

CUAJADO y CALIDAD de FLOR en ALBARICOQUERO

Javier RODRIGO GARCÍA¹; María HERRERO ROMERO²

(1) Dr. Ingeniero Agrónomo. Unidad de Fruticultura, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (Diputación General de Aragón). (2) Dra. Ciencias Biológicas. Unidad de Pomología. Estación Experimental de Aula Dei (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). CAMPUS DE AULA DEI. ZARAGOZA.

Resumen

El albaricoquero (*Prunus armeniaca*) es una especie que suele tener problemas de cuajado. En este trabajo se analizan diferentes factores que pueden influir en el cuajado y se caracteriza el proceso de crecimiento y caída de frutos en dos cultivares, Moniquí y Búlida, y en flores polinizadas y en flores sin polinizar. La mayor parte de la caída de flores y frutos en los dos cultivares tiene lugar en las primeras 4 semanas después de la polinización, y el principal pico de caída se produce entre la tercera y cuarta semana. El hecho de que las flores polinizadas y no polinizadas sigan el mismo patrón de crecimiento y de caída en las dos semanas siguientes a la floración, junto al hecho de que parte de las flores polinizadas también se caen, sugiere que otros factores, independientes de la polinización, pueden condicionar el cuajado. Así, se analiza la función que las reservas acumuladas en el interior de las flores podrían tener en la calidad de flor y en el establecimiento del cuajado.

Palabras clave: Albaricoquero, Almidón, Caída de frutos, Calidad de flor, Cuajado.

Abstract

Fruit set and flower quality in apricot. Apricot (*Prunus armeniaca*) is a species particularly prone to erratic fruit set. In this work, the factors influencing fruit set in apricot are examined. Early fruit growth and fruit drop have been characterised in two apricot cultivars, Moniquí and Bulida in pollinated and unpollinated flowers. Most of the flowers and fruitlets dropped within the first 4 weeks following anthesis, and the biggest drop wave took place 3–4 weeks after anthesis. The continuous fruit growth and fruit drop in both pollinated and unpollinated flowers, together to the fact that a number of pollinated flowers also dropped, suggest that in addition to pollination or fertilisation, other factors may be involved in fruit set. Thus, the role that the photoassimilates stored in the flowers might play in flower quality and the establishment of fruit set is evaluated.

Key words: Apricot, Flower quality, Fruit drop, Fruit set, Starch.

El albaricoquero es una especie que suele tener problemas de cuajado, presentando grandes variaciones entre variedades, años y localizaciones (LAYNE *et al.*, 1996). En este trabajo se analizan diferentes factores que pueden influir en las oscilaciones de cuajado, describiendo la fase comprendida entre polinización y fecundación y el inicio de la fructificación. A continuación, se caracteriza el posterior proceso de crecimiento y caída de frutos hasta el establecimiento del cuajado final, y finalmente se analiza la influencia de la calidad de flor y el estado nutritivo de la flor en las oscilaciones de cuajado cuando no existen causas aparentes que las expliquen.

Factores que afectan al cuajado inicial

La transformación de flor en fruto depende de un gran número de factores. Por un

lado, el cuajado puede verse afectado por factores climatológicos. Antes de la floración, temperaturas altas pueden provocar alteraciones en el desarrollo de las flores y afectar negativamente al cuajado (RODRIGO y HERRERO, 2002a). Durante la floración, el viento, las bajas temperaturas, las condiciones de humedad y la lluvia pueden impedir una correcta polinización. Tras la polinización, las temperaturas influyen en el crecimiento de los tubos polínicos a lo largo del estilo. Finalmente, las heladas pueden causar importantes daños durante todo el proceso, desde antes de la apertura de la flor hasta después del cuajado.

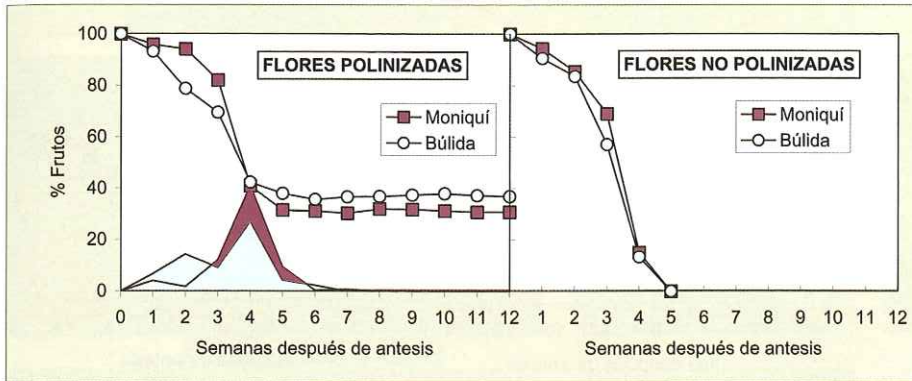
El cuajado también depende de los diferentes elementos que intervienen en la polinización (HERRERO, 1992). En albaricoquero, como en la mayoría de las especies frutales, la polinización es indispensable para que se produzca el cuajado del fruto, puesto que es necesario que al menos uno de los dos óvulos presentes en

el ovario de la flor sea fecundado (RODRIGO y HERRERO, 2002b). Tradicionalmente, el albaricoquero se ha considerado una especie autocompatible, pero en la actualidad se tiene conocimiento de un gran número variedades autoincompatibles (BURGOS *et al.*, 1997), lo que explica muchas de las situaciones de cuajados erráticos que con frecuencia se observan en este cultivo (RODRIGO y HERRERO, 1996).

En albaricoquero, la fase comprendida entre la polinización y la fecundación se desarrolla entre 6 y 7 días (RODRIGO y HERRERO, 2002b). Las flores no siempre se polinizan el día en que se abren, sino que pueden ser polinizadas durante los días siguientes, mientras los estigmas permanezcan receptivos. El periodo en que la flor puede ser polinizada con posibilidades de conseguir el cuajado se denomina "periodo efectivo de poli-

GRÁFICO 1

Caída de flores y frutos en los cultivares de albaricoquero Moniquí y Búlida en flores polinizadas (a) y sin polinizar (b)



nización” (EPP) y su duración es función de la receptividad del estigma, la longevidad de los óvulos y la velocidad de los tubos polínicos. La duración de este periodo es muy variable ya que está influenciado por muchos factores, oscilando en albaricoquero entre 2 y 8 días desde la apertura de la flor (SANZOL y HERRERO, 2001).

Por lo tanto, los días que siguen a la floración juegan un papel decisivo en el establecimiento del cuajado y una polinización adecuada es necesaria para una buena cosecha. Sin embargo, aunque se asegure una buena polinización y no se produzcan factores climatológicos adver-

sos, muchas flores y frutos en desarrollo se caen y no completan su desarrollo. Esto provoca importantes variaciones de cuajado de un año a otro, que pueden afectar considerablemente a la cosecha, sin que existan causas aparentes que las provoquen. Aunque esta situación se produce en la mayoría de las especies frutales (SEGDLEY y GRIFFIN, 1989), se desconoce por qué unas flores se caen mientras que otras continúan su desarrollo. Esta capacidad de una flor para transformarse en fruto se ha denominado “calidad de flor” (WILLIAMS, 1965), tiene una importante repercusión en la cosecha y varía no sólo entre plantaciones de la misma variedad, sino incluso en el mismo árbol de un año para otro (GOLDWIN, 1992). Aunque está claro

que la calidad de flor influye en el cuajado, se desconocen los mecanismos que la regulan y qué factores la condicionan.

Caída y crecimiento de frutos

Con el objetivo de relacionar los acontecimientos que se producen en el interior de la flor con el posterior desarrollo del fruto, se ha seguido el inicio de la fructificación y se ha caracterizado la caída de flores y frutos en dos cultivares, Búlida y Moniquí, con diferente comportamiento productivo. El proceso se ha estudiado en dos poblaciones de flores, unas polinizadas y otras dejadas sin polinizar mediante la emasculación de las flores antes de su apertura.

Caída de flores y frutos

Para caracterizar la caída y el cuajado final de frutos se realizaron conteos semanales desde la polinización hasta la recolección. La representación gráfica de la caída de flores y frutos presenta un patrón similar en los dos cultivares estudiados (*Gráfico 1*). Toda la caída de flores y frutos tiene lugar en las primeras 5 semanas después de la polinización, quedando establecido el cuajado, que ya no varía hasta el momento de la



Las Revistas Especializadas del Sector



Redacción, Suscripciones y Publicidad
 Apdo. Correos 400 • 08860 CASTELLDEFELS (Barcelona)
 Tel. +34 936 350 850 • Fax +34 936 350 851 • E-mail: agrolatino@agrolatino.com

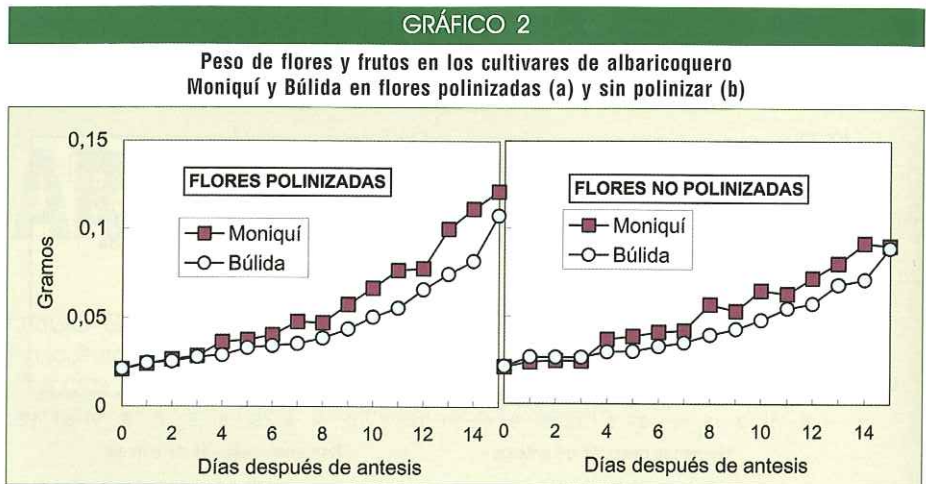


i Miramos
 hacia el futuro
 con los pies
 en la tierra !

recolección (*Gráfico 1a*). La curva de caída obtenida se ajusta en general a las de otros frutales de hueso (SEDGLEY y GRIFFIN, 1989), presentando dos picos principales de caída (*Gráfico 1a*). El primero se produce durante las dos primeras semanas después de antesis. En otras especies, esta caída se suele atribuir a flores sin polinizar o sin fecundar. Sin embargo, la caída de las flores sin polinizar no se completa durante estas dos semanas, sino que parte de ellas permanecen varias semanas más en el árbol (*Gráfico 1b*). En el segundo pico de caída, alrededor de un mes después de antesis, ya se desprenden gran parte de las flores polinizadas (*Gráfico 1a*) junto a las flores no polinizadas que todavía permanecían en el árbol (*Gráfico 1b*). Finalmente, el tercer pico de caída observado en otros frutales (SEDGLEY y GRIFFIN, 1989) no se ha observado en ninguno de los dos cultivares, por lo que en albaricoquero la caída más pronunciada se produce alrededor del primer mes después de la floración, cuando queda establecido el cuajado. Los resultados de cuajado obtenidos (30% en Moniquí y 33% en Búlida), aunque ligeramente superiores, encajan con los que se han estimado como normales para la especie, entre 20 y 25% (CHAPLIN y WESTWOOD, 1980).

Inicio de la fructificación

En los dos principales picos de caída se observa que, por un lado, se desprenden flores que han sido correctamente polinizadas y, por otro, que la caída de flores sin polinizar es escalonada y se produce a lo largo de 5 semanas. Con el fin de examinar el desarrollo de los ovarios y de detectar los primeros indicios de la fructificación, se han obtenido las gráficas de crecimiento con los datos de los pesos individuales de las flores y los pequeños frutos durante los días siguientes a la apertura de la flor (*Gráfico 2*). En estas fases iniciales del desarrollo del fruto, los pesos evolucionan de forma muy similar en ambos cultivares (*Gráfico 2a*). Sorprendentemente, las flores no polinizadas



también aumentan de tamaño siguiendo el mismo patrón que las polinizadas y también de forma similar en los dos cultivares (*Gráfico 2b*), por lo que en este periodo el crecimiento del ovario sigue un proceso de desarrollo independiente de la polinización. El crecimiento de las flores no polinizadas durante las primeras semanas después de floración puede explicar los falsos cuajados que se observan a menudo en pequeños frutos que, después de haber engrosado el ovario durante varias semanas, detienen su crecimiento y acaban cayendo, pudiéndose atribuir las causas a problemas de polinización aunque por su estado fenológico se puedan considerar erróneamente frutos cuajados (*Foto 1*).



1.- Fruto cuajado y fruto sin cuajar.

Calidad de flor y estado nutritivo

Como se ha visto anteriormente, la transformación de flor en fruto es consecuencia de un complejo conjunto de factores. Sin embargo, la caracterización de la caída y el crecimiento de frutos ponen en evidencia que el cuajado se fija en una fase temprana del desarrollo del fruto. Por otra parte, el comportamiento de las flores no polinizadas, en las que una proporción inician su desarrollo, junto al hecho de que parte de las flores polinizadas también se caen, sugiere que hay algo en el interior de la flor, independiente de la polinización, que es diferente entre flores y que puede condicionar el cuajado. Este hecho apoya la idea de que existe una "calidad de flor". Un cúmulo de evidencias nos llevó a pensar que la calidad de flor podría estar relacionada con el almidón acumulado en la flor.

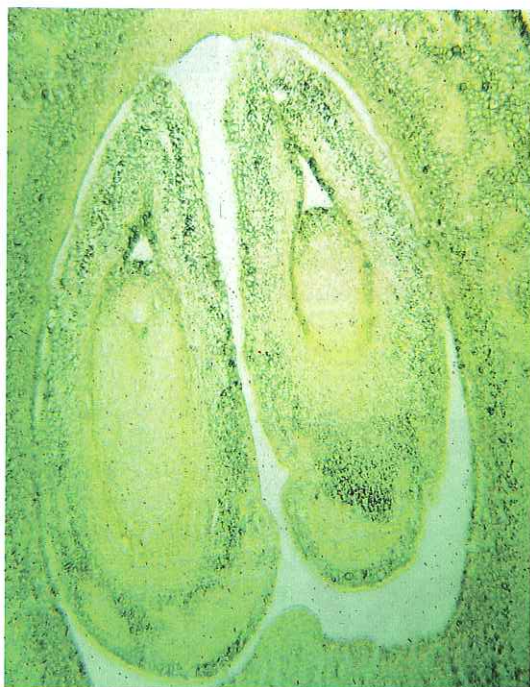
Tradicionalmente se ha asumido que las reservas nutritivas del árbol juegan un papel decisivo en el nivel de fructificación. En albaricoquero, al igual que en otros frutales, la floración tiene lugar antes que la emisión de hojas (*Foto 2*). Así, los recursos necesarios tanto para el desborre y desarrollo de la flor como para sustentar la fase de polinización a fecundación y el inicio de la fructificación no proceden directamente de la actividad fotosintética, al tener lugar en ausencia de hojas. Las reservas

que sustentan estos procesos proceden de las acumuladas por el árbol antes del reposo, y deben encontrarse en la madera o en la propia flor en desarrollo.

El hecho de que distintas estructuras de la flor presentan en su interior almidón (Foto 3), el principal componente de las reservas de las plantas leñosas (CHAPIN *et al.*, 1990), nos llevó a estudiar la relación de las reservas acumuladas en la flor y el proceso reproductivo. Así, se determinó que el almidón presente en las flores de albaricoquero en el momento de la floración sirve de soporte para que ocurra la fecundación (RODRIGO y HERRERO, 1998) y sustenta el inicio de la fructificación (RODRIGO, HORMAZA y HERRERO, 2000). Este hecho, unido a que en el momento de abrirse la flor existen claras diferencias en el contenido en



2.- La floración se produce antes que la emisión de hojas.



3.- Almidón en el interior de los óvulos.

almidón entre flores, apoya la idea de que el almidón acumulado en la flor puede jugar un papel decisivo en el cuajado y puede explicar la diferente capacidad de las flores para transformarse en frutos (RODRIGO, HORMAZA y HERRERO, 2000). Aunque todavía queda por determinar

cómo se puede controlar agrónomicamente la calidad de flor, estos resultados ponen de manifiesto la importancia del estado nutritivo de la flor y llevan a considerar la necesidad de una buena nutrición del árbol durante todo el periodo de desarrollo de la flor, que comienza en el verano anterior tras la inducción floral y posterior diferenciación de las yemas fructíferas. En la actualidad se está estudiando el proceso de acumulación de reservas en las estructuras florales, pero estos resultados indican que la calidad de flor puede estar pre-determinada antes de la floración y pueden explicar resultados obtenidos previamente en diferentes especies, como el aumento de la cosecha mediante el abono nitrogenado en el otoño anterior, la caída de yemas o la reducción de cuajado después de una cosecha previa elevada. Es por tanto de gran importancia mantener un cultivo adecuado de los árboles tras la recolección y antes de la caída de hojas, que es el periodo en el que el árbol acumula las reservas que utilizará en la primavera siguiente hasta la salida de las nuevas hojas.

Agradecimientos

Agradecemos a **Reyes López** por la asistencia técnica. Este trabajo ha sido financiado por los proyectos INIA RTA 01-103 y FEDER-CICYT AGL2003-05318-C02 y por el Grupo de Investigación Consolidado de Aragón 'Biología del desarrollo y material vegetal en frutales'.

Bibliografía

- BURGOS, L.; EGEA, J.; GUERRIERO, R.; VITI, R.; MONTELEONE, P.; AUDERGON, J. M. (1997). The self-compatibility trait of the main apricot cultivars and new selections from breeding programmes. *Journal of Horticultural Science*, 72: 147-54.
- CHAPIN, F. S. I., SCHULZE, E. D.; MOONEY, H. A. (1990). The ecology and economics of storage in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 423-447.
- CHAPLIN, M. H.; WESTWOOD, M. N., (1980). Relationship of nutritional factors to fruit set. *Journal of Plant nutrition*, 2: 477-505.
- GOLDWIN, G. K., (1992). Environmental and internal regulation of fruiting, with particular reference to Cox's Orange Pippin apple. In: Marshall, C., and Grace, J. (Editores). *Fruit and seed production*, 75-100. University Press, Cambridge, Reino Unido.
- HERRERO, M., (1992). From pollination to fertilization in fruit trees. *Plant Growth Regulation*, 11: 27-32.
- LAYNE, R. E. C.; BAILEY, C. H.; HOUGH, L. F. (1996). *Apricots*. En: Janick, J. y Moore, J. N. (Editores). *Fruit Breeding. Volumen I. Tree and tropical fruits*. Purdue University Press: Lafayette, Indiana, Estados Unidos. Pag. 79-111.
- RODRIGO, J.; HERRERO, M. (1996). Evaluation of pollination as the cause for erratic fruit set in apricot Moniqui. *Journal of Horticultural Science*, 71(5): 801-805
- RODRIGO, J.; HERRERO, M. (1998). Influence of intraovular reserves on ovule fate in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Sexual Plant Reproduction*, 11: 86-93.
- RODRIGO, J.; HORMAZA, J. I.; HERRERO, M. (2000). Ovary starch reserves and flower development in apricot (*Prunus armeniaca*). *Physiologia plantarum*, 108:35-41.
- RODRIGO, J. Y HERRERO, M. (2002a). Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot (*Prunus armeniaca* L.) *Scientia Horticulturae*, 92: 125-135
- RODRIGO, J.; HERRERO, M. (2002b). The onset of fruiting in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Applied Botany*. 76: 13-19.
- SANZOL, J.; HERRERO, M. (2001). The Effective pollination period in fruit trees. *Scientia Horticulturae*, 90: 1-17.
- SEDGLEY, M.; GRIFFIN, A. R. (1989). *Sexual Reproduction of Tree Crops*. Academic Press, London.
- WILLIAMS, R. R. (1965). The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom. *Journal of Horticultural Science*, 40: 31-41.