

Crecimiento y caída de flores no polinizadas en ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.)

M. Engracia Guerra¹, Ons Gharbi², M. Virtudes Andrés³ & Javier Rodrigo²

¹Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), A-V km 372, 06187, Guadajira, Badajoz, España. mariaengracia.guerra@juntaex.es

²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Instituto Agroalimentario de Aragón–IA2 (CITA–Universidad de Zaragoza). Avd. Montañana 930. 50059 Zaragoza, España. jrodrigo@aragon.es, onsilyes@live.fr

³Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Agrarios Combinados S.A. (AGROSEGURO). C/ Gobelos, 23, 28023, Madrid, España. vandres@agroseguero.es

Resumen

La caída prematura de frutos en desarrollo en frutales de hueso en las semanas posteriores a la floración se suele achacar a factores meteorológicos adversos, aunque en muchos casos no se puede identificar una causa clara. En algunas especies frutales se ha observado crecimiento del ovario en flores sin polinizar en los días siguientes a la antesis. Para determinar el tamaño que pueden alcanzar los ovarios sin polinizar, y el tiempo que pueden permanecer en el árbol antes de desprenderse, en este trabajo se ha caracterizado el crecimiento de flores polinizadas y no polinizadas en dos variedades de ciruelo japonés (Angeleno y Larry Ann) y dos variedades de ciruelo europeo (Reina Claudia Verde y President). El trabajo se ha llevado a cabo mediante la recogida de flores polinizadas y sin polinizar, con y sin emasculación, secuencialmente desde antesis hasta el establecimiento de cuajado definitivo. Se han determinado las curvas de caída y de crecimiento en cada variedad, lo que ha permitido comparar el comportamiento entre variedades y entre las dos especies. En todos los casos se produjo una caída escalonada de flores no polinizadas, que siguió el mismo patrón. Se encontraron diferencias significativas entre variedades y especies, tanto en el tamaño de ovario alcanzado por las flores no polinizadas (entre 5 y 7 mm de diámetro) como en el periodo de permanencia de los ovarios sin polinizar en el árbol (entre 6 y 9 semanas).

Palabras clave: Polinización, emasculación, crecimiento de ovarios, frutos en desarrollo, tamaño de ovario.

Abstract

In stone fruit trees, the drop of developing fruits in the weeks after flowering is usually related to adverse weather conditions, although in many cases a clear cause cannot be identified. In some fruit species, ovary growth of non-pollinated flowers has been observed in the days following anthesis. In order to determine the size of ovaries from non-pollinated flowers, and the time that can remain in the tree until their abscission, in this work we characterized the growth of pollinated and non-pollinated flowers in two varieties of Japanese plum (Angeleno and Larry Ann) and two varieties of European plum (Reina Claudia Verde and President). The work was carried out by the collection of pollinated and non-pollinated flowers, with and without emasculation, from anthesis to the establishment of fruit set. The characterization of the pattern of drop and growth in each variety allowed comparing the behavior between varieties and species. In all cases two main waves of drop were observed in both pollinated and non-pollinated flowers, which followed the same pattern. Significant differences were found between varieties

and species in relation to the growth of non-pollinated flowers, both in the ovary size achieved (between 5 and 7 mm in diameter) and in the period of permanence in the tree (between 6 and 9 weeks).

Keywords: Pollination, emasculation, ovary growth, developing fruits, ovary size.

Introducción

En los frutales de hueso se produce una caída escalonada de flores y frutos en desarrollo desde floración hasta la maduración del fruto (Dorsey, 1919; Harrold, 1935; Kester y Griggs, 1959). Se han descrito tres fases de caída, la primera que tiene lugar en las dos primeras semanas después de la antesis se ha asociado a fallos en la polinización (Harrold, 1935) o en la fecundación (Sedgley y Griffin, 1989); la segunda caída se produce varias semanas después de floración, cuando se establece el cuajado inicial (Dorsey, 1919). La tercera caída está relacionada con la competencia entre frutos (Goldwin, 1992). En ocasiones, la caída prematura de flores y frutos se achaca a factores meteorológicos adversos, aunque en muchos casos no se puede identificar una causa clara.

En algunos frutales de hueso algunas flores no polinizadas continúan creciendo incluso después de que se produzca la fecundación de las flores polinizadas (Bard y Crane, 1965; Rodrigo y Herrero, 2002). El objetivo de este trabajo es determinar el tamaño que pueden alcanzar los ovarios de flores no polinizadas de ciruelo y el tiempo que permanecen en el árbol hasta su desprendimiento.

Material y métodos

El estudio se ha realizado en dos variedades de ciruelo japonés, Angeleno y Larry Ann, y dos variedades de ciruelo europeo, Reina Claudia Verde y President. En cada variedad se seleccionaron al azar dos árboles en los que se efectuaron tres tratamientos. En el primero, las flores fueron polinizadas manualmente con polen compatible ('Angeleno' y 'Larry Ann' con polen de 'Fortune'; 'President' y 'Reina Claudia Verde' con polen de 'Reina Claudia de Bavay'), y en los otros dos tratamientos las flores se dejaron sin polinizar, unas mediante la emasculación de las flores y otras mediante el aislamiento del árbol usando una malla mosquitera para impedir la llegada de abejas (Guerra et al., 2010). Para caracterizar el patrón de caída de frutos y obtener el porcentaje de cuajado de frutos respecto al número inicial de flores, se realizaron conteos semanales desde el inicio de la floración hasta la maduración de frutos (Rodrigo y Herrero, 2002).

Para caracterizar el crecimiento de flores y frutos, cada semana se recogieron diez flores/frutos de cada tratamiento, que se fotografiaron y se pesaron de forma individual. Para determinar las dimensiones de los frutos, las imágenes fueron procesadas mediante análisis de imagen, determinando el área, la longitud y la anchura de cada ovario.

Resultados y discusión

Caída y cuajado

En ciruelo japonés el cuajado definitivo tras la polinización quedó establecido entre los 35 y los 40 días después de floración para la variedad Larry Ann y entre los 55 y los 60 días para Angeleno (Cuadro 1). Estas diferencias entre variedades también se han observado en el momento del establecimiento del cuajado en otras variedades (Guerra et al., 2010) y puede estar relacionado con el distinto origen genealógico de cada variedad, ya que todas las variedades cultivadas en la actualidad no pertenecen a una sola especie sino que son el resultado de hibridaciones interespecíficas de la especie original *P. salicina* con hasta otras 15 especies de *Prunus* (Okie y Weinberger, 1996; Karp, 2015).

La emasculación afectó negativamente al desarrollo de las flores en las dos variedades, provocando su caída en las dos semanas después de la floración, antes que el desprendimiento de las flores no polinizadas sin emasculación. El efecto negativo de la emasculación en el cuajado de fruto también se ha descrito en otras variedades (Guerra et al., 2010).

En ciruelo europeo el cuajado definitivo se estableció entre los 45 y los 50 días después de la floración en las dos variedades, Reina Claudia Verde y President (Cuadro 1), varias semanas después de lo observado en otras variedades en las que el cuajado quedó establecido entre dos y cuatro semanas después de floración (Dorsey, 1919). No se observaron diferencias significativas en el patrón de caída entre los dos tratamientos de flores no polinizadas (emasculadas y no emasculadas) en ninguna de las dos variedades.

En las cuatro variedades de las dos especies, el momento del establecimiento del cuajado coincidió con la caída de las últimas flores no polinizadas (Cuadro 2). La caída de flores/frutos polinizadas se produjo escalonadamente a lo largo de los 45 días desde la floración hasta el establecimiento del cuajado, al igual que en las flores no polinizadas. Esta situación ha sido descrita en albaricoquero, donde se ha observado el mismo patrón de caída en ambas poblaciones de flores (Rodrigo y Herrero, 2002).

En las cuatro variedades analizadas se apreciaron dos momentos principales de caída, tanto en flores polinizadas como en flores sin polinizar. La tercera caída descrita en otras especies de *Prunus* no se ha observado en ninguna de las variedades estudiadas. Esta tercera caída parece ocurrir solo en ciertos años (Kester y Griggs, 1959) o en determinadas variedades (Lech y Tylus, 1983; Rodrigo y Herrero, 2002).

Crecimiento de flores y frutos

En ciruelo japonés el crecimiento de ovario en flores polinizadas y flores sin polinizar fue parecido hasta los 25-30 días después de floración en ambas variedades. En cada día de muestreo se observó gran variabilidad en los datos, con ovarios hasta 10 veces más grandes que otros.

En ciruelo europeo, las flores polinizadas y sin polinizar también presentaron unas curvas de crecimiento similares con valores medios parecidos en las dos variedades, entre 20 y 30 días. A partir de ese momento se produjo un incremento de peso en las flores polinizadas, mientras que las flores no polinizadas detuvieron su crecimiento (Cuadro 2).

La tendencia de crecimiento de los ovarios sin polinizar es similar en las variedades de ciruelo japonés y ciruelo europeo, aumentando durante un periodo que oscila entre 20 y 30 días hasta alcanzar un valor máximo y posteriormente produciéndose un ligero descenso de tamaño en los días previos a la caída. Este patrón de crecimiento también se ha observado en variedades de albaricoquero, en las que los ovarios crecen en los días posteriores a la antesis aunque no hayan sido polinizados (Rodrigo y Herrero, 2002).

Tamaño de ovarios sin fecundar

La digitalización de las fotografías de los ovarios ha permitido determinar con precisión el área, la longitud y la anchura de cada ovario de la población de flores no polinizadas mediante análisis de imagen. El tamaño máximo alcanzado por los ovarios sin polinizar varió entre variedades, oscilando entre 7 y 9 mm de longitud y entre 5 y 7 mm de anchura (Cuadro 2). En otras especies también se ha observado un crecimiento apreciable del ovario, tanto en frutales de hueso (Bard y Crane, 1965; Rodrigo y Herrero, 2002) como en olivo (Rapoport and Rallo, 1991) y aguacatero (Sedgley, 1980).

Conclusiones

En las dos variedades de ciruelo europeo, ‘Reina Claudia Verde’ y ‘President’, y en las dos variedades de ciruelo japonés, ‘Larry Ann’ y ‘Angeleno’, las flores sin polinizar no se cayeron todas a la vez, sino que lo hicieron de forma escalonada siguiendo el mismo patrón de caída que las flores polinizadas por lo que el crecimiento inicial de las flores y su permanencia en el árbol parece ser independiente de que estén polinizadas o no. Aunque un porcentaje variable de flores sin polinizar se desprendieron en las primeras semanas después de floración, algunos ovarios no fecundados siguieron creciendo durante un periodo que osciló entre 6 y 9 semanas hasta alcanzar un valor máximo de entre 7 y 9 mm de diámetro.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) - Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), Unión Europea (AGL2013-43732-R); Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) (RFP2015-00015-00, RTA2014-00085-00); Gobierno de Aragón – Fondo Social Europeo, Unión Europea (Grupo Consolidado A-43); Junta de Extremadura (Grupo de investigación AG001) y por Agroseguro S.A.

Referencias

- Badr S., Crane J. C. 1965. Growth of unpollinated ovaries of several deciduous fruit species. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 87: 163-167.
- Dorsey M. J. 1919. A study of sterility in the plum. *Genetics*, 4: 417-489.
- Goldwin, G. K. 1992. Environmental and internal regulation of fruiting, with particular reference to Cox's Orange Pippin apple. En: Marshall, C. y Grace, J (Editores). *Fruit and Seed Production*. University Press: Cambridge, Reino Unido. pp. 75-100.
- Guerra, M.E., A. Wunsch, M. López-Corrales, J. Rodrigo. 2010. Flower emasculation as the cause for lack of fruit set in Japanese plum crosses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 135:556–562.
- Harrold T. J. 1935. Comparative study of the developing and aborting fruits of *Prunus persica*. *Botanical Gazette*, 96: 505-520.
- Karp, D., 2015. Luther Burbank's plums. *Hortscience* 50, 189–194.
- Kester D. E., Griggs W. H. 1959. Fruit setting in the almond: the pattern of flower and fruit drop. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 74: 214-219.
- Lech, W., Tylus, K., 1983: Pollination, fertilization and fruit setting of some sour cherry varieties. *Acta Horticulturae* 139, 33-39.
- Okie, W.R., Weinberger, J.H., 1996. Plums. En: Janick, J., Moore, J.N. (Eds.), *Fruitbreeding Tree and Tropical Fruits*, vol. I. John Wiley & Sons Inc, New York, pp.559–607.
- Rapoport HF, Rallo L. 1991. Fruit set and enlargement in fertilized and unfertilized olive ovaries. *HortScience* 26: 896-898.
- Rodrigo J., Herrero M. 2002. The onset of fruiting in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Applied Botany-Angewandte Botanik*, 76: 13-19.
- Sedgley M. 1980. Anatomical investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. *Annals of Botany* 46: 771-777.
- Sedgley M., Griffin A. R. 1989 *Sexual reproduction of tree crops*, London: Academic Press.

Cuadros y Figuras**Cuadro 1.** Porcentaje de cuajado final en flores polinizadas y momento del establecimiento del cuajado en variedades de ciruelo japonés y ciruelo europeo.

Especie	Variedad	Cuajado (%)	Establecimiento del cuajado (DDF*)
Ciruelo japonés	Larry Ann	4	35-40
	Angeleno	14	55-65
Ciruelo europeo	Reina Claudia Verde	48	45-50
	President	18	40-50

*DDF: Días después de floración

Cuadro 2- Tiempo de permanencia de las flores no polinizadas en el árbol y tamaño máximo de ovario alcanzado en variedades de ciruelo japonés y ciruelo europeo.

Variedad	Tiempo de permanencia en el árbol (DDF*)	Longitud máxima de ovario (mm)	Anchura máxima de ovario (mm)
Larry Ann	35-40	7,1	4,9
Angeleno	55-65	8,3	6,9
Reina Claudia Verde	40-50	7,8	6,3
President	45-50	8,9	5,8

*DDF: Días después de floración