

LOS MOTEADOS

DEL PERAL Y DEL MANZANO

Posibilidades de control y resistencias a fungicidas

Carlos CLEMENTE BARRIENDO
Unidad de Protección Vegetal
S.I.A - D.G.A.

(y II)

Ignacio PALAZÓN ESPAÑOL
Dirección General de Promoción Agraria
D.G.A.

El Moteado se presenta como una enfermedad importante de las plantaciones frutales, siendo grave en las zonas húmedas y templadas, aunque puede generalizarse en otras zonas en años lluviosos, necesiéndose un elevado número de tratamientos fungicidas para un control satisfactorio.

En la parte I de este artículo, publicado en el número anterior de «Surcos de Aragón», se abordó principalmente el ciclo epidemiológico de la enfermedad. El gráfico 1, que no figuraba en el mismo, es el resumen de dicho ciclo y su conocimiento es básico para sentar las bases de una estrategia de lucha.

La mayoría de los programas de control están basados en la aplicación de cuatro a doce tratamientos fungicidas desde la floración hasta la recolección, estimándose que la lucha antimoteado supone, como media, de un 6 a un 10 % de los costes de cultivo, variable en función de la zona y el año.

Por ello, y dada la importancia económica del control del Moteado, especialmente en las zonas húmedas, los métodos

de control, avisos y sistemas predictivos han tenido un desarrollo importante en los últimos años para su aplicación en el programa de tratamientos fungicidas.

En Aragón, la enfermedad tuvo en 1988 un desarrollo especial durante la primavera y principios del verano, debido, fundamentalmente, al clima dominante en este periodo, que se caracterizó por lluvias muy abundantes y temperaturas suaves.

Así, en Zaragoza (Observatorio del aeropuerto), hubo diecinueve días de lluvia en abril, lo que supuso 126 l/m² de precipitación acumulada con una temperatura media mensual de 13°C; en mayo nueve días de lluvia con 26 l/m² y 17°C de temperatura media, y en junio doce días de lluvia con 100 l/m² y 20°C de temperatura media. En otras zonas se produjeron situaciones parecidas (cuadro 1), dándose las condiciones óptimas para una fuerte infección primaria y posteriormente secundarias.

Cuadro 1. PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS EN 1988

OBSERVATORIOS	ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Lluvia l/m ²	T. media °C	Lluvia l/m ²	T. media °C	Lluvia l/m ²	T. media °C
Campus Aula Dei	130	13	50	17	77	20
Daroca	76	11	71	14	155	16
Terrer	121	11	105	15	158	17
Caspe	103	13	16	18	75	20

Los sistemas predictivos de los periodos de infección están basados en la medición de parámetros agroclimáticos y su aplicación para el establecimiento del momento de la infección y su cuantificación aproximada.

Uno de los sistemas más utilizados hasta el momento es el desarrollado por MILLS y LAPLANTE (1951). Desarrollaron una tabla mediante la cual se obtenía el número necesario de horas de humectación de la cubierta vegetal (periodo mojado), a distintas temperaturas, para la producción de una infección de Moteado en grado **ligero**, **medio** y **fuerte**, debida a la contaminación por ascosporas (infección primaria).

La representación gráfica de esta tabla se presenta en la figura 1. En ella se observan las tres curvas características de una infección ligera, media y fuerte; en abscisas se representa la temperatura media durante el periodo mojado de la cubierta vegetal, cuya duración en horas se presenta en ordenadas.

Así, por ejemplo, para una temperatura media de 15°C puede producirse (en condiciones óptimas de inóculo) una infección ligera con diez horas de duración del periodo mojado, media con trece horas, y grave con una duración de veintiuna horas.

Este sistema ha tenido sus detractores e impulsores, fundamentalmente por la misma causa: su sencillez y el mínimo de parámetros que utiliza. Distintos autores han propuesto modificaciones de las curvas de infección, en especial para adaptarlas a las peculiaridades de cada zona.

Para la utilización del sistema de MILLS y LAPLANTE es necesario disponer de aparatos de medida de la temperatura y del tiempo de humectación (periodo mojado) de los órganos sensibles del vegetal. Así, podemos distinguir entre aparatos

Fe de erratas: En la Parte I de este artículo figura el término «enervado» cuando, en realidad, debe decir «enherbado».

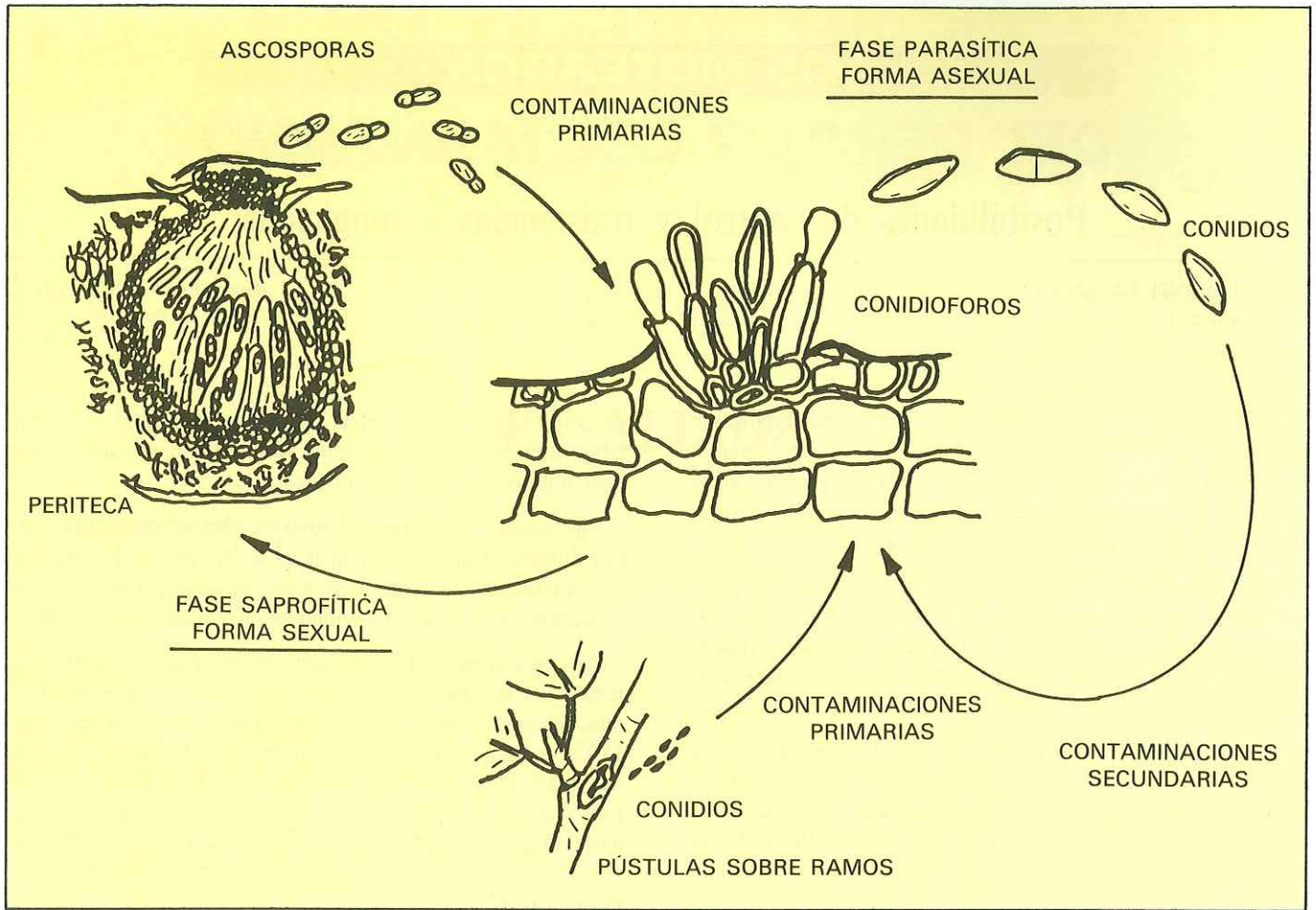


Gráfico 1. Esquema del ciclo epidemiológico del Moteado.

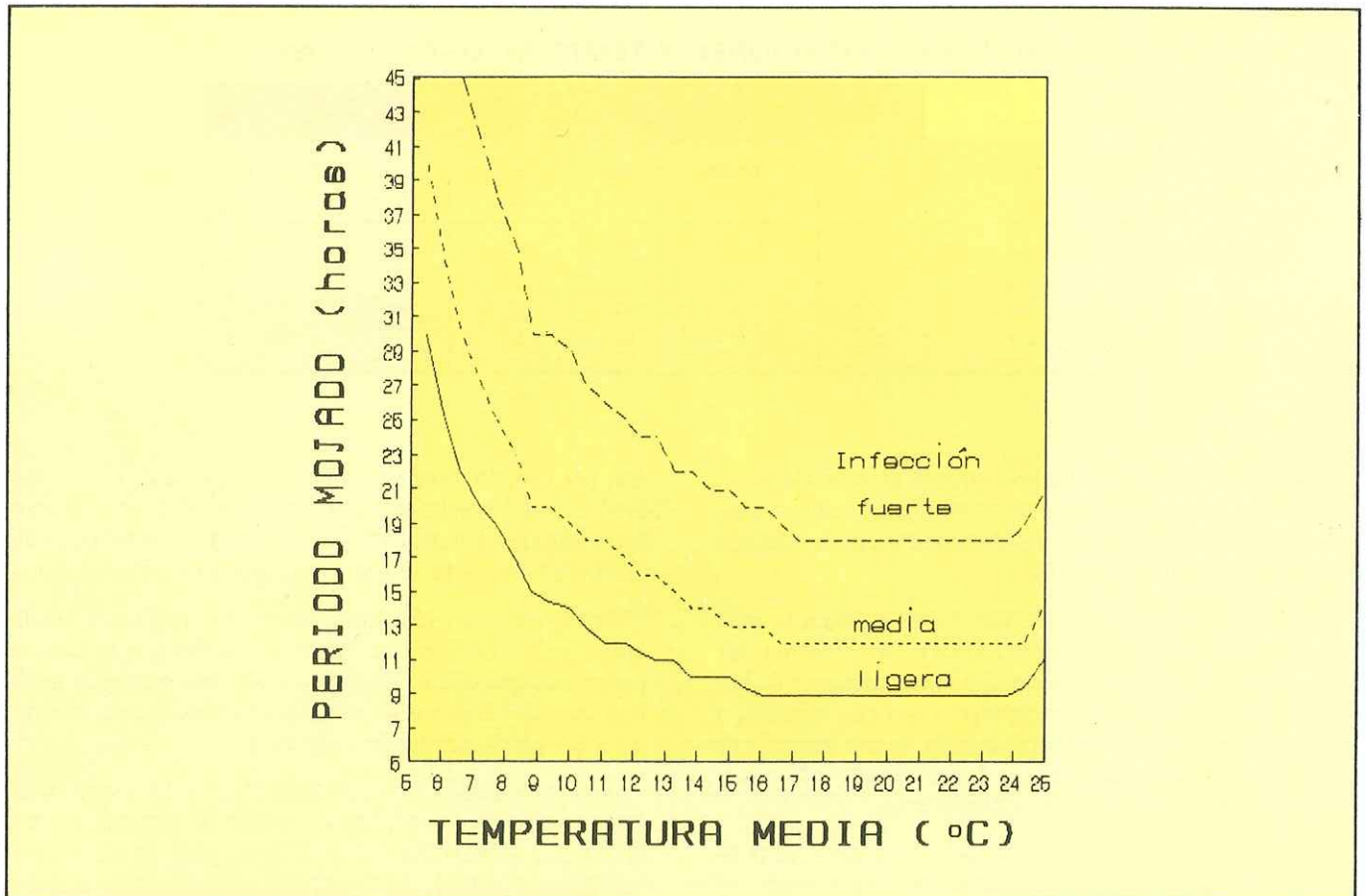


Figura 1. Número de horas de humectación a distintas temperaturas necesarias para una infección de moteado.

Fuente: MILLS, W. D.; LAPLANTE, A. A. (1951): *Diseases and insects in the orchard*. N. Y. Agric. Exp. Stn. (Ithaca) Ext. Bull. 711: 21-27.

clásicos y estaciones automáticas de medida de parámetros meteorológicos:

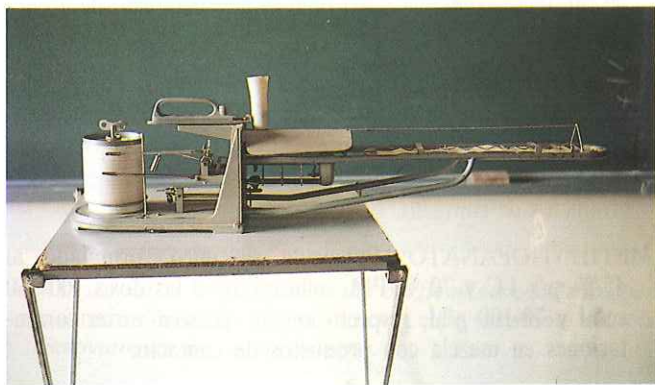
Aparatos clásicos mecánicos:

—*Termohumectógrafo Kit-INRA* (S.T.E.F.C.E., Avignon, Francia)

Mide y registra la temperatura, la humedad relativa y la duración del periodo mojado. La sonda de humectación está constituida por una placa de resina epoxi recubierta de dos circuitos impresos en peines imbricados. Cuando una gota de agua se deposita en su superficie, el paso de corriente provoca un impulso que se transcribe a un diagrama de registro.

—*Termohumectógrafo BAZIER*

Aparato de origen belga que mide y registra la temperatura y la duración del periodo mojado. El sensor de humectación es una banda de papel secante tensa en la que la tensión disminuye cuando está mojado. Las diferencias de tensión provocan el desplazamiento de un brazo registrador sobre una banda de papel semanal. Es enteramente mecánico y su aceptación es debida a su rusticidad y facilidad de manejo (foto 1).



Termohumectógrafo Bazier.

Ambos aparatos necesitan de la interpretación de los datos de temperatura y humectación por el usuario a partir de las tablas de MILLS y LAPLANTE.

Aparatos de medición y decisión integradas

—*Biometrón*

Aparato de origen alemán constituido por una parte central o microprocesador en la que se interpretan los datos proporcionados por los sensores de humectación, temperatura y humedad relativa instalados sobre un soporte y conectados a la parte central.

—*Biocontrol*

Aparato fabricado en España de prestaciones similares.

Ambos equipos están diseñados para mostrar niveles de alarma progresiva para infección ligera, media y fuerte en función de las curvas de MILLS y LAPLANTE, conforme van acumulándose horas de humectación a la temperatura registrada. Están alimentados por una batería con autonomía suficiente para cubrir toda la campaña.



Estación automática. Sensores.

Estaciones agrometeorológicas automáticas

Aunque todavía son poco utilizadas, es previsible que a medio plazo la instalación de redes de estaciones automáticas sea posible a partir de la iniciativa de distintos organismos.

Una estación automática consta de una unidad de memoria y proceso programable (*Data logger*), diversos sensores de parámetros meteorológicos instalados sobre un soporte, y sistemas de adquisición de datos, comunicación y recepción por el usuario (foto 2).

Su mayor ventaja es la posibilidad de obtención de los datos en tiempo real, sobre el despacho del técnico, provenientes de las distintas estaciones que componen la red. La comunicación puede hacerse vía radio o teléfono hasta un ordenador programado para obtener los datos de cada estación. En el caso del Moteado, si las estaciones se equipan con sensores de humectación, la eficacia y oportunidad de los avisos de riesgo de infección será máxima.

Al contrario que los aparatos anteriores, es recomendable no instalar la estación dentro de una plantación frutal, con el fin de proteger los elementos sensibles de los diversos sensores de los productos de tratamientos fitosanitarios; además, si es posible, interesa colocar la estación al lado de la red telefónica para la transmisión de datos y complementariamente utilizar la estación para otros fines agrometeorológicos. Por otra parte, su situación ha de ser lo suficientemente representativa del conjunto de plantaciones que controla.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS

La eficacia de los tratamientos está en función de varios aspectos:

—Momento de la aplicación. Para saber cuando interesa tratar, es muy importante el conocimiento del riesgo de infección probable.

- Equipo de tratamientos disponible. Debe tener una puesta a punto correcta que permita la uniformidad de la aplicación.
- Eficacia relativa del fungicida y persistencia respecto al ambiente (sistémico, penetrante o de contacto).
- Existencia de cepas resistentes del parásito a determinados fungicidas en una proporción determinante.

Respecto a los fungicidas, existen tres grupos de productos antimoteado:

Cuadro 2. PRINCIPALES FUNGICIDAS ANTIMOTEADO

MODO DE ACCIÓN	GRUPO QUÍMICO	FUNGICIDA
PRODUCTOS DE CONTACTO	DITIOCARBAMATOS	MANCOZEB MANEB PROPINEB TIRAM (TMTD) ZIRAM
	FTALIMIDAS	CAPTAN FOLPET
	PRODUCTOS MINERALES	PRODUCTOS CÚPRICOS
PRODUCTOS ANTIMITÓTICOS	BENZIMIDAZOLES	BENOMILO CARBENDAZIMA METIL TIOFANATO
	GUANIDINAS	DODINA
PRODUCTOS INHIBIDORES DE LA BIOSÍNTESIS DEL ERGOSTEROL (I.B.E.)	PIRIDINAS	PIRIFENOX
	PIRIMIDINAS	FENARIMOL
	TRIAZOLES	BITERTANOL CIPROCONAZOL DINICONAZOL FLUSILAZOL FURCONAZOL-CIS PENCONAZOL MICLOBUTANIL

1. PRODUCTOS DE CONTACTO

MANCOZEB: Existen varias formulaciones comerciales con distintas concentraciones de materia activa (m.a.). Asimismo, se presenta formulado en mezcla con otros productos antimoteado. Resulta fitotóxico en las variedades de peral Blanquilla, Castell y Mantecosas. La dosis recomendada es de 1 500-2 500 ppm de materia activa en pulverización foliar de alto volumen.

MANEB: Se presenta formulado como maneb 40 % LA y maneb 80 % PM, aplicándose a la dosis de 400-500 cc/hl y 200-250 g/hl de producto comercial, respectivamente (1 500-2 000 ppm m.a.). También existen formulaciones en mezcla con otros fungicidas. Resulta fitotóxico en Blanquilla y Mantecosas y en manzano Jonathan.

PROPINEB: Se recomienda la formulación propineb 70 % PM a la dosis de 150 g/hl de producto comercial. Resulta fitotóxico en peral Blanquilla.

TIRAM (TMTD): Se dispone formulado comercialmente al 50 % p/v LA, aplicándose a la dosis de 350-500 cc/hl de producto comercial.

ZIRAM: Existen varias formulaciones de este fungicida, aplicándose a la dosis de 1 800-2 000 ppm m.a.

CAPTAN: Existen varias formulaciones, aplicándose a la dosis de 1 250-1 500 ppm de materia activa. Es fitotóxico en manzano en floración, en especial las variedades rojas del grupo Delicious. También resulta fitotóxico en la variedad de peral Mantecosa de Anjou y la variedad de manzano Reineta del Canadá.

FOLPET: Se utiliza en formulaciones del 50 % PM, 50 % p/v LC y 80 % PM, aplicándose a las dosis de 200-300 g/hl, 150-250 cc/hl y 125-150 g/hl, respectivamente. Existe una formulación en mezcla con mancozeb. Es fitotóxico en peral Blanquilla y Mantecosa de Anjou; en manzano, en variedades amarillas del grupo Delicious no debe aplicarse hasta pasadas seis semanas de la floración.

PRODUCTOS CÚPRICOS: Existen distintas formulaciones a base de cobre, aplicándose a razón de 0,25 % de Cu metal a la caída de la hoja o en parada invernal, para evitar fitotoxicidad.

2. PRODUCTOS ANTIMITÓTICOS

BENOMILO: Se presenta formulado comercialmente como benomilo 50 % PM. La dosis de aplicación es de 60 g/hl de producto comercial (300 ppm m.a.). Producto de acción sistémica.

CARBENDAZIMA: Existen tres formulaciones comerciales con 2,5 % PM, 50 % p/v LA y 50 % PM, respectivamente. La dosis a utilizar en pulverización foliar es de 300 ppm m.a. Además, existen distintas formulaciones en mezcla con productos de contacto. Fungicida sistémico.

METIL TIOFANATO: Fungicida sistémico formulado al 45 % p/v LC y 70 % PM, aplicándose a las dosis 100-150 cc/hl y 70-100 g/hl, respectivamente. Existen varias formulaciones en mezcla con productos de contacto.

DODINA: Se presenta formulado al 65 % PM, aplicándose a 80-100 g/hl. Existe una formulación como polvo mojable, mezcla de dodina al 35 % y fenarimol al 4 %.

3. PRODUCTOS INHIBIDORES DE LA BIOSÍNTESIS DEL ERGOSTEROL

PIRIFENOX: Fungicida sistémico formulado comercialmente al 20 % p/v LE y al 25 % PM, aplicándose a las dosis 20-30 cc/hl y 16-24 g/hl, respectivamente. También se presenta formulado en mezcla con captan como producto de contacto.

FENARIMOL: Formulado comercialmente al 12 % p/v LE, aplicándose a la dosis de 35-50 cc/hl de producto comercial.

BITERTANOL: Se presenta formulado al 25 % PM, aplicándose a la dosis de 100-150 g/hl de producto comercial.

CIPROCONAZOL: Nuevo fungicida de próximo registro en España. Aplicable a la dosis de 1-1,2 g/hl de materia activa.

DINICONAZOL: Nuevo fungicida sistémico sin registrar todavía en España. Aplicable a la dosis de 50 g/ha de materia activa.

FLUSILAZOL: Fungicida sistémico formulado al 40 % p/v CE, aplicándose a la dosis de 6-7 cc/hl de producto comercial en pulverización de alto volumen.

FURCONAZOL-CIS: Nuevo fungicida sistémico sin registrar todavía en España. Aplicable a razón de 15-20 g/ha de materia activa.

PENCONAZOL: Fungicida sistémico formulado al 10 % p/v LE, aunque se aconseja el uso de la formulación en mezcla de penconazol 2,5 % y captan 47,5 % PM a la dosis de 100-150 g/hl de producto comercial.

MICLOBUTANIL: Fungicida sistémico formulado al 12,5 % p/v CE. Aplicable a la dosis de 3-5 g/hl de materia activa.

Abreviaturas utilizadas:

ppm = partes por millón; es equivalente a gramos por cada 1000 litros de agua o mililitros por cada 1000 litros.

cc = centímetros cúbicos; es equivalente a mililitros.

LA = líquido autoemulsionable.

p/v = relación peso volumen.

PM = polvo mojable.

LC = líquido en suspensión concentrada.

CE = concentrado emulsionable.



A la izquierda, cepa de Moteado del peral sensible a los benzimidazoles. Su crecimiento es casi nulo en concentraciones crecientes de fungicidas. A la derecha, cepa resistente del mismo hongo en que la concentración del fungicida no influye significativamente en su crecimiento.

RESISTENCIAS A FUNGICIDAS

Con el desarrollo de los fungicidas sistémicos de alta especificidad de acción y su uso generalizado comenzaron a aparecer los primeros problemas de resistencias.

El desarrollo de los benzimidazoles y, posteriormente, de los fungicidas inhibidores de la biosíntesis del ergosterol (IBE), permitió su empleo en tratamientos después de la contaminación por el hongo (curativos), superando a los productos clásicos de contacto, de carácter principalmente preventivo.

En el caso del Moteado, el empleo de benzimidazoles se impuso en todos los programas de tratamientos, llegando a usarse de forma sistemática. Los fungicidas IBE, de más reciente aparición en el mercado, comienzan a utilizarse de forma generalizada. Los primeros casos de resistencia a los benzimidazoles se detectaron ya hace varios años en países de mayor consumo de pesticidas. Respecto a los IBE ya se han encontrado resistencias en Francia y otros países de nuestro entorno, aunque no de forma generalizada.

En la Unidad de Protección Vegetal del Servicio de Investigación Agraria de la D.G.A. está desarrollándose actualmente un proyecto de detección y evaluación de resistencias a fungicidas en los Moteados del peral y del manzano, cuyo objetivo final es establecer una estrategia de control en función de los resultados obtenidos. Los primeros resultados en laboratorio

han mostrado porcentajes de cepas resistentes a los benzimidazoles en torno al 80 %. En el caso de los IBE sólo se ha detectado resistencia en algunas cepas. Sin embargo, hace suponer que existirán futuros problemas de resistencia si no se hace un uso adecuado de estos productos (foto 3).

Como **RECOMENDACIONES GENERALES** ante el problema de las resistencias a fungicidas podemos enumerar:

1. Utilizar productos de contacto en tratamientos preventivos, teniendo en cuenta los momentos de riesgo de infección ya descritos. Estos productos no presentan problemas de resistencia.
2. Limitar el uso de benzimidazoles en las plantaciones en las que no se han utilizado todavía y no utilizarlos en aquellas donde se hayan presentado problemas de control de la enfermedad. La resistencia a uno de estos fungicidas se hace extensiva a todos los del grupo, por tener el mismo modo de acción.
3. Limitar el empleo de los IBE a un máximo de 3-4 tratamientos por campaña, para evitar futuros problemas de resistencia y, como norma general, no utilizarlos en tratamientos preventivos.