

Factores que influyen en la caída de flores por aborto precoz en nogal

También conocida como PFA, tiene efectos muy negativos sobre el rendimiento final del cultivo

Al igual que otras especies frutales, el nogal presenta caídas de fruto que se asocian habitualmente a fenómenos de competencia o de falta de polinización. Este tipo de caídas se estabilizan en una plantación bajo un buen manejo y con un adecuado diseño de polinizadores a niveles que no suelen afectar a la producción. Sin embargo, el nogal común presenta otra caída completamente diferente a las anteriores, y de la que hasta ahora todavía se desconoce el verdadero origen, la *Pistillate Flower Abscission* (PFA).

Mercè Rovira y Neus Aletà.

IRTA-Departament d'Arboricultura Mediterrània
Centre de Mas Bové. Reus.

A finales de los años setenta se asociaron algunos descensos espectaculares de la producción de la variedad Serr en California con una caída de flores no observada hasta entonces en las plantaciones de nogal. En las primeras plantaciones afectadas se observó que este fenómeno variaba con las cultivares y la ubicación de las parcelas. La importancia económica que suponía esta disfunción fenológica en las plantaciones afectadas llevó a profundizar sobre su estudio y muy en particular sobre las causas que lo provocaban.

En 1990, en Hungría se asoció el descenso de producción de una plantación a la caída descrita en California como *Pistillate Flower Abscission* (PFA) (Catlin *et al.* 1987) y se agregó una importante información: las caídas por aborto precoz de las flores pistiladas eran siempre superiores sobre los árboles situados en las cercanías de los polinizadores. A partir de estos primeros resultados, se supuso que un exceso de polen podía llegar a provocar una caída prematura de flores sin fecundar como se había visto sobre algunas especies forestales. Posteriormente, distintos estudios realizados en la Universidad de California, en Davis, y en el IRTA de Mas Bové, permitieron corroborar que realmente un exceso de polen sobre los estigmas favorecía esta caída de flores. Las numerosas observaciones realizadas en distintos países Chile, España, EUA, Francia y Hungría también han puesto de relieve que esta caída muy prematura de flores femeninas está presente en prácticamente todos los cultivares comerciales.

► Cómo distinguir la PFA

En el nogal común, *Juglans regia* L., se producen distintas pérdidas de flores pasado el período de polinización. Por orden de importancia, podemos distinguir las siguientes:

- Caídas de flores por PFA (*Pistillate Flower Abortion* (o *Abscission*)). Las flores evolucionan normalmente hasta que los estigmas empiezan a divergir. Entonces, el ovario detiene su crecimiento y muy rápidamente las flores inician su desecación y posterior momificación adquiriendo un color marrón oscuro y finalmente se desprenden del brote. En ese momento las flores tienen un tamaño de 3-5 mm de diámetro y como particularidad, que permite distinguir el PFA de otras caídas, caen unidas al pedúnculo y, si el conjunto floral está formado por más de una flor, éstas caen juntas (**fotos 1 y 2**). La cicatriz de la inserción del pedúnculo con el brote es muy característica y permite advertir la caída aunque ya se hayan desprendido las flores.

- Competencia entre las flores de una misma inflorescencia femenina. En algunos casos, una de las flores puede ver penalizado su desarrollo por el mayor crecimiento de las flores acompañantes y, finalmente, la más desfavorecida se

FOTO 1



FOTO 2



Caída de flores por PFA. Las dos flores caen juntas, unidas al pedúnculo.

NOGAL

FOTO 3



Caida por competencia en un mismo conjunto floral. La flor se ha desprendido por la base del ovario, no por el pedúnculo.

doscientas flores alrededor de todo el árbol, en dos árboles por cultivar, sobre las que se iba haciendo el seguimiento desde el estadio de floración Ff (aparición de la incipiente flor femenina), hasta el estadio Gf (cuajado del fruto). Dos veces por semana se observaban las flores y se anotaban las caídas por PFA. El ensayo se realizó durante dos años consecutivos. La incidencia de PFA en los distintos cultivares fue cuantificada como el porcentaje de flores femeninas afectadas en relación con el número total de flores controladas inicialmente. Los resultados obtenidos se muestran en el **cuadro I**.

El grupo de las selecciones españolas fue el que se vio más afectado por la caída de flores por PFA, con una media de dos años de 73,4% de caída que, comparada con la presente en las selecciones de Chile

—que mostraron sólo un 6,8% de flores caídas por PFA—, era realmente espectacular. Las variedades californianas y francesas se situaron en unos valores medios, pero más cercanas a las selecciones de Chile (**cuadro II**). En este cuadro se presentan los datos

desprende y cae. Para distinguir esta caída de la anterior es muy fácil, ya que en este caso las flores se desprenden por la base del ovario, no por la del pedúnculo como en el PFA (**foto 3**).

- **Caída de flores no fecundadas.** En este caso las flores han llegado a un estadio de desarrollo más avanzado que en las anteriores caídas. Los frutos se desprenden pasadas de tres semanas a un mes de la plena floración, con un tamaño de 8-10 mm de diámetro.

- **Caída de frutos jóvenes.** Más adelante en el período vegetativo, se pueden presentar caídas de frutos jóvenes, frutos fecundados de 12-18 mm de diámetro cuya pérdida suele atribuirse a una competencia por los nutrientes.

Todas estas caídas de flores o de frutos jóvenes tienen repercusión en la cosecha final de la plantación, pero, sin duda, es la correspondiente al PFA la que ocasiona unas pérdidas más elevadas de producción. En las variedades comerciales, una caída media de flores del 10-20% puede considerarse habitual.

Factores que influyen sobre la expresión del PFA en una plantación

El material vegetal

El fenómeno del PFA ha sido especialmente estudiado en plantaciones californianas de la variedad Serr, puesto que es allí donde por primera vez se observó el problema. Para esta variedad en California, se han llegado a contabilizar hasta un 90% de flores caídas por PFA. En California, también se ha trabajado con otras variedades, como Chandler, Chico, Franquette y Hartley, pero en estos casos, la afección por PFA nunca ha supuesto pérdidas tan importantes como las descritas en Serr.

En el IRTA de Mas Bové se viene estudiando este fenómeno desde finales de los años noventa. Los primeros trabajos trataron de valorar el nivel de incidencia de PFA presente sobre cultivares de distintos orígenes: California, Chile, Francia y España. Se eligieron de cuatro a cinco cultivares por origen y se marcaron unas

CUADRO I. INCIDENCIA DEL PFA EN DIECINUEVE CULTIVARES DE DISTINTOS ORÍGENES, DURANTE DOS AÑOS DE ESTUDIO.

Origen	Cultivar selección	PFA (%)*		
		1998	1999	1998-99
California	Chandler	4,7	2,2	3,0
	Chico	15,7	2,2	3,0
	Hartley	12,6	3,0	7,8
	Serr	33,7	10,9	22,3
	Vina	17,0	9	13,0
Chile	AS-0	10,1	1,0	5,9
	AS-1	12,0	1,6	6,8
	AS-5	26,9	—	—
	AS-7	12,1	3,6	7,8
España	MBT-31	64,0	—	—
	MBT-40	84,9	91,9	88,6
	MBT-119	86,6	60,2	73,4
	MBT-247	—	45,2	—
Francia	Franquette	5,1	0,0	2,7
	Lara	1,1	—	—
	Marbot	13,2	14,0	13,6
	Mayette Parisienne	13,7	—	—
		11,7	16,9	14,1

- no hay datos
* porcentaje sobre las 200 flores controladas cada año.

CUADRO II. INCIDENCIA DEL PFA Y DEL CUAJADO EN CINCO VARIEDADES CALIFORNIANAS, CUATRO SELECCIONES DE CHILE, CINCO VARIEDADES FRANCESAS Y CINCO SELECCIONES ESPAÑOLAS (MEDIA DE LOS AÑOS 1998-1999).

Origen	PFA (%)	Cuajado (%)
California	11,0	82,8
Chile	6,8	88,0
Francia	11,9	79,0
España	73,4	21,6

FRUTOS SECOS dossier

de cuajado, con valores totalmente opuestos a los de PFA. La alta correlación negativa encontrada entre el PFA y el cuajado nos confirma el enorme efecto negativo que el PFA tiene en la cosecha final de la plantación frente a las pérdidas ocasionadas por otros tipos de caídas.

La ubicación de las parcelas

En las condiciones ambientales donde se encuentran las colecciones de nogal del IRTA de Mas Bové (Reus-Tarragona) nunca se han encontrado valores tan altos de PFA en la variedad Serr, como los descritos en distintas plantaciones de California. Observaciones realizadas en Francia para esta variedad, dan unos resultados más parecidos a los españoles que a los californianos. Ocurre lo mismo en otras variedades californianas (como Chandler, Chico, Hartley) y francesas (como Franquette) estudiadas, la afección por PFA en las condiciones españolas siempre ha sido inferior a la de las californianas. Queda clara la influencia del lugar de la plantación en la incidencia del PFA en los distintos cultivos.

El exceso de polen

Las primeras sospechas de que un exceso de polen aumentaba las flores caídas por PFA, se produjeron a partir de observaciones en Hungría, donde las hileras de los árboles cerca de los polinizadores tenían menos cosecha que las hileras alejadas de los mismos. Estas observaciones fueron la base de los trabajos realizados en California dirigidos a profundizar en este aspecto de la biología floral del nogal. McGranaham *et al.* (1994) observaron que una cantidad importante de polen en el estigma de una flor femenina, incrementaba el PFA en la variedad Serr.

En los estudios que, sobre el posible efecto de un exceso de polen en la caída de flores por PFA, se realizaron en el Centro de Mas Bové, se utilizaron materiales de distintos orígenes: las variedades Serr y Hartley de California, y las selecciones AS-1 de Chile y MB-T-119 de España.

Se procedió de igual manera que en el estudio del PFA sobre distintas variedades. La mitad de las flores marcadas se polinizaron artificialmente, depositando polen en el estigma con ayuda de un pincel, en el estadio de floración Ff1 (máxima receptividad de la flor femenina), y las demás se dejaron para que fueran polinizadas libremente. Se realizó un seguimiento de todas ellas hasta el estado Gf, anotando las flores que caían por PFA. Los resultados fueron muy claros: independientemente del grado de afección de PFA que pudiera tener una variedad, la deposición artificial de polen sobre el estigma aumentaba el porcentaje de afección por PFA (**figura 1**). En el caso de la variedad Hartley se llegó a multiplicar por seis el porcentaje de caída de flores femeninas.

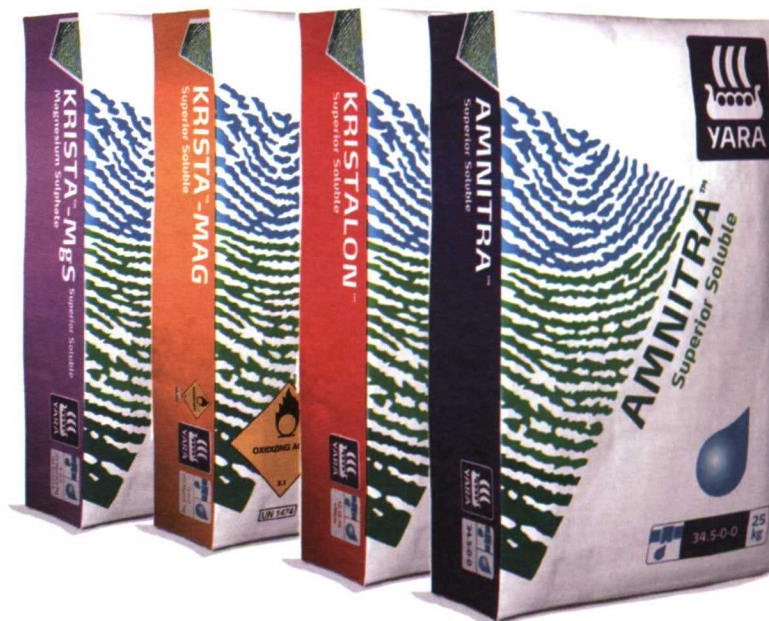
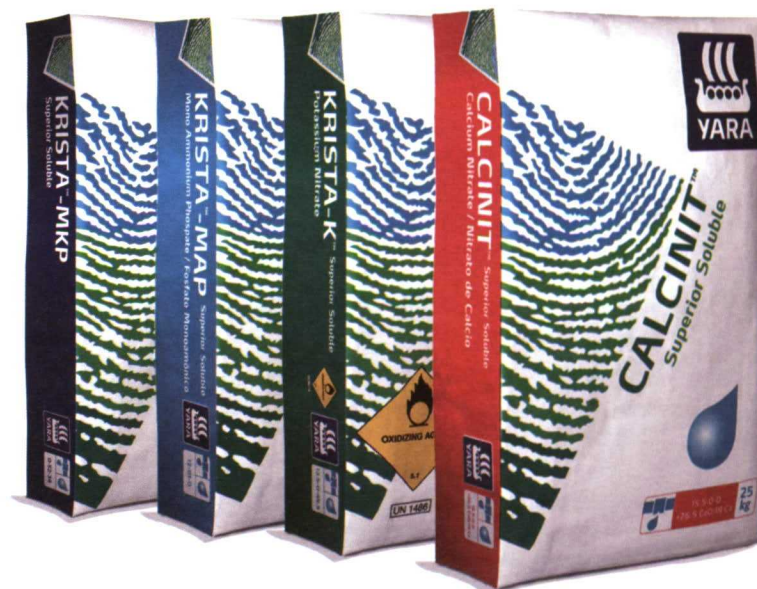
La edad de la plantación

Este es otro de los factores que influye en el fenómeno del PFA aunque se halla íntimamente ligado al anterior. Hay que tener en cuenta que, con la edad, los árboles producen una cantidad mayor de órganos reproductores: flores femeninas y flores masculinas. El exceso de flores femeninas no es un problema, ya que va ligado al aumento de la producción y además el árbol tiene suficientes mecanismos de autocontrol de la cosecha como son la caída de flores o de frutos jóvenes por competencia. No obstante, no hay ningún mecanismo que regule la producción de amentos y este hecho se agrava porque suele ir ligado al envejecimiento de la plantación.

En las plantaciones adultas de nogal la poda de producción es

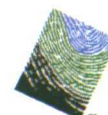


Para fertirrigación Apuesta por la calidad



Para más información, contactar:

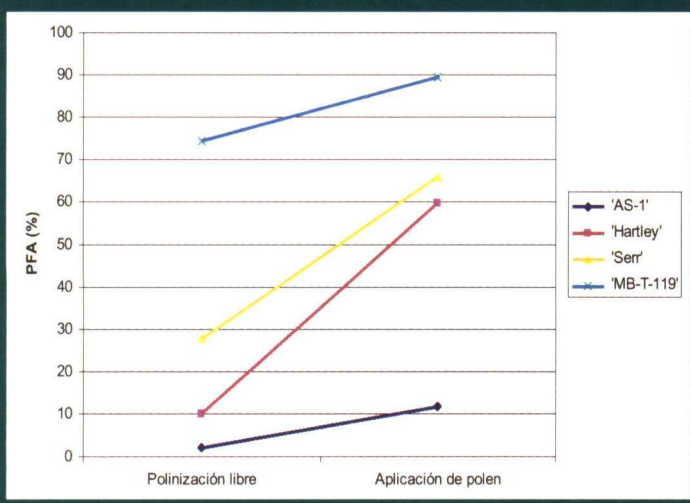
info.iberian@yara.com



Desarrollando Tu Potencial

FIGURA 1.

Porcentaje de afección de PFA en cuatro materiales de distinta procedencia, según el tipo de polinización (libre o con aplicación suplementaria de polen con pincel).



prácticamente nula y los crecimientos anuales son cada año más cortos, lo que provoca un aumento de la presencia de flores masculinas frente a una sola ubicación de las femeninas: el brote terminal. Este importante incremento de amentos en relación al número de flores femeninas se traduce en una innecesaria cantidad de polen en la plantación que repercute en un aumento considerable de PFA.

El año climático

El año, como factor de influencia en la cantidad de flores caídas por PFA, hay que considerarlo como año climático. El período de desborre y floración de las distintas variedades de nogal y su dicogamia –separación en el tiempo entre la floración femenina y masculina sobre un mismo cultivar– tienen un componente genético muy importante. Sin embargo, al igual que el desborre de un año a otro puede desfasarse en unos días, la homogamia de un cultivar –tiempo en el que las dos floraciones masculina y femenina coinciden– se ve afectada muy directamente por las temperaturas del otoño y del invierno anterior. Al coincidir la floración femenina con la masculina del propio cultivar en mayor proporción y existir variedades polinizadoras en la plantación se produce un exceso de polen en el momento en que los estigmas de las flores femeninas están receptivos. Hecho, que como hemos explicado provocará una mayor caída de flores por PFA.

Conclusiones en torno al PFA

A raíz de los estudios realizados en distintos países aquí expuestos y de los conocimientos que se tienen sobre la caída de flores por PFA, podemos concluir lo siguiente:

- El PFA afecta en mayor o menor grado a todas las variedades de nogal, independientemente de su origen.
- Se han encontrado distintos grados de afección de PFA según las variedades. Los materiales chilenos destacan por su poca pérdida de flores por PFA frente a los materiales españoles que no pueden ser cultivados con los niveles de PFA detectados.
- El PFA tiene un efecto muy negativo sobre la cosecha.

- Un exceso de polen en el estigma de la flor femenina, aumenta el número de flores caídas por PFA.
- El año, el lugar y las condiciones ambientales, pueden variar el nivel de afección de PFA de un determinado cultivar.

Medidas para evitar o paliar la caída de flores por PFA

Para evitar la problemática del PFA sobre una plantación será de suma importancia elegir variedades con poco problema de caída de flores por aborto precoz, pero también, manejar la plantación de manera que el envejecimiento de la misma se controle con las adecuadas intervenciones de poda y de aportes de nutrientes.

Si el problema se detecta sobre una plantación adulta o se observa que cada año van creciendo las pérdidas por caída de flores habrá que incidir directamente sobre el mismo. En algunas plantaciones de España (Extremadura), de California y de Chile, se han realizado pruebas de eliminación de amentos, al comienzo de la receptividad de los estigmas, por vibrado de los árboles. Los resultados han sido en todos los casos positivos. Sin embargo, aunque la disminución del polen en la plantación es una realidad no se tiene el sistema completamente controlado y existen algunas preguntas importantes todavía sin respuesta como: ¿Cuál es el momento más adecuado para sacudir los árboles (al inicio o en plena floración femenina)? o ¿Cuántas veces se precisa realizar esta acción de eliminación? Aunque estas pruebas realizadas en plantaciones de Serr han sido satisfactorias, habría que continuar en pos de otras soluciones más prácticas para intentar resolver el problema del PFA.

Actualmente, diferentes estudios han constatado que un exceso de polen genera en los órganos florales la presencia de más etileno de lo normal, lo que provoca la abscisión de las flores femeninas. Recientemente, en Chile y en California se está trabajando con sustancias bloqueadoras de la síntesis de etileno. Concretamente se estudia el uso de amino ethoxy vinyl glicine (AVG). El producto comercial ya está registrado en manzano, especie donde se utiliza para evitar la caída en precosecha. La aplicación del producto en plantaciones de Serr en Chile, da unos valores de cosecha casi cuatro veces por encima de una plantación de Serr sin tratar, o sea que la producción de la plantación casi se cuadruplica. Los datos de ensayos realizados en California, no son tan sorprendentes, no obstante, los árboles tratados con este producto superan la cosecha de los árboles no tratados, en cerca de un 50%. Evidentemente sólo son ensayos de uno o dos años, pero los resultados son tan esperanzadores que en Chile ya se trabaja para pedir el registro de dicho producto para el nogal, convencidos que han encontrado la solución al problema de la caída de flores causada por el PFA. ■

Bibliografía

Catlin, R.B.; Ramos, D.E.; Sibett, G.S.; Olson, W.H.; Olson, E.A. 1987. Pistillate flower abscission of the Persian walnut. HortScience, 22(2):2012-205.

Gamaliel Lemus, S. 2005. Control de la caída de flores en Nogal 'Serr'. Tierra Adentro:18-21.

McGranham, G.H.; Voyiatzis, D.G.; Catlin, R.B.; Polito, V.S. 1994. High pollen loads can cause pistillate flower abscission in walnut. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 119(3):505-509.

Rovira, M.; Aletà, N. 1997. Pistillate flower abscission in walnut cultivars. Acta Horticulturae, 442:231-234.

Rovira, M.; Ninot, A.; Aletà, N. 1999. Pistillate flower abortion in walnut (J. regia L.). Acta Horticulturae, 544:287-293.