

DOCUMENTO TECNICO 10/01

Febrero de 2001

Modelos para el Mildiu de la patata y del tomate

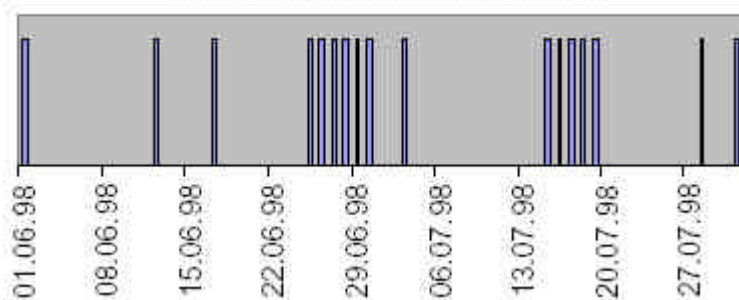
Debido a la gran importancia de las enfermedades generadas por *Phytophthora infestans* existen diferentes modelos informáticos que, a partir de datos meteorológicos, permiten hacer un seguimiento de la enfermedad y optimizar el empleo de fitosanitarios en el control del Mildiu aéreo del tomate y de la patata. La μ METOS incorpora cuatro de los modelos más comúnmente utilizados. Los períodos de Smith son muy utilizados en Inglaterra y en otras países para determinar los períodos de infección de Mildiu aéreo tanto del Tomate como de la Patata. La Prognosis Negativa de Phytophthora de Schröder y Ulrich se utiliza mucho en Alemania y en la Europa continental para determinar la fecha de la primera aplicación contra Mildiu aéreo de la patata. El Modelo IPI es similar al anterior pero ha sido desarrollado específicamente para Mildiu aéreo del tomate en el valle del Po. Las unidades de riesgo FRY se utilizan con éxito en el programa NEGFY que se utiliza en EEUU, Dinamarca y otras regiones europeas. Por favor háganos saber de otros modelos desarrollados en su área y que podrían implementarse en la μ METOS.

Períodos de Smith (Humedad Relativa y Temperatura)

Un período de Smith ocurre cuando se dan dos días consecutivos de temperatura mínima superior a 10°C y 11 horas de Humedad Relativa superior al 90% en cada uno de ellos. Si se cumplen los criterios del primer día y en el segundo día se dan sólo 10 horas de Humedad Relativa superior a 90% entonces se ha cumplido un período Smith en un 90% y la estación μ METOS muestra un sólo asterisco. Si se cumple un período Smith al 100% la estación μ METOS muestra dos asteriscos en su display.

Uso práctico: Inicie los tratamientos cuando se haya cumplido el primer período de Smith completo. Estos períodos indican condiciones favorables para el Mildiu de la patata pero no necesariamente que se ha producido una infección. En algunas áreas y en años de baja y media presión de inóculo se pueden ahorrar aplicaciones utilizando los períodos de Smith para estimar la presión de Mildiu en los últimos días y los pronósticos del tiempo para prever la presión en los próximos días. Por ejemplo, si durante el último período Smith detectado el cultivo estaba protegido por una aplicación anterior y si el pronóstico predice tiempo cálido y seco en los próximos días, se puede retrasar la aplicación de fitosanitarios hasta que se complete el próximo período de Smith.

Periodos Smith en Styria (1998)



Programa Preventivo de aplicaciones: en este ejemplo de 1998 en Styria, se dio el primer período Smith el 1 de Junio (barra gruesa). Como este período estuvo cubierto no fue necesaria ninguna otra aplicación hasta en siguiente período de Smith el día 12 de Junio. Una aplicación ese mismo día (barra fina) cubre el período Smith del día 19. El

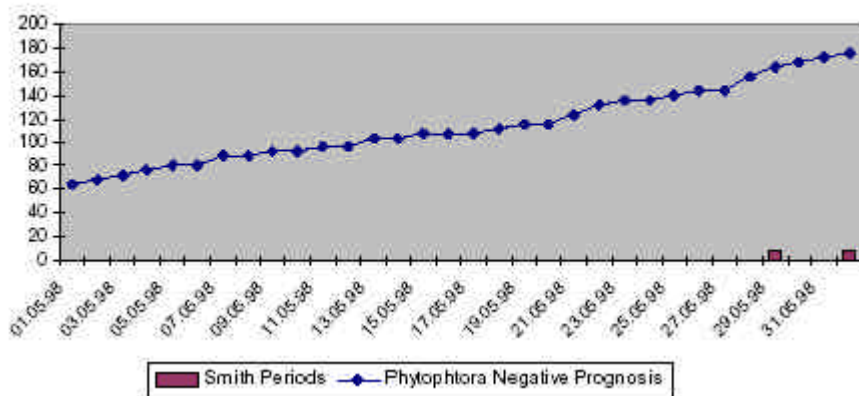
servicio de meteorología predijo un período de lluvias que comenzó el 25 de Junio (13 días después de la última aplicación) por ello fue necesario aplicar el día 24 de Junio. Esta aplicación protege el cultivo los períodos de Smith siguientes, incluyendo el del 3 de Julio (diez días tras la aplicación). El siguiente período de lluvias también fue predicho por el servicio de meteorología. Un aplicación antes o al comienzo de ese período protege el cultivo durante el resto del mes.

Programa Preventivo-Curativo: Allí donde el Metalaxyl es eficaz, se podría ahorrar la aplicación preventiva del día 12 de Junio y utilizar una aplicación combinada del día 25 de Junio para curar la posible infección anterior y proteger de las infecciones siguientes.

Prognosis Negativa de Phytophthora (Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación)

Este modelo utiliza los datos de Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación para determinar los períodos en los que no es probable que se desarrollen ataques de Mildiu de la patata (*Phytophthora infestans*). Se utiliza en Alemania para determinar la fecha de la primera aplicación. Calcula los valores de riesgo diarios y acumulados semanales desde la fecha de emergencia del cultivo.

Periodos Smith y prognosis negativa en Styria (1998)



Uso Practico: Se pueden esperar ataques de Mildiu cuando el valor de riesgo acumulado supera el umbral de 150. Muchos usuarios han adaptado ese valor a sus condiciones locales. Un valor superior a 150 se indica con un asterisco en la μ METOS. Esto

equivale a un nivel de infección del 0,1% de las plantas. Este es un valor adecuado para efectuar una aplicación si todavía falta varias semanas para la cosecha. Ulrich y Schoröder proponen como calor crítico el de 270 que equivale a una infección del 1% de las plantas. Este valor se puede utilizar como umbral en años con baja presión de inoculo. Por ejemplo los años posteriores a un año seco y en los que la semilla traiga muy poco inoculo. En Styria, en 1998 tanto los períodos de Smith como la Prognosis negativa apuntan la primera aplicación a los últimos días de Mayo.

Indice de Infección Potencial para Mildiu aéreo del Tomate de Bugiani, Cavanni y Ponti (IPI)

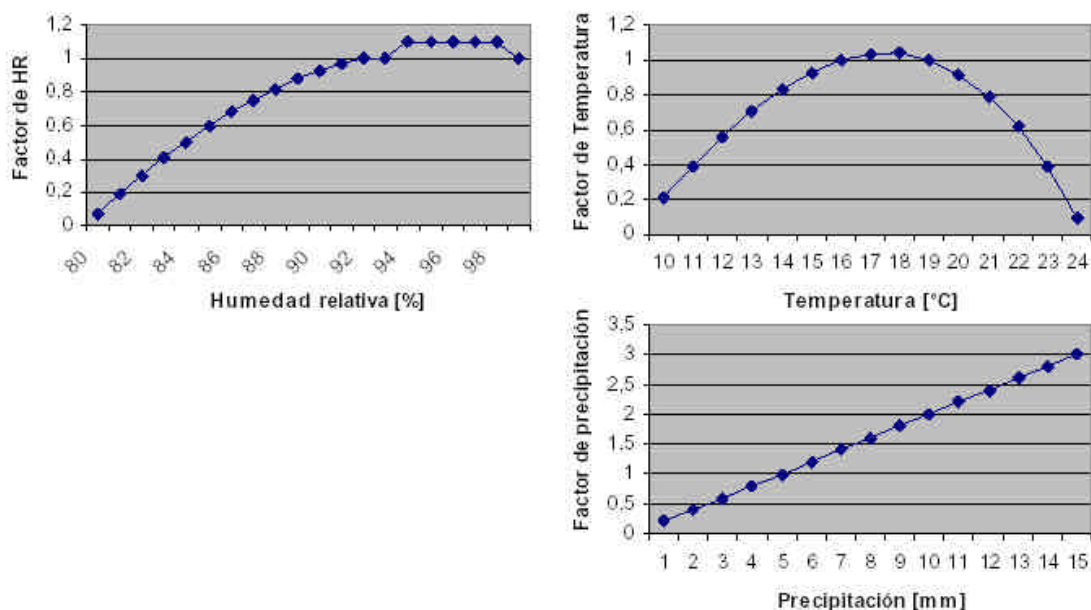
Descripción del Modelo: Este modelo genera Indices de Potencial de Infección (IPI) que predicen el incremento de inoculo de *Phytophthora infestans* en el ambiente. En Italia el IPI se usa junto a plantas indicadoras y trampas de esporas para avisar a los agricultores cuando se deben empezar las aplicaciones. El modelo no da ninguna recomendación acerca de aplicaciones de fungicida subsecuentes.

Para calcular el IPI diario, se calculan unos índices independientes para la temperatura media, la humedad relativa media y la precipitación. Estos se combinan multiplicando el índice de temperatura por el de precipitación o el de humedad relativa. Sólo es necesario calcular el IPI en días con una temperatura mínima superior a 7°C, una temperatura media entre 9°C y 25°C y más de 0,2 mm de precipitación o una humedad relativa media superior a 80%. Las funciones para los distintos índices son las que se representan en los gráficos que aparecen más abajo.

El valor IPI acumulado en un período determinado se utiliza como estimación del riesgo de infección de Mildiu aéreo. En Italia el IPI se utiliza como una Prognosis negativa. Mientras el valor acumulado sea inferior a 15 no se hacen aplicaciones. Cuando llega a ese valor comienzan las aplicaciones.

La μ METOS entrega un valor siempre creciente de IPI. Con los datos de la estación en descargados en el ordenador (véase apartado 3.4), mediante el software μ Link que se incluye con la μ METOS se puede ver en un gráfico una línea siempre creciente. Cuando el valor IPI llega a 18 se dibuja una barra indicativa en

la parte inferior del gráfico. μ METOS detiene el cálculo si la temperatura se mantiene inferior a 11°C durante 96 horas. Comienza de nuevo el cálculo si la temperatura no alcanza los 6°C durante 96 horas. El máximo valor de IPI es 40.



Unidades FRY (Temperatura, Humedad relativa y precipitación)

Descripción del Modelo: Este modelo de predicción está elaborado a partir de dos submodelos de simulación. El primero describe los efectos del clima en la distribución del fungicida. El segundo modelo describe el efecto del clima y de la resistencia de la planta en el desarrollo de *Phytophthora infestans* en la patata. Puesto que el primer modelo se desarrolló solamente para un fungicida específico (Clorothalonil), μ METOS no incluye ese primer submodelo. El segundo submodelo si está incluido en la microMetos y determina la posibilidad y la severidad de los períodos de infección. Estas unidades FRY se calculan según las horas consecutivas en las que la humedad relativa es igual o superior a 90% y en que la temperatura se mantiene dentro seis rangos diferentes (<3, 3-7, 8-12, 13-22, 23-27 y > 27° C).

Unidades FRY determinadas según la temperatura y la humedad relativa

| Temperatura media ° C | Resistencia del cultivar | Unidades FRY según las horas consecutivas de Humedad Relativa \geq 90% ⁽¹⁾ | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| >27°C | S ⁽²⁾ | 24 | | | | | | | |
| | MS ⁽³⁾ | 24 | | | | | | | |
| | MR ⁽⁴⁾ | 24 | | | | | | | |
| 23-27 | S | 6 | 9-12 | 10-12 | 13-15 | 16-18 | 19-24 | | |
| | MS | 9 | 10-18 | 19-24 | | | | | |
| | MR | 15 | 16-24 | | | | | | |
| 13-22 | S | 6 | | | | | 7-9 | 10-12 | 13-24 |
| | MS | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11-12 | 13-24 | |
| | MR | 6 | 7 | 8 | 9 | 10-12 | 13-24 | | |
| 8-12 | S | 6 | 7 | 8-9 | 10 | 11-12 | 13-15 | 16-24 | |
| | MS | 6 | 7-9 | 10-12 | 13-15 | 16-18 | 19-24 | | |
| | MR | 9 | 10-12 | 13-15 | 16-24 | | | | |
| 3-7 | S | 9 | 10-12 | 13-15 | 16-18 | 19-24 | | | |
| | MS | 12 | 13-24 | | | | | | |
| | MR | 18 | 19-24 | | | | | | |
| <3 | S | 24 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|----|----|--|--|--|--|--|--|--|
| | MS | 24 | | | | | | | |
| | MR | 24 | | | | | | | |

(1) el período de estimación de las unidades FRY es de 24 Horas (de mediodía a mediodía)

(2) MS: Variedades susceptibles

(3) MR: Variedades moderadamente susceptibles

(4) MR: Variedades moderadamente resistentes

La decisión de aplicar fungicida o no aplicar debe basarse en las unidades FRY acumuladas desde la última aplicación de fungicida. La μ METOS muestra valores diarios y horarios de FRY para cada una de las clases de susceptibilidad. Utilizando el acumulador de unidades FRY de μ METOS también se pueden obtener unidades FRY acumuladas en cualquier período de tiempo.

Reglas de decisión basadas en Unidades FRY acumuladas

| | Resistencia del Cultivo | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Susceptible | Moderadamente Susceptible | Moderadamente Resistente |
| Se debe realizar una aplicación si han pasado cinco días desde la última aplicación y si las unidades FRY acumuladas desde la última aplicación son mayores que: | 30 | 35 | 40 |

Uso del Modelo: El acumulador de unidades FRY de la μ METOS muestra la lluvia acumulada y las unidades FRY acumuladas, para las tres clases de susceptibilidad, desde la fecha elegida. Se selecciona como fecha escogida la de la última aplicación la lluvia acumulada le ayudará a estimar el grado en que se ha lavado el fungicida aplicado. Puede repasar los valores diarios de precipitación para ver la distribución de lluvias en ese período. Si justo después de la aplicación se produjo una gran tormenta de lluvia, es muy probable que la mayor parte del fungicida se haya lavado. Si conoce el grado de resistencia de su variedad puede comprobar si las unidades acumuladas sobrepasan los umbrales de aplicación propuesto.

Ejemplo: En Stryria, en las dos primeras semanas de Junio de 1998 se dieron 44 mm de precipitación. Asumiendo que se realizó una aplicación el 1 de Junio, los primeros períodos de precipitación importantes se produjeron el 8 y el 11 de Junio. Fungicidas antiguos tales como MANCOZEP o CAPTAN se habrían inactivado o lavado para esa fecha. En variedades sensibles (S) el umbral de 30 unidades FRY se alcanza el seis de junio por lo que sería necesaria una aplicación. Después de las fuertes lluvias y dada la acumulación FRY sería necesaria una nueva aplicación el 9 de junio. En el caso de variedades moderadamente susceptibles (MS) se acumula un total de 42 unidades FRY en la quincena. El umbral de 35 se alcanza el 12 de Junio, fecha recomendada para la aplicación. En ningún momento se alcanza el umbral de variedades resistentes (MR) por lo que se podría haber ahorrado una aplicación.

| Fecha | Precipitación mm | Unidades FRY diarias | | |
|----------|---------------------|----------------------|----|----|
| | | S | MS | MR |
| 01.06.98 | 1,2 | 7 | 5 | 5 |
| 02.06.98 | 0 | 6 | 4 | 4 |
| 03.06.98 | 6,2 | 0 | 0 | 0 |
| 04.06.98 | 4,6 | 6 | 5 | 4 |
| 05.06.98 | 0,4 | 7 | 6 | 5 |
| 06.06.98 | 0 | 5 | 2 | 2 |
| 07.06.98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08.06.98 | 11,8 | 0 | 0 | 0 |
| 09.06.98 | 0 | 6 | 4 | 4 |
| 10.06.98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.06.98 | 12,8 | 6 | 4 | 4 |
| 12.06.98 | 5,4 | 7 | 6 | 5 |
| 13.06.98 | 2 | 6 | 5 | 4 |
| 14.06.98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 44,0 | 56 | 42 | 37 |

Cómo utilizar los diferentes modelos de Mildiu del Tomate y la Patata

Al principio puede parecer confuso disponer de tres modelos diferentes para una misma enfermedad de un mismo cultivo. Sin embargo cada uno de los modelos simula adecuadamente diferentes momentos o etapas de desarrollo del Mildiu de la Patata.

La Prognosis Negativa de Schröder y Ulrich entrega información sobre cómo se va acumulando el potencial de inóculo durante la primavera y el verano. En años de fuerte y moderado inóculo primario procedente del invierno anterior, cuando la μ METOS presenta un asterisco, nos indica que debemos esperar la aparición de los primeros ataques. Dos asteriscos nos indican el momento en que deberíamos encontrar los primeros ataques de Mildiu en años normales y de baja presencia de inóculo primario. De este modo, el modelo nos indica cuándo debemos empezar a realizar las aplicaciones.

El modelo IPI para Mildiu aéreo de Tomate también es un modelo de Prognosis negativa. Sólo es útil en zonas donde no se cultiva tomate durante el invierno. Si se producen heladas en el invierno, se destruyen las fuentes de inóculo de *Phytophthora infestans* y éstas tienen que acumularse de nuevo en la primavera. El modelo IPI indica como se va acumulando nuevo inóculo a lo largo de la primavera. En la zona en que se ha desarrollado, las aplicaciones comienzan cuando se alcanza el valor de 15. Este umbral debe ser revisado para ajustarlo a otras zonas.

Los períodos de Smith señalan períodos favorables para la expansión del patógeno. En estos períodos el cultivo debe estar protegido por un fungicida. Por ello se pueden utilizar para guiar la aplicación de productos preventivos y/o curativos. La planificación de aplicaciones con fungicidas puede ayudarse con los pronósticos del tiempo.

Las Unidades FRY están diseñadas para planificar las aplicaciones y controlar la enfermedad. El acumulador de unidades FRY permite ir comprobando si se han superado los umbrales según la resistencia de la variedad cultivada, en cada período de tiempo. Los umbrales presentados en este manual se han calculado para fungicidas preventivos. Cuando utilice nuevos compuestos las unidades FRY se pueden utilizar como cantidades orientativas si bien es conveniente ir generando nuevos umbrales para cada compuesto y en cada clima.