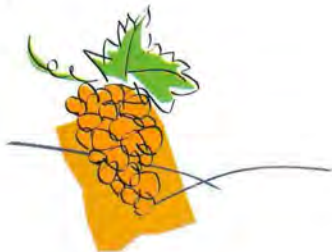


Capítulo IX

roblemas nematológicos de la vid.

Andrés France Iglesias
Ingeniero Agrónomo, PhD.
Fitopatólogo, INIA Quilamapu.



1. INTRODUCCIÓN

La vid es un buen huésped para varias especies de nemátodos, algunas de las cuales causan serios daños en el sistema radicular de las plantas. Otras en cambio son menos perjudiciales en forma directa, pero son transmisoras de otros microorganismos, tales como hongos y virus, dejando la planta contaminada de por vida. Los nemátodos más importantes para esta planta son el nemátodo de las agallas (*Meloidogyne*), el nemátodo de las lesiones (*Pratylenchus*) y el nemátodo alfiler (*Xiphinema*). Le siguen en importancia las especies de *Criconemoides*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Longidorus* y *Trichodorus*. Todos estos géneros pueden ser encontrados en las áreas productoras de vid de la VII y VIII regiones.

Los síntomas que se producen en el follaje producto del ataque de estos nemátodos no son específicos, pudiendo confundirse fácilmente con otros problemas de crecimiento, como falta de nutrientes, sequía, enfermedades radiculares causadas por hongos, u otras. Los síntomas radiculares causados por nemátodos tampoco son específicos, salvo el caso del nemátodo de las agallas que produce nudosidades visibles en las raíces y que permiten su diagnóstico. Para el resto de los nemátodos es posible observar raíces con lesiones necróticas, deformaciones, raíces cortas, menor cantidad de pelos radiculares o raicillas, síntomas que también pueden ser causados por otros microorganismos o condiciones físico-químicas del suelo.

El diagnóstico correcto de los problemas nematológicos pasa necesariamente por el análisis de muestras de suelo y raíces, único método confiable para asegurar la presencia de estos organismos. Lamentablemente, esta herramienta no es usada comúnmente por los agricultores, lo cual ha permitido que se transmitan en forma masiva estos microorganismos dentro de las plantaciones.

2. ¿QUÉ SON LOS NEMÁTODOS?

Los nemátodos son organismos similares a las lombrices, pero sin segmentos en su cuerpo. La mayoría tiene forma vermiformes (largos y delgados con ambos extremos terminando en forma aguzada), pero también hay algunos con forma de pera o similares. La gran mayoría de las especies son de vida libre, alimentándose de microorganismos como bacterias, hongos y algas, lo cual contribuye a mantener en equilibrio estos organismos. Sin embargo, algunas especies son excelentes parásitos de insectos, lombrices, peces, aves, mamíferos y plantas. Una distribución aproximada, según el hábito alimenticio de los nemátodos, indica que 50% de las especies viven en ambientes marinos, 25% habitan en el suelo y son de vida libre, 15% parasitan animales y un 10% parasitan plantas.

Los nemátodos que parasitan plantas son en general de tamaños pequeños, difíciles de ver sin equipos ópticos. Todas las plantas son susceptibles a una o más especies de nemátodos y todos los nemátodos que se alimentan de plantas son parásitos obligados; sólo obtienen su alimento desde las plantas. Algunas especies pueden alimentarse desde el exterior de las plantas insertando su estilete (estructura similar a una aguja hueca que permite perforar y sacar nutrientes del interior de las células). A estos nemátodos se les conoce como **ectoparásitos**. En cambio, otros se introducen dentro de las plantas y obtienen su alimento a medida que se desplazan dentro de los tejidos, causando más daño aún que los anteriores. A estos nemátodos se les denominan **endoparásitos**. Por último, existen los denominados **sedentarios**, aquellos que penetran parcial o totalmente dentro de la planta, para no moverse más. Éstos se alimentan exclusivamente de unas pocas células al alcance de su estilete, las cuales son modificadas por secreciones de los nemátodos y se transforman en células nodrizas, proveyendo de alimentos de por vida al nemátodo. Los nemátodos que atacan la vid se encuentran dentro de las tres categorías de relaciones alimenticias descritas (Figura 1).

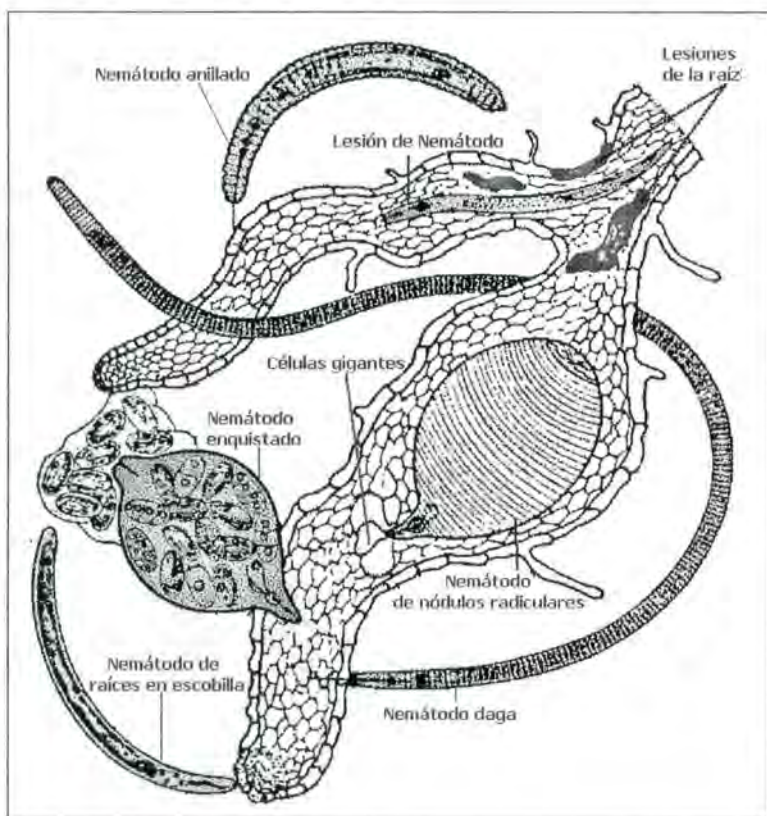


Figura 1. Distintos tipos de relaciones alimenticias entre los nemátodos y la planta (modificado de Viglierchio).

Todos los nemátodos tienen seis estadios dentro de su desarrollo: huevo, cuatro estadios juveniles (J_1 , J_2 , J_3 y J_4) y adulto. El estadio J_1 se forma siempre dentro del huevo, eclosionando el estadio J_2 que se dedicará a buscar a su huésped. Sin excepción, todas las especies son vermiformes en sus estados J_1 y J_2 . Posteriormente, algunas especies cambian de forma a medida que van madurando y toman formas de pera o intermedias entre vermiformes y peras. Las distintas formas que adquieren los adultos permite la identificación de los diferentes géneros de nemátodos fitopatógenos (Figura 2).

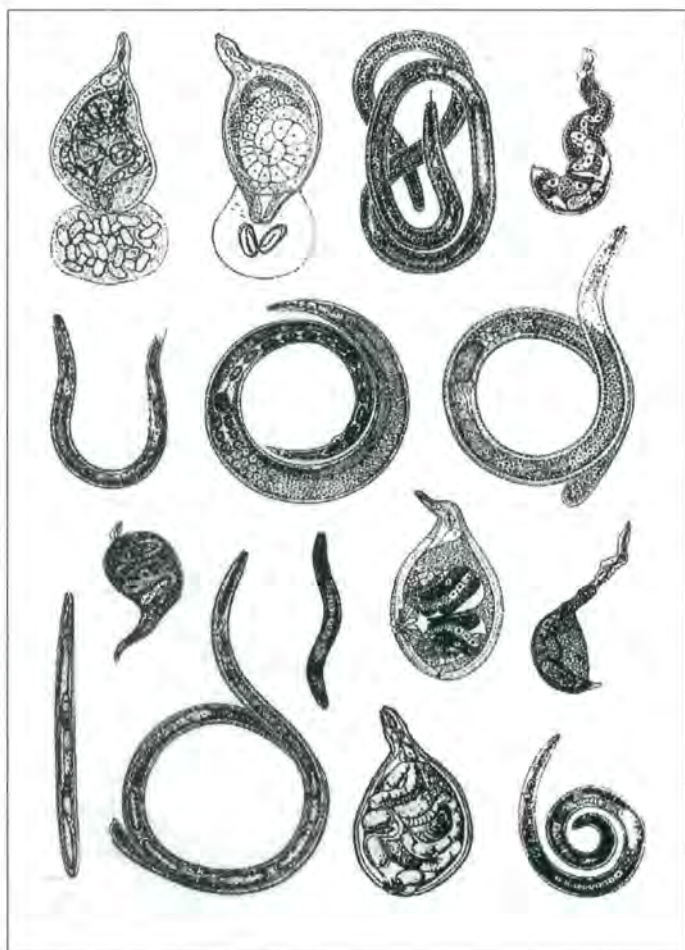


Figura 2. Diferentes formas de nemátodos fitoparásitos adultos de importancia agrícola (modificado de Viglierchio).

Los nemátodos que se han detectado con mayor frecuencia en vid en la zona centro sur del país, se indican en el Cuadro 1. Algunos de estos nemátodos son significativos para el cultivo de la vid y pueden causar daño económico de importancia. En cambio, otros se encuentran asociados al cultivo y la mayoría de las veces se están alimentando de las malezas también asociadas al cultivo, ejerciendo un daño transitorio frente a la falta de sus huéspedes. A continuación se describe aquellos nemátodos de importancia para el cultivo.

Género de nemátodos	Incidencia (%)
<i>Meloidogyne</i>	35
<i>Pratylenchus</i>	52
<i>Xiphinema</i>	6
<i>Criconemoides</i>	25
<i>Helicotylenchus</i>	25
<i>Rotylenchus</i>	17
<i>Paratylenchus</i>	56
<i>Tylenchorhynchus</i>	6
<i>Trichodorus</i>	6
<i>Tylenchus</i>	63
<i>Aphelenchus</i>	25
<i>Dorylamida</i>	19

Cuadro 1. Detección de nemátodos fitoparásitos en muestras de vid en la zona Centro Sur.

3. NEMÁTODOS DE IMPORTANCIA EN LA VID

3.1. *Meloidogyne*

Conocido como el nemátodo de las agallas, es, sin lugar a dudas, el nemátodo más importante para la agricultura. Existen sobre 60 especies descritas dentro de este género, las cuales pueden parasitar miles de plantas diferentes. En Chile tres especies se encuentran afectando la vid: *M. arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica*, siendo la más frecuentemente *M. incognita*. Estos nemátodos son de hábito sedentario y sólo los juveniles de segundo estadio y machos adultos son móviles en el suelo. Los otros estadios permanecen en el interior de las raíces, alimentándose de unas pocas células transformadas, por secreciones del nemátodo, en células gigantes. Estas células actúan como poderosas cisternas que atraen nutrientes hacia ellas desde las células sanas, permitiendo proveer de alimentos en forma continua al nemátodo. Las hembras tienen forma de peras y se encuentran completamente insertas en el tejido (Figura 3).

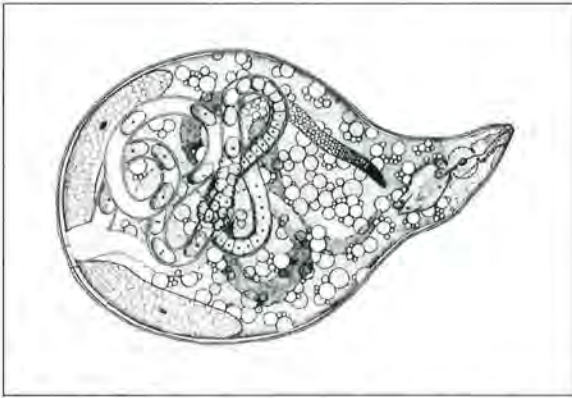


Figura 3. Hembra madura de *Meloidogyne*.

Síntomas y daños

La transformación celular que provoca el nemátodo se conoce como hipertrofia o aumento del tamaño celular. Además, alrededor de las células gigantes hay una gran cantidad de células más pequeñas, que proveen de nutrientes a las células gigantes. A este conjunto de células se le conoce como agallas y, en la medida que más nemátodos se encuentran juntos, mayor es el tamaño de la agalla. Los machos generalmente maduran y se salen de la raíz sin causar mayores daños. En cambio, la hembra permanece alimentándose de por vida y manteniendo el estímulo para la formación de células gigantes. Estas hembras requieren grandes cantidades de nutrientes para la producción de huevos, por lo que se alimentan activamente de las raíces. Las hembras producen tumores radiculares que le dan el nombre a la enfermedad: nemátodo agallador (Foto 9.1.). La importancia del nemátodo está en la reducción paulatina del rendimiento, aumento de la susceptibilidad de la planta a otras enfermedades y la gran facilidad de transmitir los nemátodos dentro de los tejidos de las raíces parasitadas.



Foto 9.1. Síntomas de agallas en raíces causadas por *Meloidogyne*.

3.2. *Pratylenchus*

Es considerado el segundo nemátodo fitoparásito de mayor importancia para la agricultura, después de *Meloidogyne*. Existen 46 especies descritas, más otras 28 especies cuestionadas por insuficiente descripción. Todas las especies de *Pratylenchus* son vermiformes, endoparásitos migratorios y con una variada gama de hospederos. Su presencia en vid es frecuente, debido a que es fácilmente transmitido por las raíces desde los viveros o junto a partículas de suelo adheridos en los implementos de labranza o neumáticos.

Ciclo biológico

El ciclo de vida de este nemátodo comienza con hembras grávidas que oviponen en raíces y suelos infectados. La primera muda ocurre en el huevo. Los estadios juveniles y de adulto son de vida libre entre el suelo y las raíces. La duración del ciclo de vida es de aproximadamente 35 días a 25°C. Las hembras pueden oviponer entre 50 a 60 huevos dentro o fuera de las raíces.

La mayoría de los huevos son colocados en el interior de las raíces, quedando protegidos de eventuales enemigos o controles sanitarios.

Síntomas y daños

Juveniles y adultos de *Pratylenchus* son capaces de debilitar la epidermis de las raíces con su estilete y presionar con la cabeza el área dañada para penetrar. Una vez que el nemátodo logra entrar a la raíz, otros nemátodos son atraídos a la misma zona para penetrar, por el mismo lugar, los tejidos radiculares (Foto 9.2.). Dentro de la raíz los nemátodos emigran al parénquima cortical, provocando en su paso lesiones extensas y alargadas como resultado de su alimentación y movimiento. Las lesiones radiculares se oscurecen por la concentración de sustancias fenólicas producidas por las células dañadas, las cuales se observan externamente de color parduscas. Otros síntomas asociados al daño de *Pratylenchus* son estrés de plantas, clorosis foliar, áreas con poco crecimiento, muerte temprana de las hojas más viejas y falta de crecimiento de la planta.



Foto 9.2. *Pratylenchus* atraído por el ápice radicular.

Además, las infestaciones ocasionada por *Pratylenchus* incrementa los síntomas de enfermedades ocasionados por otros agentes patógenos, especialmente aquellos provocados por hongos radiculares. Incluso estos nemátodos pueden cambiar la fisiología y reacción de resistencia de la planta a enfermeda-

des, aumentando la susceptibilidad a otros patógenos radiculares o foliares.

Control

Tradicionalmente el control es realizado con nematicidas fumigantes de suelo. Los tratamientos con methan sodium o una combinación de 1-3 dicloropropano con aldicarb disminuye la población de *Pratylenchus* en el suelo. Sin embargo, estos tratamientos son extremadamente tóxicos y un mal manejo puede provocar daños en mamíferos y otros organismos diferentes a los nemátodos. También, el mal uso y exceso de aplicaciones contamina el suelo y agua, contaminando otras especies y lugares alejados del sitio de aplicación. Es necesario tener presente que los nematicidas no controlan adecuadamente en suelos con texturas finas (arcilla), debido a una mala difusión del ingrediente activo. En texturas gruesas la volatilización es demasiado rápida, por lo que se obtiene un menor efecto residual. Por último, se debe tener en cuenta que los nematicidas se encuentran bajo revisión en países desarrollados, por lo que su uso debe ser con precaución y probablemente en el corto plazo no estarán disponibles.

El control cultural de este nemátodo puede ser a través de las rotaciones de cultivo, pero se dificulta por la elevada gama de hospederos. Una alternativa es el uso del cultivo de espárrago, el cual no es hospedero de este nemátodo. Por otro lado, el pimentón y la berenjena soportan bajas concentraciones de éstos. Plantas tóxicas para nemátodos son el tagetes (clavelón) y el sorgo, pero tienen el problema que debe perderse una temporada antes del cultivo principal. Una buena alternativa sería intercalar sorgo entre las hileras de la vid, pero hay que manejarla de manera que no se constituya en una maleza que compita por nutrientes y agua.

Existen referencias de control biológico con hongos atrapadores de nemátodos, como *Hirsutella rhossiliensis*, pero *Pratylenchus*, por ser un nemátodo endoparásito, se escapa al parasitismo de este hongo cuando se encuentra dentro de la raíz. También hay reportes de incorporación de *Pleurotus*, hongo comestible y cuyos residuos de producción de callampas pueden ser incorporados al suelo para aprovechar las propiedades nematológicas.

3.3. *Xiphinema*

Algunas especies de *Xiphinema* poseen un amplio rango de hospederos como árboles frutales y hortalizas. Las especies que afectan la vid son de gran importancia por el daño directo que causan al alimentarse de las raíces y la posibilidad de transmitir otros patógenos, especialmente nepovirus. *Xiphinema* se encuentra de preferencia en suelos con texturas livianas o medias y se caracteriza por una gran longevidad, con ciclos de vida que duran alrededor de tres años.

Síntomas y daños

El resultado de los ataques por *Xiphinema* corresponde a dramáticas reducciones en el crecimiento de las raíces. Algunos individuos pueden quedar inmóviles por un día entero, alimentándose intermitentemente de la misma zona radicular, lo cual provoca detención del crecimiento y deformaciones de los ápices radiculares. Las raíces afectadas van adquiriendo formas de crochet o ganchos.

Xiphinema tiene la capacidad de interactuar con otros patógenos como bacterias y hongos, los que invaden las lesiones ocasionadas por este nemátodo. Sin embargo, la interacción más importante es la transmisión de virus desde plantas enfermas a plantas sanas. A nivel mundial se han descrito ocho nepovirus transmitidos por nemátodos, siendo *Xiphinema* el vector de cuatro de éstos. Prácticamente en cualquier parte del mundo donde se cultive vid en forma masiva, el virus más importante es el Grapevine Fanleaf Nepovirus (GFLV). La presencia del virus en la planta provoca corredura de racimos, entre otros síntomas, afectando el rendimiento hasta en un 60%. Una viña infectada con ambos microorganismos tiene una vida productiva de sólo 12 a 20 años.

Con respecto al control, es factible la rotación de cultivos debido a que los hospederos de *Xiphinema* están bien definidos. Por ejemplo, el cultivo de cereales, como el trigo, elimina ambos organismos del suelo, *Xiphinema* y el GFLV. Sin embargo, se debe remover todo vestigio de la vid, ya que las plantas

aisladas mantendrán ambos organismos en el potrero. Los nematicidas ayudan a disminuir la población de *Xiphinema* en el suelo. No obstante, se requiere de aplicaciones profundas del nematicida para alcanzar las raíces de la planta. En todo caso, la prevención es la mejor herramienta para evitar ambos organismos, mediante la plantación con material proveniente de viveros libre de nemátodos y virus.

3.4. *Criconemoides*

Llamado nemátodo anillado, debido a los anchos anulares semejantes a anillos que rodean el cuerpo (Figura 4). Este ectoparásito se caracteriza por ser poco móvil y con un estilete largo y grueso, con el cual provoca grandes heridas en los sitios de alimentación. Grandes poblaciones de este nemátodo producen severos daños en las raíces parasitadas.

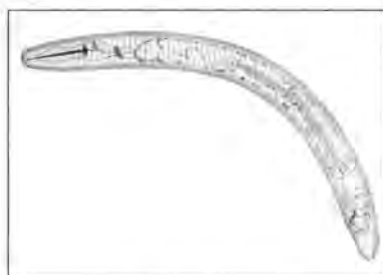


Figura 4. Adulto de *Criconemoides*.

Criconemoides es un ectoparásito con un inusual método de locomoción, a través de ondulaciones formadas por la elongación y contracción del cuerpo al pasar por los tejidos. Estos ectoparásitos se alimentan de los tejidos radiculares y pueden alcanzar elevadas poblaciones alrededor de las raíces de árboles frutales y otras plantas leñosas como la vid. Los *Criconemoides* se adhieren a la epidermis de la raíz mientras el fuerte estilete penetra las células de los tejidos exteriores. Ocasionalmente el nemátodo completo ingresa a la raíz. Se les encuentra usualmente en suelos arenosos con suficiente humedad.

Síntomas y daños

Este nemátodo produce lesiones necróticas en las raíces y heridas profundas que facilitan el ingreso de otros microorganismos del suelo, los que dañan secundariamente a las plantas ya parasitadas por los nemátodos. El daño está asociado, además, a un elevado estrés hídrico, baja cantidad de aminoácidos libres en raíces y tallos, cambios en las proporciones relativas de aminoácidos individuales y alteraciones en las concentraciones de glucosidos, lo cual produce racimos más livianos y menos dulces.

Para el control de *Criconemoides* se utiliza nematicidas, mejoramiento del vigor de la planta y control de malezas, técnicas similares a las ya mencionadas para otros nemátodos.

3.5. *Paratylenchus*

Las especies de este género son de tamaño pequeño, alargados y de estilete delicado. El daño de unos pocos individuos pasa desapercibido para la planta, pero con altas poblaciones los daños son notorios y disminuyen la producción de la misma. Además de afectar la vid, existen otros hospederos, tales como especies de la familia Crucíferae y Umbelíferae, donde se encuentran importantes cultivos hortícolas y malezas frecuentes en viñas.

Este nemátodo posee la característica que el segundo y tercer estadio juvenil, así como las hembras, se alimentan de las raíces; pero el cuarto estadio juvenil posee atrofiado el estilete y sobrevive en el suelo por largos períodos sin alimentarse. Este estado requiere, para activarse, exudaciones de las raíces de los hospederos, lo que le permite mudar y pasar al estado adulto. Las mayores poblaciones de *Paratylenchus* se encuentra en suelos de textura fina.

Síntomas y daños

Paratylenchus inserta su estilete dentro de las células del epidermis o en la base de los pelos radiculares. Los individuos pueden alimentarse en la misma

célula por varios días sin matarla. En ciertos hospedadores, *Paratylenchus* produce áreas necróticas de color café, las cuales se extienden a mayor concentración de nemátodos, hasta matar largas secciones de raíces cuando existen altas poblaciones. La menor superficie de raíces sanas influye en una menor absorción de nutrientes y agua desde el suelo, lo cual puede ser notado en la parte aérea como un menor vigor y producción. Además, los daños ocasionados por *Paratylenchus* pueden verse aumentados cuando se encuentran asociados a hongos radiculares.

Para el control se utilizan comúnmente nematicidas, enmiendas calcáreas, aplicaciones masivas de compost o materia orgánica al suelo. La rotación de cultivos es difícil, ya que el cuarto estadio larvario puede pasar un año sin alimentarse.

3.6. *Helicotylenchus*

Es conocido como nemátodo espiral por su morfología. Además, posee una variada gama de hospederos, incluyendo cultivos anuales y frutales. Los nemátodos espiral penetran parte de su cuerpo dentro de la raíz y ocasionalmente entran por completo para alimentarse.

Síntomas y daños

Las lesiones ocasionadas por *Helicotylenchus* en la corteza de la raíz, son el resultado de la muerte de las células de las cuales se alimentan. A pesar que destruyen las células al alimentarse, estos nemátodos actúan generalmente solitarios, por lo cual el daño es relativamente leve con poblaciones moderadas. Sin embargo, al aumentar la población de *Helicotylenchus* en el suelo, los daños alcanzados por estos ectoparásitos en las raíces pueden resultar severos. Además, se ha observado sinergismo cuando *Helicotylenchus* se asocia a bacterias del género *Pseudomonas*.

Los controles que se sugieren son similares a los indicados para *Paratylenchus*.

4. PRINCIPALES NEMÁTODOS FITOPATÓGENOS DE LA VID.

Nombre común	Nombre científico	Hábito	Síntomas que producen	Importancia
Nemátodo agallador.	<i>Meloidogyne spp.</i>	Endoparásito sedentario.	Las hembras producen tumores radiculares.	Reducción paulatina del rendimiento, aumento de la susceptibilidad a otras enfermedades y disminución de absorción de agua y nutrientes. También, gran facilidad de transmitir nemátodos dentro de los tejidos de las raíces parasitadas.
Nemátodo de las lesiones.	<i>Pratylenchus spp.</i>	Endoparásito migratorio.	Causa extensas necrosis en el sistema radicular a medida que se moviliza dentro de la raíz.	Su daño es directo, al alimentarse de los tejidos, como indirecto, al disminuir la resistencia natural de la planta a enfermedades y dejar numerosas heridas o sitios de entrada para otros patógenos.
Nemátodo alfiler.	<i>Xiphinema spp.</i>	Ectoparásito migratorio.	Deformación de los ápices radiculares, formación de raíces tipo crochet.	El daño directo es de menor importancia comparado con la transmisión de virus, en especial del virus de la hoja en abanico (FLV).*
Nemátodo anillado.	<i>Criconemoides spp.</i>	Ectoparásitos migratorios.	Poseen un largo estilete con el cual producen severas y extensivas lesiones en las raíces.	Dstrucción de ápices de crecimiento, cambios fisiológicos en toda la planta, como aumento de la susceptibilidad a la sequía, cambios en contenidos de azúcar y proteínas. El daño de este nemátodo se hace más notorio en verano con las altas temperaturas.
Nemátodo aguja.	<i>Paratylenchus spp.</i>	Ectoparásitos migratorios.	Detención de crecimiento de los ápices radiculares.	No causan mayores daños salvo grandes poblaciones.
Nemátodo espiral.	<i>Helicotylenchus spp.</i>	Ectoparásitos migratorios.	Lesiones radiculares.	Afectan numerosos huéspedes leñosos en la zona del cortex de la raíz. Se consideran patógenos secundarios, pero con altas poblaciones se producen severos daños radiculares.

* FLV= Fen leaf virus.

5. GLOSARIO

Agalla. Aumento del tamaño del tejido producto del mayor número de células o mayor tamaño de éstas.

Clorosis. Pérdida de clorofila en los tejidos, lo cual le da un aspecto amarillo a las hojas.

Ectoparásitos. Parásito que se nutre de su hospedante desde el exterior.

Endoparásitos. Parásito que penetra en el hospedante y se alimenta de su interior.

Hipertrofia. Aumento del tamaño de la célula.

Hospedante. Planta que es invadida por un parásito y de la cual éste obtiene sus nutrientes.

Parásito. Organismo que vive a expensas de otro organismo vivo (hospedante) y del cual obtiene sus nutrientes.

Sedentarios. Que permanece en un solo sitio; estacionario.

6. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Brown D.; Dalmasso A. and D. Trudgill. 1993.** Nematodes pest of soft fruit and vines. Pp. 427-462. *In:* K. Evans, D. L. Trudgill and J.M. Webster (Eds.) Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture.
- Dropkin V. 1989.** The genera of phytonematodes. Pp. 89-228. *In:* Introduction to plant nematology. Second Edition. A Wiley- interscience publication. USA. 304 p.
- Nickle W. 1991.** Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker, New York, USA. 1035 p.
- Viglierchio D. 1991.** The world of nematodes. Agriculture and Environmental Science. Davis, California. 266 p.