

## DOCUMENTO TÉCNICO 11/03

marzo de 2002

### Modelo para el seguimiento del Mildiú en la Vid

Modelos matemáticos para la predicción y el seguimiento del desarrollo del Mildiú se vienen utilizando desde que Mueller y Sleumer publicaron el primer calendario de incubación (1934). El posterior trabajo de Blaeser (1978) es la base de todos los modelos de infección de Mildiú actuales. La estación  $\mu$ METOS toma datos horarios de las variables meteorológicas que influyen directamente en la aparición de esta enfermedad (temperatura, humedad relativa, humectación de la hoja y lluvia) y procesando estos datos facilita información que permite conocer el estadio de la enfermedad y tomar medidas adecuadas en el momento preciso.

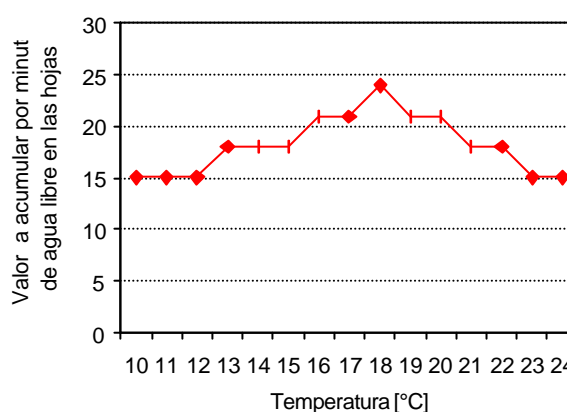
#### **Infeción primaria de Mildiu**

El Mildiu de la vid hiberna en forma de oosporas en las hojas caídas. La infección del viñedo a partir de estas oosporas comienza con el verano. Las infecciones debidas a oosporas se conocen como infecciones primarias pero se trata de un término que induce a confusión ya que se pueden dar varias de estas infecciones al comienzo del verano. Desde el punto de vista epidemiológico estas infecciones no revisten gravedad conforme avanza el verano y hayan aparecido suficientes *manchas de aceite* en el viñedo ya que, entonces, la presencia de esporas asexuales (Conidias) que dan lugar a la llamada infección secundaria excederá por mucho la presencia de oosporas.

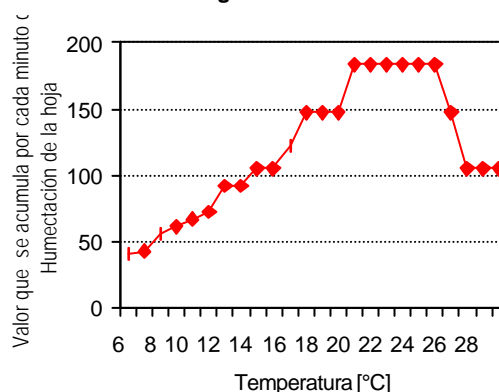
Las Oosporas desarrollan las llamadas macroesporangias cuando haya suficiente humedad durante aproximadamente 24 horas. Las macroesporangias liberan zoosporas en presencia de agua libre y un fuerte chaparrón puede llevarlas a las hojas o brotes verdes de las plantas. Por lo tanto la infección primaria requiere de largos períodos de humectación o de sucesivas lluvias fuertes. Una primera lluvia fuerte satura de agua las hojas caídas y un segundo chaparrón al día siguiente provoca que las macroesporangias formadas liberen las zoosporas permitiéndoles llegar a brotes y hojas. Para que la infección se culmine es necesario un período largo de humectación que permita a las Zoosporas alcanzar los estomas de hojas o brotes e infectarlos.

El modelo del software MetWinII para la infección primaria del Mildiu en primer

**Formación de las macroesporangias**



**Progreso de la Infección**



lugar vigila el desarrollo de las macroesporangias. Cuando hay períodos largos de humectación o cuando la humedad relativa se mantiene por encima del 70% después de una lluvia fuerte, las macroesporangias se desarrollan en 16 o 24 horas dependiendo de la temperatura. La presencia de macroesporangias maduras se muestra en el display de la estación. En estas condiciones una lluvia fuerte puede esparcir las Zoosporas. El modelo del software MetWinII estima como lluvia fuerte una lluvia continua de 10 mm.

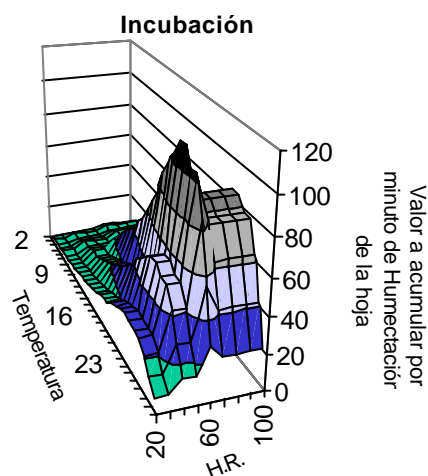
Cuantitativamente el seguimiento de la formación de macroesporangias se realiza de la siguiente manera: después de una lluvia fuerte por cada minuto con humectación foliar o humedad relativa  $\geq 80\%$  se acumula a un índice el valor que se muestra en la gráfica y que está en función de la temperatura. Cuando el valor acumulado alcanza un determinado umbral se asume la formación completa de macroesporangias.

Si las Zoosporas se han esparcido sólo resta un período de humectación de la hoja para que la infección primaria se produzca. La duración del período de humectación para que se culmine la infección depende de la temperatura. Así a  $6^{\circ}\text{C}$  se necesita un duración de 9 horas, a  $20^{\circ}\text{C}$  basta con 2 horas.

Por cada minuto con agua libre en las hojas el índice de infección se aumenta con el valor que se extrae de la gráfica adjunta en función de la temperatura. Cuando alcanza un determinado número de puntos se da por culminada la infección una infección.

Con el comienzo de la infección el modelo también inicia un contador que sigue el progreso de la incubación. Ésta es función de la temperatura de la humedad del aire en la manera que se muestra en la gráfica adjunta. La incubación se da por terminada cuando se ha acumulado al alcanzar un tope. Entonces se debe de detectar la formación de lo que se conoce como manchas de aceite en las hojas.

El modelo del software MetWinII presenta los resultados de sus cálculos sobre la infección primaria de Mildiu en su display y  $\mu\text{Link}$  lo hace en forma de gráfico y tablas. La información que ofrece es la de la siguiente tabla



<i>Observación</i>	<i>Significado</i>	<i>Representación</i>
Macroesporangias	Presencia de macroesporangias maduras	Verdadero o Falso
Infección	Se está produciendo una infección	0 – 100
Incubación	Se está incubando la enfermedad. Este cálculo comienza con el inicio de cada infección y marca el progreso de la incubación lo que resulta muy útil para seleccionar el fungicida con el que tratar el viñedo.	0 – 100

Después de cada infección se inicia un contador de incubación que indica el progreso de la incubación. El programa tiene un número ilimitado de estos contadores de los que sólo los tres últimos se muestran en el display de la estación. Con cada nueva infección un nuevo contador de incubación aparece a la derecha del display, y si la infección no se culmina el contador correspondiente desaparece.

### **Infeción secundaria de Mildiu**

Se denomina infección secundaria de Mildiu a la producida por las esporas asexuales (conidias) del hongo, por lo que sólo es posible si se ha producido una infección primaria previa (con la correspondiente aparición de *manchas de aceite* maduras) en el viñedo o en viñedos vecinos.

Las esporas sólo se producen de noche ya que la luz solar inhibe la esporulación. Se producen en condiciones de muy alta humedad relativa con temperaturas superiores a los 12°C. La producción aumenta con la temperatura hasta los 24°C que es la óptima para este fin. A temperaturas superiores a 29°C no se producen esporas. El modelo del software MetWinII calcula los grados - hora acumulados en períodos nocturnos con humedad relativa superior a 95% cuando se superan los 50 grados - hora se da por hecho que se ha producido esporulación y que hay presencia de esporas en el viñedo. Estos 50 grados - hora se alcanzan en 4 horas a 13°C, en tres horas a 17°C o en 2 horas a 25°C.

La esporulación se inicia en la oscuridad. Cada minuto consecutivo con humedad relativa  $\geq$  93% y temperaturas entre 11°C y 27°C hace aumentar el valor del índice de esporulación en la cantidad que se extrae de la gráfica de la derecha.

La esporulación se da por finalizada cuando el valor acumulado alcanza el umbral definido. Lo que ocurre en 3 horas cuando la temperatura está entre 18°C y 25°C o en 4 horas cuando está entre 13°C y 16°C.

Las esporas de la *Plasmopara viticola* (causantes de esta infección secundaria) tienen una vida limitada para producir infección. Cuanto más cálido y seco es el aire antes perecen. El modelo del software MetWinII calcula la duración de la vida de las esporas en función de la temperatura y humedad relativa. La mayoría de las esporas perecen sin que se produzca infección.

Para que se produzcan infecciones, las esporas se han de esparcir. Esto puede suceder de dos maneras: Bien si llueve inmediatamente después de su formación se esparcen mediante las salpicaduras de agua y si se mantienen húmedas las hojas durante un tiempo suficientemente largo se producirán un buen número de infecciones. O bien si la mañana siguiente a la producción de esporas comienza sin lluvia y con humedad relativa descendiente las esporas al secarse se sueltan y el más mínimo viento las arrastrará hasta hojas sanas. En este segundo caso si no llueve pronto las esporas morirán sin que se produzca infección alguna. El modelo del software MetWinII calcula el esparcimiento de esporas en base a la lluvia y a la humedad de las hojas.

Si las esporas alcanzan las hojas en condiciones, basta un período de hojas húmedas suficientemente largo para que se produzca infección, 2 horas de humedad a 20°C es suficiente para el hongo. A temperaturas más baja se puede necesitar de períodos de hasta 9 horas. El período de incubación comienza con la infección y es el tiempo necesario para que aparezcan nuevas *manchas de aceite* maduras en el viñedo. Su duración depende de la temperatura y de la humedad relativa.

**Espurulación de conidias**

