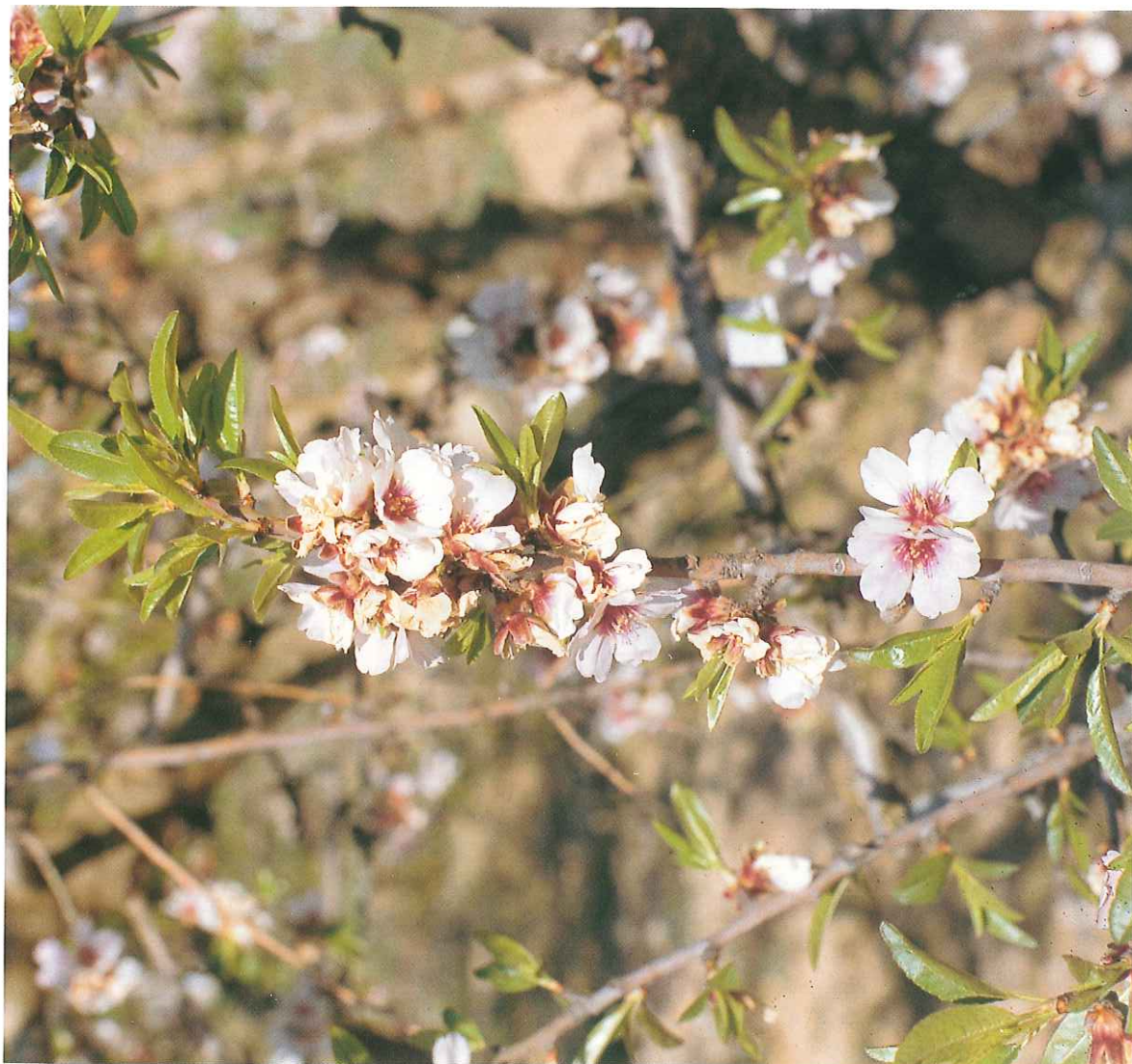


# LA POLINIZACIÓN

## DE LOS FRUTALES

R. SOCIAS i COMPANYY  
Unidad de Fruticultura - SIA-DCA



*Lás pérdidas por una polinización deficiente son tanto o más importantes que los daños producidos por heladas.*

**C**ada primavera, los árboles frutales ofrecen con su floración una explosión de color en las plantaciones, y con ello surge la esperanza para el agricultor de una buena cosecha, al mismo tiempo que una continua preocupación le hace mirar al cielo y sopesar la velocidad del viento para intuir las posibilidades de una helada que pueda dañar de manera irremediable esta esperanza.

Este temor es permanente durante los días de la floración y del crecimiento inicial del fruto; en ciertas situaciones, incluso, se han preparado diversos métodos de lucha contra heladas, lo que obliga a una vigilancia constante y a su puesta en marcha en el momento oportuno. Todo ello supone además una inversión económica a menudo considerable.



Sin embargo, en estos días de preocupación por las heladas, en estas mismas plantaciones frutales se está produciendo una pérdida que puede ser mucho más importante que la que puedan producir las heladas, una pérdida que a menudo es evitable, producida por la falta de una polinización adecuada, especialmente grave en el cerezo y el almendro, aunque también tiene su incidencia en algunas variedades de peral y manzano, especialmente en aquéllas que no tienen tendencia a la partenocarpia.

Este problema se viene arrastrando desde hace muchos años, en particular desde que se pasó de los huertos familiares, en los que había una mez-



*Ejemplo de cómo el desfase de floración entre variedades puede impedir su polinización correcta: en peral (variedades «Blanquilla» y «Limonera») y en almendro (variedades «Desmayo» y «Moncayo»).*

*Aspecto de los tubos polínicos observados al microscopio.*

cla de especies y de variedades, que con relativa facilidad se podían polinizar recíprocamente, a las plantaciones de tipo comercial, a menudo con una sola variedad o con unas pocas. Como además la ausencia de una polinización correcta no es algo fácilmente detectable, las disminuciones de cosecha se han atribuido a otros factores más fácilmente visibles, como el viento, la lluvia o el frío, factores que también pueden intervenir en un desarrollo anómalo de la polinización dificultando la acción de los verdaderos obreros de la misma como son las abejas. Sin embargo, para que las abejas puedan trabajar eficazmente se necesita la presencia de variedades polinizadoras.

Ante esta situación se comprende que los problemas de una polinización deficiente son mucho más fácilmente corregibles que las de las heladas, ya que se pueden resolver tomando la precaución de elegir las variedades oportunas al decidir la plantación, y al mismo tiempo disponerlas de la manera más adecuada para su polinización recíproca, al mismo tiempo que en la época de floración se procure la presencia de las abejas para que lleven a cabo el transporte del polen.

En efecto, se entiende por polinización el transporte del polen desde las anteras al estigma en el momento de la apertura de la flor. Este proceso es básico para la fecundación y posterior cuajado del



fruto y su importancia se relaciona con la biología floral de cada especie y con que la variedad sea autocompatible o autoincompatible.

El fenómeno de la polinización, y su incidencia en la economía frutal, ha sido valorado sólo recientemente, y todavía es de sospechar que no se valora en su justa medida en ciertos casos, a la vista de los errores que aún se cometen al plantear ciertas plantaciones. Es indudable que las pérdidas causadas por una polinización deficiente pueden afectar tanto a las especies y variedades que necesitan una polinización cruzada como, en menor medida, a las autocompatibles.

El proceso de la polinización empezó a estudiarse a fondo en el siglo pasado, con la gran expansión que alcanzaron la botánica y ciertas ciencias conectadas a ella, en especial la anatomía. Sin embargo, su aplicación concreta a los frutales surge de la observación del fenómeno de la autoincompatibilidad. Al tomar la fruticultura un enfoque empresarial, partiendo de los huertos familiares que englobaban un conjunto de especies y variedades, se establecieron plantaciones monovarietales que, en algunos casos, presentaron graves defectos de producción. El primer caso de autoincompatibilidad en los frutales fue descrito en 1894 por Waite en peral, y fueron pronta y ampliamente conocidos los problemas del cerezo y del almendro con respecto a su polinización.

Al entrar en el estudio de la polinización se pueden considerar los siguientes aspectos:

1. Presencia de polen compatible en la plantación.
2. Que se realice la polinización, es decir, el transporte del polen compatible.
3. Condiciones adecuadas para la germinación y el crecimiento de los tubos polínicos.

Además de estos aspectos específicos del desarrollo de la polinización en el campo, se pueden añadir:

4. Técnicas de polinización dirigida.

## 1. PRESENCIA DE POLEN COMPATIBLE

En primer lugar conviene considerar el fenómeno de la autoincompatibilidad en general, antes de entrar en la valoración de la presencia de polen compatible según las especies.



*Las abejas son un elemento indispensable para la polinización.*

La autocompatibilidad es la incapacidad de una planta que produce óvulos y polen viables para cuajar semillas cuando se autopoliniza. Ello se debe a que el propio polen no es capaz de llegar hasta el óvulo para proceder a su fecundación; en los árboles frutales el motivo es, en general, por la detención del crecimiento de los tubos polínicos. La inhibición de este crecimiento tiene lugar normalmente en el estilo. Los granos de polen suelen germinar, y los tubos polínicos cruzan el estigma deteniendo, en general, su crecimiento en el tercio medio del estilo.

El melocotonero, como normalmente el albaricoquero, son autocompatibles, por lo que no presentan problemas de presencia de polen compatible en el momento de la floración, excepto en el caso de algunas variedades androestériles (como el melocotonero «J. H. Hale», actualmente muy poco cultivado, pero que ha sido muy utilizado en los programas de mejora genética).

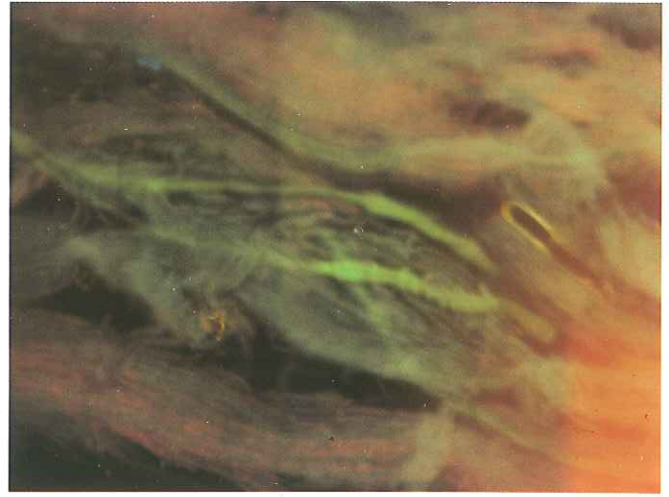
Son especies claramente autoincompatibles el almendro, el cerezo y el ciruelo japonés, aunque en algunas especies se han introducido variedades autocompatibles para resolver alguno de los problemas de la polinización cruzada, como ya se ha conseguido en el almendro y en el cerezo.

Otras especies, como el ciruelo europeo, el guindo y los frutales de pepita (manzano, peral y también el membrillero como especie frutal), presen-



tan diferentes grados de autocompatibilidad, por lo que algunas variedades autopolinizadas pueden producir un buen cuajado de frutos, mientras que otras son totalmente autoincompatibles. En general requieren polinización cruzada, aunque en los frutales de pepita hay un fenómeno independiente de la polinización, como es la partenocarpia, que incluso en condiciones naturales puede ser suficiente para dar una cosecha normal en algunas variedades.

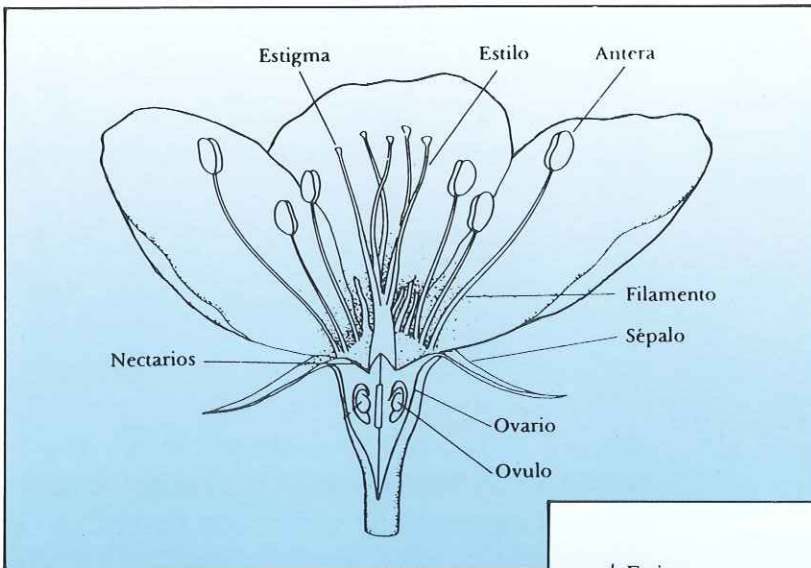
Excepto para las especies o variedades auto-compatibles, la necesidad de la polinización cruzada obliga a la plantación conjunta de dos variedades que tiene que reunir una serie de características, empezando por su calidad, ya que no se puede pensar en una variedad base y otra polinizadora, sino que ésta debe ser también comercialmente válida. Además, las dos variedades deben ser intercompatibles, aunque los casos de interincompatibilidad, excepto en cerezo, son raros. Finalmente, la plena coincidencia del período de floración de las variedades presentes en una plantación es necesaria



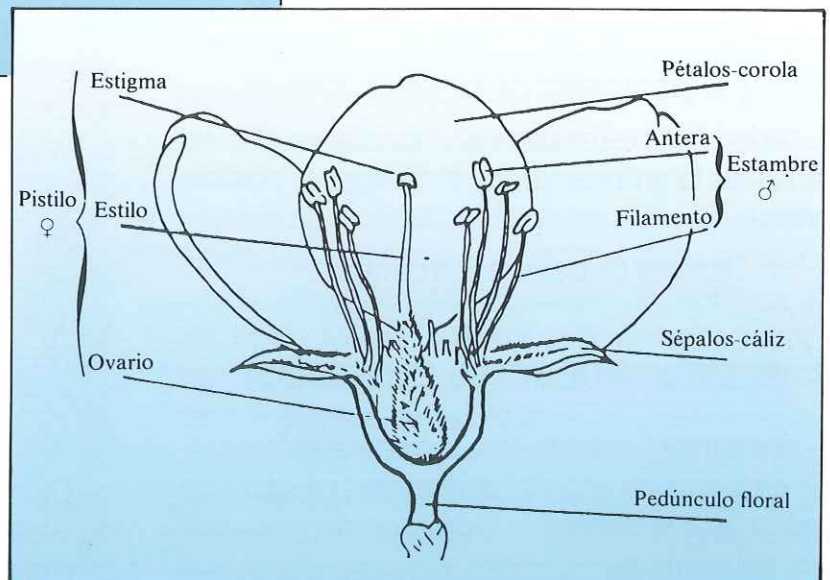
para que todas las flores que se abren sobre cada árbol tengan las máximas posibilidades de ser polinizadas.

La proporción adecuada de polinizadores es del 50% de cada variedad. Para facilitar el manejo de la plantación es conveniente que estén en filas completas. Se puede variar esta proporción, pero en todo caso no conviene descender de las dos filas de una variedad y una fila de otra, o sea, del 33%. En algunos casos se pueden plantar conjuntamente tres o más variedades, que deben reunir las características de ser buenas polinizadoras entre sí, o entre algunas de ellas, aunque con el mayor número de variedades aumenta la dificultad de manejo de la plantación.

Recientemente se han estudiado algunos métodos para resolver el problema de la plantación conjunta de



Esquema de una flor de frutal de pepita.



Esquema de una flor de frutal de hueso.



variedades para su polinización cruzada. Un sistema es el de injertar en cada árbol una rama de otra variedad que reúna las condiciones de una buena polinizadora que por sus características se pueda manejar conjuntamente con la variedad principal y que los frutos sean tan semejantes que se puedan comercializar al mismo tiempo. Ello se ha llevado a cabo en California para polinizar su variedad base de almendro, «Nonpareil».

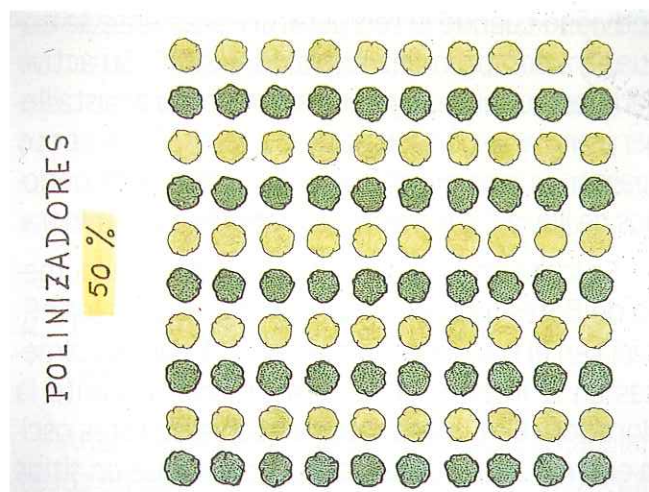
También se están llevando a cabo estudios para usar como polinizadoras ciertas especies silvestres que, en general, son muy buenas productoras de polen y no requieren excesivos cuidados de cultivo. Para ello se intercalan árboles de estas especies en la plantación, o se injertan ramas en la variedad base, todo ello de manera que no se dificulte el cultivo de ésta.



*Ensayo de polinización en campo con flores emasculadas y etiquetas identificadoras.*

## 2. TRANSPORTE DEL POLEN

Este aspecto adquiere una especial importancia en las especies que exigen una polinización cruzada, aunque no se puede olvidar que en las plantas autocompatibles la morfología floral debe permitir que tenga lugar la autogamia natural; o sea, que se deposite el polen sobre el estigma de la misma flor de una manera natural. Esto se consigue cuando la longitud del pistilo permite que el estigma pueda estar en contacto con las anteras en el momento de su eclosión para liberar el polen. Un ejemplo de ello es el cerezo «Stella», la primera variedad

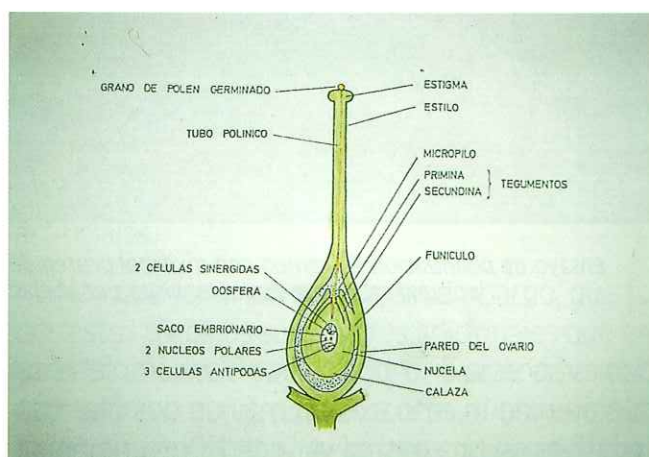


*La proporción de polinizadores más adecuada para la polinización cruzada es del 50%.*

autocompatible que se mejoró en esta especie, pero que no presenta autogamia natural, requiriendo un agente de transporte aunque sea dentro de la misma flor. Las variedades de melocotonero de flor campanulácea, por otra parte, muestran su posibilidad de autogamia natural, ya que al asomar las anteras entre los pétalos al abrirse la flor muestran ya el color amarillo indicador de la liberación del polen, facilitando la autopolinización.

El viento ejerce una influencia nula como agente de transporte del polen en los frutales de hueso y pepita, por lo que la actuación de los insectos es imprescindible, como hemos comprobado al eliminar la corola de las flores en el momento de la emasculación, con lo cual pierden su atractivo para las abejas, sin observar ningún cuajado en ellas.

Las abejas son los insectos polinizadores más efectivos. Existen otros que también ejercen esta función, pero son inferiores en número y posiblemente en efectividad. Las abejas desarrollan mayor



*Corte esquemático de un pistilo con un grano de polen germinado.*



actividad cuando la temperatura ambiente se encuentra comprendida entre 15 y 26 °C. Su actividad decrece al descender la temperatura hasta llegar a anularse por debajo de los 10-12 °C. Tampoco realizan vuelos ni actividad polinizadora en períodos de lluvia o con vientos superiores a 24 km/hora.

Se logra un aumento considerable en el número de flores visitadas y, por tanto, una mayor eficacia en el transporte del polen, colocando colmenas en el interior de las plantaciones durante la floración. El número recomendable de éstas oscila entre 2,5 y 5 por hectárea, situándolas en sitios resguardados del viento y, a ser posible, orientadas al sureste, para que les dé pronto el sol por la mañana y se inicie rápidamente su actividad.

Hay que evitar la presencia dentro de la plantación o cerca de ella de flores que pudieran ser más atractivas que las de los frutales para las abejas, eliminando malas hierbas de los ribazos que pudieran ser competitivas con las flores frutales.

Otros aspectos que influyen en el intercambio eficaz del polen son la proporción y la disposición de los polinizadores. Ya se ha mencionado la cuestión de la proporción. En cuanto a la disposición, debe estudiarse, al proyectar la plantación, que ningún árbol se encuentre muy separado de un polinizador. Teniendo en cuenta la necesidad general de cosechar separadamente los frutos, lo más prác-



*Ensayo de polinización en campo con un árbol protegido por una cabina de cualquier visita por abejas.*

tico es hacer la distribución por filas completas sin que en ningún caso existan más de dos filas consecutivas de una misma variedad. Con una fila de cada variedad las abejas realizan una labor más eficaz en sus continuos cambios de flor.

### 3. CONDICIONES ADECUADAS PARA LA FECUNDACIÓN

Una vez el polen sobre el estigma, puede tener lugar su germinación. Para ello los estigmas de tipo húmedo, como los de estos frutales, se caracterizan por una secreción estigmática que presenta un medio adecuado para la germinación del grano de polen.

Para obtener un buen cuajado es necesario que los gametos tengan una buena viabilidad. Para ello es conveniente que los polinizadores sean de buena calidad. Hay variedades con una tendencia a la esterilidad femenina, pero ésta suele venir condicionada por factores externos, como son los nutricionales. Otros factores externos que pueden alterar la viabilidad de los gametos son las heladas o el empleo de productos fitotóxicos en floración.

Es importante considerar también el período efectivo de polinización (PEP), que es el período durante el cual, de realizarse la polinización, ésta puede producir el cuajado de la flor. Teniendo en cuenta que en muchas variedades el óvulo madura en el momento de la apertura de la flor, pero que los tubos polínicos necesitan unos días para alcanzar el óvulo, el período efectivo de polinización tendrá una duración equivalente a la duración de la viabilidad del óvulo, menos el tiempo necesario para el crecimiento de los tubos polínicos y ello a partir del momento de la apertura de la flor. Ello justifica que los primeros días de la floración son los más importantes y que las variedades polinizadoras deben coincidir al máximo en sus épocas de floración, ya que si sólo se solapan ligeramente, las flores pueden polinizarse demasiado tarde, cuando ya ha transcurrido el período efectivo de polinización y el cuajado va a ser muy bajo, aunque los estigmas sean todavía receptivos. Igualmente, si durante los primeros días de la floración las condiciones son deficientes para una buena polinización, aunque éstas sean buenas más tarde, el cuajado va a ser bajo porque los tubos polínicos, en estos casos, llegarán al ovario cuando el óvulo haya ya degenerado.

Las condiciones que prolongan la viabilidad del óvulo son favorables porque alargan el período efectivo de polinización. Un factor favorable es una buena nutrición, en especial la nitrogenada.

La temperatura es un aspecto importante a considerar durante la floración. Si es baja, aunque





*Ensayo de polinización en laboratorio en bandejas de polinización.*

no llegue a descender de 0 °C, el resultado puede ser una fuerte reducción en la cosecha. Por una parte afecta a la actividad de los insectos polinizantes como ya queda dicho, pero no es éste el único aspecto negativo, ya que también el crecimiento de los tubos polínicos es influido por las temperaturas ambientales.

Las temperaturas adecuadas para el normal desarrollo de la actividad por parte de los insectos polinizantes resultan ser también las más favorables para el crecimiento del tubo polínico. Con temperaturas bajas, este crecimiento puede ser tan lento que el óvulo llegue a degenerar antes de ser fecundado. El crecimiento de los tubos polínicos puede empezar cuando la temperatura es superior a 10-12 °C, y ser normal entre los 15 y 30 °C, alcanzándose el óptimo para la mayor parte de las especies en las proximidades de 25 °C.

Las temperaturas elevadas, que acortan el período de viabilidad del óvulo, no afectan excesivamente al período efectivo de polinización porque al mismo tiempo aumentan la velocidad de crecimiento de los tubos polínicos; por lo demás suelen coincidir con condiciones favorables para la polinización, pero entonces ésta debe realizarse inmediatamente después de la apertura de la flor. Sin embargo, no todas las variedades tienen los mismos límites ni responden del mismo modo a variaciones externas de temperatura.

Por otra parte, el polen puede empezar a germinar a temperaturas muy bajas (0-2 °C) por lo que las bajas temperaturas suelen influir más en la velocidad de crecimiento de los tubos polínicos que en la germinación del polen.

Ovarios procedentes de flores que han sido

polinizadas pero no fecundadas inician el desarrollo hasta alcanzar el tamaño de un guisante o poco más, pero caen a las dos o tres semanas de terminar la floración. Parece ser que el crecimiento del tubo polínico a través del estilo produce un estímulo para este primer crecimiento del ovario.

#### 4. TÉCNICAS DE POLINIZACIÓN DIRIGIDA

Ante el gran error de una plantación mal planteada en cuanto a sus necesidades de polinización, muy poco se puede hacer. A continuación se van a indicar algunas soluciones que sólo son parciales, ya que la única solución es el planteamiento correcto en la elección y distribución de los polinizadores. En una plantación mal hecha, se puede recurrir al sobreinjerto de algunos árboles con el polinizador adecuado, labor costosa y que tarda cierto tiempo en producir resultados. Otra solución parecida es el sobreinjerto de una sola rama por árbol, que ayuda a un mejor intercambio del polen, aunque dificulta la recolección al presentarse sobre un mismo árbol dos tipos de frutos que se deben recoger por separado.

Otra solución similar es colocar una rama en flor en la cruz del árbol, dentro de un frasco con agua. Es un trabajo laborioso que sólo puede hacerse en pequeña escala y de manera provisional mientras se sobreinjeratan algunos árboles con polinizadores. Además supone la destrucción de las ramas que se cortan para polinizar.

Igualmente se ha estudiado la posibilidad de hacer tratamientos con polen, ya sea directamente a los árboles mediante mezclas con materiales inocuos, como si fuera un tratamiento fitosanitario, o con un dosificador de polen a la salida de las colmenas de abejas colocadas en la plantación para que lleven a cabo la polinización de las flores. Hay, sin embargo, problemas de obtención de cantidades suficientes de polen para estas aplicaciones artificiales.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que todos estos trabajos son labores adicionales que encarecen el cultivo y que lo mejor es que sean realizados simplemente por la naturaleza, poniendo de nuestra parte todos los factores adecuados para que la misma naturaleza trabaje en las mejores condiciones.