



## LOS MOTEADOS DEL PERAL Y DEL MANZANO



CARLOS CLEMENTE BARRIENDO  
Unidad de Protección Vegetal SIA, DGA

IGNACIO PALAZÓN ESPAÑOL  
Dirección General de Promoción Agraria

Con el nombre genérico de **moteado** se conoce a una enfermedad fúngica que incide sobre las plantaciones frutales de peral y manzano, diferenciándose entre el moteado del manzano y el moteado del peral por ser distintos los agentes causales y presentar especificidad sobre el huésped que parasitan.

También se denomina a esta enfermedad con los términos de «mota» y «roña», aunque el primero parece el más aceptado en términos generales.

Esta enfermedad afecta a las zonas fruteras de las regiones templadas del planeta, causando daños sobre hojas (reducción de fotosíntesis y defoliaciones), brotes (pérdida de vigor) y frutos (pérdida de calidad comercial y caída precoz) desde su formación hasta la recolección. El clima húmedo y templado, propio de regiones con influencia atlántica, es muy propicio para el desarrollo de la enfermedad. Asimismo, en regiones interiores con microclimas húmedos o zonas de cultivo intensivo en valles fluviales, se dan las condiciones adecuadas para una incidencia notable del moteado.

En Aragón, el desarrollo de la enfermedad está limitado por la desigual climatología que se produce a lo largo de los años. La existencia de importantes períodos de viento su-

pone otro freno a su extensión generalizada. Las primaveras poco lluviosas limitan, asimismo, el inicio de la enfermedad y el desarrollo de la fase asexual. Sin embargo, la existencia de plantaciones situadas en las grandes vegas de los ríos Jalón, Jiloca, Cinca, Segre y Ebro produce un microclima favorable a la enfermedad debido al abrigo del viento, a la alta humedad ambiental por la generalización del riego a pie y la proximidad de los ríos, y a la formación de rocío (aguadas matinales) sobre frutos y hojas. De igual forma la introducción de marcos intensivos de plantación y las nuevas técnicas culturales (enervado y no-laboreo) pueden favorecer la existencia de este ambiente favorable.

### SÍNTOMAS DE ESTA ENFERMEDAD. DAÑOS

El moteado es una enfermedad de manifestación superficial, con formación de manchas características dispuestas sobre las partes verdes de los árboles.

Los primeros ataques pueden darse sobre las flores si se producen infecciones precoces, contaminando los sépalos, el ovario y el pedúnculo, produciéndose casi siempre la caída de la flor, sobre todo si la mancha se desarrolla sobre el pedúnculo.

Sobre las hojas se forman manchas que se van ensanchando más o menos circularmente. La aparición de estas manchas sobre las hojas es distinta según se trate de moteado del peral o del manzano. En el peral se desarrollan en el envés de la hoja, apareciendo muy raramente en el haz (cara superior de la hoja), presentan un color pardo a negro y están generalmente bien contorneadas. En el manzano las manchas se presentan generalmente en el haz, aunque a veces se observan también en el envés, con aspecto difuso, menos contorneadas y de un color marrón-oliváceo tendiendo a oscurecerse con el tiempo (foto 1).

Estas manchas reducen la fotosíntesis y aumentan la transpiración de la zona invadida, produciendo finalmente necrosis. En el manzano se observan generalmente deformaciones y abolladuras en la hoja. Finalmente, y dependiendo de la gravedad del ataque, se produce la defoliación parcial del árbol. La sensibilidad de las hojas a nuevas contaminaciones decrece con la edad de éstas.

Los frutos son sensibles en todos los estados de su desarrollo, presentando mayor gravedad los ataques precoces, que conducen casi siempre a la caída de éstos (foto 2). Los ataques posteriores producen manchas que necrosan los tejidos superficiales. El paso siguiente es el agrietamiento del fruto a nivel de la mancha, puerta de entrada de numerosos agentes causantes de pudriciones que terminarán de estropear el fruto. Pueden existir también ataques tardíos que conducen a la formación de pequeñas manchas, pudiendo desarrollarse en almacenes o cámaras de conservación después de la recolección.

Aunque generalmente los daños sobre frutos son superficiales, éstos conducen a la pérdida de la calidad comercial, produciendo la depreciación o valor nulo de un lote de frutos con moteado.

Los brotes jóvenes pueden ser también atacados, más frecuentemente en el peral. Las manchas formadas van evolucionando conforme el tallo va endureciéndose hasta convertirse en pústulas. Finalmente se forman chancros que permanecen en las ramas como fuente de inóculo hasta la primavera siguiente.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS PARÁSITOS

Esta enfermedad es debida a dos hongos distintos aunque próximos taxonómicamente, uno parasita al peral y el otro al manzano; ambos pertenecen a la clase ASCOMICETOS, orden PLEOSPORALES y familia VENTURIÁCEAS y presentan una facies perfecta (de multiplicación sexual) e imperfecta (de multiplicación asexual) hasta completar su ciclo biológico. La denominación de estos hongos es la siguiente:

### Moteado del peral

Facies perfecta: *Venturia pirina* Aderhold.

Facies imperfecta: *Fusicladium pirinum* (Lib.) Fuckel.

### Moteado del manzano

Facies perfecta: *Venturia inaequalis* (Cke.) Winter.

Facies imperfecta: *Spilocaea pomi* Fr.

La facies imperfecta se desarrolla sobre las partes verdes del árbol (órganos florales, hojas, frutos y brotes) manifes-

tándose en forma de manchas o motas características de la enfermedad. El aparato vegetativo del hongo (micelio) se desarrolla bajo la cutícula vegetal para formar finalmente densas masas estromáticas. En este intervalo, el hongo produce esporas asexualmente (conidios) a partir de una especie de mazas verrugosas (conidióforos) que sobresalen a través de la cutícula.

La facies perfecta del hongo comienza después de la caída de la hoja. En el interior de los tejidos de ésta se forman los órganos sexuales, llamados peritecas. Estos son órganos piriformes de 90 a 160  $\mu$  \* de diámetro. Dentro de la periteca se desarrollan las ascas, formaciones alargadas con aspecto de porra que contiene ocho ascosporas, siendo éstas las responsables del inicio de la enfermedad en primavera (figura 3).

(\* ) 1  $\mu$  = 1 milésima de milímetro.

## CICLO EPIDEMIOLÓGICO DE LA ENFERMEDAD

La evolución del moteado comporta una fase parasitaria y una fase saprofítica (gráfico 1).

En la fase parasitaria el talo es subcuticular, las hifas son cilíndricas, desarrollándose en las depresiones intercelulares y ramificándose en forma de red. A partir de estas hifas se forman conidiofóros (órganos de multiplicación asexual), que sobresalen de la cutícula. En su extremidad se van formando esporas asexuales (conidios).

Durante la fase saprofítica, en las hojas muertas, el micelio se extiende por el parénquima. Se forman peritecas que encierran numerosas ascas, conteniendo cada una ocho ascosporas bicelulares que iniciarán la fase parasitaria.

Dentro de esta fase, generalmente se diferencia entre infecciones primarias, producidas por las ascosporas y los conidios procedentes de pústulas invernantes, y secundarias, resultantes de la germinación de conidios desprendidos de los conidióforos presentes en manchas de moteado sobre hojas y frutos.

Ataque precoz de moteado en fruto de peral.





Ataque precoz de moteado sobre manzana.

La proyección de las ascosporas se produce una vez que han alcanzado su madurez, después de una lluvia y ayudadas por el viento, indicando el comienzo de las infecciones primarias. El conocimiento de los factores que influyen sobre la maduración de las ascosporas es indispensable para establecer programas de control.

La longitud del período de infecciones está determinada por la temperatura que controla el ritmo de maduración de las ascosporas, y por las precipitaciones que causan la proyección de las ascosporas.

La importancia de las infecciones secundarias es mayor en plantaciones con abundantes infecciones primarias, mal controladas y, sobre todo, como contaminaciones tardías una vez cesado el programa de tratamientos, ya que algunas hojas y frutos se mantienen todavía en el árbol en una época en la que las condiciones climáticas son aún favorables, y coincidiendo con la ausencia de tratamientos fungicidas, crean un ambiente propicio al desarrollo de la enfermedad.

#### SENSIBILIDAD Y TOLERANCIA DE VARIEDADES COMERCIALES

A pesar de los progresos realizados en la eficacia de los productos fitosanitarios, el moteado del manzano se muestra en zonas húmedas como una enfermedad grave para el fruticultor, exigiendo un número elevado de tratamientos y un seguimiento estricto de las condiciones climatológicas para una correcta eficacia de los mismos.

Por ello, entre los parámetros considerados para el establecimiento de una lucha razonada, la sensibilidad de las variedades al moteado (cuadro 1) ocupa un lugar importante en la modificación del programa de tratamientos en función de variedades muy sensibles o, por el contrario, casi resistentes.

**Cuadro 1.**  
**SENSIBILIDAD DE DISTINTAS VARIEDADES COMERCIALES \***

MANZANO		
VARIEDADES	SENSIBILIDAD	
	FRUTOS	HOJAS
Akane .....	0-1	0-1
Belgolden .....	3-4	3-4
Belle de Boskoop .....	1-2	1-2
Cox orange pippin .....	1-2	1-2
Delicious rojas y mutantes ..	4-5	4-5
Gloster 69 .....	2-4	3-4
Golden delicious .....	2-4	2-3
Golden smoothie .....	2-4	2-3
Granny Smith .....	1-3	1-3
Idared .....	2-3	2-4
Jerseymac .....	4-5	4-5
Jonagold .....	1-2	1-2
Jonnee .....	0-1	0-1
Lysgolden .....	3-4	3-4
Melrose .....	2-3	2-3
Mutzu (*) .....	1-4	1-4
Reineta de Canadá .....	0-1	1-3
Verde Doncella .....	5	5

(\*) Comportamiento variable según las zonas.

Escala: 0 = muy poco sensible; 5 = muy sensible.

PERAL		
VARIEDADES	SENSIBILIDAD	
	FRUTOS	HOJAS
Blanquilla .....	5	5
Buena Luisa .....	5	4
Conferencia .....	0	0
Decana del Congreso .....	1	1
Limonera .....	1	1
Magallonera .....	4	4
Mantecosa Hardy .....	5	3-4
Passa Crassana .....	4	1
Roma .....	3	3
Williams .....	2	2

Escala: 0 = muy poco sensible; 5 = muy sensible.

\* Adaptado de:

Darpoux, H., 1961: *Acta*, París (F), pp. 16-17.

Norton, R.A., 1981: *Fruit Varieties Journal* (EE.UU.), 35(1), pp. 2-5.

Olivier, J.M., 1984: *L'arboriculture fruitière* (F), n.º 359, pp. 23-24.

Observaciones propias en el Valle del Ebro, 1987 y 1988.

#### Variedades comerciales resistentes de nueva obtención

##### MANZANO

En Estados Unidos, las primeras variedades comerciales resistentes al moteado fueron fruto de la cooperación de tres Universidades: Purdue, Rutgers e Illinois, de forma que todas sus obtenciones llevan nombres que comienzan con las letras PRI para identificar el resultado de esa colaboración.

La primera variedad obtenida de este programa fue PRIMA. De porte caedizo, vigoroso, resistente al fuego bacteriano, ligeramente sensible al oidio e inmune al moteado del manzano. La segunda fue PRISCILLA, de piel tipo roja, árbol vigoroso, resistente al fuego bacteriano. SIR PRICE fue la siguiente variedad, amarilla tipo Golden, que como inconveniente presenta fragilidad y poca resistencia al transporte y a la manipulación.

De este programa derivó una selección que fue evaluada y obtenida en Angers (Francia) por el INRA. Esta nueva variedad fue PRIAM, manzana tipo roja con maduración ligeramente anterior a Golden.

Posteriormente se obtuvieron nuevas variedades en EE.UU. a partir de los trabajos de la Estación Agrícola Experimental del Estado de Nueva York y la Universidad de Cornell en Geneva (Nueva York). Fueron por orden de registro, LIBERTY (1978), JONAFREE (1979), REDFREE (1981) y FREEDOM (1983).

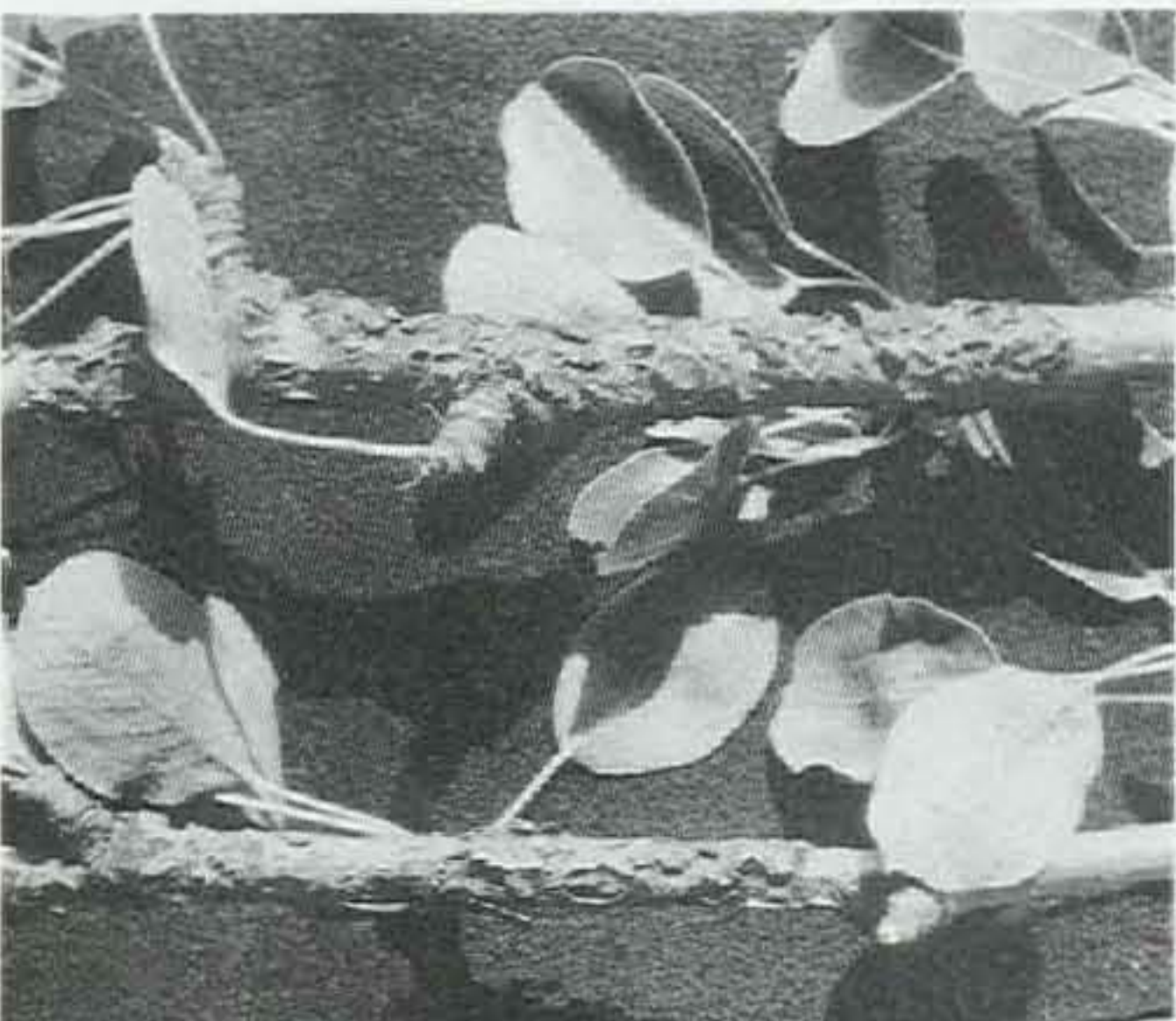
En Francia se registró una nueva variedad en 1977. Fue obtenida por el INRA con el nombre de FLORINA-QUERINA. Es una variedad de maduración tardía (2-3 semanas después de Golden), de piel roja. Árbol vigoroso, porte semierguido, muy poco sensible al fuego bacteriano, poco sensible a ácaros y tolerante al pulgón lanígero.

En el cuadro 2 se presentan las principales variedades resistentes al moteado lanzadas al mercado desde 1970 por los grandes países productores, fruto de la introducción de genes de resistencia procedentes de manzanos silvestres o de selecciones con resistencia genética a la enfermedad.

El freno a esta introducción es, sin embargo, su inferior calidad comercial respecto a las variedades clásicas, lo que hace difícil su expansión debido a la fuerza selectiva del mercado. De cualquier forma es una alternativa válida a considerar en las zonas endémicas de esta enfermedad que hacen del moteado un problema fitosanitario de primera magnitud, con la consiguiente elevación de los costes de tratamientos.

De hecho, existen programas en varios países productores de manzana, orientados a obtener nuevas variedades con resistencia genética a los principales parásitos que inciden sobre el cultivo frutal, como medida para una futura reducción del empleo de pesticidas dentro de una protección integrada de los frutales.

*El moteado del peral.*



**Cuadro 2.**  
**VARIEDADES COMERCIALES DE MANZANO RESISTENTES AL MOTEADO OBTENIDAS POR DISTINTOS PAÍSES**

Pais de origen y variedad	Mecanismo de resistencia	Año de registro
<b>EE.UU.</b>		
PRIMA	1	1970
PRISCILLA	1	1972
SIR PRICE	1	1975
LIBERTY	1	1978
JONAFREE	1	1979
REDFREE	1	1981
FREEDOM	1 + 4	1983
<b>CANADÁ</b>		
MAC FREE	1	1974
NOVA EASYGRO	2	1975
NOVAMAC	1	1978
MOIRA	1	1981
TRENT	1	1981
BRITEGOLD	1	1981
MURRAY	3	1981
ROUVILLE	3	1984
RICHELIEU	1	1984
<b>RUMANIA</b>		
PIONER	1	1982
GÉNEROS	4	1982
ROMUS 1	1	1983
ROMUS 2	1	1983
ROMUS 3	1	1983
<b>INGLATERRA</b>		
GAVIN	1	1977
REDSLEEVES	1	1984
<b>FRANCIA</b>		
PRIAM	1	1974
FLORINA-QUERINA	1	1977

1 = resistencia de control monogénico (RCM), obtenida de *Malus floribunda* 821.

2 = RCM, obtenida por R127.40.7A.

3 = RCM, obtenida de *Malus micromalus*.

4 = resistencia de control poligénico.

#### PERAL

En el caso del peral no se dispone de variedades genéticamente resistentes al moteado obtenidas en programas de mejora. Existen diferencias de sensibilidad a la contaminación en las variedades utilizadas y, asimismo, diferencias según el órgano atacado (cuadro 1).

#### CONTROL DE LA ENFERMEDAD

##### Factores de riesgo

Es imprescindible conocer los factores que van a influir en las plantaciones, de manera que el fruticultor pueda desarrollar un adecuado programa de control en función del riesgo concreto a que está sometida su plantación.

## 1. Climatología

Tal como se ha descrito anteriormente, los factores ambientales determinan el desarrollo de la enfermedad, la temperatura influye en el comienzo de las infecciones primarias, la pluviometría en el grado de importancia de éstas, y ambas en la sucesión de infecciones secundarias, en la extensión de la epidemia y en la perpetuación del hongo. Así pues, las características climatológicas de la zona o región natural condicionarán la importancia de la enfermedad en la plantación.

## 2. Localización concreta de la plantación

La localización de la parcela dentro de una zona común variará, asimismo, este desarrollo epidémico.

Parcelas próximas a un río o a una acequia de primer orden, localizadas en hondonadas, abrigos naturales o en suelos con tendencia al encharcamiento aumentarán el riesgo de infecciones, al contrario que parcelas bien aireadas y soleadas, en zonas elevadas y con suelos porosos o pedregosos.

## 3. Marco de plantación. Sistema de formación y poda

Los sistemas intensivos de plantación posibilitarán la existencia de un ambiente favorable a la enfermedad (menor aireación, mayor sombreado).

Asimismo, los sistemas de formación y poda tienen una influencia similar al favorecer o disminuir la aireación, las zonas de sombra y la formación de rocío sobre hojas y frutos.

## 4. Mantenimiento del suelo y técnicas culturales

El mantenimiento de una cubierta vegetal (suelo enervado) aumentará el riesgo de infecciones. Los riesgos por inundación o riego a pie mantienen mayor humedad ambiental y ayudan a la formación de rocío.

## 5. Variedades

Como ya hemos visto, las variedades comerciales de peral y manzano presentan distinto grado de sensibilidad al moteado. La elección de la variedad condicionarán el grado de ataque.

### Medidas culturales de disminución de riesgo

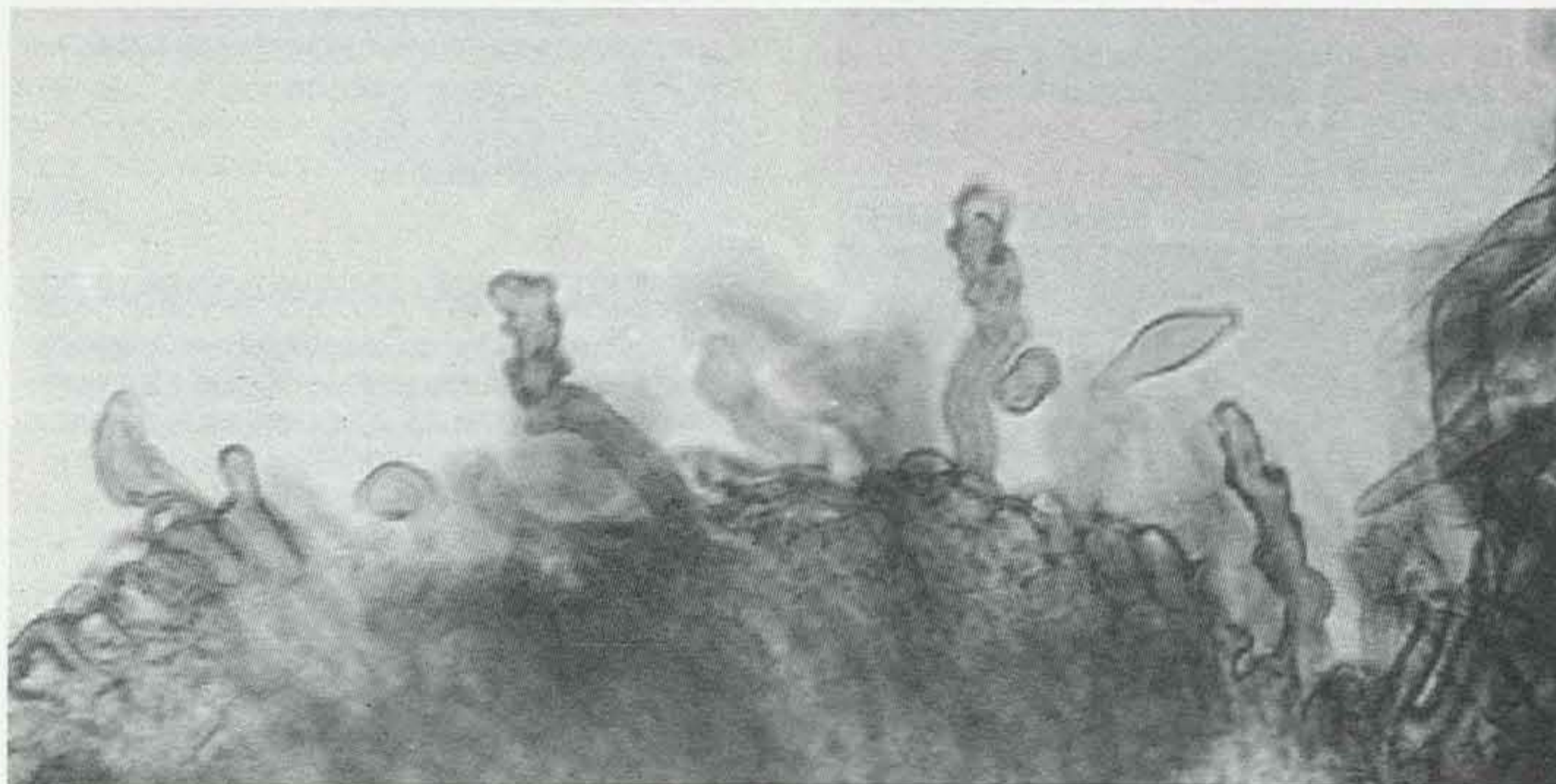
Por otra parte, no es sólo el moteado uno de los aspectos a tener en cuenta en el establecimiento y mantenimiento de una plantación frutal, por lo que existirán factores que si bien disminuyen el riesgo de moteado entran en conflicto con otros aspectos de la producción. Por esto, la búsqueda de un equilibrio es la premisa fundamental al abordar un problema de este tipo.

Como orientación se pueden enumerar algunas medidas culturales que disminuyen el riesgo de infecciones de moteado.

- En caso de riego a pie, nivelar bien la parcela para evitar zonas continuamente encharcadas; asimismo, no realizar riegos copiosos sin necesidad, si es posible mejorar el drenaje.
- Realizar podas equilibradas que favorezcan la aireación y no produzcan zonas de umbría. En el caso de nuevas plantaciones tener presente un marco y sistema de formación que posibilite estos dos aspectos ambientales.
- Si el suelo se mantiene enervado, procurar tenerlo muy bien segado para disminuir la formación de rocío sobre los árboles.
- En invierno, labrar el suelo y enterrar o eliminar las hojas caídas de los frutales. La adición de urea favorecerá la descomposición de éstas y disminuirá la formación de peritecas, órganos que producirán las ascosporas, iniciando las infecciones primarias en primavera.

En un próximo artículo sobre el moteado se tratarán aspectos relativos a los programas de control, tratamientos químicos y el problema de la aparición de resistencias a algunos fungicidas anti-moteado.

*Aspecto al microscopio del hongo causante de la enfermedad.*



# 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/m<sup>2</sup> de precipitación acumulada con una temperatura media mensual de 13°C; en mayo nueve días de lluvia con 26 l/m<sup>2</sup> y 17°C de temperatura media, y en junio doce días de lluvia con 100 l/m<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup>	T. media °C	Lluvia l/m <sup>2</sup>	T. media °C	Lluvia l/m <sup>2</sup>	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».

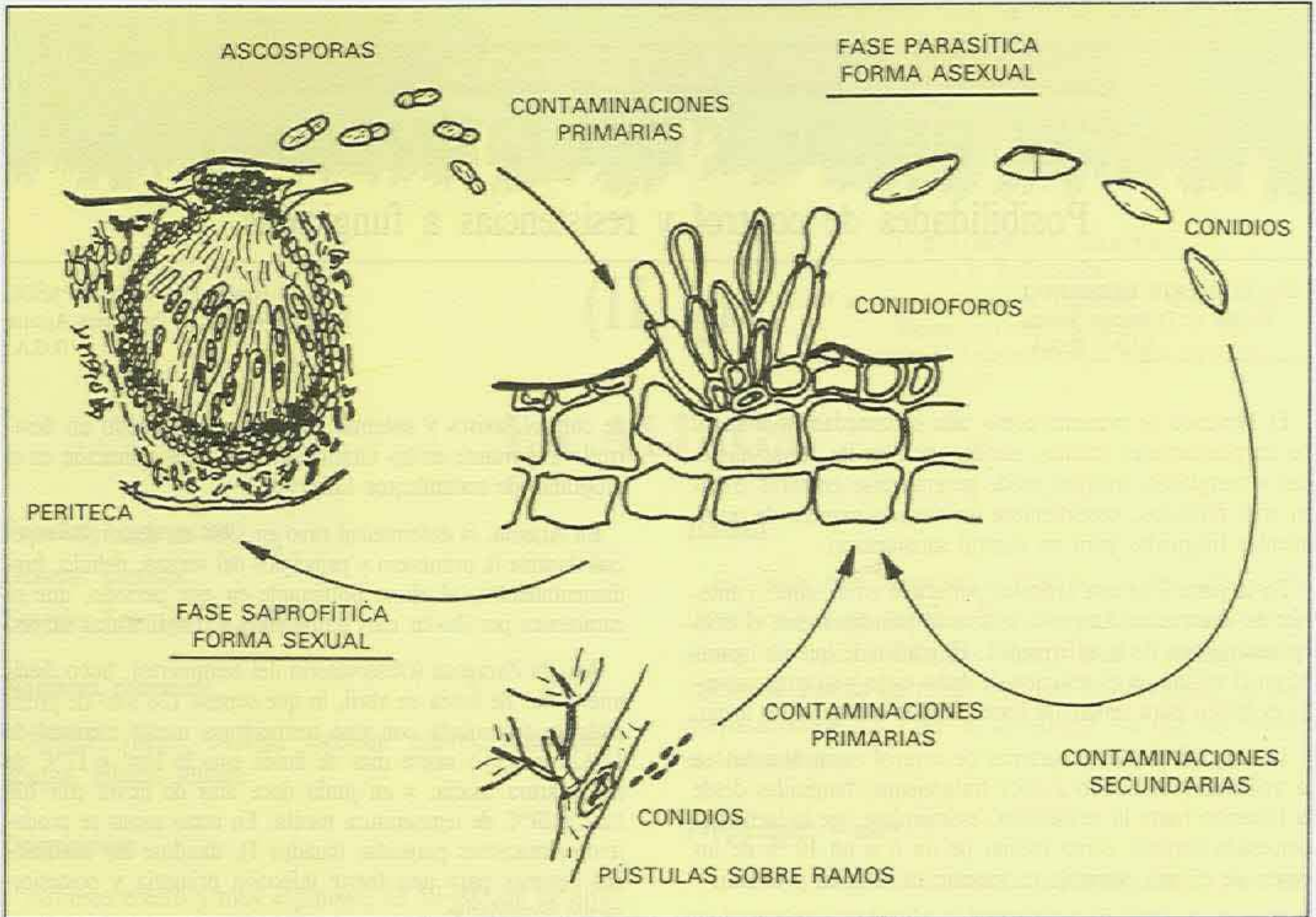


Gráfico 1. Esquema del ciclo epidemiológico del Moteado.

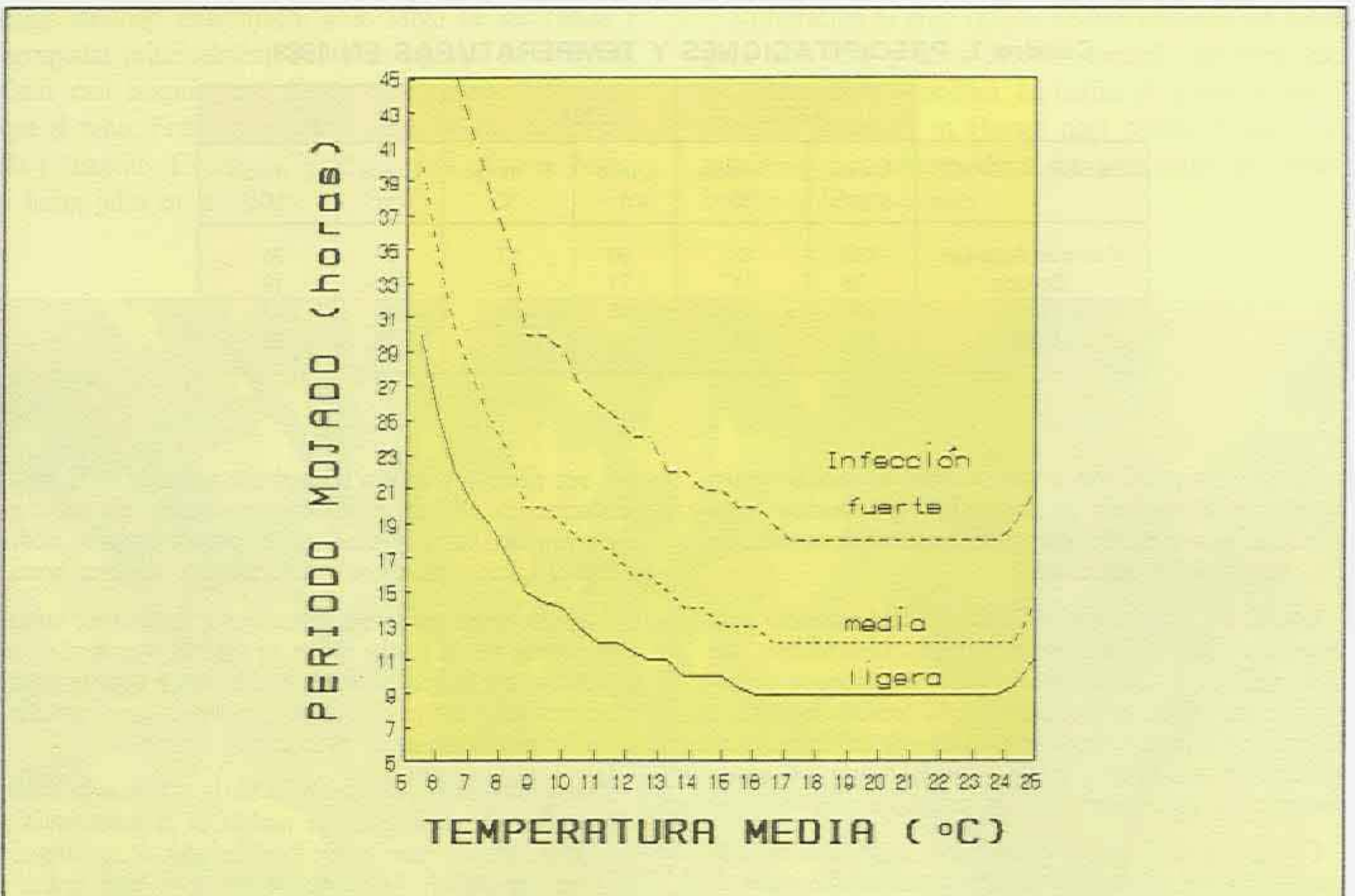


Figura 1. Número de horas de humectación a distintas temperaturas necesarias para una infección de moteado.

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:

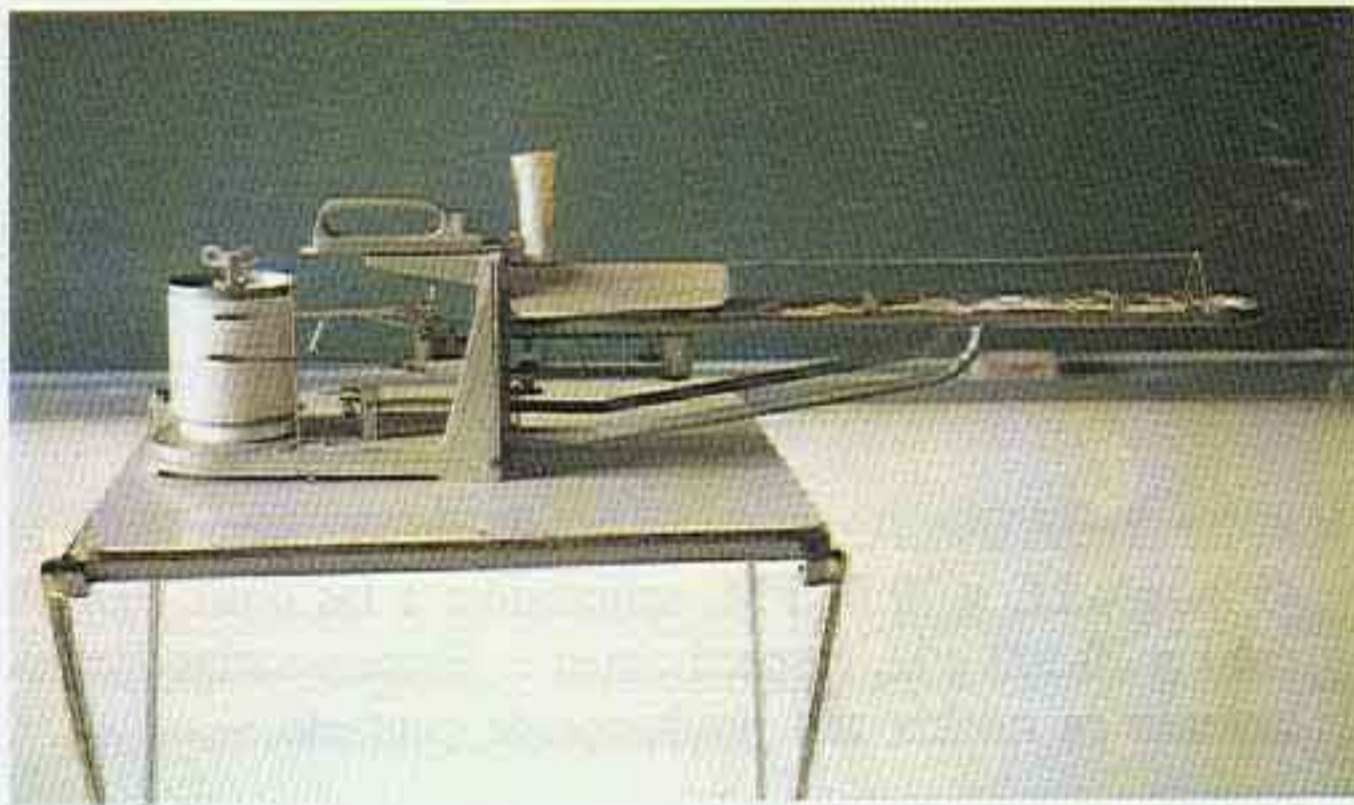
#### Aparatos clásicos mecánicos:

—*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.I)	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), posibilitó 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.