

Resistencia natural a nemátodos fitoparásitos: el caso de los frutales de carozo y nemátodos agalladores *Meloidogyne* spp.



Pablo Meza M.
Nematólogo
Investigador INIA La Platina



INIA estudia una alternativa amigable con la salud humana y el medio ambiente, para evitar la disminución de potencial productivo en frutales ocasionado por nemátodos fitoparásitos, los que en frutales de carozo pueden provocar pérdidas cercanas al 15 %, debido a que afectan el sistema radicular de la planta, limitando el paso de agua y nutrientes.

Los nemátodos fitoparásitos son microorganismos de cuerpo no segmentado, incoloros y, generalmente, vermiformes¹. Habitan en el suelo, desde donde acceden a sus hospederos para completar su ciclo biológico. Debido a su tamaño microscópico y hábitos de vida son difíciles de detectar, identificar y controlar. Son considerados importantes parásitos de plantas, que afectan el desarrollo de los cultivos al deteriorar el sistema radicular. El daño de los nemátodos sobre los cultivos es a menudo subestimado, sin embargo, se ha establecido que en promedio provocan un 10 % de pérdidas en la agricultura mundial. Este daño se traduce en disminución del vigor y baja en la productividad, pudiendo llegar a ocasionar muerte de plantas.

La mejor estrategia para contrarrestar el daño ocasionado por estos fitoparásitos es la implementación de un esquema de manejo integrado, en el que se deben considerar diversas alternativas o

herramientas. El uso de variedades resistentes es una de las más económicas, amigables con el medio ambiente y con la salud humana, ya que disminuye el uso de pesticidas. En Nematología, la resistencia natural a nemátodos se refiere a la capacidad que tienen los cultivos de limitar o restringir la reproducción de estos fitoparásitos; lo opuesto es la susceptibilidad, que se observa en aquellos cultivos que permiten su multiplicación.

Los mecanismos de resistencia de las plantas frente a nemátodos fitoparásitos están relacionados con barreras estructurales o químicas que les permiten limitar la actividad de estos fitoparásitos o mecanismos, que son activados una vez que los nemátodos inician su actividad parásita (postinfección), generalmente, dentro de la raíz. En este artículo nos centraremos en la resistencia natural de postinfección que se ha observado en frutales de carozo frente a nemátodos agalladores.

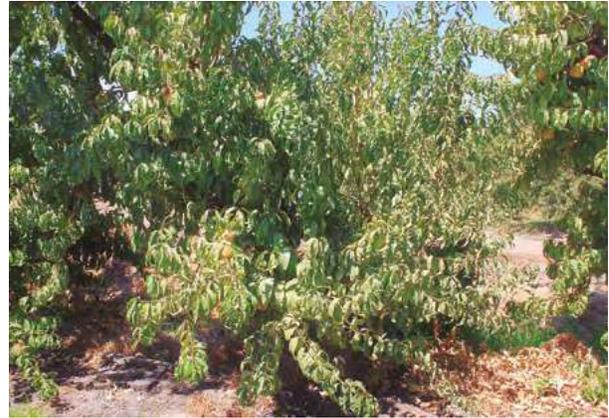
Uno de los géneros de nemátodos fitoparásitos más dañino en cultivos agrícolas de Chile y el mundo es *Meloidogyne* spp., conocido comúnmente como nemátodo agallador. Tiene más de 2.000 hospederos, entre ellos: hortalizas,

cereales, frutales, ornamentales y forestales, en los que puede ocasionar graves pérdidas económicas. En cuanto a su ciclo biológico, es el juvenil de segundo estadio (J2) o estado infestivo (**FIGURA 1**) el que ingresa a la raíz desde el suelo, generalmente por ápices radiculares. Una vez dentro, se establece en un punto cercano al cilindro central, sufre diversas mudas de su cutícula (cubierta externa) hasta alcanzar la madurez, induciendo durante su establecimiento y desarrollo, la formación de células gigantes multinucleadas y altamente especializadas, las que se transforman en su sitio de alimentación. Alrededor de este sitio se produce hipertrofia e hiperplasia celular, lo que origina la agalla o nódulo radicular característico. La presencia de estas agallas en las raíces limita considerablemente la absorción de nutrientes y agua, afectando la productividad de los cultivos. Son las hembras las que originan las agallas, ya que los machos abandonan la raíz. Una hembra puede poner cientos de huevos en una masa gelatinosa, desde donde emergen los J2 para completar un ciclo biológico que dura 30 días a una temperatura de 28 °C.

¹ Vermiforme: adjetivo utilizado para caracterizar seres vivos o estructuras que tienen forma parecida a un gusano o verme.



➤ **Figura 1.** Juvenil de segundo estado (J2), *Meloidogyne* spp.



➤ **Figura 2.** Daño ocasionado por nemátodos agalladores en duraznero. El árbol muestra amarillamiento y falta de vigor, típicos síntomas ocasionados por estos nemátodos.

En frutales de carozo *Prunus* spp., los nemátodos agalladores pueden provocar pérdidas de rendimiento cercanas al 15 % (FIGURA 2), lo que ha motivado la búsqueda de genotipos resistentes a estos fitoparásitos. Es así como la mayoría de los programas de mejoramiento genético del mundo destinados a la obtención de nuevos portainjertos, ha considerado a los nemátodos agalladores como un aspecto relevante en el desarrollo de sus nuevos materiales.

En Chile, durante los primeros años de la industria de frutales de carozo, uno de los portainjertos más utilizados fue Pomona (*Prunus persica*), compatible con variedades de duraznero y nectarino. Este portainjerto tenía características que lo hacían uno de los más apetecidos por los productores, sin embargo, una de sus desventajas era su susceptibilidad a nemátodos agalladores, por lo que dejó de ser utilizado. En respuesta, la industria introdujo en la década de los 60 el portainjerto NemaGuard (*P. persica* x *P. davidiana*), con una buena resistencia a estos nemátodos.

Con posterioridad, y luego de años de investigación, se ha confirmado que la resistencia natural que presenta este portainjerto de duraznero se debe a la presencia de un gen conocido como *RMia*. Al ser esta resistencia

El uso de variedades resistentes es una de las estrategias más económicas, amigables con el medio ambiente y con la salud humana, ya que disminuye el uso de pesticidas.

controlada principalmente por un solo gen se dice que es una resistencia monogénica. Dentro del género *Prunus* se encuentran los ciruelos que, en general, también muestran resistencia a nemátodos agalladores. Investigaciones recientes establecen que, al igual que en el caso de durazneros, los ciruelos presentan una resistencia monogénica explicada por otro gen, el *Ma*.

Por otro lado, dentro del género *Meloidogyne* se han registrado cerca de 95 especies, las que son difíciles de identificar, a través de métodos taxonómicos tradicionales. Es así como el desarrollo de herramientas moleculares ha permitido identificarlas con mayor exactitud y facilidad. De todas formas, la experiencia internacional ha establecido que en la búsqueda de resistencia natural a nemátodos fitoparásitos en cultivos de interés agrícola, uno de los primeros pasos es la correcta identificación de las

especies de nemátodos que se desea contrarrestar.

En Chile, el género *Meloidogyne* tiene una amplia distribución geográfica, parasitando diversos cultivos de importancia agrícola, incluidos los frutales de carozo. Una de las primeras investigaciones en nuestro país, destinada a identificar las especies de este género, fue la realizada por INIA. Luego de utilizar marcadores morfológicos, morfométricos, moleculares y bioquímicos para identificar 20 aislados colectados en la zona central del país, se estableció la presencia de tres especies: *M. ethiopica*, *M. javanica* y *M. arenaria*. Siendo la de mayor prevalencia *M. ethiopica*, la que dicho sea de paso, tiene una distribución mundial muy acotada, lo que pone a nuestro país en una situación muy particular, dada su presencia. Además, en este estudio junto con identificar las especies de nemátodos agalladores, se investigó



Figura 3. Fuerte agallamiento provocado en patrón Pomona.



Figura 4. Raíces de Marianna 2624, sin agallamiento.

la respuesta de tres portainjertos, Pomona (*Prunus persica*), NemaGuard (*P. persica* x *P. davidiana*) y Marianna 2624 (*P. cerasifera* x *P. munsoniana*) frente a estos fitoparásitos.

Luego de dos temporadas de evaluación se observó que el patrón Pomona, descrito previamente como susceptible, confirmaba su evaluación preliminar mostrando un fuerte agallamiento en sus raíces (Figura 3), sin embargo, frente a algunos aislados mostró resistencia. Por su parte, el portainjerto NemaGuard, descrito previamente como resistente, aunque confirmó su estatus, mostró alta resistencia frente a *M. arenaria*, pero susceptibilidad frente a *M. javanica*. Mientras tanto, el patrón Marianna 2624 fue inmune a todas las especies y aislados de nemátodos agalladores testados, sin permitir el desarrollo de agallas en sus raíces (Figura 4).

De esta forma, los resultados de la investigación permiten establecer que la resistencia a nemátodos fitoparásitos tiene tres posibilidades de expresión:

- Resistencia aislado-específica, presentada por el portainjerto Pomona, ya que se observó sólo

frente a algunos aislados de *Meloidogyne*.

- Resistencia especie-específica, que corresponde a la de NemaGuard, ya que este portainjerto fue muy resistente a *M. arenaria*, pero no a *M. javanica*.
- Resistencia género-específica, observada en el caso de Marianna 2624, ya que este patrón fue inmune a todas las especies de nemátodos agalladores evaluadas.

De estas tres posibilidades, aislado-específica, especie-específica y género-específica, la última corresponde a una resistencia de amplio espectro, ya que no permitió la reproducción de ninguna especie del género *Meloidogyne* en evaluación. Teniendo en consideración lo anterior, es que los programas de mejoramiento genético de frutales de carozo, han tratado de incorporar a sus nuevos materiales genéticos la resistencia de amplio espectro, lo que se ha logrado realizando cruzamientos interespecíficos.

En el estudio de la interacción entre frutales de carozo y nemátodos agalladores, se demostró que para

identificar cultivos resistentes, es absolutamente necesario identificar inequívocamente las especies de estos fitoparásitos. Además, en estas evaluaciones se deben utilizar aislados de mayor agresividad. Sólo de esta forma se podrán establecer conclusiones adecuadas en cuanto al espectro de la resistencia del material vegetal frente a los nemátodos de interés. La no utilización de este esquema de investigación puede llevar a la obtención de conclusiones erróneas en cuanto al comportamiento de las variedades bajo evaluación, pudiendo ser clasificadas como resistentes, cuando en realidad presentan una resistencia parcial (a algunos aislados o a algunas especies) y no una resistencia de amplio espectro como la identificada en Marianna 2624. Esquemas de investigación similares al de este estudio son necesarios en cultivos agrícolas sometidos a una fuerte presión por nemátodos fitoparásitos en Chile, tales como tomate cultivado bajo invernadero atacado por *Meloidogyne* spp. o papa atacada por el nemátodo dorado, *Globodera rostochiensis*. TA