



## INFORMATIVO AGROPECUARIO BIOLECHE - INIA QUILAMAPU



### DIVERSIFICACIÓN DEL GERMOPLASMA DE MANZANO

PARA RESISTENCIA A LA SARNA DEL MANZANO (*Venturia inaequalis*)  
Y OÍDIO (*Podosphaera leucotricha*).

[Magdalena Cruz A.](#)  
Ingeniera Agrónoma, Ph. D.  
Investigadora INIA-Quilamapu

#### Introducción

La sarna del manzano, causada por el hongo *Venturia inaequalis*, es la enfermedad más importante en los huertos comerciales de este frutal. Sólo en algunos áreas a nivel mundial ocupa un segundo lugar después del oídio, causado por *Podosphaera leucotricha*. Las primeras recomendaciones para controlar *V. inaequalis* fueron las aplicaciones de caldo bordelés. Cinco kilos de manzana eran suficientes para pagar los costos por hectárea, con una relación costo / beneficio de 1/193, altamente favorable al tratamiento. Hoy día la situación no ha cambiado mucho. La aplicación de fungicidas es todavía la solución óptima y que mejor asegura la máxima producción de alta calidad. De acuerdo a las condiciones climáticas, en las regiones VII y VIII puede necesitarse entre 8 y 16 aplicaciones de fungicidas para el control de *V. inaequalis*. Este número varía en relación directa con las precipitaciones de primavera y verano.

Sin embargo, la preocupación de los consumidores por los residuos de pesticidas en los alimentos y el deterioro del ambiente por un uso excesivo de agroquímicos, demanda una nueva orientación de los sistemas de producción agrícola. En este contexto, el uso de resistencia genética es considerado altamente ventajoso tanto para el productor, como para los consumidores y ambiente.

#### Resistencia y Susceptibilidad

Todas las especies de manzano (*Malus spp*) son susceptibles a *V. inaequalis* y todas las especies son resistentes en alguna extensión. La resistencia puede ser tan efectiva que no haya evidencia visible de la enfermedad o puede presentarse con síntomas que abarcan desde un leve punteado o pequeñas manchas, hasta una lesión esporulante. Todos estos síntomas son el resultado de respuestas de resistencia, aunque algunas reacciones han sido arbitrariamente llamadas reacciones de susceptibilidad. Por ejemplo, un cultivar que desarrolla lesiones esporulantes es considerado susceptible. Pero aunque esa planta pueda tener un nivel más bajo de resistencia que otra que sólo desarrolla lesiones cloróticas, su reacción está condicionada por el sistema de resistencia.



Dos segregantes altamente susceptibles a oídio, cubiertos de micelio y conidias blanquecinas del hongo, en una progenie en su mayoría resistente a *Venturia* y oídio.

Varios términos han sido usados para describir los modos de herencia de la resistencia a *Venturia* en manzano: resistencia monogénica, de expresión cualitativa, condicionada por un solo gen dominante; resistencia oligogénica, dada por unos pocos genes; y resistencia poligénica, de expresión cuantitativa, gobernada por varios genes menores. La existencia de estos diferentes tipos de resistencia ha llevado a la búsqueda, mediante hibridaciones, de nuevas variedades que tengan incorporados genes de resistencia a esta enfermedad.



Daño de *Venturia inaequalis* en el fruto.



Selección de dos años resistente a *Venturia* y oídio.

## Mejoramiento para resistencia y calidad

Numerosos programas de mejoramiento han sido iniciados en diversos países en los últimos 60 años, liberando a la fecha alrededor de 50 variedades resistentes a *V. inaequalis*. La mayoría son portadoras del gen de resistencia dominante Vf, proveniente de *Malus floribunda* clon 821, con un amplio rango de genotipos que varían en un período de madurez desde 75 a 180 días o más, con frutos de calibre grande, pulpa crocante, buen comportamiento en almacenaje, y un amplio rango en sabor y color de piel. Aunque el objetivo primario de estos programas de mejoramiento es la obtención de frutos de alta calidad dentro de una población resistente a *V. inaequalis* y menos susceptible a oídio y a algunas plagas, ninguna de ellas ha logrado superar en propiedades organolépticas a las variedades susceptibles actualmente en el comercio.

Considerando las ventajas del cultivo del manzano en Chile, entre ellas la ausencia de otras grandes limitantes sanitarias como el fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*) y la roya (*Gymnosporangium juniperi-virginianae*), en 1995 se inició en el INIA Quilmapu un programa de cruzamientos con el objetivo de diversificar el germoplasma de manzano comercial introduciendo resistencia a *V. inaequalis* y oídio, para luego seleccionar por calidad de fruta dentro de las poblaciones resistentes obtenidas.

Anualmente se realiza alrededor de 25 cruzamientos entre variedades comerciales y variedades mejoradas portadoras del gen Vf, además de resistencia poligénica a oídio. La progenie de estos cruzamientos es sembrada en invernadero e inoculada artificialmente con *V. inaequalis* y oídio, procediendo a la selección de los individuos resistentes. Estas selecciones son plantadas en el campo donde continúa la eliminación de material sensible a oídio y de características agronómicas deficientes. Al año y medio de permanencia en vivero, los individuos escogidos son injertados en patrones M27, para seleccionar por calidad de fruto entre el segundo y cuarto año. Una segunda selección por calidad y rendimiento sobre las selecciones anteriores injertadas sobre M9, se efectúa entre el sexto y octavo año, para luego continuar con evaluaciones en ensayos regionales de esas selecciones injertadas sobre patrones comerciales. Al cabo de 12 años podría decidirse la liberación de un híbrido como una nueva variedad, necesitándose otros diez años para alcanzar un volumen de producción comercial.

## Razas del hongo y estabilidad de la resistencia

La población natural de *V. inaequalis* es una mezcla de individuos de diferente virulencia, originada por la recombinación de su material genético en la etapa de reproducción sexual. A nivel mundial se ha identificado siete razas de *V. inaequalis* con particular virulencia en especies y selecciones diferenciales escogidas de *Malus*. La posibilidad de desarrollo de razas de *V. inaequalis* que pudieran derrotar una fuente individual de resistencia, como es el gen Vf, ha sido una inquietud desde el comienzo de los programas de mejoramiento. Permanentemente se realiza esfuerzos por encontrar y caracterizar fuentes adicionales de resistencia, con el objetivo de obtener una recombinación de genes de resistencia cualitativa y cuantitativa, para producir un nuevo cultivar con esta característica estable. Aunque el gen Vf es todavía el más usado en todos los programas de mejoramiento, otros genes mayores de resistencia han sido incluidos (Vr, Vjonsib), además de fuentes de resistencia poligénica de selecciones de Antonovka y selecciones portadoras de resistencia a oídio. En Chile es posible encontrar estas fuentes de resistencia en antiguas variedades de procedencia europea, las que están siendo utilizadas en los cruzamientos.

La detección y caracterización de razas de *V. inaequalis* presentes en el país, se ha iniciado con la introducción y posterior establecimiento, a lo largo de la zona productora de manzanas, de los hospederos diferenciales de las siete razas conocidas.