



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PORTAINJERTOS DE VID A TRES  
ESPECIES DEL GÉNERO *MELOIDOGYNE***

**OSCAR ALEJANDRO VILCHES SILVA**

**SANTIAGO – CHILE**  
**2010**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PORTAINJERTOS DE VID A TRES  
ESPECIES DEL GÉNERO *MELOIDOGYNE***

**ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF GRAPEVINE ROOTSTOCKS TO  
THREE SPECIES OF THE GENUS *MELOIDOGYNE***

**OSCAR ALEJANDRO VILCHES SILVA**

**SANTIAGO – CHILE**  
**2010**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PORTAINJERTOS DE VID A TRES  
ESPECIES DEL GÉNERO *MELOIDOGYNE***

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo

**OSCAR ALEJANDRO VILCHES SILVA**

Profesor Guía	Calificaciones
Sr. Erwin Aballay E. Ingeniero Agrónomo, M. Sc.	6,8
Profesores Evaluadores	
Sr. Jaime Auger S. Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Ph. D.	6,5
Sr. Ricardo Marchant S. Ingeniero Agrónomo, M. Sc.	6,0

**SANTIAGO – CHILE**  
**2010**

## **TABLA DE CONTENIDOS**

<b>RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>Palabras claves</b>	<b>2</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>Key words</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>8</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>11</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>17</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>18</b>

## RESUMEN

Durante la temporada 2008-2009 se evaluaron cinco portainjertos y tres variedades francas de vid ante la presencia de tres especies de nemátodos del género *Meloidogyne*: *M. ethiopica*, *M. hapla* y *M. javanica*.

Los portainjertos y variedades utilizados fueron: 1103 P, 101-14, K 5BB, SO4, 3309 injertados con la variedad Chardonnay y como testigo se usó Chardonnay, Pinot Noir y Thompson Seedless.

Los parámetros evaluados fueron: peso radical de cada planta, número de nódulos y huevos por gramo de raíz y número de segundo estados juveniles (J2) en el suelo.

Todos los portainjertos se comportaron como resistentes al ataque de las 3 especies de *Meloidogyne*. De las variedades, Chardonnay mostró una alta susceptibilidad, Pinot Noir se comportó moderadamente susceptible, en tanto que, Thompson Seedless mostró resistencia moderada.

*M. ethiopica* fue la principal especie causante de la infestación en Chardonnay y en Thompson Seedless, en cambio, los mayores daños presentes en Pinot Noir los causó *M. hapla*.

**Palabras claves:** *Meloidogyne*, Portainjertos, Vid, Resistencia

## SUMMARY

During 2008-2009 season were evaluated five rootstocks and three grapevine varieties in the presence of three species of nematodes of the genus *Meloidogyne*: *M. ethiopica*, *M. hapla* and *M. javanica*.

Rootstocks and varieties used were: 1103 P, 101-14, K 5BB, SO4, 3309 grafted with variety Chardonnay and as control was used Chardonnay, Pinot Noir and Thompson Seedless.

The evaluated parameters were: radical weight of every plant, number of nodules and eggs for gram of root and number of the second juvenile conditions (J2) in the soil.

All rootstocks were resistant to attack by three species of *Meloidogyne*. Of the varieties, Chardonnay showed high susceptibility, Pinot Noir behaved moderately susceptible, while Thompson Seedless showed moderate resistance.

*M. ethiopica* was the main species causing the infestation in Chardonnay and Thompson Seedless, however, the greatest damage presented in Pinot Noir was caused by *M. hapla*.

**Key words:** *Meloidogyne*, Rootstocks, Grapevine, Resistance

## INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera*) es la principal especie frutal cultivada en Chile, su producción se destina mayoritariamente a la elaboración de vinos y al consumo como uva de mesa. La superficie destinada a explotación de esta especie es de 182.000 ha. aproximadamente, de las cuales el 65% corresponde a vid para vino, el 30% a vid para consumo fresco y un 5% de la superficie se utiliza en la elaboración de pisco (ODEPA, 2009).

Tradicionalmente, la mayoría de las variedades de vid cultivadas no estaban injertadas debido a la ausencia de filoxera *Daktilosphaera vitifolii* en nuestro país (Aballay *et al.*, 2009). En la actualidad la vid, está siendo injertada sobre portainjertos que pueden dar protección a ciertas condiciones limitantes como son: humedad (McKenry y Anwar, 2006), presencia de nemátodos y alelopatías, además, favorecen el establecimiento sobre suelos pobres, delgados y de baja fertilidad. (González, 2007).

En los suelos cultivados con vid existe una alta infestación de nemátodos parásitos, esto hace necesario el establecimiento de métodos de control. (Muñoz y González, 1999). Históricamente el control se ha basado en el uso de nematicidas químicos, productos actualmente muy cuestionados por sus efectos adversos a los seres vivos y agroecosistemas, además de su alto costo. Por lo que, se investigan otras alternativas de control que sean ecológicamente benignas y sustentables (Aballay e Insunza, 2002).

Por esto, el establecimiento de plantas injertadas se presenta como una de las mejores alternativas de control a estos organismos los que provocan un deterioro del sistema radical de la vid e incide en su crecimiento vegetativo, su productividad y longevidad (Pérez, 2000).

Durante los años 2006 y 2007 se realizó una prospección de nemátodos fitoparásitos en viñedos en la zona central de Chile, cubriendo una superficie aproximada de 40.000 km<sup>2</sup>, equivalente a más del 90% de la superficie donde se cultiva *Vitis vinifera* L. Este estudio permitió establecer que son cuatro los géneros que se consideran altamente patogénicos al cultivo, *Xiphinema* spp. (*X. index*, *X. americanum sensu lato*), *Meloidogyne* spp., *Mesocriconema* (*M. xenoplax*) y *Tylenchulus* (*T. semipenetrans*) (Aballay *et al.*, 2009)

Los nemátodos agalladores del género *Meloidogyne* son endoparásitos obligados con un rango de hospedantes que abarca más de 3.000 especies de plantas (Abad *et al.*, 2003). Roberts (1995) señala que las especies de *Meloidogyne* pueden tener diferencias entre sí, que se traduce en el grado de virulencia sobre los hospederos. Las especies de *Meloidogyne* se encuentran frecuentemente asociadas al sistema radical de las vides, siendo especialmente frecuente en vides viníferas tales como Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot o Shiraz (Aballay *et al.*, 2009), siendo las de mayor frecuencia reportada hasta hace algunos años *M. incognita*, *M. hapla.*, *M. javanica* y *M. arenaria* (Aballay *et al.*, 1997).

Recientemente se ha reportado la presencia de *Meloidogyne ethiopica* distribuida ampliamente en las viñas de Chile (Carneiro *et. al.*, 2007), se trataría de una especie que parece no haber perfeccionado su capacidad parasítica ya que cuando ataca a las plantas, puede llegar a matarlas (Magunacelaya, 2004). Carneiro *et. al.* (2004) diferencia, bioquímicamente, a esta última de las demás especies puesto que posee un tipo de enzima (estereasa E3) que es específica para *Meloidogyne ethiopica*, esto permitió su identificación en nuestro país.

*M. ethiopica* se distribuye en zonas de climas templados, mediterráneos, afectando plantaciones de kiwi, tomates, vid, algunas brassicas, algodón entre otros (Carneiro *et al.*, 2003). *M. hapla* presenta una amplia distribución, principalmente en aquellos lugares de climas fríos (Taylor y Sasser, 1983), además, tiene muchas plantas hospederas, tanto medicinales (Park *et. al.*, 2004) como de importancia económica: tomates, pepinos, papas, vid (Guzmán, *et. al.*, 2008), porotos (Di Vito, *et. al.*, 2007), plantas de café (Handoo *et. al.*, 2005) y plantaciones de maní (Timper *et. al.*, 2003), entre otros. *M. javanica* está ampliamente distribuida en zonas de climas más cálidos, se ha encontrado afectando plantaciones de tabaco, sandía, vid y tomates (Taylor y Sasser, 1983), además de algunas especies de prunus (Pinochet *et. al.*, 1992). *M. incognita* está presente en climas templados y cálidos y es el nemátodo que más daño causa en cultivos a nivel mundial (Trudgill and Blok, 2001), tales como, pimientos y tomates (Kokalis-Burelle *et. al.*, 2009) y también atacando a vides (Walker, 1997). A menudo se ha encontrado cohabitando con poblaciones de otras especies dentro de las que se destaca *M. mayaguensis* (Cuadra *et. al.*, 2009). *M. arenaria* está presente en zonas de climas cálidos y se ha encontrado afectando plantaciones de tabaco y sandía, entre otras (Taylor y Sasser, 1983).

El ciclo de vida de los nemátodos fitoparásitos es común: estado de huevo, 4 estados juveniles y un estado adulto, apto para reproducirse. Las especies de nemátodos del género *Meloidogyne* penetran a la raíz como segundo estado juvenil (J2) y migra intercelularmente hacia el sistema vascular donde comienza a alimentarse de las células no diferenciadas (Wang *et. al.*, 2009). Con sus estiletes perforan las paredes celulares e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas, estas secreciones causan la formación de células gigantes llamadas síncitos formadas por un agrandamiento de las células (hipertrofia). Al mismo tiempo, hay una intensa multiplicación de células vegetales (hiperplasia) alrededor de la cabeza de la larva provocando nódulos o agallas en todo el sistema radical (Taylor y Sasser, 1983). Esto produce que la absorción de nutrientes y agua estén sustancialmente reducidas como resultado del daño a la raíz causando pérdidas en el rendimiento del cultivo.

La resistencia está definida como una característica o un conjunto de características de las plantas que inhiben la reproducción de una o más especies de nemátodos. Un cultivar resistente debe prevenir una gran proporción de la reproducción, generalmente 90% o más en comparación con los cultivares susceptibles de la misma especie. Las plantas tolerantes tienen características que reducen el daño al desarrollo o rendimientos de una planta infectada por una especie de nemátodo, es decir, existe un considerable incremento en el rendimiento o desarrollo, comparado con cultivares de plantas que carecen de tolerancia o resistencia (Taylor y Sasser, 1983). Las plantas resistentes poseen diversos mecanismos de



defensa (fisiológicos y anatómicos) para usar en contra de los patógenos (McKenry y Anwar, 2007). Usualmente la resistencia se determina a través del índice reproductivo que relaciona las poblaciones finales con las iniciales ( $IR=Pf/Pi$ ) (Pang *et al.*, 2009), y también del número de juveniles, huevos y desarrollo de nódulos producidos por el nemátodo (Anwar y McKenry, 2002).

En tomates se ha observado que la resistencia de la planta a *Meloidogyne spp.* está asociada a una respuesta de hipersensibilidad localizada de las células en el sitio de infección (Wang *et al.*, 2009). Estas células mueren y aíslan al nemátodo que no puede entonces activar en el cilindro central el mecanismo parasitario. En los casos de resistencia moderada o parcial se observa un desarrollo incompleto pero más o menos avanzado del nemátodo acompañado desde un comienzo por formación de agallas seguida de una necrosis más tardía de las células (Esmenjaud *et al.*, 1996).

Las plantas hospederas tienen varios grados de susceptibilidad. Las más importantes son las altamente y moderadamente susceptibles, en las cuales la reproducción del nemátodo es normal; dentro de las plantas que son menos que moderadamente susceptibles, es decir, resistentes, están las ligeramente, moderadamente y altamente resistentes. En una planta altamente resistente, la reproducción es menor que 2% de la reproducción en una planta susceptible en similar infestación del suelo, en una planta moderadamente resistente 10% a 20%, y en una planta ligeramente resistente hasta el 50% (Taylor y Sasser, 1983)

La acentuada susceptibilidad de la vid europea (*Vitis vinífera* L.) al ataque de varias especies de nemátodos parásitos ha inducido a probar la resistencia de potenciales portainjertos, como una solución definitiva al problema (Vieira, 1979).

Los portainjertos que se utilizan en el mundo son numerosos y variados pudiendo establecerse que la mayoría de ellos pertenecen a cuatro especies americanas como: *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri* y *Vitis champinii* (González, 2007). Según Voloski (1983) la especie que posee mayor resistencia a nemátodos del género *Meloidogyne* es *Vitis champinii*.

Los portainjertos utilizados en este estudio son:

- 3309 (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*): Según Muñoz y González (2000) es un portainjerto resistente a filoxera y susceptible a nemátodos del género *Meloidogyne*.
- K5BB (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*): Según Aballay *et al.* (1997) es un portainjerto moderadamente susceptible a poblaciones mixtas de *M. hapla* y *M. incognita*. Sin embargo, Mancilla (2004) clasifica a este portainjerto como resistente a *M. ethiopica*.
- 101-14 (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*): Según Boubals (1979) este portainjerto es resistente a *M. javanica*.

- 1103 P (*Vitis rupestris* x *Vitis berlandieri*): Boubals (1979) y Dalmasso y Cuaní (1976) mencionan a este portainjerto como resistente a *M. javanica* y a *M. hapla*.
- SO4 (*Vitis riparia* x *Vitis berlandieri*) Según Crespy (1991) este portainjerto es moderadamente resistente a *Meloidogyne spp.* Sin embargo, Edwards (1989) lo considera resistente a *M. javanica*, mientras que Dalmasso y Cuaní (1976) lo menciona como un portainjerto susceptible a *M. hapla*.

El objetivo del estudio fue evaluar la resistencia de portainjertos de vid a las especies del género *Meloidogyne* de mayor distribución en Chile, en condiciones de macetas.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en el Laboratorio de Nematología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana de Santiago, durante la temporada 2008-2009.

Para el desarrollo del estudio se trabajó en un invernadero, de dos aguas, cubierto en un 50% por malla raschel y un 50% de plástico. Se instaló un total de 192 macetas de 2 L., con plantas de vid, injertadas y francas, de dos meses de edad provenientes del vivero Univiveros. Los portainjertos se injertaron con la variedad Chardonnay y las plantas francas, utilizadas como testigo, fueron Chardonnay, Pinot Noir y Thompson Seedless.

El sustrato utilizado correspondió a una mezcla de arena, tierra de hoja y suelo en partes iguales, previamente fumigado con Bromuro de Metilo (2 bombonas de 450 gr. para 1 m<sup>3</sup> de sustrato), el riego se realizó 2 veces por semana, en forma manual, hasta capacidad de campo.

Los portainjertos y variedades de vid utilizados fueron:

- 1103 P ( *Vitis berlandieri x Vitis rupestris* )
- 101-14 ( *Vitis riparia x Vitis rupestris* )
- Kober 5BB ( *Vitis berlandieri x Vitis riparia* )
- 3309 ( *Vitis riparia x Vitis rupestris* )
- SO4 ( *Vitis berlandieri x Vitis riparia* )
- Chardonnay ( *Vitis vinífera* )
- Pinot Noir ( *Vitis vinífera* )
- Thompson Seedless ( *Vitis vinífera* )

Las plantas se establecieron en la maceta una vez que presentaron 10 cm. de desarrollo del brote principal, 10 días después fueron inoculadas con 5.000 huevos/maceta de las especies *M. ethiopica*, *M. hapla* y *M. javanica*. Los huevos fueron extraídos según el método de Hussey y Barker (1973) desde plantas de vides, kiwi y tomates respectivamente, donde se mantenían especies puras. La viabilidad de los huevos se evaluó contabilizando el porcentaje de eclosión, después de haber pasado por un sistema de filtración durante 48 horas.

Finalmente, los tratamientos implementados fueron:

- T1: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 1103 P/ *M. ethiopica*.
- T2: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 1103 P/ *M. hapla*.
- T3: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 1103 P/ *M. javanica*.
- T4: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto SO4/ *M. ethiopica*.
- T5: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto SO4/ *M. hapla*.
- T6: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto SO4/ *M. javanica*.
- T7: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 101-14/ *M. ethiopica*.
- T8: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 101-14/ *M. hapla*.
- T9: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 101-14/ *M. javanica*.
- T10: Variedad Pinot Noir franca/ *M. ethiopica*.
- T11: Variedad Pinot Noir franca/ *M. hapla*.
- T12: Variedad Pinot Noir franca/ *M. javanica*.
- T13: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto K 5BB/ *M. ethiopica*.
- T14: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto K 5BB/ *M. hapla*.
- T15: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto K 5BB/ *M. javanica*.
- T16: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 3309/ *M. ethiopica*.
- T17: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 3309/ *M. hapla*.
- T18: Variedad Chardonnay injertada sobre portainjerto 3309/ *M. javanica*.
- T19: Variedad Chardonnay franca/ *M. ethiopica*.
- T20: Variedad Chardonnay franca/ *M. hapla*.
- T21: Variedad Chardonnay franca/ *M. javanica*.
- T22: Variedad Thompson Seedless Franca/ *M. ethiopica*.
- T23: Variedad Thompson Seedless Franca/ *M. hapla*.
- T24: Variedad Thompson Seedless Franca/ *M. javanica*.

Para evaluar el comportamiento de los portainjertos frente a las distintas especies de *Meloidogyne*, se realizó un muestreo de raíces, entre los meses de marzo y abril al término del periodo de crecimiento de las vides y se pesó la masa radical completa de cada planta. Posteriormente, se determinó la cantidad de nódulos presentes en cada sistema radical completo.

Para la extracción de huevos, se utilizó el método de Hussey y Barker (1973), las raíces una vez analizadas visualmente, fueron maceradas con una solución de Hipoclorito de Sodio al 1% v/v, en una licuadora; la agitación se efectuó en dos periodos de quince segundos, separados por un reposo de igual duración, lo que permitió la liberación de los huevos desde la masa gelatinosa que los protege. Se utilizaron sucesivamente tres tamices de 850  $\mu\text{m}$ , 74  $\mu\text{m}$  y 25  $\mu\text{m}$  de abertura para filtrar la solución, el remanente del último tamiz (25  $\mu\text{m}$ ) fue colocado en un vaso precipitado aforado de 500 ml con agua destilada, éste se guardó a una temperatura de 4° C. Posteriormente se contabilizó el número de huevos/gr. con una lupa estereoscópica.

Para la extracción de nemátodos juveniles de segundo estado se utilizó el método de Christie and Perry (1951). Se tomó una muestra de 250 cm<sup>3</sup> de suelo de cada maceta, esta se pasó sucesivamente por cuatro tamices de 850 µm, 250 µm y 75 µm y 38 µm de abertura, posteriormente, el remanente del último tamiz (38 µm ) fue filtrado a través de un embudo de Baermann y se mantuvo durante 48 horas a temperatura ambiente, cumplido el tiempo la solución filtrada se sacó del embudo para contabilizar el número de juveniles presentes en el suelo con una lupa estereoscópica

Para este estudio, el diseño experimental fue completamente al azar, con estructura factorial 8 x 3 (24 tratamientos), siendo el primer factor el portainjerto o variedad utilizada y el segundo factor la especie de *Meloidogyne*. Se utilizó 8 repeticiones por tratamiento sumando en total 192 plantas. La unidad experimental correspondió a la planta en bolsa con 2 L. de suelo.

Para el análisis estadístico se utilizó un ANDEVA ( $P \leq 0.05$ ) y posteriormente el Test de Comparaciones Múltiples de Tukey, con un 5% de confianza.

## RESULTADOS

El ANDEVA realizado indicó que hubo interacción entre portainjerto y especie de *Meloidogyne* en todos los parámetros, en consecuencia se realizó una prueba de comparación múltiple de los niveles de portainjerto en cada nivel de especie de *Meloidogyne* y viceversa.

En el cuadro 1 se muestran los resultados que asocian cultivar y especie de *Meloidogyne*.

A nivel de portainjerto y a nivel de especie de *Meloidogyne* los portainjertos no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, al comparar éstos con las plantas testigos se observaron diferencias significativas al 5% de confianza

Cuadro 1: Asociación entre los cultivares evaluados y especie de *Meloidogyne* frente a diferentes parámetros.

Portainjertos y variedades	Número de nódulos/gramo de raíz			Número de huevos/gramo de raíz			Número de estados juveniles (J2)/250 cm <sup>3</sup> de suelo		
	<i>M. ethiopica</i>	<i>M. hapla</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. ethiopica</i>	<i>M. hapla</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. ethiopica</i>	<i>M. hapla</i>	<i>M. javanica</i>
1103 P	0,39a A	0,33a A	0,18abA	12,43a A	19,83a A	5,86aA	7,75ab A	8,50a A	7,38aA
SO4	1,04a A	0,20a A	0,14abA	32,36a A	44,37a A	41,16aA	7,50ab A	5,50a A	4,13aA
101-14	0,15a A	0,10a A	0,04 bA	34,66a A	31,26a A	23,04aA	5,75 b A	9,25a A	12,25aA
K 5BB	0,42a A	0,35a A	0,19abA	48,56a A	106,41a A	62,66aA	13,13ab A	7,50a A	7,75aA
3309	0,13a A	0,17a A	0,43abA	44,65a A	31,50a A	95,26aA	13,13ab A	7,75a A	7,38aA
Pinot Noir	2,63 b A	3,35 bA	0,66abB	131,92a A	164,59a A	102,79aA	36,50a A	107,25 b B	14,25aA
Chardonnay	15,63 cA	3,99 bB	1,54a C	2.529,52 bA	625,16 bB	198,23aC	242,88 cA	67,10 cB	29,50aC
Thompson Seedless	2,48 b A	0,17a B	0,18abB	120,01a A	60,17a A	113,31aA	22,50ab A	17,63a A	22,88aA

Los datos corresponden al promedio de 8 repeticiones. Letras mayúsculas comparan horizontalmente entre especie de *Meloidogyne*. Letras minúsculas comparan verticalmente entre portainjertos y plantas francas. Letras distintas indican diferencias significativas de acuerdo a la Prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de confianza.

El número de nódulos por gramo de raíz es recomendado cuando se evalúan plantas resistentes a especies de nemátodos del género *Meloidogyne*. Los portainjertos arrojaron valores que variaron entre 0 y 1 ante las especies de *Meloidogyne*, en tanto en las plantas testigos Pinot Noir y Thompson Seedless este valor aumentó en promedio 2,5 en presencia de *M. ethiopica* y 1,8 ante *M. hapla*, mostrando diferencias significativas con los portainjertos. La variedad Chardonnay presentó la mayor cantidad de nódulos con un promedio de 15,6 (figura 1). Los menores índices de ataque se observaron con *M. javanica*, los portainjertos y plantas testigos tuvieron cantidades finales de nódulos estadísticamente similares entre ellos, con excepción del portainjerto 101-14 que presentó la menor cantidad de nódulos con un promedio de 0,04, siendo estadísticamente distinto a Chardonnay que presentó un promedio de 1,5, siendo la variedad mas susceptible ante el ataque de las 3 especies de *Meloidogyne*.

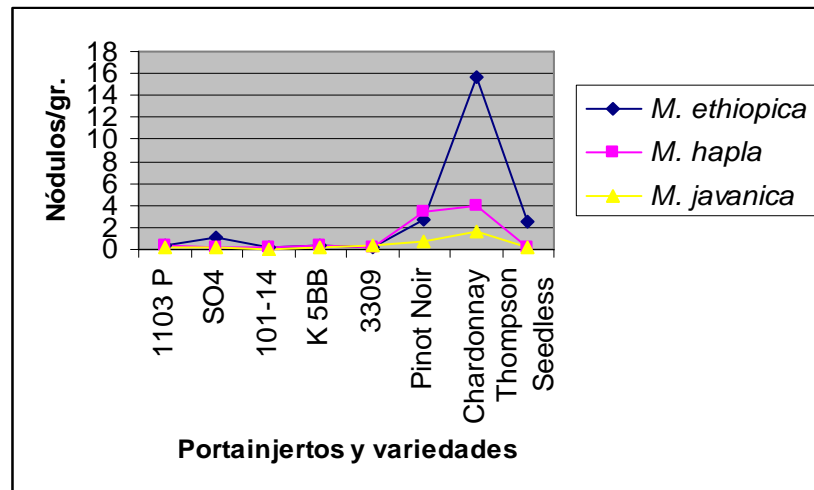


Figura 1: Número de nódulos por gramo de raíz

El número de huevos por gramo de raíz es fundamental en el estudio ya que representa la capacidad reproductiva del nemátodo en la planta. Los portainjertos presentaron cantidades de huevos estadísticamente similares entre ellos, arrojando valores que variaron entre 6 y 105. Pinot Noir y Thompson Seedless, si bien, no tuvieron diferencias significativas con los portainjertos, presentaron mayores cantidades de huevos, obteniendo promedios de 133 y 98 respectivamente. Chardonnay fue la variedad más susceptible ante la presencia de estas especies de nemátodos, ya que la cantidad de huevos fue notoriamente mayor que el resto del grupo estudiado (figura 2)



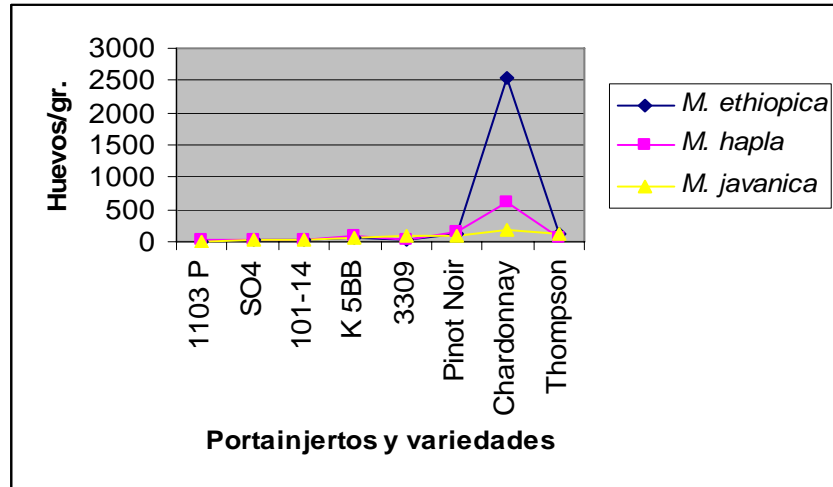


Figura 2: Número de huevos por gramo de raíz

La cantidad de estados juveniles (J2), al igual que la cantidad de huevos, señala la susceptibilidad o resistencia que presentan las especies de vid frente al ataque de *Meloidogyne spp.*, ya que también es una forma de medir la reproducción del nemátodo. Los portainjertos mostraron cantidades de estados juveniles (J2) estadísticamente similares entre ellos presentando valores que variaron entre 4 y 13 (figura 3). Ante *M. ethiopica* y *M. javanica*, la variedad Chardonnay fue la más susceptible con un promedio de 243 y 30. Ante *M. hapla* la variedad Pinot Noir fue la que presentó mayor cantidad de juveniles (J2) obteniendo un promedio de 107, siendo estadísticamente distinto a los portainjertos.

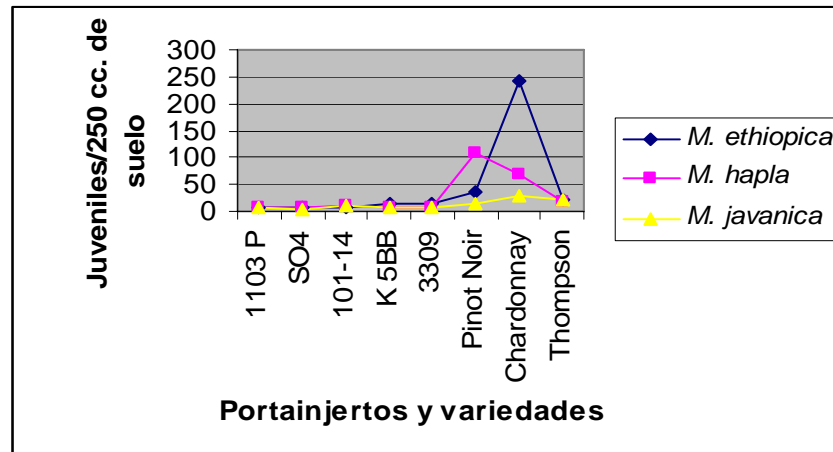


Figura 3: Número de estados juveniles (J2) en 250 cm<sup>3</sup> de suelo

A nivel de portainjertos, las especies de *Meloidogyne* no presentaron diferencias entre sí, en tanto que en los testigos las diferencias significativas se observaron principalmente por la presencia de *M. ethiopica* quien mostró los mayores valores, en todos los parámetros.

## DISCUSIÓN

Los trabajos publicados en Chile y el mundo referidos principalmente a resistencia a *M. incognita*, *M. hapla*, *M. arenaria* y *M. javanica*. *M. ethiopica* es una especie que en Chile se reportó en el año 2003 y gracias a estudios realizados por investigadores se ha determinado que es la especie de mayor distribución en los viñedos del país (Carneiro *et al.*, 2007). Morfológicamente es similar a *M. incognita* y *M. arenaria* cuando se usan cortes perineales para su identificación (Carneiro *et al.*, 2004), esto ha hecho pensar que trabajos realizados sobre resistencia de portainjertos a *Meloidogyne* (Aballay *et al.*, (1997), Álvarez (2006)) fueron realizados con una especie erróneamente identificada.

De acuerdo a los resultados expuestos y analizados se pudo distinguir a:

*M. ethiopica* como una especie de comportamiento más agresivo, ya que fue la que arrojó en promedio la mayor cantidad de nódulos, huevos y estados juveniles (J2), presentando diferencias significativas con respecto a los portainjertos y variedades utilizadas. Estadísticamente *M. hapla* fue menos agresiva que *M. ethiopica*, ya que en promedio la cantidad de nódulos, huevos y estados juveniles fue significativamente menor, pero más agresiva que *M. javanica*. Sin embargo, los portainjertos fueron resistentes a la presencia de las 3 especies de *Meloidogyne*. Trudgill (1992) señala que una planta resistente limita o previene la reproducción del nematodo por la activación de mecanismos de resistencia en respuesta a la infección de este. Edwards (1989) señala que SO4 y K5BB son resistentes a *M. javanica*, sin embargo, Dalmasso y Cuani (1976) indican que SO4 es susceptible a *M. hapla*. Boubals (1979) menciona a 101-14 como resistente a *M. javanica*. Muñoz y Gonzalez (2000) por su parte, mencionan a 3309 como un portainjerto susceptible al género *Meloidogyne*. Mancilla (2004) concluye que tanto en condiciones de invernadero como en campo los portainjertos SO4, 101-14, K 5BB y 3309 mostraron resistencia a *M. ethiopica*.

Los cultivares Pinot Noir, Chardonnay y Thompson Seedless presentaron mayores valores de nódulos, huevos y juveniles que los portainjertos. Chardonnay presentó la mayor cantidad de nódulos, huevos y estados juveniles, separándose dentro del grupo y demostrando que es la variedad más susceptible ante el ataque de las 3 especies de *Meloidogyne*, principalmente a *M. ethiopica*. Esto concuerda con estudios realizados por Mancilla (2004) que menciona a esta variedad como susceptible al ataque de *M. ethiopica*. Aballay *et al.* (1997), además, señala que Chardonnay frente a poblaciones mixtas de *M. hapla* y *M. incognita* el índice de nodulación es igual a 4, dentro de una escala de 1 a 6 (6=100% raíces agalladas y 1=0% raíces agalladas) con un promedio de 64% de las raíces noduladas. En la figura 4 se observa la cantidad de nódulos en el sistema radical de Chardonnay, presentando una alta nodulación. Pinot Noir, como variedad de *Vitis vinífera*, se clasifica como susceptible frente al ataque de nemátodos del género *Meloidogyne* (Vieira, 1979), sin embargo, los resultados obtenidos en el estudio permiten clasificar a esta variedad como moderadamente susceptible (Taylor y Sasser, 1983) debido a que, si bien, la reproducción de nemátodos fue normal se incrementó en menor medida que en la variedad

Chardonnay. Aballay *et. al.* (1997) menciona a Thompson Seedless como moderadamente susceptible frente a poblaciones mixtas de *M. hapla* y *M. incognita* y además, posee un grado intermedio de nodulación alcanzando un nivel 2, sin embargo, los resultados obtenidos muestran a la variedad como moderadamente resistente ya que los valores arrojados fueron estadísticamente similares a los portainjertos resistentes.



Figura 4: Nódulos presentes en el sistema radical de la Variedad Chardonnay

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones de este estudio se puede concluir que:

Los portainjertos, si bien no son inmunes, permiten disminuir el daño causado por *M. ethiopica*, *M. hapla* y *M. javanica* comportándose como resistentes y demostrando ser útiles en suelos infestados por estas especies de *Meloidogyne*.

Chardonnay es la variedad más susceptible frente al ataque de nemátodos del género *Meloidogyne*, seguida por Pinot Noir, mientras que Thompson Seedless es la variedad que muestra mayor resistencia.

A nivel de especie, *Meloidogyne ethiopica* es la más agresiva, afectando principalmente a Chardonnay y Thompson Seedless, en tanto que, Pinot Noir es más sensible a *Meloidogyne hapla*.

**BIBLIOGRAFÍA**

Abad, P., B. Favery, M. Rosso and P. Sereno. 2003. Pathogen profile root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology* 4(4): 217-224.

Aballay, E., P. Persson and A. Martensson. 2009. Plant-parasitic nematodes in Chilean vineyards. *Nematropica* 39(1): 85-97.

Aballay, E., R. Baettig y A. Vieira. 1997. Evaluación de la tolerancia de ocho portainjertos de vid al nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne spp.*). *Aconex* 56: 15-21.

Aballay, E. y V. Insunza. 2002. Evaluación de plantas con propiedades nematocidas en el control de *Xiphinema index* en vid de mesa cv. Thompson Seedless en la zona central de Chile. *Agricultura Técnica* 62(3): 357-365.

Álvarez, P. 2006. Evaluación de algunas alternativas de control sobre el nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne spp.*), como opciones de preplantación en condiciones de replante en vid (*Vitis vinifera* L.). Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 24p.

Anwar, S. and M. McKenry. 2002. Developmental response of a resistance-breaking population of *Meloidogyne arenaria* on *Vitis* spp. *Journal of Nematology* 34(1):28-33.

Boubals, D. 1979. Situation des porte-greffes resistant aux nematodes ravageurs directs. *Bulletin de l'O.I.V.* 52(578): 263-271.

Carneiro, R., C. Gomes, M. Almeida, A. Gomes and I. Martins. 2003. Primeiro registro de *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968, em plantas de quivi no Brasil e reação em diferentes plantas cultivadas. *Nematologia Brasileira* 27(2): 151-158.

Carneiro, R., M. Almeida, E. Cofcewicz, J. C. Magunacelaya and E. Aballay. 2007. *Meloidogyne ethiopica*, a major root-knot nematode parasitising *Vitis vinifera* and other crops in Chile. *Nematology* 9(5): 635-641.

Carneiro, R., O. Randig, M. Almeida and A. Gomes. 2004. Additional information on *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968 (Tylenchida: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing kiwi fruit and grapevine from Brazil and Chile. *Nematology* 6(1): 109-123.

Christie, J. R. and V. G. Perry. 1951. Removing nematodes from soil. *Proceeding of the Helminthological Society of Washington*. 106-108.

Crespy, A. 1991. *Viticultura de hoy*. Ed. Hemisferio Sur. 242p.

Cuadra, R., J. Ortega, L. Soto y M. Zayas. 2009. Efecto del dazomet en el control de nematodos agalleros en la producción de pepino en condiciones de cultivo protegido. *Rev. Protección Vegetal* 24(1): 57-61.

Dalmasso, A. y A. Cuani. 1976. Resistance des porte-greffes de vignes a diferentes populations du nematodo *Meloidogyne hapla*. *Progres Agricole et Viticole* 93(25): 800-807.

Di Vito, M., B. Parisi and F. Catalano. 2007. Pathogenicity of *Meloidogyne javanica* on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Nematropica* 37(2): 339-344.

Edwards, M. 1989. Resistance and tolerance of grapevine rootstocks to plant parasitic nematodos in vineyards in northeast Victoria. *Australian Journal of Experiment Agriculture* 29: 129-131.

Esmenjaud, D., J. C. Minot, R. Voisin, G. Salesse, M. H. Simard y J. Pinochet. 1996. Portainjertos resistentes a nemátodos. *Aconex* 51: 28-32.

González, H. 2007. Nemátodos fitoparásitos que afectan a frutales y vides en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. 176p.

Guzmán, R., B. Hernández, F. Franco y M. Cadena. 2008. Nemátodos agalladores en la Vega de Metztitlán Hidalgo, México: identificación, distribución espacial y relación con factores edáficos. *Nematropica* 38(1): 47-61.

Handoo, Z. A., A. M. Skantar, L. K. Carta and D. P. Schmitt. 2005. Morphological damaging coffee (*Coffea Arabica*) in Maui, Hawaii. *Journal of Nematology* 37(2): 136-145.

Hussey, R. S. and K. R. Baker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne spp.*, including a new technique. *Plant Disease* 57: 1025-1028.

Kokalis-Burelle, N., M. Bausher and E. Roskopf. 2009. Greenhouse evaluation of *capsicum* rootstocks for management of *Meloidogyne incognita* on grafted bell pepper. *Nematropica* 39(1): 121-132.

Magunacelaya, J. C. 2004. Nemátodos. Como resolver el problema de raíz. *Vitivinicultura* 13 (3): 12-18.

Mancilla, R. 2004. Evaluación de la resistencia de seis portainjertos de vid al nemátodo de la raíz *Meloidogyne ethiopica*, Whitehead, 1968 en condiciones de campo e invernadero. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 53p.

McKenry, M. and S. Anwar. 2006. Nematode and grape rootstock interactions including an improved understanding of tolerance. *Journal of Nematology* 38(3): 312-318.

McKenry, M. and S. Anwar. 2007. Virulence of *Meloidogyne spp.* and induced resistance in grape rootstocks. *Journal of Nematology* 39(1): 50-54.

Muñoz, I. y H. González. 1999. Viticultura, utilización de portainjertos para vides en Chile. *Anuario del Campo*. 193-196.

Muñoz, I. y H. González. 2000. La utilización de portainjertos marcará el futuro de la viticultura chilena. *Aconex* 68: 10-13.

ODEPA. 2009. Oficina de estudios y políticas agropecuarias. Disponible en: <http://www.odepa.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle;jsessionid=FB3107071AD0EA727D197C4AA31EE060?idcla=12&idn=1739>. Leído el 25 de octubre de 2009.

- Pang, W., S. L. Hafez and P. Sundararaj. 2009. Screening of onion cultivars for resistance and tolerance to *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*. *Nematropica* 39(1): 47-55.
- Park, S. D., J. C. Kim and Z. Khan. 2004. Host status of medicinal plants for *Meloidogyne hapla*. *Nematropica* 34(1): 39-43.
- Pérez, J. 2000. Comportamiento de portainjertos resistentes y/o tolerantes a nemátodos en Chile. *Vitivinicultura Chilena: perspectivas económicas y material de propagación*. 96-104.
- Pinochet, J., J. Marull y A. Felipe. 1992. Respuesta de patrones de melocotonero, ciruelo, y cerezo de reciente introducción en España a *Meloidogyne javanica*. *Nematropica* 22(1): 99-102.
- Roberts, P. 1995. Conceptual and practical aspects of variability in root-knot nematode related host plant resistance. *Annual Review of Phytopathology* 33:199-221.
- Taylor, A. L. y J. N. Sasser. 1983. *Biología, identificación y control de los nemátodos de nódulo de la raíz (especies de Meloidogyne)*. Ed. Universidad de Carolina del Norte. 111p.
- Timper, P., C. Holbrook and W. Anderson. 2003. Reproduction of *Meloidogyne* on resistant peanut genotypes from three breeding programs. *Journal of Nematology* 35(4): 417-421.
- Trudgill, D. 1991. Resistance and tolerance of plant-parasitic nematodes in plants. *Annual Review of Phytopathology* 29: 167-192.
- Trudgill, D. and V. Blok. 2001. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 39: 53-77.
- Vieira, A. 1979. Resistencia aparente de algunos portainjertos de la vid al ataque de nemátodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne sp.*). *Investigación Agrícola* 5(2): 93-95.
- Volosky, S. 1983. Portainjertos de vid resistente a nemátodos. *Aconex* 5: 47-51.



Walker, G. 1997. Effects of *Meloidogyne* spp. and *Rhizoctonia solani* on the growth of grapevine rootings. *Journal of Nematology* 29(2):190-198.

Wang, S., Y. Kong, R. Yang, J. Cheng, J. Zhao and L. SI. 2009. Studies and selection of four tomato cultivars on the resistance to race 3 *Meloidogyne incognita* nematodes. *Acta Horticulturae* 821: 95-98.