

PESTICIDAS APLICADOS EN FLORACION Y POLINIZACION



IGNACIO PALAZON. Servicio de Investigación Agraria. D. G. de Aragón

CARLOS PALAZON. Servicio de Investigación Agraria. D. G. de Aragón

RAFAEL BALDUQUE. Centro de protección Vegetal. D. G. de Aragón



PESTICIDAS APLICADOS EN FLORACION Y POLINIZACION

El consumo de pesticidas en España ha experimentado un incremento espectacular en los últimos años, con un gasto anual que supera los 60.000 millones de pesetas. De ellos, el 32 por 100 corresponde a insecticidas y acaricidas, el 27 por 100 a herbicidas y el 24 por 100 a fungicidas. Destacan en estas cifras el incremento de los herbicidas, que hace ocho años sólo suponían el 15 por 100 del consumo total de pesticidas, y la moderada subida de los fungicidas, motivadas fundamentalmente por la sucesión de años de sequía que se ha padecido desde 1981.

Es lógico que una cifra tan importante corresponda al deseo de limitar al máximo las pérdidas que las plagas y enfermedades de las plantas producen en los cultivos. Aunque la evaluación de tales pérdidas sólo se ha efectuado en nuestro país para casos muy concretos, como puede ser el de las alteraciones de posrecolección, las cifras aportadas por otros países europeos sitúan el nivel de pérdidas globales de la producción agrícola en las proximidades del 20 por 100.

Sin embargo, desde mediados de la década de los años 60, las sociedades de los países más evolucionados presentan una serie de exigencias complementarias frente al uso de pesticidas, que han motivado que la eficacia de los mismos para el control de plagas y enfermedades sea solamente una faceta de su uso, adquiriendo cada vez más importancia las características toxicológicas de los productos. Hoy se calcula que el coste de desarrollo de un pesticida rebasa los 5.000 millones de pesetas, de los que más de la mitad se invierten en pruebas de toxicidad.

Existen además otras características de los pesticidas que pueden hacerles jugar un cierto papel en la cantidad y calidad del producto final. Se sabe que el cobre, el captafol o el dodine, aplicados después del estado C, pueden inducir rugosidad impor-



tante sobre los frutos, mientras que otros fungicidas como el captan, el azufre y el TMTD, la reducen. Se conoce desde hace tiempo que algunos fungicidas, como el captan, pueden influir en la coloración roja de los frutos, mientras otros, como el benomilo o la difenilamina, lo hacen negativamente en los de piel amarilla.

Existen también referencias muy abundantes de efectos acaricidas por parte de ciertos fungicidas, como el azufre y el mancozeb. Aunque son más raras las acciones insecticidas de algunos fungicidas, destaca en este sentido la actividad del fungicida pirazofos contra la minadora de las hojas de numerosos cultivos hortícolas (*Liriomyza trifolii* Burgess).

Los plaguicidas pueden influir incluso en la vegetación del árbol. Así, el azufre, el pesticida más antiguo, puede jugar un papel estimulante de la vegetación cuando se aplica en la gama de temperaturas en las que el producto puede desarrollar su actividad sin fitotoxicidad.

En este trabajo se pretende revisar los problemas del uso de pesticidas en el caso particular de la polinización de los frutales de hueso y pepita. La fecundación es de por sí un proceso biológico complicado, relacionado con factores externos como insectos y condiciones climáticas, o internos como las condiciones del árbol o la compatibilidad del polen. Esta complejidad puede verse incrementada cuando, debido a la estrategia establecida para el control de una plaga o una enfermedad, deben aplicarse tratamientos fitosanitarios con flores abiertas, sometiendo a los órganos reproductores de las mismas a la acción directa de los pesticidas.

Las referencias escritas existentes sobre aspectos parciales de la acción de los pesticidas en el proceso de la fecundación son relativamente abundantes. Sin embargo, raramente llegan a conclusiones definitivas en cuanto a su acción sobre la cantidad o calidad de la cosecha. Destaca la irregularidad de los resultados y las discrepancias entre los obtenidos en laboratorios y en el campo.

Empezaremos señalando las principales plagas y enfermedades de los frutales que exigen tratamientos en las proximidades

de la floración, así como las materias activas aconsejadas contra las mismas en ese momento. En una segunda parte se indicará la influencia que estas materias activas pueden tener sobre los insectos polinizadores, principalmente las abejas, y sobre la polinización propiamente dicha. De aquí se deducirán las conclusiones que el estado actual de conocimientos sobre este problema permite establecer.

PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE DEBEN TRATARSE DURANTE LA FLORACION

Insectos y ácaros

El cuadro 1 recoge los principales problemas entomológicos de los frutales de pepita.

Cuadro 1

PRINCIPALES PLAGAS DE LOS FRUTALES DE PEPITA QUE PUEDEN EXIGIR PARA SU CONTROL TRATAMIENTOS DURANTE LA FLORACION

Nombre común	Nombre latino	Especie afectada	Materias activas recomendadas
Psila o mieleta	<i>Psila piri</i>	Peral	Amitraz, piretroides, diazinon, fenitrotion, fosmet, metidation, abamectina.
Erinosis	<i>Eryophyes piri</i>	Peral	Azufre, bromopropilato, endosulfan, dicofol.
Capua	<i>Adoxophyes reticulata</i>	Manzano Peral	Acefato, azinfos, fosmet, metidation, metomilo, triclorfon, fenoxicarb, piretroides.
Hoplocampa	<i>Hoplocampa brevis</i>	Peral	Azinfos, dimetoato, fention, formotion, fosalon, lindano, metidation, triclorfon.
Pulgonos (*)	<i>Aphis pomi</i> <i>Disaphis</i> sp.	Manzano Peral	Acefato, endosulfan, lindano, metamidofos, metomilo, pirimicarb, dimetoato, etiofen-carb, metil-oxidemeton, vamidotion, piretroides.
Araña roja (*)	<i>Panonychus ulmi</i>	Manzano Peral	Amitraz, azociclotin, benzoximato, bromopropilato, clofentezin, dinobuton, fenbutestan, hexitiazox, dicofol + tetradifon, propargita.

(*) En el caso de pulgonos y araña roja se indican solamente los acaricidas y aficidas específicos.



Psila del peral. El momento clave para tratarla está determinado por la llegada a la madurez sexual de las hembras invernantes. Este momento suele coincidir con los últimos días de diciembre y primeros de enero, cuando un 50 por 100 de la muestra de hembras observada presenta huevos maduros en su aparato sexual. Se aprovecha un día soleado, que incita a las hembras a salir de sus refugios invernales, para efectuar el tratamiento clave con un aceite amarillo o una piretrina. Sin embargo, en previsión de omisiones en este tratamiento, se prevé un nuevo pase en la segunda mitad de la floración. Con esta estrategia prácticamente pueden evitarse tratamientos posteriores contra este insecto.

Capua. Su actividad comienza en los estados preflorales. Los daños que ocasionan en este momento son mínimos, pero si el nivel de población, expresado en inflorescencias ocupadas por



Figura 1.–La Psila del peral. Aunque su presencia se detecta cerca de la floración, los tratamientos más efectivos son los realizados durante el invierno y en el mes de mayo.

una o más orugas, supera al 5 por 100, es necesario efectuar un tratamiento en el estado D/E o en caída de pétalos. Este tratamiento en muchas ocasiones coincide con el aplicado contra *Disaphis* sp., por lo que debe intentarse el uso de productos eficaces contra ambas plagas.

Hoplocampa. Este himenóptero, cuando está presente, requiere un tratamiento durante la caída de pétalos. La materia activa utilizada debe ser eficaz también contra mieleta.

Pulgon. Entre todos los pulgones destaca, en la época de floración, *Disaphis plantaginea* y *D. piri*. El primero aparece más precozmente, colonizando las inflorescencias del manzano; posteriormente efectúa picaduras en los frutos recién cuajados provocando deformaciones en los mismos. Los daños directos de *D.*



Figura 2.—Eriófidos. Muchos eriófidos necesitan ser controlados en los primeros estados vegetativos del frutal y por lo tanto en momentos próximos a la floración.



piri son reducidos, pero las deformaciones que provoca en las hojas sirven de refugio a las colonias de mieleta, haciendo a éstas inalcanzables por los pesticidas.

Araña roja. Un tratamiento muy eficaz contra los huevos invernantes es la aplicación de aceite mineral al 1 por 100 en estado fenológico D/E. Sin embargo, la imposibilidad de utilizar azufres y otros productos antioidio durante los 15 días siguientes al tratamiento con aceite hace que este último sea suprimido en algunas ocasiones, debiéndose recurrir al uso de acaricidas específicos al final de la floración.

Los principales problemas entomológicos de los frutales de hueso vienen indicados en el cuadro 2.

Cuadro 2

PRINCIPALES PLAGAS DE LOS FRUTALES DE HUESO QUE PUEDEN EXIGIR PARA SU CONTROL TRATAMIENTOS DURANTE LA FLORACION

Nombre común	Nombre latino	Especie afectada	Materias activas recomendadas
Pulgón verde	<i>Myzus persicae</i>	Melocotonero	Los aficidas indicados en el Cuadro 1.
Anarsia	<i>Anarsia lineatella</i>	Melocotonero	Acefato, azinfos, carbaril, diazinon, fenitrotion, formotion, fosalone, fosmet, metidation, metomilo, piretroides.
Polilla oriental	<i>Grapholita molesta</i>	Melocotonero	
Trips	<i>Trips sp.</i>	Nectarina	Acefato, diazinon, endosulfan, flubalinato, fosalone, metamidofos.
Araña roja	<i>Panonychus ulmi</i>	Melocotonero	Los acaricidas indicados en el Cuadro 1.

Pulgón verde. Este pulgón aparece cuando se inicia la brotación del melocotonero. Las hembras nacidas de los huevos de invierno permanecen refugiadas junto a las yemas de flor hasta el momento en que pueden introducirse entre los pétalos para alcanzar el interior del cáliz. El tratamiento más eficaz es la utiliza-



Figura 3.-Pulgones. En todas las especies frutales deben comenzarse los tratamientos aficidas desde el comienzo de la brotación, y en muchas ocasiones sumamente cerca de la floración.

ción de un aficida en el estado fenológico C/D, antes de que la hembra alcance el interior de la flor. No obstante, siempre puede producirse algún fallo, y las hembras que escapan a esta aplicación dan lugar a colonias que se extenderán por todo el ramo y, posteriormente, por todo el árbol. Por lo tanto, será necesario, en algunas ocasiones, efectuar un segundo tratamiento en el estado G/H, tratamiento que debe realizarse con un pesticida polivalente contra pulgón y anarsia.

Anarsia. Los daños que causan las orugas invernantes de este lepidóptero sólo son importantes en árboles jóvenes. La oruga inverna en estadios larvarios jóvenes y, al comenzar la brotación de la yemas vegetativas, destruye varios brotes antes de alcanzar el estado adulto. Ello puede hacer necesario efectuar un tratamiento en el estado G/H.



Figura 4.-Orugas de la piel. Estos lepidópteros ocasionan los daños al final de la primavera y durante el verano, pero pueden verse desde los estados preflorales entre las hojas en desarrollo, las cuales les proporcionan protección contra los tratamientos fitosanitarios.



Figura 5.-Anarsia. En melocotonero esta plaga debe recibir tratamientos en prefloración o después de la caída de los pétalos, puesto que inverte en estado de larva inmadura.

Polilla oriental. El insecto inverna como oruga en el último estadio de desarrollo. Al iniciarse la brotación del melocotonero, el insecto crisalida y aparecen los primeros adultos en la segunda quincena de marzo. Los apareamientos tienen lugar durante el crepúsculo, cuando la temperatura es igual o superior a 16° C, e inmediatamente comienza la oviposición. Según sean las condiciones climáticas de marzo y abril, puede ser necesario efectuar un tratamiento en época cercana a la caída de los pétalos, si bien esto sólo será necesario cuando los niveles de población sean muy elevados.

Trips. Estos insectos se introducen en la flor abierta causando daños con sus picaduras en los frutos recién cuajados, depreciándolos para su comercialización, especialmente las nectarinas. Los tratamientos a efectuar coinciden con la plena floración y caída de los pétalos.

Hongos

El cuadro 3 recoge las especies de hongos que se considera que tienen mayor importancia en manzano y peral.

Cuadro 3
PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGICAS DE LOS FRUTALES DE PEPITA QUE PRECISAN DE TRATAMIENTOS EN FLORACION PARA SU CONTROL

Nombre común	Nombre latino	Especie afectada	Materias activas recomendadas
Moteado o roña	<i>Venturia pirina</i>	Peral	Captan, cúpricos, benzimidazoles, bitertanol, ditianona, dodina, fenarimol, flusilazol, mancozeb, nuarimol + clortalonil, penconazol + captan, TMTD, ziram.
Moteado o roña	<i>Ventura inaequalis</i>		
Oidio	<i>Podosphaera leucotricha</i>	Manzano	Azufre, bitertanol, bupirimato, ciproconazol, dinocap, diniconazol, fenarimol, flusilazol, nitrotal + azufre, penconazol, pirifenox, polisulfuros, pirzofos, quinometionato, triadimenol, triforina.



Moteados. Invernan en hojas caídas y chancros, pudiendo afectar al peral y al manzano desde los estados fenológicos C y D, respectivamente. Los ataques en flor hacen caer éstas, y los de frutos recién cuajados los deforman en su posterior evolución. La cadencia y momentos de los tratamientos vienen fijados por las temperaturas y lluvias en las curvas de Mills que, en la actualidad, pueden obtenerse mediante aparatos electrónicos en campo.

Oidio. Aunque se conoce por sus ataques en hojas y brotes, los daños mayores los causa por el aborto de yemas en las que inverna y por la destrucción total o parcial de corimbos florales. Todo esto aconseja efectuar tratamientos en floración para proteger las hojas apenas brotadas y las flores.

* * *

Las alteraciones fúngicas que afectan con mayor frecuencia a los frutales de hueso vienen recogidas en el Cuadro 4.

Cuadro 4

PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGICAS DE LOS FRUTALES DE HUESO QUE PRECISAN DE TRATAMIENTOS EN FLORACION PARA SU CONTROL

Nombre común	Nombre latino	Especie afectada	Materias activas recomendadas
Oidio	<i>Sphaeroteca panosa</i>	Melocotonero y nectarina	Las del cuadro 3.
Moniliosis	<i>Monilia laxa</i>	Todas	Benzimidazoles, iprodione, procimidona, triforina, vinclozolin.
Abolladura o lepra	<i>Taphrina deformans</i>	Melocotonero y nectarina	Captan, cúpricos, TMTD, ziram.
Cribado o perdigonada	<i>Coryneum Beijerinckii</i>	Todas	Captan, cúpricos, TMTD, ziram.

Oidio. Puede repetirse lo indicado para el oidio de los frutales de pepita, teniendo en cuenta que los frutos del melocotonero son muy sensibles desde el momento del cuajado, quedando frecuentemente muy afectados.

Moniliosis. Los daños en brotes se inician a partir de los ataques sobre flor. Esto obliga a proteger ésta tratando 2 ó 3 veces, durante el período de la floración, con las materias indicadas en el Cuadro 4.

Abolladura. Sus esporas-levadura invernan entre las grietas de la madera y atacan a las hojas apenas brotan. Sin embargo, esas esporas son muy sensibles a las temperaturas mayores de 25° C, lo que motiva que los ataques de abolladura desaparezcan normalmente en el mes de mayo. Por ello se preconiza para su control un tratamiento en estado B o C, según las variedades, y otro al caer los pétalos. La acción de estas aplicaciones se potencia con un tratamiento de limpieza general de esporas invernantes, a finales de febrero, con un producto cúprico.

Cribado. Es otro hongo que se beneficia del tratamiento con cobre poco antes de la brotación. Después de iniciada ésta, por sus mayores exigencias térmicas y mayor período de incubación, necesita un tratamiento a la caída de los pétalos, al que debe seguir otro 2 ó 3 semanas después.

INFLUENCIA DE LOS PLAGUICIDAS SOBRE LA POLINIZACION

Existen dos vías por las que un plaguicida puede influir en el proceso de la polinización en los frutales. Por una parte, afectando a los insectos que influyen en el transporte del polen, por ser normalmente los frutales plantas alógamas; de otra, por ejercer una acción negativa sobre los órganos de la planta que influyen en la polinización, como son el pistilo y los estambres.

Acción de los plaguicidas sobre los insectos polinizadores

Aunque el número de especies entomológicas que influyen en la polinización es muy elevado, tienen especial importancia las abejas, sobre todo *Apis mellifica*, utilizada desde antiguo en nuestro país como productora de miel, cera y otros subproductos,



Figura 6.-La acción de las abejas en la polinización de los frutales es fundamental y puede ser seriamente perturbada por los tratamientos con pesticidas (foto Antonio Felipe-SIA).

pero que no ha sido aprovechada normalmente de una forma racional como agente polinizador.

Sin embargo, las referencias del uso de colmenas como método de incrementar la polinización de los frutales son muy abundantes. Existen zonas, como California, donde el traslado de las colmenas a los huertos frutales durante la época de floración es una práctica de cultivo habitual, obligando a una colaboración estrecha entre el agricultor y el apicultor.

Tan sólo en el caso del «fuego bacteriano» existen referencias negativas sobre la presencia de abejas en el huerto frutal, al haberse comprobado el transporte de la bacteria *Erwinia amylovora* de flor en flor por estos insectos, constituyendo un elemento importante de dispersión de la enfermedad.

Es lógico que, dentro de los pesticidas, sean los insecticidas los que más influencia pueden tener sobre los insectos polinizadores y, más concretamente, sobre las abejas. El uso de alguno de ellos puede producir auténticas catástrofes entre los apicultores de

una zona, afectando de paso a la correcta polinización de los frutales de la misma. Por contra, los fungicidas, herbicidas y reguladores de crecimiento son prácticamente inocuos para los insectos polinizadores, exceptuando el etilfosfito de aluminio y el pirazofos, que presentan una moderada toxicidad a los mismos.

Ello ha motivado que, dentro de la legislación fitosanitaria, la Orden ministerial de 9-12-75 establezca una limitación al uso de pesticidas durante la floración de diversos cultivos. Esta Orden ministerial se ha completado en algunas Comunidades Autónomas, como Cataluña, que en Orden de 25-4-85 regula la utilización de pesticidas tóxicos para las abejas.

En todos los casos las normas hacen referencia al estado fenológico de los cultivos, a las plantas espontáneas vecinas susceptibles de ser visitadas por las abejas, a la superficie que va a ser tratada, a las materias activas que pueden ser utilizadas, a su momento de aplicación y a la forma de distribuirlas.



Figura 7.-Los ataques de *Monilia laxa* en flores deben preverse con tratamientos fungicidas en diversos estados florales.



En lo referente al estado fenológico de los frutales, teniendo en cuenta la coexistencia de diversos estados en una misma fecha, incluso dentro de una misma variedad, se considera como período peligroso desde la aparición de las primeras flores hasta la caída total de los pétalos. Cabe también considerar el caso de plantas espontáneas en el huerto cuya flor pueda ser utilizada por las abejas en períodos diferentes de la floración de los frutales.

En la actualidad son muchos los fruticultores que se guían por las Estaciones de Avisos para efectuar sus tratamientos. Este hecho beneficioso puede tener su contrapartida en el caso de las abejas, al ser afectadas por los tratamientos de superficies relativamente importantes.

Ello obliga a ser especialmente cuidadosos al elegir los productos a utilizar durante la floración. Existe una serie de productos con toxicidad escasa o nula frente a las abejas y con elevada eficacia frente a las plagas y enfermedades que deben ser tratadas durante el período peligroso para estos insectos. El Cuadro 5



Figura 8.-El «Cribado» ataca ya a los frutos en los primeros estados de su desarrollo.

muestra las sustancias utilizables agrupadas según la toxicidad frente a las abejas, siendo habitualmente reproducido en los boletines de avisos e informaciones de los Servicios de Protección Vegetal de las distintas autonomías.

Cuadro 5

RELACION DE MATERIAS ACTIVAS PESTICIDAS AGRUPADAS POR SU GRADO DE TOXICIDAD FRENTE A LAS ABEJAS (CENTRO DE PROTECCION VEGETAL DE LA D. G. DE ARAGON)

PRODUCTOS PRACTICAMENTE INOCUOS PARA LAS ABEJAS			
Insecticidas/acaricidas			
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Clorpirifos (GR)	Fenbutestan	Metam sodio
Bendiocarb	Diazinón (GR)	Flubenzimina	Propargita
Benzoximato	Dazomet	Fluvalinato	Terbufos
Bromopropilato	Dicofol	Fonofos	Tetradifon
Carbosulfán (GR)	Diflubenzuron	Forato	Tiofanox
Clofentezin	Etiofencarb	Foxim (GR)	Triflumuron
Clorfenvinfos (GR)			
Fungicidas			
Azufre	Dodemorf	Metiram	Propineb
Benomilo	Etirimol	Oxicarboxina	Quinometionato
Captan	Fenarimol	Oxicloruro de cobre	Quinosol
Carboxina	Himexazol	Oxido cuproso	Quintoceno
Carbendazima (PM)	Iprodiona	Permanganato potásico	Tiram
Clortalonil	Kasugamicina	Pirazofos (LC)	Triadimefon
Cubiet	Mancozeb	Polioxina-5	Vinclozolina
Ditlanona	Metalaxil	Propiconazol	Ziram
Herbicidas			
Alacloro	Dicamba	Linuron	Piridato
Ametrina	Diclobenil	Metabenzotiazuron	Prometrina
Asulam	Difanamida	Metamitrona	Propacloro
Atrazina	Duron	Metazol	Propizamida
Bromacilo	EPTC (GR)	Metobromuron	Simazina
Cianazina	Etofumesato	Metoxuron	TCA
Cloridazona	Fenmedifan	Metribuzin	Terbacilo
Cloroxuron	Fluometuron	Naptalam	Terbutrina
Clortal	Fluorocloridona	Nitrófeno	Triolato
Clortoluron	Glifosato	Pendimetalina	
	Isocarbamida		
Varios			
Acido giberélico	Daminozida	Profam	
Clormecuat	Hidracida maleica		



PRODUCTOS DE MODERADA TOXICIDAD PARA LAS ABEJAS			
Insecticidas/acaricidas			
Aldicarb	Cipermetrina	Fenvalerato	Nicotina
Alfametrina	Clorfenson	Fosalone	Oxamilo (GR)
Aceite mineral	Clorfenvinfos (LE, PM, P)	Foxim (LE)	Pirimicarb
Amitraz	Criolita	Lindano (P)	Temefos
Azociclotin	Deltametrin	Menazon	Tetraciorvinfos
Bifentrin	Dialfos	Metil oxidemeton	Tiometon
Binapacril	Dinobuton	Metiocarb (GR)	
Carbofurano	Endosulfan (LE, PM)	Metaxicloro	
	Etil-paration (GR)		
Fungicidas			
Benalaxil	Dicloran	Folpet	Oxicloruro cupro-cálcico
Caldo bordelés	Dinocap	Fosetil-Al	Sulfato de cobre neutral
Captafol	Dodina	Maneb	Triforina
Diclofluanida	Ferbam	Noban	Zineb
Herbicidas			
Benfluralina	2, 4, D	MCPA	Picloran
Bensulida	Dalapon	Mecoprop	Propanil
Bentazon	Dicuat	Molinato	Sulfosato
Bifenox	Difenzocuat	MSMA	2, 4, 5, T
Bromoxinilo	Endotal	Oxadiazon	Trifluralina
Butilato	EPTC (LE)	Paracuat	Vermolato
Cicloato	Flurecol	Pebulato	
PRODUCTOS TOXICOS PARA LAS ABEJAS			
Insecticidas/acaricidas			
Acefato	Etil azinfos	Heptenofos	Monocrotofos
Carbaril	Etil paration (LE, PM)	Lindano (LE, PM)	Naled
Carbofenotion	Etion	Malation	Ometoato
Cartap	Fenamifos	Metamidofos	Oxamilo (L3)
Clorpirifos (LE, PM, P)	Fenitrotrion	Metidation	Permetrina
Diazinon (LE, PM)	Fenpropatin	Metil azinfos	Profenofos
Diclorvos	Fention	Metil clorpirifos	Promecarb
Dicrotofos	Fentoato	Metil paration	Quinalfos
Dimetoato	Flucitrinato	Metil pirimifos	Tiodicarb
DMOC	Formotion	Metiocarb (PM)	Triazofos
Endosulfan (P)	Fosfamidon	Metomilo	Triclorfon
	Fosmet	Metopreno	
	Foxlm (P)	Mevinfos	
Fungicidas		Herbicidas	
Pirazofos (P)		Metolacloro	

LE: Líquido emulsionable. PM: Polvo mojable. P: Polvo espolvoreo. GR: Gránulos.

El momento de efectuar el tratamiento es también importante, siendo una buena medida el realizarlo a la caída de la tarde, cuando las abejas se hallan en el interior de las colmenas y puede evitarse su salida al día siguiente. En este sentido, y siguiendo las normas de la lógica, es una buena medida el avisar a los apicultores vecinos que va a efectuarse una aplicación con un pesticida para que adopten las medidas convenientes en sus colmenas.

Finalmente, el modo de aplicación puede jugar un papel importante para reducir el efecto negativo de los plaguicidas sobre las abejas. Así, el uso de gránulos y los productos aplicados al suelo no perjudican a las abejas, aunque en el caso de los frutales este tipo de aplicación es raramente utilizado. De un modo general, y esta norma sí que es de especial importancia en el cultivo frutal, los productos en pulverización son menos dañinos a los insectos polinizadores que los productos en espolvoreo.

La comparación de este cuadro con lo indicado anteriormente permite la elección del tratamiento fitosanitario más adecuado,



Figura 9.—Los daños de *Taphrina deformans* en hoja de melocotonero pueden ser muy importantes los años de primaveras lluviosas.



que combine una alta eficacia con la inocuidad hacia las abejas. En función de estos datos, sólo *Adoxophyes reticulana*, la «campa» del manzano, tiene problemas para tratar en floración.

EFFECTO DE LOS PESTICIDAS SOBRE LOS ORGANOS DE LA PLANTA QUE INTERVIENEN EN LA POLINIZACION

Fitotoxicidad sobre el polen «in vitro»

De un modo general puede decirse que una gran parte de los plaguicidas tienen una influencia negativa sobre la germinabilidad del polen. Aunque este hecho es conocido desde hace muchos años, es a partir de 1950 cuando comienzan a desarrollarse trabajos sistemáticos de investigación en este campo, coincidiendo con el desarrollo de numerosas materias activas contra las plagas y enfermedades.

Las pruebas directas de germinabilidad son muy simples, basándose en la siembra de polen sobre un medio gelosado conteniendo sacarosa al 15 por 100 y sales minerales, especialmente boro. El período de incubación oscila entre seis y veinticuatro horas, en proporción inversa a la temperatura, que oscila entre 15 y 25° C. Si al medio se le incorpora la materia activa de un plaguicida antes de la siembra con polen, se podrá comparar con la germinación en medio sin plaguicida, así como con la longitud del tubo polínico que se desarrolla en cada caso.

Los resultados obtenidos en este aspecto para distintas especies frutales vienen resumidos en los cuadros 6 a 9.

Cuadro 6

INFLUENCIA DE ALGUNOS FUNGICIDAS EN LA GERMINACION DEL POLEN DE MANZANO (según RAMINA, 1974; CHURCH y WILLIAMS, 1977; CHURCH et al., 1983)

Marcado efecto negativo	Efecto negativo medio	Sin ningún efecto
Ditianona Captan Dinocap	Azufre Triforina Estreptomocina Mancozeb Zineb	Benomilo Binapacril Bupirimato Ditalimfos Dodine Metiltiofanato

Cuadro 7
INFLUENCIA DE ALGUNOS FUNGICIDAS EN LA GERMINACION DEL POLEN DE PERAL WILLIAMS (según MARCUCCI et al., 1980; PALAZON et al., 1981)

Marcado efecto negativo	Efecto negativo medio	Sin ningún efecto
Cúpricos (Passa Crassana)	Captan Mancozeb Ditianona	Dodina Fenarimol Kasugamicina Estreptomocina

Cuadro 8
INFLUENCIA DE ALGUNOS FUNGICIDAS EN LA GERMINACION DEL POLEN DE ALBARICOQUERO PAVIOT (según PALAZON y RENAUD, 1971)

Marcado efecto negativo	Efecto negativo medio	Sin ningún efecto
Carbateno Daconil Ditianona Folpet Mancozeb	Benomilo Dicloran Dodine Tiabendazol	

Cuadro 9
INFLUENCIA DE ALGUNOS FUNGICIDAS EN LA GERMINACION DEL POLEN DE CIRUELO DE ENTE (según PALAZON y RENAUD, 1971)

Marcado efecto negativo	Efecto negativo medio	Sin ningún efecto
Carbateno Daconil Ditianona Dodine Folpet Mancozeb	Benomilo Dicloran Tiabendazol	

Estos resultados indican que una gran parte de los fungicidas ensayados muestran una fitotoxicidad intrínseca sobre los granos de polen. El problema está en relacionar esta fitotoxicidad «in

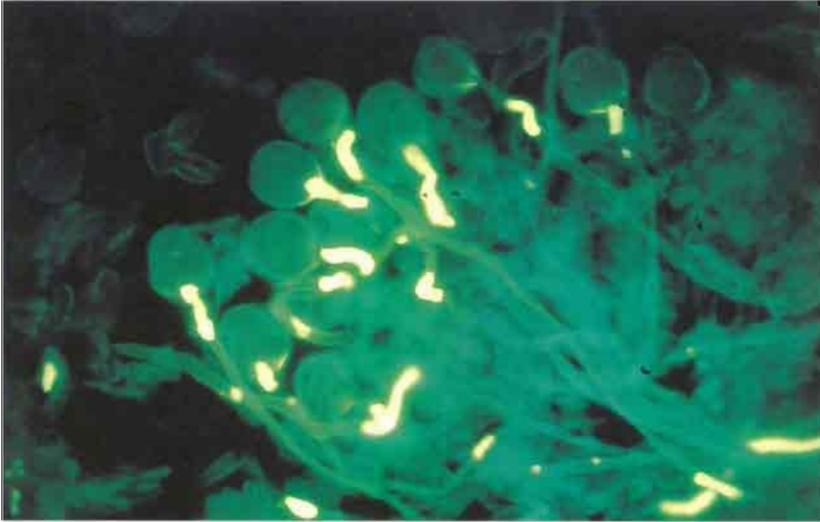


Figura 10.-Granos de polen de nectarina germinando en el estigma (foto María Herrero-SIA).

vitro» con el efecto negativo que pueda producir en las condiciones reales del cultivo. Para ello es preciso obtener información complementaria basada en el estudio de la influencia de los diferentes productos sobre la polinización «in vivo».

Fitotoxicidad sobre el polen «in vivo»

La fitotoxicidad puede deberse a una acción directa sobre los granos de polen o a una acción indirecta por afectar a la dehiscencia de las anteras que impida la diseminación del polen.

La metodología para la comprobación de estos extremos utilizable es muy variada. Destaca la consistente en pulverizar flores con plaguicidas a intervalos variables, antes y después de la polinización, y controlar posteriormente el número de tubos polínicos que alcanzan el ovario. Para ello se toma una muestra de las flores sometidas a diversos tratamientos 48 horas después de la polinización, conservándolas en una solución de sulfito sódico al

5 por 100 o fijándolas mediante fijador FAA. Para la observación de los tubos polínicos se pasan por autoclave (110° C durante 10 minutos) con el objeto de ablandar los tejidos y se dislacerán en anilina azul al 2 por 100, observando con el microscopio de fluorescencia. Esta técnica es igualmente utilizable para determinar el número de granos de polen que persisten sobre el estigma tras la polinización y posterior lavado del mismo. Dicho número guarda una estrecha relación con el poder germinativo del polen «in vivo».

Estos métodos son aplicables tanto a flores tratadas en campo como a las que se llevan a laboratorio. En este último caso se pueden efectuar pruebas de mayor precisión tras colocar las flores en espuma sólida humedecida o en malla sobre agua, emasculándolas o no, y tratando ya sea solamente el estigma o el polen. Esto permite diferenciar una eventual fitotoxicidad sobre el estigma, lo que complicaría aún más el problema de la polinización.



Figura 11.—Granos de polen de cerezo germinando en el estigma. Adviértase el elevado número de potenciales tubos germinativos (foto María Herrero-SIA).



Los cuadros 10 y 11 resumen diversos resultados obtenidos en pruebas de campo sobre diversas especies frutales por investigadores de diferentes países.

Cuadro 10

EFFECTO DE DIVERSOS FUNGICIDAS SOBRE EL NUMERO DE TUBOS POLINICOS QUE ALCANZAN EL TERCIO BASAL DEL ESTILO EN FLORES DE PERAL «WILLIAMS» POLINIZADAS POR «MANTECOSA PRECOZ MORETTINI» (según MARCUCCI et al., 1980)

Marcado efecto negativo	Efecto negativo ligero	Sin efecto
Captan Ditianona	Dodina Fenarimol Mancozeb	

Cuadro 11

EFFECTO DE DIVERSOS FUNGICIDAS SOBRE LA GERMINACION DEL POLEN DE MANZANO DE DIVERSAS VARIEDADES APLICADO SOBRE «COX'S ORANGE PIPPIN» (según CHURCH y WILLIAMS, 1977)

Efecto negativo	Sin efecto
Binapacril Captan Dinocap Ditianona	Benomilo Metiltiofanato

Sin embargo, debe matizarse que el efecto negativo se produce cuando la polinización se efectúa dos horas antes de la aplicación del fungicida. Cuando este plazo se amplía a 24 horas, sólo hay efectos adversos limitados en el binapacril.

En trabajos realizados en 1986 se ha comprobado la influencia sobre la polinización de melocotonero del benomilo, bitertanol, captafol, clortalonil, imazalil, procimidona, triforina y vinclozolin. Este ensayo es particularmente importante, pues incluyó a los fungicidas más usados contra *Monilia* en el momento actual. Los resultados obtenidos muestran que ninguno de ellos tiene una influencia notable en la fecundación (Herrero y Palazón. Trabajo no publicado).

Ya en 1974 se constató que, en pulverizaciones con benomilo y metiltiofanato sobre flores de manzano, existía un ligero efecto estimulante de la germinación con bajas densidades de polen.

Influencia en el cuajado

La mayoría de los trabajos realizados muestran que una gran parte de los fungicidas ejercen una marcada acción negativa sobre la germinación del polen «in vitro». Sin embargo, esta acción se diluye y en la práctica desaparece cuando se efectúan las pruebas «in vivo». No cabe duda que la distinta eficacia que presentan los fungicidas en las pruebas de laboratorio y pruebas de campo tiene su paralelo en su acción sobre el polen. Los defectos de recubrimiento, el escalonamiento de la floración, la protección de las anteras o el traslado de polen de otras áreas por insectos polinizadores son, sin duda, factores atenuantes de esta acción negativa.

Esta inhibición de la acción negativa sobre el polen se traduce en el hecho de no encontrar normalmente grandes diferencias de cuajado o producción final en función del fungicida utilizado, siempre que no exista alguna enfermedad. En este sentido, destacan trabajos realizados sobre distintas variedades de manzano en los que no se encontraron influencia sobre el cuajado con benomilo, captafol, captan, clortalonil, etiltiofanato, maneb y metiltiofanato.

En estos trabajos se encontró un efecto reductor sobre el cuajado de perales «Williams» polinizados con «Mantecosa Precoz Morettini» por parte del captan y ditianona, pasando del 12,5 por 100 en el testigo al 8,5 por 100 en los árboles tratados con estos dos fungicidas. En cambio, no se detectó influencia notable por parte del dodine, fenarimol y mancozeb.

En ensayos realizados en 1983 se probó la influencia sobre el cuajado de 12 fungicidas pulverizados en floración durante tres años consecutivos. Sólo se encontraron reducciones significativas con dodine y azufre en dos de los tres años ensayados. Este efecto no pudo ser confirmado en pruebas posteriores, donde sólo el insecticida clorpirifos y el regulador de crecimiento paco-



Figura 12.--Granos de polen de nectarina germinando observados en microscopía de fluorescencia (foto María Herrero-SIA).

butrazol redujeron significativamente el cuajado. Destaca en esta última cita el hecho de que sea una de las pocas que señala efecto negativo por parte de una materia activa que no sea fungicida. A ella deben añadirse trabajos llevados a cabo en 1964 en los que se comprobó el efecto adverso, en el cuajado, del acetato de fenil-mercurio, DDT y gusación pulverizados en manzanos. No debe olvidarse tampoco el carbaril, un buen insecticida usado también en aclareo químico y hoy casi abandonado por estimular el desarrollo de la araña roja y el oidio.

Tampoco debe olvidarse que hay referencias de un efecto positivo sobre el cuajado por parte de algunos fungicidas, como el antioidio triadimefón. Todo esto parece indicar que, independientemente de la acción sobre el polen, los fungicidas pueden tener otras vías de incidir sobre el cuajado de la fruta.

La metodología utilizada para establecer la influencia de los tratamientos sobre el cuajado es muy simple, limitándose al conteo de flores de una porción o porciones del árbol y posterior

determinación de los frutos que se desarrollan en la misma muestra. En este sentido, sólo deben preverse dos factores:

a) La caída fisiológica de junio aconseja efectuar dos conteos, uno antes de producirse aquélla y otro posterior a la misma.

b) Dada la variabilidad del cuajado en función de las condiciones intrínsecas de cada árbol, es conveniente que los muestreos contemplen diversas ubicaciones de las muestras y un número elevado de repeticiones.

CONCLUSIONES

Independientemente de que puede existir la posibilidad de tratar determinadas plagas y enfermedades en otro momento distinto de la floración, no cabe duda que los efectuados en este período pueden tener una buena eficacia y ayudar a enmendar omisiones u errores previos. Incluso hay dos casos, el del pulgón verde del melocotonero y el de las moniliosis de los frutales de hueso, en los que los tratamientos en floración son imprescindibles para un buen control.

En lo referente a la influencia de los insecticidas-acaricidas sobre los insectos polinizadores, existen en la actualidad productos de elevada eficacia contra los parásitos que es preciso tratar en floración y que son inocuos para las abejas y otros insectos polinizadores. Se trata, pues, de una cuestión de racionalización de los medios disponibles y de información técnica al fruticultor.

Aunque las pruebas «in vivo» parecen quitar importancia a la fitotoxicidad encontrada en los ensayos «in vitro» sobre el polen, por parte de una gran parte de los fungicidas utilizados en floración, no cabe duda que la atenuación del efecto negativo se debe al «derroche biológico» con que la naturaleza asegura la supervivencia de las especies. Sin embargo, no debe olvidarse que los efectos contrarios a una adecuada polinización están motivados por factores acumulativos y que la coincidencia de dos o tres de estos factores puede determinar reducciones significativas de la fecundación en los frutales.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BESSON, J.; JOLY, E.; TOUZEAU, J., 1978. Repertoire des actions secondaires des pesticides agricoles. *Phytoma*, 296, 20-26.

BROWN, E. A.; HENDRIX, F. F., 1978. Effect of certain fungicides sprayed during apple bloom on fruit set and fruit rot. *Plant Dis. Repr.*, 62, 739-741.

CHURCH, Ruth M.; WILLIAMS, R. R., 1977. The toxicity to apple pollen of several fungicides, as demonstrated by «in vivo» and «in vitro» techniques. *J. Hort. Sci.*, 52, 429-436.

CHURCH, Ruth M.; WILLIAMS, R. R., 1978. Fungicide toxicity to apple pollen in the anther. *J. Hort. Sci.*, 53, 91-94.

CHURCH, Ruth M.; WILLIAMS, R. R., 1983. The effects of pre-blossom fungicide sprays on the ability of Cox's Orange Pippin apple flowers to produce fruit. *J. Hort. Sci.*, 58 (2), 169-172.

CHURCH, Ruth M.; COOKE, B. K.; WILLIAMS, R. R., 1983. Testing the toxicity of fungicides to apple pollen. *J. Hort. Sci.*, 58 (2), 161-163.

CHURCH, Ruth M.; COPAS, Liz; WILLIAMS, R. R., 1984. Changes in fruit set, leaf size and shoot growth of apple caused by some fungicides, insecticides and a plant growth regulator. *J. Hort. Sci.*, 59 (2), 161-164.

DONOHO, C. W., 1984. Influence of pesticide chemicals on fruit set, return bloom, yield, and fruit size of the apple. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 85, 53-59.

LEGGE, A. P.; WILLIAMS, R. R., 1975. Adverse effects of fungicidal sprays on the pollination of apple flowers. *J. Hort. Sci.*, 50, 275-277.

MARCUCCI, M. C.; CAMORANI, F.; FIORENTINO, M., 1980. Effetto di alcuni fungicidi sulla germinazione del polline e sull'allegagione del pero «Williams». *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 64, 489-502.

PALAZON, I. J.; RENAUD, R., 1971. Estudios preliminares sobre la influencia de nuevos productos fungicidas en la fecundación de los frutales de hueso. *Información Técnica y Económica Agraria*, 3, 14-17.

PALAZON, I. J.; MEYNARD, J.; HERRERO, M.; MARTINEZ, M. P., 1981. Efficiency and phytotoxicity of some bactericides against *Pseudomonas* spp. and *Erwinia* spp. *Proc. Fifth Int. Conf. Plant Path. Bact.*, Cali, 559-570.

RAMINA, A., 1974. Effetti di alcuni fungicidi ad azione sistemica sulla fecondazione e sulla allegagione del melo. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 58 (5), 342-349.

RIES, S. M., 1978. Germination of apple pollen as influenced by fungicides. *Fruit Var. Journ.*, 32 (1), 12-16.

STRYDOM, D. K.; HONEYBORNE, G. E., 1981. Increase in fruit set of «Starking Delicious» apple with triadimefon. Hort Science 16 (1), 51.

VAN LAERE, O.; DE GREEF, M.; DE WAEL, L., 1981. Influence of the honey bee on fireblight transmission. Acta Horticulturae, 117, 131-141.



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO

DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y COOPERACION

Corazón de María, 8 - 28002-Madrid