

HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 18/87 HD

LA POLINIZACION DE LOS FRUTALES

RAFAEL SOCIAS I COMPANYY

*Servicio de Investigación Agraria
50080 Zaragoza*



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

LA POLINIZACION DE LOS FRUTALES

Se entiende por polinización el transporte del polen desde las anteras al estigma en el momento de la antesis. Este proceso es básico para la fecundación y posterior cuajado del fruto y su importancia se relaciona con la biología floral de cada especie, ya sea ésta dioica, monoica o hermafrodita, y, en este último caso, 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. Esta falta de valoración de la polinización se puede concretar en las quejas que surgen por las pérdidas producidas por las heladas primaverales, pero que no provienen de las indudables pérdidas causadas por una polinización deficiente, que puede afectar tanto a las especies y variedades que necesitan 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 difundidos 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.
5. Ensayos de polinización.

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.

La autoincompatibilidad 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, la detención del crecimiento de los tubos polínicos.

Los frutales autoincompatibles, con la excepción conocida del avellano, presentan el sistema de autoincompatibilidad gametofítico, común entre las rosáceas, familia que comprende la mayoría de los frutales. La base de la autoincompatibilidad es genética y se regula por el reconocimiento de una característica del grano de polen por parte del tejido del pistilo. Este reconocimiento viene determinado por una serie de alelos S en un solo locus genético, el locus S , que presenta varios alelos S_i . La

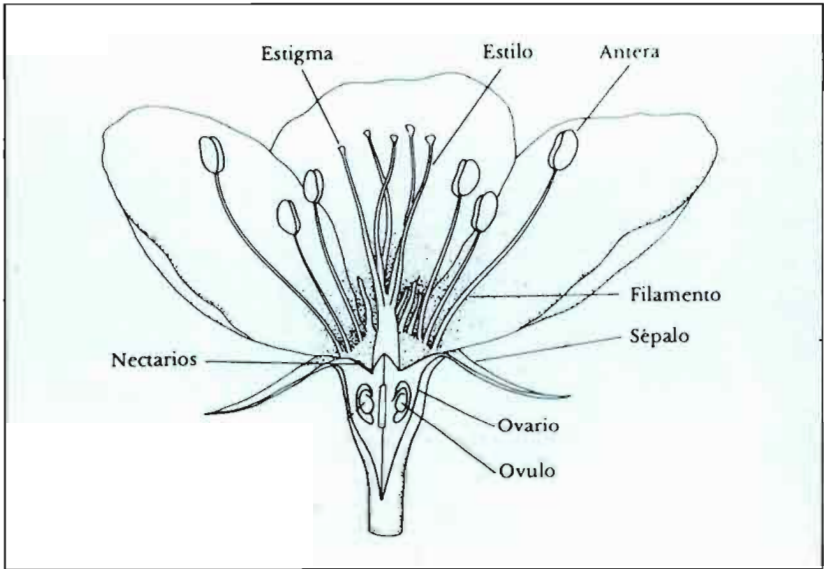


Fig. 1.—Esquema de una flor de frutal de pepita.

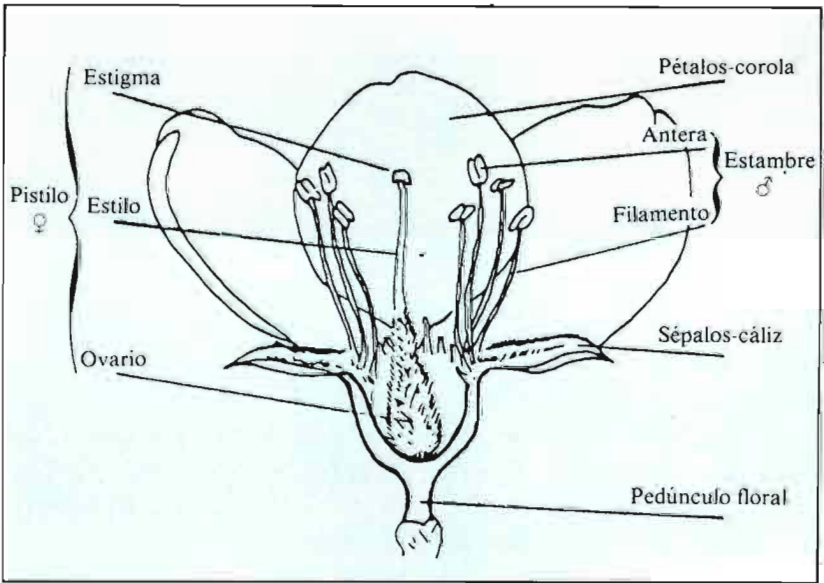


Fig. 2.—Esquema de una flor de frutal de hueso.



reacción de incompatibilidad se rige por la coincidencia o diferencia de los alelos S en el grano de polen y en el pistilo, que como tejido materno y diploide tiene los dos alelos S de la planta, mientras que el grano de polen, como célula haploide, contiene solamente un alelo S. Se produce la reacción de incompatibilidad cuando el alelo del grano de polen coincide con uno de los dos alelos del pistilo, por lo cual el tubo polínico crece lentamente y finalmente se inhibe su crecimiento.

Si una planta (diploide) se considera del genotipo $S_1 S_2$, produce dos clases diferentes de granos de polen con los genotipos S_1 y S_2 . Ambos son incapaces de crecer en los pistilos de la misma planta porque éstos poseen uno de los dos alelos idénticos con el del grano de polen.

La inhibición del crecimiento de los tubos polínicos 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 avellano tiene un sistema de autoincompatibilidad esporofítico, también regido por alelos S y muy parecido al anterior, aunque en el polen se expresan los dos alelos de la planta madre en lugar de uno solo como en el sistema gametofítico.

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, el ciruelo japonés y el avellano, aunque en algunas especies se han introducido ya variedades autocompatibles para resolver alguno de los problemas de la polinización cruzada, como ya han conseguido en el almendro y explican Felipe y Socias i Company, en la Hoja Divulgadora 19/86, «Características de algunas variedades interesantes de almendro».

Otras especies, como el ciruelo europeo, el guindo y los frutales de pepita (manzano, peral y también el membrillero como especie frutal), son poliploides secundarios. Probablemente

te como consecuencia de ello presentan diferentes grados de autocompatibilidad, ya que la poliploidía distorsiona las relaciones de incompatibilidad, 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.

También se observan diferentes niveles de autocompatibilidad entre las distintas variedades de frambuesos y moras (*Rubus* spp.) y de groselleros (*Ribes* spp.).

Una especie monoica, el nogal, presenta otro problema, la poca coincidencia de las floraciones masculina y femenina de la misma variedad. Finalmente hay el problema de las especies dioicas, como el pistachero y la actinidia, lo que nos lleva a considerar la coincidencia de las floraciones.

Excepto para las especies o variedades autocompatibles, la necesidad de la polinización cruzada obliga a la plantación conjunta de dos variedades que tienen 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, excepto en las especies dioicas, en las que la presencia de variedades masculinas, sin valor comercial, es una exigencia ineludible. Además, las dos variedades deben ser intercompatibles, aunque los casos de interincompatibilidad, excepto en cerezo, son raros. Finalmente, la plena coincidencia del periodo 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.

Teniendo en cuenta esta necesidad de coincidencia en cuanto a épocas de floración, se hacen precisas observaciones y toma de datos fenológicos en colecciones varietales, así como el estudio de la acción del clima sobre el reposo invernal, su ruptura y la iniciación de la actividad vegetativa. Si las dos variedades tienen requerimientos semejantes, las variaciones

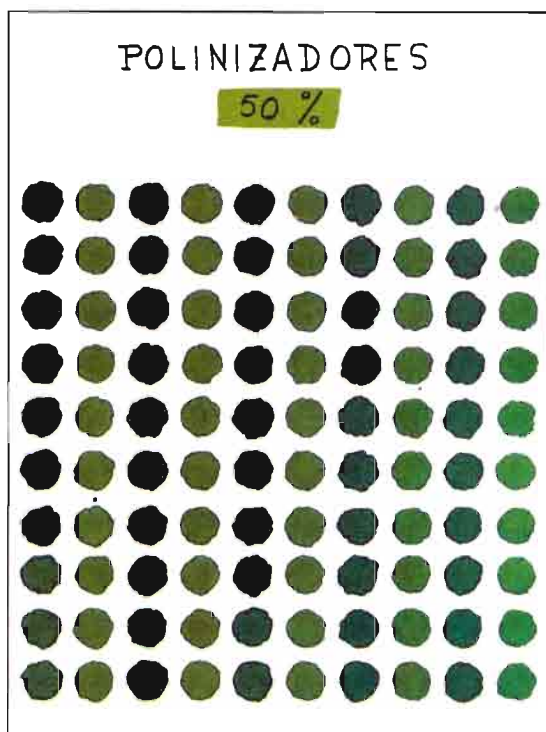


Fig. 3.—Proporción de polinizadores más adecuada para la polinización cruzada.

climáticas que se producen de unos años a otros las afectarán de igual modo a ambas y, por lo tanto, no se producirán desfases que comprometan la buena polinización.

La proporción adecuada de polinizadores es del 50 por 100 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 por 100. En algunos casos se pueden plantar conjuntamente tres o más variedades, que deben reunir las características de ser buenas polinizadoras entre sí o entre alguna de ellas, aunque con el mayor número de variedades aumenta la dificultad de manejo de la plantación.

Recientemente se han estudiado algunos métodos para resol-

ver el problema de la plantación conjunta de 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.

TRANSPORTE DE POLEN

Este aspecto adquiere una especial importancia en las especies que exigen una polinización cruzada, aunque no podemos olvidar que en las plantas autocompatibles la morfología floral debe permitir que tenga lugar la autogamia natural, o sea, la deposición del 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 autocompatible que se mejoró en esta especie, pero que no presenta autogamia natural, requiriendo un agente que transporte el polen aunque sea dentro de la misma flor. Las variedades de melocotonero de flor campanulácea, por otra parte, muestran claramente 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 liberalización del polen, facilitando la autopolinización. Igualmente el melocotonero «GF 305» se considera cleistógamo.

Entre los frutales no abundan las especies de polinización anemófila, como el nogal, el avellano, el pistachero y probable-



mente el castaño. Sin embargo, el viento ejerce una influencia nula como agente de transporte de polen en las especies entomófilas, por lo que la actuación de los insectos es imprescindible, como hemos comprobado al eliminar la corola de las flores en el momento de su 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 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 periodos de lluvia o con vientos superiores a 24 kilómetros por hora.

Se logra un aumento considerable en el número de flores visitadas y, por lo 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 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 puedan ser competitivas.

Otros aspectos que influyen en el intercambio eficaz de 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 práctico 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.

CONDICIONES ADECUADAS PARA LA FECUNDACION

Una vez el polen sobre el estigma, puede tener lugar su germinación. Para ello los estigmas de tipo húmedo, como los de la mayoría de los frutales, se caracterizan por una secreción estigmática que presenta un medio adecuado para la germinación del grano de polen. Este se encuentra recubierto por dos paredes, la intina y la exina, muy resistentes y que sirven de protección al polen y así a su información genética. La exina, a pesar de su resistencia y protección, tiene unos puntos discontinuos, los colpus, en los que queda expuesta la intina. Estos colpus se encuentran taponados por unos lípidos que en medio húmedo se dispersan, dejando que la intina se hidrate e hinche, produciéndose así la aparición de un poro germinativo, a través del cual emerge el tubo polínico que se va formando por la actividad citoplasmática del mismo grano de polen.

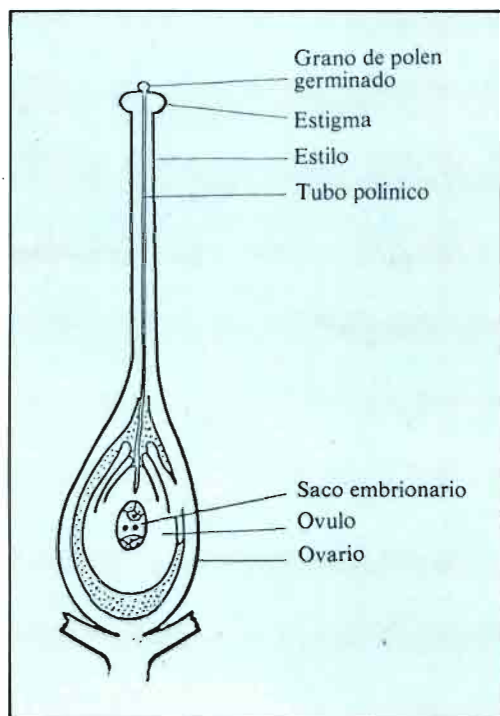


Fig. 4.—Corte esquemático de un pistilo con un grano de polen germinado.



El estilo es un tubo que une la superficie estigmática y el ovario. Está formado por una zona exterior de tejido cortical y una zona interior de tejido transmisor. Este tejido consta de células ricas en reservas y muy débilmente empaquetadas, entre las cuales se encuentra una substancia intercelular que es rica en carbohidratos y en proteínas, y a través de la cual crecen los tubos polínicos. Estos crecen a expensas de las reservas del tejido transmisor; su actividad va dirigida a la fabricación de las paredes del tubo, con su parte activa desplazándose siempre a la punta, dejando atrás los restos no funcionales. La parte viva va aislando la parte vieja mediante tapones de callosa.

Al llegar el tubo polínico al óvulo tiene lugar la doble fecundación. Por un lado se realiza la fusión de un núcleo espermático del tubo polínico con la oosfera del saco embrionario, para dar lugar al cigoto, que finalmente dará lugar al embrión. El otro núcleo espermático se fusiona con los núcleos polares, para dar lugar al endospermo triploide. Los tejidos del ovario dan lugar al fruto.

Para obtener una 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 periodo efectivo de polinización (PEP), que es el periodo 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 antesis, pero que los tubos polínicos necesitan unos días para alcanzar el óvulo, el periodo 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 antesis. Ello justifica que los primeros días de la floración sean los más importantes y que las variedades polinizadoras deban

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 periodo 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 periodo efectivo de polinización. Un factor favorable es una buena nutrición, en especial nitrogenada.

La temperatura es un aspecto importante a considerar durante la floración. Si es baja, aunque no llegue a descender a 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, como en el almendro.

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 a la apertura de la flor. Sin embargo, no todas las variedades tienen los mismos límites, ni responden del mismo modo a cambios externos 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.

TECNICAS DE POLINIZACION 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 planeamiento 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 sobreinjertan 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 colmenas de abejas colocadas en la plantación para que lleven a cabo la polinización de las flores. Hay, sin embargo, proble-

mas 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.

ENSAYOS DE POLINIZACION

Se analizarán las distintas fases del proceso:

Recogida de polen

Para ello se recogen flores en el estado D de su desarrollo, con el fin de que todavía no se haya abierto la flor, evitando así la posibilidad de contaminación con un polen extraño a causa de la visita de un insecto polinizador. Estas flores pueden recogerse directamente del árbol en el campo o, en el caso de querer obtener polen antes de la época de floración de la variedad, de ramas cortadas y llevadas a una temperatura más elevada para acelerar su desarrollo, manteniendo las ramas en agua, siendo aconsejable la precaución de cambiar el agua diariamente o cada dos días y cortar cada vez el extremo inferior del brote por debajo del nivel del agua. La viabilidad de las flores desarrolladas sobre ramas cortadas es normal.

Las anteras se pueden separar de estas flores mediante pinzas, pero esta labor, muy lenta, sólo es recomendable en los casos de disponer de pocas flores. Una manera rápida de separar las anteras de la flor es la de frotar las flores sobre un cedazo con una separación de malla de 3 a 5 milímetros. Con la presión se abre la flor, y con la fricción las anteras se separan de sus filamentos. Con este método las anteras pueden quedar con una serie de impurezas (fragmentos de pétalos y sépalos, pistilos y filamentos de estambres), tanto más cuanto más fuertemente se frota las flores, por lo que se debe limpiar el conjunto de las anteras.



Estas se disponen en un papel sobre el cual caen desde la malla y se dejan secar durante un día o dos, dependiendo del estado de humedad de la flor, de la especie y variedad y, en particular, de las condiciones de temperatura y humedad del ambiente. Una vez que se ha producido la dehiscencia de las anteras, se guardan en tubitos que se tapan con algodón en rama o simples tapones de corcho o plástico y se guardan en el frigorífico hasta el momento de su utilización. Es recomendable, para la polinización digital, el uso de tubitos de unos 12 a 15 milímetros de diámetro.

Cuando se recoja polen de variedades diferentes se tendrá muy en cuenta no mezclarlos y limpiar cada vez los instrumentos usados y las manos con un trapo o algodón humedecidos en alcohol.

El polen puede obtenerse prácticamente puro frotando las anteras ya secas sobre un tamiz muy fino.

El polen conserva su viabilidad durante mucho tiempo si se guarda en un frigorífico, incluso varios años si está congelado, especialmente si se controla la humedad, lo que tiene importancia para polinizar una variedad de floración temprana con polen de otra de floración tardía.

Emasculación

Para asegurarse que la polinización se realiza con el polen deseado se deben evitar las posibilidades de llegada de otras clases de polen al estigma de las flores. La primera posibilidad es la del propio polen, por lo cual se deben eliminar las propias anteras, parte masculina de la flor, proceso llamado emasculación o castración.

Este proceso no es a veces estrictamente necesario en especies autoincompatibles, aunque hay peligro de contaminación del polen usado con el propio de la planta polinizada, así como tampoco en las variedades androestériles, pero sí es recomendable para que la flor pierda su atractivo para los insectos si no se cubren las flores a polinizar.

Las flores han de emascularse antes de que haya la posibili-

dad de cualquier polinización, ya sea por la visita de un insecto polinizador o por la eclosión del polen de las anteras de la misma flor. Por ello es recomendable llevar a cabo la emasculación en el mismo estado fenológico que para la recogida del polen, el D, con las flores todavía cerradas, así como las anteras, pero con el estigma casi ya capaz de recibir el polen.



Fig. 5.—Eмасculación de flores.

Existen varios métodos de emasculación. El menos dañino para la flor, pero también el más lento, es el de la separación de las anteras mediante unas pinzas, teniendo cuidado de no dañar el estigma. Otro método consiste en usar algún tipo de tijeras especiales que corten los filamentos de los estambres y también parte de la flor; es frecuente, por su rapidez, cortar el receptáculo floral hacia su mitad, con lo cual se elimina la parte superior de la copa del cáliz y con ella los sépalos, los pétalos y los estambres que se insertan en su parte superior.

En relación con este último método hay personas con la suficiente práctica como para realizar este corte mediante sus uñas, pero existen pinzas y tijeras especiales que facilitan este trabajo, llegándose a alcanzar una velocidad bastante considerable.

Cuando se emascula más de una variedad, aunque las posibilidades de contaminación sean bajas, es conveniente lavar las pinzas y las manos con alcohol.

Al emascular una rama es conveniente ir eliminando las flores



abiertas, por poco que se hayan separado los pétalos en estado E o más avanzados, así como las yemas atrasadas, dejando sólo las yemas emasculadas.

Polinización

Ya se ha indicado que al realizar la emasculación los estigmas se encuentran en un estado cercano al de receptividad. Su superficie está suficientemente húmeda por lo que puede ser efectiva una polinización inmediatamente después de la emasculación. Sin embargo, es conveniente esperar a que los estigmas maduren completamente, por lo que es aconsejable llevar a cabo la polinización al día siguiente de la emasculación. Es técnica corriente emascular una tarde y polinizar a la mañana siguiente.

La polinización puede realizarse de varias formas; con un pincel que se ha impregnado de polen por inclusión del mismo en el tubito de polen o con una varilla de vidrio impregnada de la misma manera. Sin embargo, un método muy rápido y efectivo es el de usar el dedo. Para ello se sujeta el tubito destapado entre el pulgar y el índice, agitándolo varias veces. Con ello la yema del índice queda recubierta de polen y se roza ligeramente sobre los estigmas, que con ello quedan cubiertos de una cantidad suficiente. Cuando la cantidad de polen sobre la yema disminuye, se repite la agitación del tubito y la yema del dedo vuelve a recubrirse de polen.

La polinización puede llevarse a cabo tanto en el campo como para estudios de laboratorio, por lo que se describen a continuación las técnicas de cada caso.

Ensayos de campo: En este caso la emasculación y la polinización se realizan sobre ramas de árboles en el campo. Para ello se elige una rama o varias, según el número de flores a polinizar, teniendo en cuenta que durante la emasculación se van a dañar algunas flores, especialmente mientras no se tenga excesiva práctica, y se eliminan todas las flores abiertas, por poco que se hayan separado los pétalos en estado E o más avanzados.

Al mismo tiempo que se lleva a cabo la emasculación de las flores en estado D, o antes, se eliminan todas las yemas que

todavía no hayan alcanzado este estado. Luego se realiza la polinización tal como se ha indicado.

En algunos casos se cubren las ramas mediante papel de tipo especial o con un tejido de gasa para evitar cualquier contaminación con polen de otra clase. En general los insectos polinizadores no son atraídos por estas flores emasculadas carentes de periantio, por lo que los peligros de contaminación son tan bajos que se consideran despreciables y pueden dejarse sin protección alguna las flores emasculadas.

En algunos casos, debido a peligros de heladas, la protección de las flores puede tener una doble finalidad; el evitar cualquier contaminación y, al mismo tiempo, crear en su interior un microclima especial que proteja las flores de las heladas, aunque esta protección es muy reducida.

En el caso de realizar muchas polinizaciones sobre una misma variedad puede ser conveniente aislar completamente un árbol mediante una cabina, con paredes de marcos de tela que no deje pasar los insectos polinizadores y una puerta practicable para entrar y salir, de forma que no penetre ningún insecto.

Para estudios de autocompatibilidad se puede cubrir una rama con una tela, agitando varias veces, en días diferentes, la rama para ayudar a la autopolinización de las flores. Sin embargo, parece que la efectividad de este método es reducida.

Mientras se polinizan las flores es recomendable llevar un cierto control apuntando en una etiqueta el número de flores polinizadas con el fin de calcular posteriormente los porcentajes de frutos cuajados y de frutos maduros. En el caso de una buena polinización, el estigma y la parte superior del estilo se vuelven prematuramente pardos, incluso antes de la caída de pétalos.

A los 30 ó 40 días se puede hacer el recuento de frutos para el cálculo del porcentaje de cuajado. Los frutos maduros pueden contarse en verano, aunque su maduración no sea total.

Ensayos en laboratorio: Los ensayos en laboratorio van dirigidos a un estudio más profundo del proceso de la polinización y requieren unas técnicas más delicadas que incluyan la observación microscópica de los pistilos para asegurarse del crecimiento de los tubos polínicos hasta el ovario.



Para ello se realizan los mismos procesos de emasculación y polinización con flores sobre ramas cortadas y llevadas al laboratorio, o sobre flores individuales que se colocan con el pedúnculo en agua a través de unas mallas con bandejas, a fin de que no se des sequen. Para observar la velocidad de crecimiento se recogen muestras a intervalos determinados de tiempo, pero para asegurarse simplemente de la compatibilidad o incompatibilidad de la polinización es suficiente con tomar muestras una sola vez, que puede ser al cabo de cuatro días de la polinización.

Para el estudio microscópico de la polinización también se pueden tomar muestras de árboles en el campo, aunque en este caso las condiciones atmosféricas son aleatorias y, en todo caso, a causa de una temperatura menor, es necesario tomar las muestras al menos al cabo de siete o más días de la polinización.

Las muestras, que pueden consistir en el pistilo completo o, en algunos casos, sólo del estilo y el estigma, se fijan mediante un fijador orgánico y luego se observan al microscopio mediante la técnica del aplastamiento. En caso de disponer de un microscopio de luz fluorescente la tinción se hace con azul de anilina; en caso de microscopio de luz normal, con lacmoide.

Comprobación del cuajado natural

Sin necesidad de ninguna técnica especial se puede conseguir una idea de la situación de la polinización mediante unos simples conteos de flores y frutos en distintos momentos, aunque estos conteos deben realizarse con la máxima atención debido a la presencia de un gran número de yemas.

Siguiendo las indicaciones de Williams (1970), el primer conteo debe hacerse cuando las yemas están bien avanzadas, pero antes de su apertura, al iniciarse el estado D. Si este conteo se hace demasiado pronto las yemas pueden ser difícilmente diferenciables. Los conteos se facilitan mediante un contador automático normal y conviene contar sistemáticamente hacia arriba o hacia abajo, sin dejar ninguna porción o brote lateral. Conviene repetir el conteo, preferentemente por otra persona, y

volverlo a repetir si no queda dentro de un margen del 10 por 100. Si los dos números quedan dentro de tal margen se toma el promedio de ambos como número de yemas (A).

Más adelante se anota la fecha aproximada de la caída del 80 por 100 de los pétalos y 21 días después se cuenta el número de frutos sobre cada fragmento anteriormente contado para el número de yemas. Es recomendable contar también dos veces, y con mucha atención, ya que el conteo es más difícil a causa de la presencia de hojas entre los frutos. El correspondiente promedio será el número de frutitos (B).

En verano (julio-agosto) se hace el tercer conteo de frutos presentes en la rama de la misma manera, con un promedio de C.

Así, el porcentaje de cuajado inicial será $B / A \times 100$, y el cuajado final $C / A \times 100$.



MINISTERIO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION AGRARIAS

Servicio de Extensión Agraria
Corazón de María, 8 - 28002-Madrid

Se autoriza la reproducción **íntegra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».