinización de la mayoría de variedades cultivadas en la actualidad, por lo que, en ocasiones, algunas variedades autoincompatibles presentan problemas de cuajado al no existir polen compatible en la plantación cuando florecen. Las perspectivas que presenta el cultivo del ciruelo japonés en Extremadura pueden verse frenadas por

la falta de cuajado y las oscilaciones de producción detectadas en algunas variedades.

## Alternativa a los problemas de polinización

Con el objetivo de detectar las causas de las producciones erráticas y proporcionar alternativas agronómicas, en los últimos años se ha analizado la auto(in)compatibilidad y las relaciones de (in)compatibilidad de las principales variedades cultivadas en Extremadura. Distintos proyectos de investigación realizados en colaboración entre el Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera en Badajoz y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) en Zaragoza, han permitido conocer las necesidades de polinización de la mayoría de las principales variedades de ciruelo japonés cultivadas en la actualidad.

Para ello, en cada variedad se ha analizado el proceso de polinización y cuajado de fruto en campo y su auto(in)compatibilidad polen-pistilo en laboratorio, mediante la observación del crecimiento de los tubos polínicos al microscopio. Se ha evaluado la auto(in)compatibilidad en un total de veintiocho variedades, incluyendo las de mayor importancia a nivel nacional. Se han identificado siete variedades autocompatibles (Casselman, Friar, Laetitia, Nubiana, Rubirosa, Santa Rosa y Simka) y veintiuna autoincompatibles (Angeleno, Blackamber, Black Diamond, Black Gold, Black

### CUADRO I.

Grupos de incompatibilidad de ciruelo japonés y variedades más cultivadas en la actualidad.

G.I.	Variedades
I	Red Beaut, 606
II	Black Beaut, Blackamber, Delbartazur, Early Sun, Fortune, Golden Globe, Golden Plum, Golden Plumza, Green Sun, Laroda, October Sun, TC Sun, Zanzi Sun
III	AU Amber, AU Road Side, Frontier
IV	Eldorado, Freedom, Friar, Hiromi Red, Larry Ann, Nubiana, Queen Ann, Songria 10
VI	Black Ruby, Kelsey
VII	Angeleno, Queen Rosa, Royal Diamond, Ruby Crunch, Ruby Queen, Sweet August
VIII	Black Diamond, Black Gold, Earliqueen, John W., Laetitia, Showtime, Souvenir
IX	Golden Japan, White Plum
X	Golden Plum, Howard Sun, Songold
XI	Autum Giant, Black Splendor, Casselman, Champion, Royal Garnet, Rubirosa, Santa Rosa
XII	Black Jewell, Pioneer, Sapphire
XIII	Black Star, Primetime
XIV	Crimson Glo
XVI	Wickson
XVII	Ambra
XVIII	Ozarkpremier
XXI	Simka, Simon
0	Abundance, Byron Gold, Honey Rosa, Joana Red, Mitard, October Red, Red Heart

Guerra, 2011; Guerra et al. 2009; Halász et al. 2007.

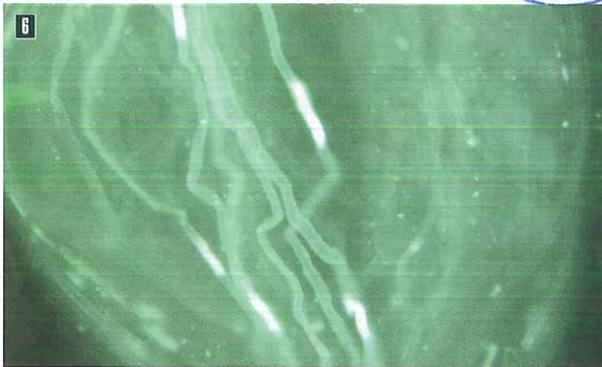


Foto 6. Crecimiento de tubos polínicos en el estilo de una flor de ciruelo japonés ante una reacción compatible.

Star, Champion, Earliqueen, Eldorado, Fortune, Frontier, Golden Globe, Golden Japan, Green Sun, Howard Sun, Laroda, Larry Ann, Queen Ann, Queen Rosa, Songold, Sweet August y TC Sun). Para las variedades autoincompatibles es necesario seleccionar variedades polinizadoras compatibles de otros grupos de incompatibilidad. Para ello se han identificado los alelos S de incompatibilidad de las principales variedades cultivadas en la actualidad con marcadores moleculares incluyéndolas en sus respectivos grupos de incompatibilidad (**cuadro I**). Para seleccionar variedades polinizadoras para una variedad autoincompatible determinada, se debe tener en cuenta que pertenezcan a un grupo de incompatibilidad diferente y que coincidan en floración en las condiciones de la zona de cultivo. ●

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por Agroseguero S.A., el Ministerio Ciencia e Innovación-FEDER (Proyectos AGL2009-12621-C02-02 e INIA RTA2009-00144-00-00) y el Gobierno de Aragón (Grupo de Excelencia de Aragón A-43). Agradecemos a Agroseguero S.A la cesión de material vegetal.

### Bibliografía ▼

De Nettancourt D. (2001) Incompatibility and Incongruity in Wild and Cultivated Plants, Berlin: Springer.

FAOSTAT (2011). [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)

Guerra M.E. (2011) Polinización y cuajado en ciruelo japonés. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura.

Guerra M. E., Rodrigo J., López-Corrales M., Wunsch A. (2009) S-RNase genotyping and incompatibility group assignment by PCR and pollination experiments in Japanese plum. *Plant Breeding*, 128, 304-311.

Halász J., Hegedus A., Szabó Z., Nyekí J., Pedryc A. (2007) DNA-based S-genotyping of Japanese plum and pluot cultivars to clarify incompatibility relationships. *Hortscience*, 42, 46-50.

MARM (2011). [www.marm.es](http://www.marm.es)

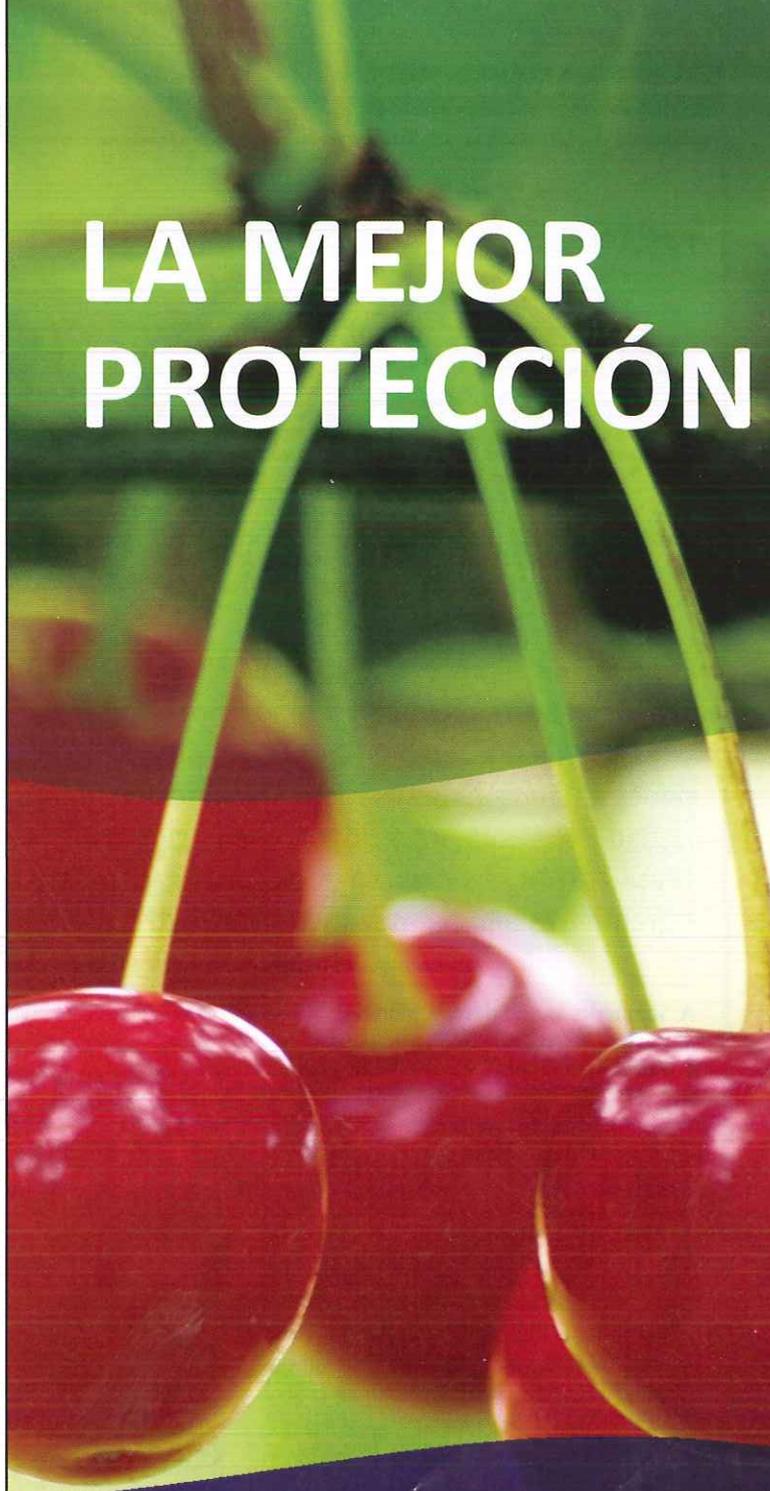
Muñoz A. F., González, J. (2003). Polinización de las variedades de ciruelo japonés "Autumn Giant" y "Royal Diamond". ITEA. Producción vegetal, 99: 225-233.

Muñoz A. F., González, J. (2004). Ensayos de polinización en el ciruelo japonés Golden Globe en las Vegas Altas del Guadiana (Badajoz). *Fruticultura profesional*, 144: 12-16

Okie W. R., Weinberger J. H. (1996) Plums. In: *Fruit Breeding*, pp. 559-607 Eds J. Janick & J. N. Moore. New York: Wiley J. and Sons.

Ramming, D. W., Cociu, V. (1990). Plums (*Prunus*). En: Moore, J. N. y Ballington, J. R. Jr. Genetic resources of temperate fruit and nut crops. Wageningen, Netherlands. *Acta Horticulturae*, 290: 235-287.

# LA MEJOR PROTECCIÓN



**Bordo**<sup>®</sup>  
micro

**Syllit**<sup>65</sup>  
WP

**Curenox**<sup>®</sup>



HEALTHY CROPS

[www.iqvagro.com](http://www.iqvagro.com)