



Portainjertos para duraznero resistentes a nemátodos

“Para obtener un óptimo resultado productivo en un huerto frutal, la elección de un portainjerto adecuado es fundamental. Una de las características a considerar es la resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas.”

Paula Mella
Profesor Guía Carlos Sotomayor
csotomas@uc.cl

Este trabajo fue realizado en base al proyecto FDI OOC7AT-12 "Introducción, caracterización y evaluación productiva de nuevos portainjertos de duraznero y nectarino para Chile".

Los nemátodos fitoparásitos son un problema grave en un huerto frutal, debido al daño que causan al alimentarse del sistema radical de las plantas. Como consecuencia de esto se altera el crecimiento y funcionamiento de las raíces, las plantas quedan más susceptibles al ataque de hongos, bacterias y virus, acortándose así la vida útil del huerto.

La supervivencia y reproducción de los nemátodos se ven afectadas por tres factores: la temperatura, la humedad y las propiedades físicas del suelo.

En Chile las especies más nocivas para los cultivos frutales pertenecen a los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*.

El género de mayor importancia es *Meloidogyne*, debido a su agresividad y amplia distribución. Son endoparásitos sedentarios, es decir, penetran totalmente las raíces y permanecen fijos dentro de la planta durante una parte de su ciclo biológico. El síntoma más común de la infección

por esta especie es la presencia de engrosamientos distintivos de las raíces, llamados agallas, nódulos o nudos, los que pueden medir desde 1 ó 2 milímetros de diámetro en las raíces muy pequeñas, hasta 1 cm. o más en las grandes (ver figura 1). Los síntomas que se pueden apreciar son inhibición de la brotación, disminución del crecimiento, deficiencias nutricionales en forma de clorosis del follaje, marchitez temporal y disminución de la producción o pérdida de ésta.

Los nemátodos pertenecientes al género *Pratylenchus*, son endoparásitos migratorios, altamente polífagos. Se conocen como nemátodos lesionadores puesto que al alimentarse en el interior de las raíces desdoblán sustancias vegetales como la amígdalina, transformándola en ácido cianhídrico (HCN), que provoca lesiones necróticas. Además a causa de la migración intracelular se genera oscurecimiento de raíces y

reducción o ausencia de raicillas finas (ver figura 2). Producen síntomas aéreos como defoliación temprana, disminución de la producción, desuniformidad y muerte temprana del huerto. Los síntomas no son específicos y pueden ser enmascarados o confundidos con los producidos por otros patógenos del suelo o con factores abióticos que causan estrés. Los daños son especialmente importantes en los estados iniciales de las plantas. *Xiphinema* es un ectoparásito migratorio vector de virus, todos los frutales de carozo sirven como hospederos a este nemátodo. La especie más frecuente en diversos cultivos de frutales y vides es *Xiphinema americanum*.

Cultivares Resistentes

Frente al ataque de los nemátodos, las plantas reaccionan de diferente manera. La magnitud del daño a la planta depende del número de individuos que estén alimentándose y de su tasa de reproducción. La resistencia a los nemátodos puede deberse a un solo gen mayor (resistencia vertical o

resistencia específica a una raza) o estar controlada por varios genes menores (resistencia horizontal o generalizada). En el primer caso, las plantas son inmunes o hipersensitivas, y es el tipo de resistencia que se presenta frente a los nemátodos del nudo. El segundo caso es más frecuente frente al nemátodo de las lesiones, en donde la resistencia es variable.

En los nemátodos migratorios como *Pratylenchus*, la multiplicación en las células del parénquima cortical que colonizan depende de la resistencia física en los tejidos de la planta. En el caso de los nemátodos sedentarios, tales como *Meloidogyne*, la resistencia a menudo está ligada a una reacción de hipersensibilidad de las primeras células picadas por la larva. Estas células mueren y aíslan al nemátodo.

Cabe destacar que el espectro de la resistencia involucra solo una o dos especies de *Meloidogyne*. Además, es posible descubrir una población (o raza) que aunque perteneciente a una especie conocida como no-agresiva respecto de un clon específico, logra multiplicarse

en este último.

En Chile, el INIA en colaboración con el Proyecto Internacional Meloidogyne, ha llegado a determinar la presencia de las razas 2 y 3 de *M. incognita* y de la raza 2 de *M. arenaria*. Esto se traduce en la necesidad de probar el material vegetal para diversas poblaciones de la misma especie. En el plano práctico, esta variabilidad implica que los portainjertos comercializados como resistentes en su zona de origen, deben ser re-evaluados para precisar si su resistencia es conservada en otras regiones de cultivo. Asimismo, la expresión de la resistencia puede variar según las condiciones ambientales o por factores que afectan los mecanismos de defensa de las plantas. La temperatura, la edad de las plantas y/o su estado nutricional, la presión del inóculo y el pH del suelo son algunos de los principales factores.

Portainjertos para duraznero

En nuestro país, durante muchos años la utilización de portainjertos francos de semilla

Tabla 1. Información general de 6 patrones de *Prunus* evaluados frente a su comportamiento contra distintas especies de nemátodos.

PATRÓN	ESPECIE	ORIGEN	CARACTERÍSTICAS
Cadaman	<i>P. persica</i> × <i>P. davidiana</i>	INRA, Francia	Resistente a <i>Meloidogyne incognita</i> .
GF-677	<i>P. persica</i> × <i>P. dulcis</i> (Híbrido natural)	INRA, Francia	Buen Vigor, alta compatibilidad y resistente a clorosis férrica. Susceptible a <i>Meloidogyne</i> .
GN 15	<i>P. dulcis</i> × <i>P. persica</i>	SIA, España	Buen vigor, fácil propagación y resistente a <i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i> y <i>M. javanica</i> .
MRS 2/5	<i>P. cerasifera</i> × <i>P. spinosa</i>	Italia	Aparentemente no se afecta por nemátodos.
Nemaguard	<i>P. persica</i> × <i>P. davidiana</i> (Híbrido natural)	USDA, California, E.E.U.U.	Resistente a <i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i> y <i>M. javanica</i> . Sensible a <i>Pratylenchus vulnus</i> .
Viking	<i>P. persica</i> × <i>P. dulcis</i> × <i>P. blireiana</i>	USDA, California, E.E.U.U.	Resistente a <i>Meloidogyne</i> .

INRA = Institut National de la Recherche Agronomique; SIA = Servicio de Investigación Agraria; USDA = United States Department of Agriculture.

ha sido la base de las plantaciones de duraznero y nectarinos, destacándose la variedad Pomona, un cultivar para la industria de cosecha tardía, y Chuche Picudo. En 1961 se introdujo al país el portainjerto Nemaguard caracterizado por producir plantas uniformes y vigorosas y, por la resistencia al ataque de algunas especies de nemátodos (*Meloidogyne*). Sin embargo, es sensible al frío, al cáncer bacterial y a la agalla del cuello. En la actualidad, Nemaguard es el portainjerto más utilizado en Chile, seguido por Nemared, una mutación del mismo.

Pese a la preocupación por modernizar el sector en lo referente a variedades o sistemas productivos, no se han realizado muchos esfuerzos por introducir nuevos portainjertos que permitan solucionar algunos de los problemas o limitaciones del cultivo del duraznero.

Con el objetivo de contar con alternativas para solucionar los problemas concretos que enfrenta la fruticultura chilena en lo referente al cultivo de frutales de carozo, la FUNDACIÓN AGRO-UC junto con Corfo mediante su Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) Univiveros y Viveros Requinoa se encuentran desarrollando el

proyecto “Introducción, Caracterización y Evaluación productiva de Nuevos Portainjertos de Duraznero y Nectarino para Chile”. A continuación se presentan los resultados preliminares obtenidos.

Materiales y métodos

En noviembre del 2001, plantas de un año de edad de los cultivares Cadaman, GF-677, GN15, MRS 2/5, Nemaguard y Viking, fueron puestas en contenedores de alto volumen, con el objetivo de conocer y/o validar su comportamiento frente a los nemátodos del género *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. Las principales características agronómicas de estos cultivares se detallan en la Tabla 1.

Para determinar la resistencia o susceptibilidad de los portainjertos frente a los nemátodos, se realizaron evaluaciones en cuatro fechas, se tomó una muestra de suelo y raicillas de cada portainjerto y se determinó la población final de nemátodos por planta (suelo y raíz), y la tasa de reproducción de los nemátodos para ese período. Adicionalmente, se realizó una observación visual en raicillas

Para evaluar el comportamiento frente a *Meloidogyne*, las plantas se

clasificaron en 4 categorías, de acuerdo a la reproducción del nemátodo y a la presencia de agallas en las raíces: HR = altamente resistente (el nemátodo puede o no invadir las raíces, pero su reproducción fue muy pequeña o no se reprodujo); R = resistente (reproducción limitada con población final de nemátodos más baja que la inicial); MR = moderadamente resistente (población final más baja o levemente mayor que la inicial; agallamiento escaso, aunque distinguible); S = Susceptible (densidad de los nemátodos se incrementa rápidamente, causando abundante agallamiento).

En el caso de *Pratylenchus*, se estableció un sistema de rangos para determinar la capacidad hospedera de las plantas, basada en la tasa de incremento poblacional (Pf/Pi - Población final/Población inicial): NH = no hospedera (no se encuentran nemátodos en las raíces); PH = pobre hospedero (Pf/Pi <3); H: hospedero (Pf/Pi >3). Como es difícil determinar en forma precisa la resistencia de la planta hospedera al nemátodo de la lesión, el número de nemátodos por gramo de raíces continúa siendo considerado como el parámetro más confiable en la

Tabla 2. Niveles poblacionales de <i>Pratylenchus</i> spp.				
PATRÓN	Población final / Planta (suelo y raíz)			
	Oct-02	Abr-03	Nov-03	Abr-04
Cadaman	40	90	76	70
GF-677	110	70	40	40
GN-15	100	40	77	30
MRS 2/5	90	10	0	10
Nemaguard	40	40	30	60
Viking	60	70	15	30

Tabla 3. Niveles poblacionales de <i>Meloidogyne</i> sp.				
PATRÓN	Población final / Planta (suelo y raíz)			
	Oct-02	Abr-03	Nov-03	Abr-04
Cadaman	0	10	0	10
GF-677	20	160	77	930
GN-15	20	10	0	10
MRS 2/5	10	0	3	0
Nemaguard	10	0	0	10
Viking	10	0	0	0



Figura 1

medición de la capacidad hospedera y su probable susceptibilidad.

También se consideró el nivel crítico de infestación, el que ocurre con 20 ejemplares por 250 g de suelo para el caso de *Meloidogyne*, y con 50 individuos por 250 g de suelo para el caso de *Pratylenchus*. Cuando las poblaciones sobrepasan este nivel, se considera que existe una infestación severa y si está por debajo, la infestación es leve.

Resultados y Discusión

En cuanto a la población final de nemátodos (tabla 2 y 3) se puede apreciar que el comportamiento frente a *Pratylenchus* parece indicar que todos los patrones son hospederos posibles para este parásito. En la primera evaluación, realizada en octubre del 2002, GF-677, GN 15, MRS 2/5 y Viking tuvieron un nivel de infestación severo, mientras que Cadaman y Nemaguard sólo mostraron un nivel de infestación leve. En evaluaciones posteriores, el comportamiento de los patrones frente al ataque del nemátodo fue variable, sólo Nemaguard mantuvo una población similar a la obtenida en la primera

evaluación. Cadaman aumentó significativamente el número de individuos en el suelo, logrando un nivel de infestación severo, que se mantuvo en el tiempo. GF-677 mostró una disminución progresiva de los individuos llegando a niveles de

infestación leve. MRS 2/5 también mostró una disminución de individuos pero en un grado aún mayor, obteniendo los niveles más bajos de infestación; esto indicaría su mayor grado de resistencia frente a *Pratylenchus*, respecto de los otros patrones en estudio. En los patrones GN-15 y Viking, no es posible establecer una tendencia clara respecto al comportamiento frente al nemátodo de la lesión, aunque en Viking es posible observar que en los últimos dos períodos evaluados el nivel de infestación cambió de severo a leve.

Dado que para el caso de *Pratylenchus* no se inoculó la segunda temporada (octubre 2002), las poblaciones encontradas en abril del 2003 corresponderían a aquellos individuos que lograron sobrevivir y reproducirse en el patrón; considerando esto, GF-677 y MRS 2/5 al parecer no serían buenos hospederos ya que el número de individuos presentes en el suelo y raicillas disminuyó considerablemente. Por el contrario, Cadaman parece ser un mejor hospedero para este nemátodo, respecto de los otros patrones en estudio.

La respuesta frente al

ataque de *Meloidogyne* fue más determinante que para el caso de *Pratylenchus*. El primer año, GF-677 y GN 15 presentaron un nivel de infestación medio; MRS 2/5, Nemaguard y Viking presentaron un nivel de infestación leve; mientras que Cadaman no se vio afectado. En evaluaciones posteriores, se observa que GF-677 aumenta significativamente la población de *Meloidogyne*, manteniéndose muy por encima del resto de los patrones, evidenciando de este modo su sensibilidad frente al ataque de este nemátodo. En GN 15, la población en el suelo disminuye, llegando a desaparecer por completo en la tercera evaluación, lo que demuestra una clara superioridad en su comportamiento frente a este nemátodo respecto de GF-677. En Cadaman, a pesar que en octubre del 2002 no se encontró presencia de nemátodos del tipo *Meloidogyne*, se registra cierta cantidad de individuos en abril del 2003, lo que se explica por la inoculación realizada en octubre del 2002. Este comportamiento se repite en las evaluaciones realizadas en noviembre del 2003 y abril del 2004, lo que revela que en épocas más favorables para el crecimiento de los nemátodos (por las mayores temperaturas), éstos son capaces de reproducirse. Sin embargo esta condición no se mantiene en el tiempo, lo que evidencia el alto grado de resistencia de este patrón frente al nemátodo del suelo.

Los patrones MRS 2/5 y Viking muestran un claro comportamiento de resistencia frente a *Meloidogyne*, similar a Nemaguard, ya que a pesar de las inoculaciones efectuadas, en

Tabla 4. Índices reproductivos (R) de <i>Pratylenchus</i> .												
	Abr 02 - Oct 02			Oct 02 - Abr 03			Abr 03 - Nov 03			Nov 03 - Abr 04		
	Pi*	Pf	R	Pi*	Pf	R	Pi*	Pf	R	Pi*	Pf	R
Cadaman	47	40	0,9	40	90	2,3	91	76	0,8	76	70	0,9
GF-677	47	110	2,3	110	70	0,6	71	40	0,6	40	40	1,0
GN 15	47	100	2,1	100	40	0,4	41	77	1,9	77	30	0,4
MRS 2/5	47	90	1,9	90	10	0,1	11	0	0,0	0	10	-
Nemaguard	47	40	0,9	40	40	1,0	41	30	0,7	30	60	2,0
Viking	47	60	1,3	60	70	1,2	71	15	0,2	15	30	2,0

Pi* : Población inicial de nemátodos después de la inoculación; Pf : Población final de nemátodos; R : Índice reproductivo de la población.

las evaluaciones posteriores no se encontraron individuos presentes. Este comportamiento concuerda con la teoría de que plantas jóvenes son más vulnerables al ataque de los organismos patógenos, pero luego son capaces de activar mecanismos de resistencia que detienen el avance y la reproducción de dichos organismos.

Otro parámetro medido fue el Índice reproductivo de la población (R), éste se obtiene dividiendo la población final por la inicial (Pf/Pi). Las Tablas 4 y 5 muestran los índices reproductivos de *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. Los resultados indicaron que *Pratylenchus* fue capaz de reproducirse en todos

los patrones evaluados. Sin embargo, todos entran en la categoría de “pobre hospedero”, ya que ninguno muestra un índice de reproducción mayor a 3. En cuanto a las diferencias entre patrones, los datos actuales no permiten establecer claramente cual de ellos presenta mejor comportamiento frente a este nemátodo. Sin embargo, es posible notar que MRS 2/5 se destaca como el más resistente, al tener el menor índice reproductivo en las tres últimas evaluaciones, respecto de los otros patrones en estudio.

Para el caso de *Meloidogyne*, una diferencia clara se observa en GF-677. Este patrón muestra un crecimiento importante de la población,

especialmente en los períodos de altas temperaturas, lo que favorece la reproducción de los nemátodos. Esto evidencia la susceptibilidad de GF-677 frente a *Meloidogyne*. En MRS 2/5, Nemaguard y Viking el índice reproductivo de la primera temporada muestra que la población disminuyó, mientras que en las evaluaciones posteriores el índice refleja que no hubo reproducción. Estos antecedentes permiten suponer que estos tres patrones son los que presentarían una mayor resistencia al ataque del nemátodo.

Por otro lado, el parámetro de Daño en raíces determina la resistencia de los portainjertos al ataque de *Meloidogyne*, ya que evalúa la presencia o ausencia de

Tabla 5. Índices reproductivos (R) de <i>Meloidogyne</i> .												
	Abr 02 - Oct 02			Oct 02 - Abr 03			Abr 03 - Nov 03			Nov 03 - Abr 04		
	Pi*	Pf	R	Pi*	Pf	R	Pi*	Pf	R	Pi*	Pf	R
Cadaman	13	0	0,0	7	10	1,4	18	0	0,0	0	10	-
GF-677	13	20	1,5	27	160	5,9	168	77	0,5	77	930	12,1
GN 15	13	20	1,5	27	10	0,4	18	0	0,0	0	10	-
MRS 2/5	13	10	0,8	17	0	0,0	8	3	0,4	3	0	0,0
Nemaguard	13	10	0,8	17	0	0,0	8	0	0,0	0	10	-
Viking	13	10	0,8	17	0	0,0	8	0	0,0	0	0	0,0

Pi* : Población inicial de nemátodos después de la inoculación; Pf : Población final de nemátodos; R : Índice reproductivo de la población.

nodulaciones en raíces escogidas al azar, en cada una de las plantas estudiadas. Cabe destacar que ésta es una observación visual realizada sólo en una parte del sistema radical de cada planta, aunque permite dar una aproximación de los patrones que se muestran más sensibles al ataque del nemátodo.

El primer año, sólo se observaron nodulaciones en los patrones GF-677 y GN-15. Al segundo año, todos los patrones mostraron presencia de agallas en las raíces, aunque en distinto grado. El patrón GF-677 mostró el 100% de las plantas con agallas (Figura 3). Si bien todos los patrones evidenciaron el síntoma, GF-677 se vio afectado en mayor grado. Cadaman y GN-15 mostraron menor cantidad de nodulaciones y de menor tamaño que GF-677. Los patrones MRS 2/5, Nemaguard y Viking tuvieron el grado más bajo de agallas, encontrándose sólo en forma ocasional en algunas raíces.

Conclusiones

Considerando los tres parámetros anteriores, es posible establecer que GF-677 es el patrón más susceptible a nemátodos del género *Meloidogyne*. Esta reacción está determinada por la habilidad del nemátodo para interactuar compatiblemente con el hospedero. Esto concuerda con estudios realizados en Francia y España, los cuales señalan a este patrón como altamente susceptible al ataque de este nemátodo.

Los patrones MRS 2/5, Nemaguard y Viking se podrían clasificar como resistentes a *Meloidogyne* spp.,

ya que no multiplicaron de forma importante al nemátodo. Desde este punto de vista, y con los antecedentes disponibles hasta la fecha, estos tres patrones serían los más adecuados para establecerse en suelos infestados por nemátodos.

En el caso de GN 15 y Cadaman, si bien su comportamiento frente a los nemátodos del nudo no es tan claro, podrían considerarse como moderadamente resistentes. Aparentemente tendrían un menor grado de resistencia que Nemaguard, el cual se estableció como patrón testigo (resistente).

En cuanto a la respuesta frente a *Pratylenchus*, los resultados no muestran ninguna tendencia clara. A la fecha, sólo es posible concluir que todos los portainjertos del ensayo son hospederos de este organismo. Sin embargo, una diferencia levemente superior en cuanto a resistencia se observa en el patrón MRS 2/5. Esta superioridad podría deberse al hecho que es un híbrido de *Prunus cerasifera* (Myrobalán), reconocido por ser altamente resistente a *Pratylenchus*, teniendo algunos clones un mecanismo cercano a la inmunidad.

Al momento de considerar la implementación de cultivares resistentes en áreas infestadas por nemátodos, sin

duda la dinámica poblacional de las especies en cuestión es fundamental. Sin embargo, otro factor importante es el nivel de tolerancia de la planta, es decir, el potencial productivo del cultivar en suelo infestado. En algunas situaciones cultivo-nemátodo la tolerancia del cultivar al daño puede ser considerada más importante que el hecho de poseer factores de resistencia que inhiban la reproducción del nemátodo. De esto se desprende que el patrón GF-677, considerado susceptible al ataque de *Meloidogyne*, no sea descartado de inmediato, si no más bien deba ser evaluado en términos de su potencial productivo, puesto que tal vez sus características agronómicas lleven a considerar esta susceptibilidad como un factor de poca importancia frente a su capacidad productiva. Lo mismo es válido para los restantes portainjertos. Puede darse el caso que patrones con niveles de resistencia menor a Nemaguard, sean superiores en productividad, lo que los llevaría a plantearse como una buena alternativa frente a este patrón tradicionalmente utilizado.

Figura 2

