

Estudio de la fase invernal del hongo

MOTEADO DEL MANZANO

Puede decirse del moteado que es una de las enfermedades más graves de los manzanos y que ofrece particular relevancia en las zonas húmedas de Euskadi, donde debido a su fuerte relación con determinadas condiciones climatológicas se manifiesta como mal endémico de nuestras plantaciones frutales.

El agente productor de la enfermedad es un hongo ascomiceto, *Venturia inaequalis* (forma perfecta o sexual), *Fusicladium dendriticum* (forma imperfecta o asexual), sobre el que se han realizado numerosos trabajos de investigación referidos tanto a su ciclo biológico como a métodos para su control.

La periteca es el órgano invernal diseminador por excelencia, que cuando madura expulsa las ascas cuyas ascoporas, transportadas por el viento, caen en la masa vegetativa. Si las condiciones climáticas son apropiadas emiten un filamento germinativo que penetra en el parénquima originándose así las contaminaciones primarias.



Daños por moteado en la cara inferior de una hoja de manzano.

Ciclo de la enfermedad

El hongo forma una red de filamentos o micelio que se extiende por el huésped y causa las lesiones típicas de los moteados. Aparecen los conidióforos u

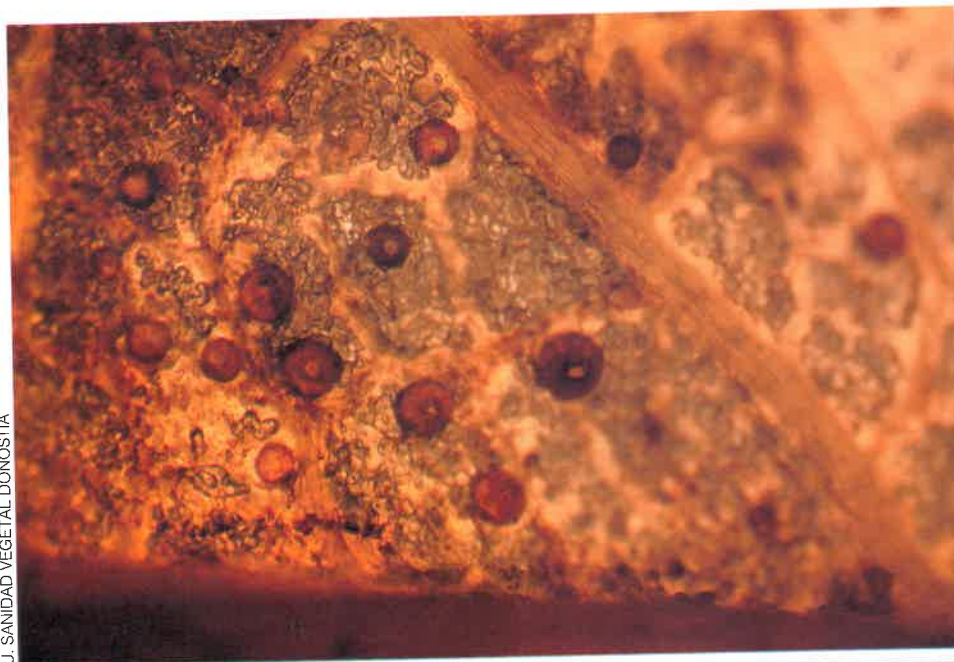
órganos productores de conidios, que son las esporas encargadas de dispersar la enfermedad infectando nuevos árboles. Este proceso, que se denomina contaminación secundaria y que requiere cierto tiempo de humectación en el folioleto, se repite con la consiguiente producción de reinfecciones hasta que las condiciones climáticas le son adversas, final de verano y otoño, reproduciéndose entonces sexualmente para pasar la fase invernante.

La propagación de esta enfermedad se efectúa pues en dos fases:

- *Parasitaria, vegetativa o asexual* que tiene lugar durante la primavera-verano cuyo órgano diseminador es el conidio.
- *Saprofita o sexual*, durante el final de verano-otoño, siendo la periteca el órgano diseminador principal.

En general, el período de contaminación dura de uno a cuatro días y el período de incubación de quince a veinticinco; todo esto está relacionado con que las condiciones que se produzcan sean más o menos favorables.

Existen diversos y documentados estudios referentes a las condiciones de maduración de las esporas de moteado. Según Darpoux (1961) las temperaturas óptimas y extremas para que germinen las ascoporas son respectivamente



Hoja de manzano mostrando un grupo de peritecas (puntos negros)



Costras en fruto producidas por el moteado.

17º/23º y 1º/32º mientras que para los conidios estos valores serían 22º y 3º/31º.

J. R. James y T. B. Sutton (1982) establecen un modelo matemático que relaciona crecimiento diario de las peritecas con temperaturas. No existirá desarrollo si la temperatura media es inferior a 0º o si la lluvia no supera los 0,25 mm. y las horas de humedad relativa 100% son menores que doce. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de las ascas y maduración de las ascosporas son respectivamente 8º/12º y 16º/18º. La variedad de manzana y época de caída de hojas no tiene efecto en la fecha de maduración de ascosporas en primavera.

Mills y Laplace han recogido en un diagrama la estimación de los riesgos de infección en función de la temperatura y del tiempo que dura la humectación en el follaje.

Síntomas

El moteado afecta prácticamente a todos los órganos aéreos de los frutales de pepita, exceptuando el tronco. En hojas aparecen manchas redondeadas, incoloras primero y luego parduscas, que a menudo se juntan, pudiendo secarse las plantas atacadas. Los ataques en hoja son muy importantes porque aseguran contaminaciones posteriores por producción de ascosporas (primavera) o conidios (todo el período vegetativo) y producen una defoliación que puede ser brutal, afectando la cosecha del año y la del siguiente al disminuir la producción de botones florales.

El ataque en frutos genera manchas oscuras, originándose un parón en el crecimiento de la epidermis y en consecuencia se producen en las manzanas

grietas y deformaciones. Provoca también el moteado la caída de flores así como pústulas más o menos abundantes en ramos y brotes.

No obstante, si se tuviera duda sobre la naturaleza de la enfermedad, para obtener un diagnóstico certero habría que recurrir a algún laboratorio especializado en fitopatología.

Objeto del presente trabajo

El hongo agente del moteado del manzano se asienta en su fase invernal

fundamentalmente sobre las hojas caídas. Sobre ellas se diferencian ciertos órganos llamados peritecas de las que, a su maduración, surgirán las esporas (ascosporas) causantes de la contaminación primaria de primavera.

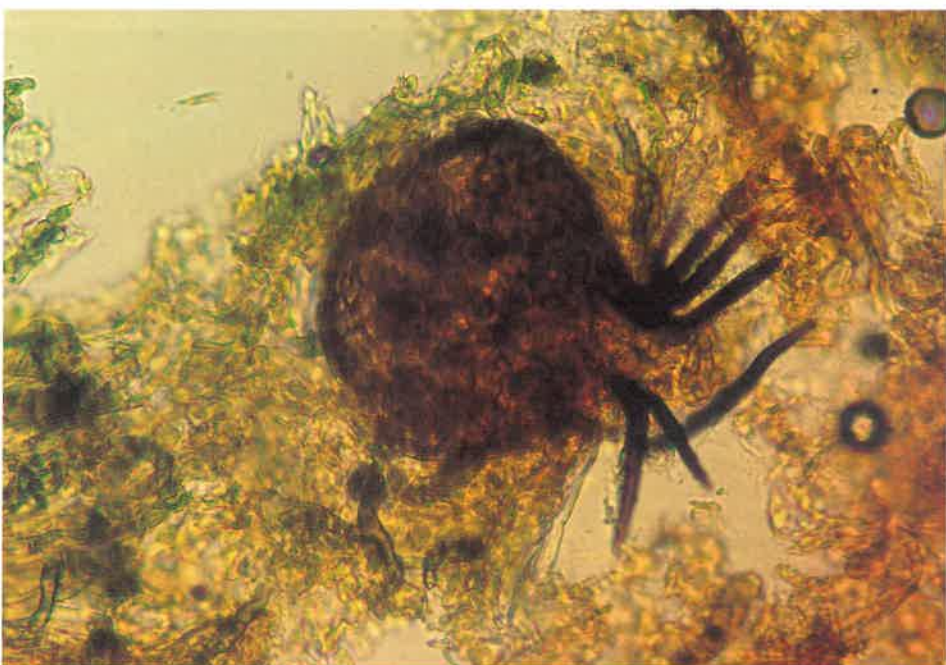
Es obvio que un oportuno control de esta primera infección tras el reposo invernal es de suma importancia para el futuro de la plantación. Disminuiría así notablemente la cantidad de inóculo origen de las sucesivas contaminaciones secundarias que van a sucederse a lo largo del período vegetativo.

El seguimiento de la evolución invernal del hongo y la determinación de las fechas en que se produce la maduración de esporas capaces de infectar la plantación es el objetivo del trabajo iniciado en la C.A.V. por la Unidad de Sanidad Vegetal de Donostia. Los resultados de dichos trabajos correspondientes al invierno 91/92 se expondrán a continuación.

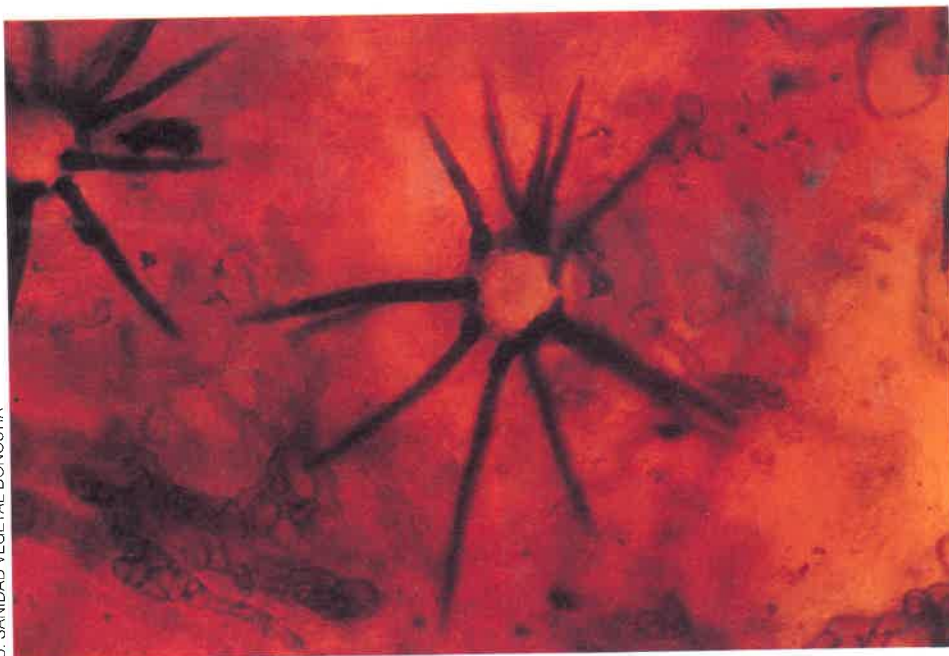
Métodos

Los métodos de seguimiento para determinar el comienzo de la infección son diversos, y los podemos clasificar en directos, indirectos y mixtos.

En los primeros se realizan observaciones directas del estado de maduración de las peritecas o de las ascosporas que se liberan. Los indirectos intentan predecir por medio de una función matemática, relacionada principalmente con la temperatura a partir de una fecha, la época en que se realiza la expulsión de las esporas. Por fin los mixtos integran a la vez las observaciones fúngicas



Periteca en tejido de hoja mostrando su forma típica de bolsa y los pelos que rodean el orificio de salida de las ascosporas.



Vista frontal de periteca mostrando pelos y orificio de salida u ostiolo.

y las climáticas con lo que se puede lograr una mayor aproximación a la realidad.

Metodología adoptada

En nuestro caso concreto se ha procedido a la observación directa de hojas recogidas del suelo de dos explotaciones, una con fuerte ataque de moteado y otra con ataque medio el año anterior. Para disponer de material durante toda la experiencia acumulamos cierto número de hojas bajo artilugios formados por malla de amplia luz evitando con ello que al aire las disemine.

Se comienza la recolección de hojas en Febrero, habiéndose procesado esas muestras de acuerdo con los tres métodos que citamos a continuación:

- A) **Cámara húmeda:** Colocación de 10 hojas en cámara húmeda, observando a los 7 y 14 días la cubierta de la placa, donde se pueden ver fácilmente las ascosporas en las gotitas de agua adheridas cuando se produce su expulsión.
- B) **Método de Olivier:** Recolección de 15 hojas infectadas, recubriéndolas de agua en un Enlarmeyer que se deja en agitación suave durante 6 horas, con el fin de que se proyecten al agua las ascosporas maduras. Por conteo de las ascosporas liberadas por cm³ se puede cuantificar el resultado.
- C) **Observación de peritecas mediante decoloración de hoja:** Es el método clásico de decolorar las hojas metiéndolas en KOH 50% durante 24 horas a temperatura de laboratorio; posterior lavado en lejía con 10º de cloro durante 10' y aclarado final con agua

de grifo. Se observan las hojas al binocular y se eligen las peritecas deseadas para mirarlas al microscopio, previo aplastamiento entre porta y cubre.

Incidencias a lo largo de la experiencia

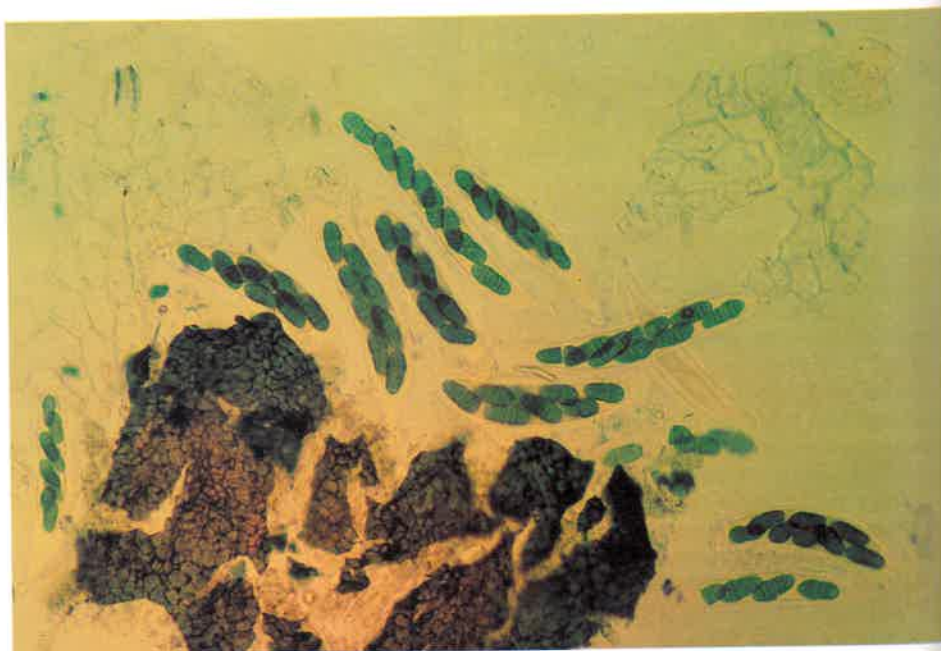
1. La decoloración de hojas para observar las peritecas y la puesta de hojas en cámara húmeda para visualizar las ascosporas cuando se produce su descarga, son dos buenos métodos complementarios para seguir el proce-

so de maduración de *Venturia* sp. Sin embargo, en nuestro caso, no hemos obtenido resultados positivos con el método de Olivier.

2. Se presentan dificultades para discernir qué peritecas corresponden a *Venturia* sp., ya que en las hojas aparecen también numerosos picnidios y peritecas de otros hongos. No hay apenas problema en identificar bajo lupa las peritecas cuando van provistas de pelos alrededor del ostiolo, pero se complica cuando las peritecas no presentan las sedas ostiolares.
3. Hay notable diferencia en cuanto a presencia de peritecas en las dos parcelas objeto de observación. En la que se realizaron tratamientos sistemáticos contra moteado el año anterior apenas aparecían fructificaciones del hongo, mientras que aquéllas fueron más abundantes en la plantación cuyo control se había efectuado con menor intensidad.
4. La confinación durante el invierno de las hojas caídas bajo malla rígida da buen resultado, aunque deberá ponerse especial cuidado en situar dichas mallas en lugares estratégicos de forma que dicho material no se pierda y pueda estar bajo control.

Diversos estados invernales del hongo

Las formaciones halladas en las hojas de manzano recogidas del suelo durante el invierno y sometidas a los tratamientos antes citados fueron, por orden cronológico, las siguientes:



Ascas y ascosporas de *Pleospora* sp., otro hongo que coloniza también las hojas de manzano.



Ascosporas típicas y micelio del moteado del manzano.

10/02/92 Abundancia de picnidios y peritecas de diversos tamaños y coloraciones, entre ellas se observan muy pocas del tipo *Venturia sp.*

18/02/92 Abundancia de picnidios y peritecas sin madurar; alguna semejante a *Venturia sp.*

24/02/92 Peritecas de *Pleospora sp.* grandes y negruzcas con contenido bien diferenciado. Otras más pequeñas, más claras y en grupos, con ascas diferenciadas pero sin diferenciación de ascosporas podrían corresponder a *Venturia sp.* en su estado 8 de desarrollo.

03/03/92 Igual a lo observado el 24/02/92.

10/03/92 Se observan claramente algunas peritecas con las pequeñas sedas oscuras alrededor del ostiolo típicas de *Venturia sp.* y también algunas ascosporas que aún no muestran los tabiques (estado 9).

17/03/92 Parte de las ascas con ascosporas diferenciadas pero inmaduras, tabicadas y hialinas (estado 10).

25/03/92 Igual a lo observado el 17/03/92.

31/03/92 Ascosporas bien diferenciadas (estado 11). Presencia de peritecas típicas, con pelos alrededor del ostiolo junto a otras sin pelos, que también resultan ser de *Venturia sp.*

07/04/92 Abundancia de peritecas sin sedas alrededor del ostiolo. Ascosporas bien formadas y con cambio de tonalidad, en fase de maduración (estado 12).

14/04/92 Mezcla de peritecas llenas de ascas con ascosporas de tonalidad verdosa, y peritecas ya vacías o en proceso de descarga (estado 13).

23/04/92 Peritecas vacías, con algunos residuos de ascas sin madurar o en fase de maduración (estado 14).

Resumen y aplicaciones prácticas

El moteado es una enfermedad de los manzanos que causa pérdidas muy importantes en las plantaciones de la C.A.V., sobre todo en sus zonas húmedas, y cuyo agente es el hongo ascomiceto *Venturia inaequalis*.

El ciclo de la enfermedad comienza con la llamada *contaminación primaria*, producida por un tipo de esporas denominadas ascosporas que transportadas por el viento llegan a las partes verdes del árbol. Dichas esporas se forman sobre las hojas muertas que quedan en el suelo, en grupos de ocho dentro de unos órganos alargados llamados ascas, las cuáles a su vez se reúnen dentro de una especie de bolsa ó periteca provista de un pequeño orificio u ostiolo a través del cual se proyectan las esporas en el momento de su maduración.



Ascosporas de moteado germinando y dando origen a un nuevo micelio.

A la contaminación primaria le siguen las *secundarias*, compuestas por otro tipo de esporas llamadas conidios, que se generan normalmente en las hojas del árbol ya infectadas por el hongo, y que contribuyen a diseminar la enfermedad.

De acuerdo con lo antedicho será *fundamental controlar la contaminación primaria*, origen del ciclo de la enfermedad, para lo cual deben conocerse los tres factores que influyen básicamente en el desarrollo del moteado y que son: *estado de la vegetación, climatología y presencia del hongo.*

Para que se produzca infección *el vegetal debe encontrarse en estado receptivo*, lo cual sucede desde la situación fenológica llamada D3, en que aparecen las yemas florales, hasta la recolección. El estado de vegetación citado puede ser percibido sin mayor dificultad por el agricultor.

Las *condiciones climáticas* juegan un importante papel en la evolución del moteado, especialmente temperatura y humedad. El agricultor puede estimar empíricamente las condiciones favorables pero siempre será más riguroso recibir información de las Estaciones de Avisos Agrícolas que pueden prever la época en que se producirán las infecciones.

La *presencia del hongo* se comprueba mediante un adecuado seguimiento de su fase invernal hasta constatar la maduración de las ascosporas origen de la contaminación primaria. Las técnicas empleadas para lograrlo son las que se exponen en el presente trabajo. Obviamente el agricultor no posee medios para resolver sobre la existencia de inóculo infectante.

A título orientativo, puesto que las condiciones varían con las diferentes zonas agrícolas, diremos que en la zona costera de Gipuzkoa y de acuerdo con los datos que hasta ahora poseemos, se producen situaciones favorables de contaminación primaria en plantaciones de manzano durante la primera quincena del mes de Abril. □

Dionisio Berra Lertxundi
Javier Hernández Aina
Gregorio Arteaga Gragea
Unidad de Sanidad Vegetal
Donostia

Estados de maduración de venturia inaequalis

N.º	Características
1	Estroma subcuticular
2	Pseudotecio inicial, observándose enrollamiento de hifas
3	Formación inicial del ascogonio
4	Comienzo de aparición de los pseudoparafisos
5	Pseudotecio lleno de pseudoparafisos
6	Aparición de las ascas
7	Ascas de tamaño mitad respecto a cuando están maduras
8	Ascas formadas, pero sin diferenciación del contenido
9	Comienzo de diferenciación de las esporas, sin observarse tabiques
10	Ascosporas formándose, generalmente tabicadas
11	Ascosporas formadas pero no pigmentadas
12	Ascosporas pigmentadas y maduras
13	Descarga de ascosporas, ascas vacías
14	Ascas en descomposición