

# Manejo agronómico de plagas que afectan el sistema radical del viñedo

## Nematodos, filoxera y margarodes

Ing. Agr. Graciela Mendoza.  
Lab. de Fitofarmacia. EEA Mendoza INTA.  
mendoza.graciela@inta.gob.ar

Ediciones INTA  
Centro Regional Mendoza-San Juan  
Estación Experimental Agropecuaria Mendoza  
2021



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
**Argentina**

# Índice

Introducción	2
Generalidades y descripción de las plagas	2
Ciclo bioecológico	4
Daños	6
Directos	6
Indirectos	7
Sintomatología aérea	8
Propagación y dispersión	9
Condiciones predisponentes	10
Medidas preventivas	10
Monitoreo	12
Métodos de control	13
Control cultural	14
Barbecho	14
Bioestimulantes	14
Biofumigación	16
Cultivos de cobertura	17
Enmiendas orgánicas de suelo	18
Inundación	20
Medidas asépticas de implementos agrícolas	20
Solarización	20
Control biológico	21
Bacterias	21
Hongos	22
Nematodos	24
Control químico	25
Plaguicidas naturales	25
Plaguicidas sintéticos	27
Bibliografía	28

## Introducción

En Argentina, los nematodos, la filoxera y la perla de la vid son plagas potenciales de los viñedos. Habitan en el suelo y cumplen el ciclo, en forma parcial o completa, en las raíces donde se alimentan. Los daños son irreversibles, a la vez que promueven el detrimento del vigor y de la longevidad de las plantas. Dada la importancia agronómica de estas plagas y la dificultad de su control, este documento procura brindar a los técnicos información sobre algunas prácticas y herramientas disponibles para el manejo sustentable de sus poblaciones. Ha sido preciso comenzar con una descripción general, a fin de facilitar la identificación; incluir el ciclo bioecológico, para determinar los momentos oportunos de control; continuar con los daños, la forma de dispersión y el monitoreo; entre otros aspectos de importancia.

### Generalidades y descripción de las plagas

**Nematodos:** conocidos como gusanos redondos, pertenecen al *Phylum* Nemata. Las principales especies que afectan a los viñedos son *Xiphinema* spp. (*X. index* y *X. americanum*), *Meloidogyne* spp. (*M. incognita*, *M. hapla*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. naasi*), *Pratylenchus* spp. (*P. penetrans*, *P. vulnus* y *P. pratensis*). *Xiphinema* y *Pratylenchus* son, en general, de aspecto vermiforme; *Meloidogyne*, es vermiforme en el estado larval, mientras que el adulto presenta dimorfismo sexual. La hembra es piriforme, de color blanco y cuello corto (Figura 1); el macho es filiforme (Figura 1). El tamaño de los nematodos varía según la especie, entre 0,5 y 5 mm. Tienen características morfológicas importantes para su identificación, visibles solo bajo microscopio, que no serán tratadas aquí. Todas las especies presentan cuatro estadios larvales filiformes, de menor tamaño que el adulto. Se alimentan de distintas especies cultivadas - vid, frutales, hortalizas- y de numerosas malezas, entre ellas cola de zorro (*Setaria parviflora*), cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), avena guacha (*Avena fatua*), chilca (*Baccharis* sp.), pasto de cuaresma (*Digitaria sanguinalis*), amor seco (*Bidens pilosa*), llantén (*Plantago* spp.), bolsa del pastor (*Capsella bursa-pastoris*), yuyo colorado (*Amaranthus* sp.), fique (*Flaveria bidentis*), cerraja (*Sonchus oleraceus*), diente de león (*Taraxacum officinale*), yuyo blanco (*Chenopodium album*), entre otras.



**Figura 1.** *Meloidogyne* spp. Hembra, vista bajo lupa (der.) y macho, bajo microscopio (izq.).  
Fuente: Herrera, M. E. Lab. de Fitofarmacia. EEA Mendoza. INTA.

**Filoxera:** *Dactylosphaera vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae) es un pequeño insecto, parecido a un pulgón. La hembra es piriforme, de aproximadamente 1 mm de largo, de color amarillo claro a amarillo ocre cerca del otoño, con ojos de color rojo oscuro (Figura 2). Sus patas son cortas y gruesas. Se reproduce por partenogénesis (asexual). El macho está ausente. El oocito es ovalado, amarillo limón, de 0,5 a 0,7 mm de largo y la mitad de ancho. Cumple tres estadios ninfales de aspecto similar a la forma adulta, pero más pequeños (Figura 2). Miden a partir de 0,3 mm de largo (1.<sup>er</sup> estadio), son de forma oval bien segmentada, de color amarillo a amarillo ocre. La hembra alada, que aparece en otras regiones vitivinícolas, es rara en Mendoza. La filoxera se alimenta exclusivamente de especies del género *Vitis*.



**Figura 2.** Colonia de hembras y ninfas de filoxera en una grieta de la raíz, vista a ojo desnudo (der.) y bajo lupa (izq.).  
Fuente: Mendoza, G. Lab. Fitofarmacia. EEA Mendoza. INTA

**Perla de la vid:** *Margarodes vitis* (Hemiptera: Margarodidae), es un insecto semejante a una cochinilla. La hembra tiene el cuerpo globoso, de color amarillo crema, con pelos rojizos y un tamaño de 5 a 6 mm (Figura 3). Tiene tres pares de patas; el primero robusto de tipo cavador. Carece de ojos y de aparato bucal. Los oocitos, de forma ovalada y de color blanco, miden de 0,5 a 0,7 mm. La ninfa de 1.<sup>er</sup> estadio es alargada de 1 a 1,5 mm, de color blanco crema, tiene aparato bucal funcional y está desprovista de ojos. La ninfa de 2.<sup>do</sup> estadio se encuentra recubierta por el quiste que se completa en el 3.<sup>er</sup> estadio (Figura 3). El quiste, de pared rugosa, gruesa y dura, es de color marrón rojizo y de forma esférica. El macho es desconocido. Se alimenta de vid, de plantas perennes - chilca (*Baccharis* sp.) y pichana (*Baccharis spartioides*)- y de malezas como correhuela (*Convolvulus arvensis*). En Chile también parasita almendro, duraznero, ciruelo, membrillero y diversas especies nativas, como espinillo (*Vachellia caven*), duraznillo (*Cestrum parqui*), abrojo chico (*Xanthium spinosum*).



**Figura 3.** Vistas dorsal y ventral de una hembra de perla de la vid (izq. y centro respectivamente). Quiste y hembra emergida (der.).

Fuente: Gonzalez, M. Lab de Biotecnología y Biología Molecular. EEA Mendoza. INTA.

### Ciclo bioecológico

El ciclo de los **nematodos** consta de seis etapas de desarrollo: huevo, cuatro estadios juveniles o larvas ( $J_1$  a  $J_4$ ) y adulto. Los nematodos del nudo de la raíz del género *Meloidogyne* son endoparásitos sedentarios. El 2.<sup>do</sup> estadio ( $J_2$ ) es infestivo. Ingresa al sistema vascular de la raíz donde se alimenta de células no diferenciadas. Las hembras desarrollan allí el ciclo de vida, con la masa de huevos incluida. La duración del ciclo varía según la temperatura y la disponibilidad de alimento. Alrededor de los 23 °C oscila entre 50 y 60 días. Los nematodos del género *Pratylenchus* son endoparásitos migratorios. Penetran en la raíz de la que se alimentan y salen para terminar el ciclo en el suelo. Según la temperatura, el ciclo dura entre 30 y 86 días. Los nematodos del

género *Xiphinema*, conocidos como daga, son ectoparásitos. Se alimentan cerca del extremo de la raíz de células epidérmicas, sin penetrar en los tejidos. En contraste con *Meloidogyne* son migratorios y todos los estados son infestivos. Completan el ciclo de vida en 22 a 27 días, a 24 °C. Los nematodos, en general, pueden sobrevivir en el suelo durante largos periodos de tiempo, aún en ausencia del hospedero adecuado.

La **filoxera**, en los viñedos argentinos, desarrolla un ciclo vital incompleto o anholociclo (sin reproducción sexual), que transcurre en el suelo. Pasa el invierno como ninfa, de 1.<sup>er</sup> y de 2.<sup>do</sup> estadio, en grietas de la corteza de raíces. En primavera el ciclo se reactiva para completar un 3.<sup>er</sup> estadio ninfal y, finalmente, emerger la hembra adulta. En la raíz ésta coloca de 40 a 50 oocitos. Luego de la eclosión, las ninfas se fijan a la raíz de la misma planta. Las de 3.<sup>er</sup> estadio o “vagabundas”, realizan la infestación entre plantas, favorecidas por suelos arcillosos o con ayuda del agua de riego. Una vez establecidas se alimentan en grupos. En primavera-verano, la filoxera desarrolla entre cinco y seis generaciones anuales, según la temperatura, con un ciclo de 30 a 35 días.

La **perla de la vid** pasa el invierno en distintos estados de desarrollo y cumple una generación cada 2 años o más. La hembra se reproduce por partenogénesis (asexual). Coloca de 150 a 600 oocitos en las grietas del suelo, generalmente recubiertos por sustancias mucilaginosas o por filamentos cerosos. Luego de la postura, la hembra muere. La ninfa de 1.<sup>er</sup> estadio o “larva ambulatoria”, se desplaza en el suelo hasta una raíz en la que inserta su estilete. Allí, se alimenta y comienza a envolverse en un quiste amarillento. Según González, R. (2014), en Chile el período de alimentación de la ninfa de 1.<sup>er</sup> estadio dura unos 6 meses y al mudar al 2.<sup>do</sup> estadio, pierde la mayor parte de los órganos internos, incluyendo la totalidad de su aparato digestivo. El resto del ciclo lo cumple en el interior del quiste sin alimentarse. En este estado puede permanecer y sobrevivir durante varios años -incluso diez-, hasta que las condiciones ambientales propician la emergencia de la hembra. Solo un cierto porcentaje de quistes se convierte anualmente en hembras. Todos los estados se desarrollan en el suelo, entre los 20 y 60 cm, aunque pueden llegar al 1,20 m de profundidad. En Chile las hembras adultas emergen entre noviembre y diciembre, dando inicio al período de reproducción partenogenética en menos de 2 semanas (González, R., 2014). En coincidencia, Gonzalez *et al.* (2016), comprobaron la emergencia de hembras entre el 20 de noviembre y el 19 de diciembre, en un viñedo de La Consulta, Mendoza. En otro viñedo este proceso se extendió desde el 27 de noviembre al 3 de enero. El periodo de postura comenzó a fines de noviembre y se desarrolló hasta principios de enero en ambas fincas.



## Daños

### Directos

Las plagas del suelo causan lesiones en las raíces y afectan su capacidad de absorber agua y nutrientes. Los síntomas dependen del agente dañino.

Los **nematodos** del género *Meloidogyne* producen hiperplasia -multiplicación de células vegetales- e hipertrofia -agrandamiento celular-, en los tejidos cercanos al sitio de alimentación. Esto da lugar a los característicos nódulos o agallas (Figura 4). Los nematodos del género *Pratylenchus*, son conocidos como nematodos lesionadores, debido a que la liberación de compuestos polifenólicos provoca lesiones necróticas. Las raíces dañadas se oscurecen y adquieren aspecto filamentoso. Los nematodos del género *Xiphinema* producen hipertrofia celular y prominencia terminal debido a inyección de saliva fitotóxica. Esto da origen a la flexión de la raíz, seguida del oscurecimiento de la lesión. Algunas especies inducen la formación de agallas en los extremos radicales y finalmente su destrucción. El ataque extenso causa la muerte de la raíz e induce la producción de raíces laterales en “mechones”. Además del daño directo a las raíces, que a menudo se asocia a problemas de tipo fúngico o bacteriano, algunas especies de *Xiphinema*, son vectores de virus. Los daños a las raíces disminuyen la absorción de agua y de nutrientes, y conducen al deterioro en el crecimiento de las plantas. La magnitud de los daños dependerá de la densidad poblacional inicial en el suelo, durante el establecimiento del cultivo, de la especie de nematodo y de la agresividad. También influye la cultivar de vid y el portainjerto.



**Figura 4.** Nódulos producidos por *Meloidogyne* spp. en raíces de vid.

Fuente: Herrera, M. H. Lab. de Fitofarmacía. EEA Mendoza. INTA.

La **filoxera** causa lesiones por la alimentación y por la inyección de saliva fitotóxica. En los extremos de las raíces de menor diámetro (raíces inmaduras, no lignificadas) se desarrollan nudosidades (hiperplasias celulares), de coloración amarillenta (Figura 5). La raicilla se abulta y arquea, y forma una cavidad en la cual se puede encontrar el insecto. En las raíces de mayor diámetro (lignificadas) se generan tuberosidades (hipertrofias celulares), que con el tiempo degeneran en canchales deprimidos en el centro. En las heridas se desarrollan hongos patógenos -*Fusarium* y *Pythium*-, bacterias y otros agentes, que pudren los tejidos dañados. Esto se evidencia con desprendimiento de la corteza, pérdida de raíces y deterioro vegetativo de la parte aérea de la planta, debido a la absorción deficitaria de agua y de nutrientes.



**Figura 5.** Nudosidades en raicillas de vid, por filoxera (izq.). Nudosidad vista bajo lupa (der.).  
Fuente: Mendoza, G. Lab. de Fitofarmacía. EEA Mendoza. INTA

La **perla de la vid** afecta al sistema radical durante la alimentación. Las raíces se presentan de color oscuro, debilitadas, con la corteza desprendida. No se desarrollan nudosidades ni agallas típicas. En semejanza con las plagas anteriores, en ataques severos hay pérdida de raíces, con el consecuente deterioro vegetativo de la planta.

### Indirectos

Los nematodos del género *Xiphinema* son vectores del Grapevine Fanleaf Virus (GFLV), virus semipersistente, agente de la *degeneración infecciosa de la vid*. Los síntomas del GFLV se caracterizan por deformaciones foliares -hoja en abanico-, patrones cloróticos inusuales -mosaico amarillo, nervaduras amarillas y salpicré amarillo, brotes con entrenudos cortos y fasciaciones (Figura 6). El



tamaño de las plantas infectadas con GFLV puede ser reducido, en comparación con plantas sanas.



**Figura 6.** Síntoma de amarillamiento en un brote de cepa con degeneración infecciosa.  
Fuente: Gómez Talquenca, S. Lab. de Fitovirología. EEA Mendoza. INTA

## Sintomatología aérea

Las lesiones provocadas por las plagas del suelo al sistema radical, impiden la normal absorción de agua y de nutrientes por la planta. En la canopia la sintomatología es inespecífica e impide vincularla con el agente causal (Figuras 7 y 8). El crecimiento de las plantas afectadas, en general, es lento; los sarmientos son de menor diámetro y longitud, por el acortamiento de entrenudos. Las hojas son de menor tamaño y de color verde más claro. La floración es deficiente; los racimos tienen granos pequeños y con menor grado azucarino. En el verano las plantas manifiestan signos de estrés hídrico e inician, en forma temprana, la amarillez otoñal y la caída de hojas. En ataques severos el crecimiento de las plantas es reducido y la producción escasa. La expresión en la parte aérea puede tardar de 2 a 5 años desde la infestación inicial, según el vigor del cultivo y las condiciones edáficas en que vegeta. En la parcela, el área afectada toma forma de lente o de rodal, con plantas muertas en el centro y retraso en el crecimiento de las que se encuentran en la periferia (Figura 7). Por la similitud del cuadro sintomatológico, es imprescindible el análisis de suelo o de raíces para confirmar la identidad del insecto o nematodo. El muestreo de raíces y el seguimiento de la plaga contribuyen a la detección temprana y son fundamentales para tomar medidas anticipadas a la manifestación de síntomas aéreos; momento en el que puede ser difícil conseguir la recuperación del cultivo.



**Figura 7.**  
Sintomatología aérea  
en plantas afectadas  
por filoxera.  
Fuente: Mendoza, G.  
Lab. de Fitofarmacia.  
EEA Mendoza. INTA.



**Figura 8.** Plantas de vid afectadas por *Margarodes vitis*, con distintos niveles de daño y sintomatología.  
Fuente: Gonzalez, M. *et al.* 2016.

## Propagación y dispersión

Los **nematodos** fitófagos, además de propagarse con plantas de vivero, se encuentran en parcelas incultas infestando diferentes malezas y plantas autóctonas. El análisis de suelo previo a la implantación de un viñedo es fundamental para decidir el uso de portainjertos resistentes a nematodos. La **filoxera** es transportada a parcelas incultas, donde no hubo viñedos, principalmente con plantas provenientes de viveros infestados. La **perla de la vid** también se encuentra infestando malezas y plantas autóctonas. La dispersión de estas plagas, entre parcelas, ocurre principalmente con el movimiento de suelo contaminado a través de la maquinaria agrícola, del agua

de riego y de los zapatos del trabajador, entre otros.

## Condiciones predisponentes

En general, el daño ocasionado por estas plagas se expresa en mayor medida cuando las vides están sujetas a otras tensiones, como son los períodos de sequía prolongados, las malas características del suelo (p. ej. perfil poco profundo), el estrés adicional inducido por otras plagas o enfermedades o las podas fuertes que reducen el vigor de la planta. Un cultivo que crece vigorosamente puede tolerar el estrés inducido por las plagas del suelo y los efectos patogénicos que estas producen. La baja carga de fructificación del cultivo también reduce el estrés de las vides. Comprender estas relaciones puede permitir el desarrollo de estrategias para el manejo de los daños. Cada una de estas plagas tiene condiciones de temperatura y de suelo predisponentes.

**Nematodos:** los suelos arenosos favorecen el desempeño de estos individuos. La falta de capacidad de retención de la humedad edáfica, característica de estos suelos, provoca en el viñedo la pronta manifestación de decaimiento de la planta.

**Filoxera:** el movimiento, distribución y abundancia de las poblaciones de filoxera dependen de las condiciones ambientales: temperatura, tipo de suelo, humedad, así como del genotipo de filoxera y de la habilidad de establecer los sitios de alimentación. A temperaturas menores o iguales a 15 °C, solo las ninfas neonatas sobreviven como hibernantes, sin establecer nuevos sitios de alimentación. En suelos arcillosos, con temperaturas moderadas, los viñedos tienden a declinar más rápidamente.

**Perla de la vid:** los suelos sueltos, arenosos, con humedad moderada y pH alcalino facilitan la propagación. Los daños que provoca se acrecientan en condiciones de sequía o cuando disminuye la disponibilidad de agua de riego.

## Medidas preventivas

El control efectivo de filoxera y de nematodos se basa principalmente en el uso de portainjertos resistentes o tolerantes. Al implantar un viñedo es conveniente:

- Analizar la presencia de plagas en el suelo.
- Utilizar material vegetal libre de plagas.
- Utilizar portainjertos resistentes: tienen distintos grados de resistencia o tolerancia a nematodos y filoxera (ver Tabla 1). Se debe considerar la variabilidad patogénica de las diferentes poblaciones de estas plagas, según el origen geográfico de las mismas. Sobre la resistencia a perla de

la vid la información disponible es contradictoria. Algunas investigaciones aseguran que los portainjertos Salt Creek y 3309 C son menos sensibles a *Margarodes vitis*, evaluados como plantas adultas; otras aseguran que no existen portainjertos resistentes a este insecto. Según Cucchi y Becerra (2009) en Chile se ha establecido una escala de sensibilidad de las distintas cultivares de vid, al daño producido por *M. vitis*.

Muy sensibles: Malbec, Semillón y Pinot negro.

Menos sensibles: Cabernet sauvignon, Tocai friulano, Criolla chica y las cultivares de mesa de alto vigor.

- Finalmente, previo a la implantación de un viñedo, se recomienda realizar una adecuada preparación del terreno a fin de obtener sistemas radicales abundantes y bien distribuidos.

**Tabla 1.** Escala de resistencia de distintos portainjertos de vid a filoxera y a nematodos.  
Fuente: elaboración propia

Portainjerto	Especie plaga			
	Filoxera	Nematodos		
		<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Meloidogyne arenaria</i>	<i>Xiphinema index</i>
5 BB Kober	muy alta	alta	media	media
RGM	muy alta	media	media	baja-media
101-14 MGt	alta	alta	alta	media- alta
110 Richter	alta	baja-media	baja-media	baja-media
1103 Paulsen	alta	media	baja	baja
140 Ruggeri	alta	media	alta	baja
3309 Couderc	alta	baja	baja	baja
Fercal	alta	media-alta	media-alta	....
Gravesac	alta	baja	baja	....
Ramsey	alta	alta	alta	baja-media
Rupestris du Lot	alta	baja	baja	baja
Salt Creek	alta	alta	....	baja a media
SO4	alta	alta	alta	baja-media
41 B	media a alta	baja	baja	baja
Dog Ridge	media	media-alta	....	baja-media
Freedom	baja-media <sup>1</sup>	alta	....	media-alta
Harmony	baja-media <sup>1</sup>	media-alta	....	media-alta

1. El grado de resistencia a largo plazo de estos portainjertos a filoxera es cuestionable, debido a que se desconoce la paternidad de *Vitis vinifera*.

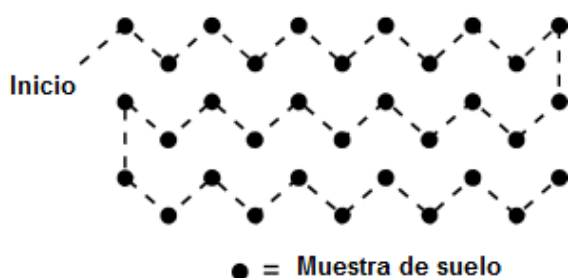


## Monitoreo

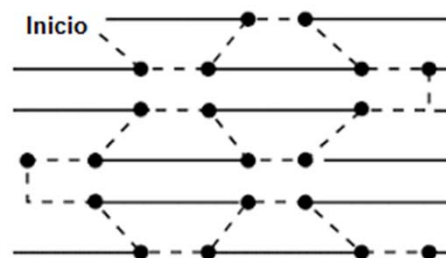
La detección temprana, antes de la aparición de síntomas aéreos, puede permitir el manejo de las plagas de suelo y la prevención de los daños. La época de monitoreo dependerá según se trate de nematodos, filoxera o perla.

**Nematodos:** la mayor densidad en el suelo se da en verano y otoño. Considerar la mayor cantidad de puntos en el terreno a fin aumentar la probabilidad de hallazgo. La forma de muestreo y la cantidad de puntos obedecen a la presencia o no de un cultivo instalado.

- **Terrenos incultos:** extraer, al azar o en forma sistemática, al menos veinte submuestras por hectárea. Seguir un patrón en Z, W o M a través del campo, a lo largo y ancho de la superficie (Figura 9). Emplear una pala de punta o una pala barreno, a una profundidad entre 30 y 60 cm, eliminando previamente los primeros 5 cm de suelo. Obtener una muestra compuesta por mezcla del suelo extraído. La muestra no debe representar más de 2,5 ha. Si el tipo de suelo cambia dentro la parcela, tomar muestras separadas de cada uno. En un balde homogeneizar el suelo recolectado y obtener una muestra compuesta. Colocarla en bolsa de polietileno resistente, etiquetar y conservar en heladera. Enviar la muestra de suelo a un laboratorio de diagnóstico de plagas.
- **En cultivos instalados:** tomar una submuestra de suelo y de raicillas por planta que se sospeche afectada por nematodos. Hacerlo a una distancia de 45 a 60 cm desde la base del tronco -donde llega la influencia del agua de riego-, y hasta 1 m de profundidad. Recorrer el lote siguiendo el patrón de la Figura 10. Utilizar pala de puntar, eliminar los primeros 5 cm de suelo. Sacar una palada de 30 cm de profundidad, desecharla, repasar los bordes del pozo y tomar una segunda palada abarcando todo el perfil de una de las caras del pozo y del fondo. Proceder como en el caso anterior.



**Figura 9.** Patrón de muestreo de nematodos, en terrenos incultos o en campos en barbecho. Fuente: Celetti, M. (2012)



**Figura 10.** Patrón de muestreo de suelo en cultivos en hileras. Fuente: Celetti, M. (2012)



**Filoxera:** muestrear raíces preferiblemente en verano, cuando la población es elevada. Seleccionar plantas vigorosas, cercanas a la zona afectada, donde es posible encontrar colonias de filoxera. Una planta muy debilitada carece de raíces y de insectos. Extraer las muestras en la zona de influencia del agua, a unos 50 cm alrededor del tronco y hasta 1 m de profundidad. Tomar porciones de raíces de al menos 5 plantas, acondicionarlas en bolsas de polietileno, rotularlas y refrigerarlas. Analizar en un laboratorio especializado. En primavera pueden distinguirse nudosidades en raíces nuevas; en raíces maduras se detectan colonias de individuos, con ayuda de una lupa de 10x.

**Perla:** a principios del verano monitorear raíces de vid y de malezas asociadas, con lupa de mano, en búsqueda de ninfas ambulatorias. Las “perlas” se detectan en el sistema radical durante todo el año. Con una pala tomar muestras en la zona de exploración de las raíces. Descartar los primeros 10 cm de tierra y coleccionar aproximadamente 1 kg de suelo por planta, cercano a la raíz, entre los 30 y 70 cm de profundidad. Proceder con las muestras como en las plagas anteriores.

## Métodos de control

Dada la complejidad de las plagas del suelo una sola práctica de control suele ser insuficiente para mantener sus poblaciones por debajo de los umbrales de daño. Puede ser preciso integrar distintas opciones de manejo del suelo, que a la vez protejan y compensen al cultivo de las lesiones producidas. El objetivo es disminuir la dependencia de plaguicidas, promover la diversificación de especies y favorecer el desarrollo de un sistema agrícola robusto, menos sensible a las plagas. Las opciones de manejo incluyen coberturas vegetales, abonos orgánicos, biofumigación, controladores biológicos, entre otros. Varias especies de plantas, utilizadas como coberturas de suelo, ejercen acción nematocida al liberar compuestos nematocínicos o nematostáticos, durante el crecimiento o en su descomposición, al ser incorporadas al suelo. La materia orgánica agregada asegura el sostenimiento de la fertilidad, de las propiedades físicas del suelo y de la actividad microbiana, fortaleciendo el sistema de defensa de las plantas hospederas. La adición de tales materiales puede inducir una mejora en el crecimiento y en los rendimientos del cultivo. Los resultados dependerán del material utilizado y de la tasa de aplicación, del proceso de descomposición/compostaje del material, de los cultivos utilizados en la rotación, de las prácticas agronómicas, del tipo de suelo, del clima y de otros factores ambientales. Cuando la materia orgánica en descomposición libera compuestos tóxicos, las disminuciones en la población de patógenos pueden ser relativamente rápidas, pero los efectos serán a largo plazo si la actividad del

material es debida a aumentos en las poblaciones de organismos antagónicos. Finalmente, la conservación de los recursos naturales, promovida por estas prácticas, son una alternativa al uso de fumigantes del suelo, la mayoría de los cuales han sido eliminados o limitados en su uso, por el impacto en la salud de las personas y el ambiente que los caracteriza.

## Control cultural

- **Barbecho:** la práctica radica en dejar incultos, por al menos dos temporadas, aquellos suelos destinados al cultivo de la vid, infestados con plagas edáficas. El objetivo es disminuir las poblaciones mediante la exposición de las capas profundas a la radiación y deshidratación. Se debe realizar una labranza profunda rápida, para evitar el establecimiento de formas de resistencia a las condiciones adversas. Esta práctica puede resultar nociva para la estructura del suelo y no afectar a los individuos que se encuentren por debajo del perfil labrado. Durante el barbecho es importante lograr un buen manejo de las malezas que pueden ser fuente de alimentación de nematodos o de perla. Si previo a esta labor se debieran erradicar vides infestadas, deberá utilizarse un equipo que elimine la mayor cantidad de masa de raíz del perfil del suelo. La aplicación de herbicidas, algún tiempo antes de la erradicación, puede evitar que las raíces que persisten en el suelo sean un recurso para los parásitos de las plantas. Los niveles poblacionales de estas plagas, a su vez, pueden reducirse mediante la rotación de cultivos, con especies de plantas resistentes, antagonistas o no hospedantes apropiadas. La duración de la rotación dependerá de la capacidad de supervivencia de la plaga objetivo, siendo más corto para *Meloidogyne* (un año) y más largo para *Xiphinema* o perla de la vid (cuatro años o más). El uso de plantas anuales en la rotación de cultivos de cobertura puede ayudar a controlar el problema de perla. En el período de barbecho también es factible realizar la biofumigación, solarización o biosolarización del suelo.
- **Bioestimulantes:** constituyen una herramienta útil para aumentar la provisión de nutrientes a la planta e inducir respuestas positivas sobre el crecimiento, el rendimiento y la sanidad del cultivo. Son productos formulados en base a microorganismos, hongos o bacterias promotoras del crecimiento vegetal, o agentes de control biológico. Estos organismos habitan normalmente en el entorno de las raíces y ejercen efectos positivos a través de mecanismos de acción directos e indirectos. Entre ellos, las **rizobacterias** benéficas se encuentran en forma libre en la rizósfera de la planta o asociadas en la superficie de las raíces. Al

colonizar el sistema radical activan o mejoran un mecanismo natural, preexistente de defensa de las plantas, denominado resistencia sistémica inducida; promueven el crecimiento de la planta (plant growth promoting rizobacteria: PGPR) y previenen el establecimiento de patógenos. Algunas de estas rizobacterias, muestran actividad nematicida como agentes de biocontrol. La rizobacteria *Pseudomonas fluorescens* produce metabolitos secundarios que inducen la mortalidad de huevos de nematodos y de juveniles infecciosos ( $J_2$ ). También, las rizobacterias del género *Bacillus* spp. -*B. cereus* y *B. subtilis*-, actúan sobre diversos nematodos fitoparásitos. En leguminosas estas bacterias establecen mecanismos de competencia con *Meloidogyne* por zonas de la raíz, lo que disminuye los índices de nodulación y les permite soportar mayor nivel poblacional. En el mercado argentino existen formulaciones de rizobacterias, comercializadas como biofertilizantes, que promueven la síntesis de sustancias estimuladoras del crecimiento radical y benefician el desarrollo general de los cultivos. Ciertos factores edáficos -algunos no claramente identificados- afectan su actividad. Condiciones del suelo como la salinidad, además de afectar la salud de las plantas, influyen directamente en la supervivencia de estas bacterias.

Las **micorrizas** son asociaciones simbióticas, generalmente beneficiosas, entre ciertos hongos especializados y las raíces de algunas plantas. En leguminosas, las micorrizas vesículo-arbusculares optimizan la nodulación por rizobacterias y el crecimiento de la planta en general, al mejorar la captación de fósforo y de otros nutrientes -nitrógeno, calcio y potasio- desde el suelo. A la vez, establecen una barrera física que dificulta el acceso a la raíz de nematodos como *Meloidogyne*, confiriéndole cierta tolerancia a la planta. En diferentes especies vegetales brindan protección frente a condiciones de estrés ambiental, como salinidad y sequía, mejorando la aclimatación y la nutrición. Su actividad le permite a la planta explorar un mayor volumen de suelo del que alcanzaría con sus raíces y absorber con mayor facilidad el agua. En la raíz inducen mecanismos naturales de defensa y compiten con hongos patógenos del suelo -*Fusarium*, *Phytophthora*, *Verticillium*- por espacio y nutrientes, aumentando la tolerancia de la planta. Ciertas prácticas como el uso excesivo de fertilizantes y de plaguicidas (p.ej. nematicidas), la sobreexplotación de los suelos agrícolas y la desertificación influyen en su supervivencia.

Los **endófitos** son microorganismos de taxones diversos, bacterianos, fúngicos, protistas, entre otros. En este conjunto se encuentra un grupo de hongos que se desarrollan en el interior de la mayoría de las especies de plantas y las protegen contra distintos tipos de estrés, bióticos y abióticos. Algunos mecanismos de interacción directa incluyen la competencia y la producción de enzimas líticas y de metabolitos secundarios (antibiosis<sup>1</sup>). Los hongos endofíticos también pueden inducir en las plantas resistencia sistémica contra el ataque de plagas o de patógenos. Su uso minimiza la dependencia de las condiciones ambientales, propias de los organismos de control biológico, ampliando el rango de condiciones a aquellas adecuadas para la planta. Los hongos del género *Trichoderma* son simbioses endófitos, que colonizan las raíces sin llegar al haz vascular y establecen una interacción compleja con la planta-huésped. Esta relación, junto con su fácil adaptación a diversas condiciones climáticas y edáficas, y a su velocidad de crecimiento, los hace candidatos como agentes de biocontrol. Los mecanismos de acción de *Trichoderma* con el patógeno son: micoparasitismo, antibiosis, competencia; con la planta: promoción del crecimiento, aumento de la tolerancia contra el estrés abiótico y estimulación de las defensas contra los patógenos.

- **Biofumigación:** control de plagas y de patógenos del suelo, por medio de la liberación de compuestos originados por la descomposición de residuos orgánicos. Es una técnica de fácil aplicación por los agricultores. Se utilizan **enmiendas** tradicionales de orujo, guano, residuos de diferentes cultivos -batata, espinaca, crucíferas, tomate, papa, leguminosas, gramíneas- y otros **abonos verdes**, sin descomponer; incluso pueden emplearse frutos del paraíso. Los compuestos de la degradación de estos materiales son, en su gran mayoría, volátiles (ver enmiendas orgánicas). No eliminan a la plaga en forma inmediata, sino que detienen el crecimiento y desarrollo, e inhiben la reproducción. Deben quedar retenidos en el suelo infestado, por al menos durante dos semanas. En suelos poco profundos la retención de compuestos volátiles puede realizarse por medio de riegos frecuentes o de cubiertas plásticas. Las temperaturas altas, superiores a 20 °C, acentúan el efecto de la biofumigación, al aumentar la liberación de sustancias volátiles. Otros compuestos originados en este proceso, incrementan las poblaciones de

<sup>1</sup>Antibiosis: interacción biológica en la que un organismo segrega sustancias, en las inmediaciones de otros organismos, que impiden su subsistencia.

organismos antagonistas (benéficos), mejoran la estructura del suelo y la penetración de agua, y refuerzan la nutrición de la planta. Resulta beneficioso alternar el empleo de residuos agrarios (orujo, guano, etc.) con abonos verdes, especialmente de brásicas (crucíferas), como repollo, coliflor y brócoli, en dosis variables entre 5 y 10 kg/m<sup>2</sup> de materia verde, según el vegetal empleado. Las brásicas contienen glucosinolatos (glucósidos azufrados) que son hidrolizados, por acción de la enzima mirosinasa, en isotiocianatos y tiocianatos, compuestos volátiles con efecto nematicida. La formación de isotiocianatos es favorecida en suelos de pH alcalino o neutro; el pH ácido genera nitrilos de menor efecto inhibidor. Otras moléculas y mecanismos, no relacionados con los glucosinolatos, como la liberación de compuestos azufrados (metanetiol, dimetil sulfuro, disulfuro de carbono y dimetil disulfuro) y algunos ácidos grasos, pueden contribuir al control de plagas y enfermedades. Los compuestos volátiles de la descomposición de distintas brásicas, entre ellas: mostaza blanca (*Sinapis alba*), mostaza de la India (*Brassica juncea*), rúcula (*Eruca sativa*) y canola (*B. napus*), tienen efectos tóxicos directos sobre nematodos. El control de *X. index* en viñedos mediante el uso de brásicas como cultivo de cobertura fue evaluado en el proyecto Biovine de CORE Organic (Širca *et al.* 2020). Se ensayaron canola, mostaza blanca y mostaza negra (*B. nigra*), cultivadas en primavera en el espacio interfililar; posteriormente, incorporadas y biofumigadas en los meses de verano. Los resultados mostraron una reducción significativa de la población de nematodos, a los 30 cm de profundidad, en comparación con la población inicial. Para que los efectos benéficos sean evidentes es importante que la especie utilizada se comporte como un “no hospedador” u hospedador-multiplicador pobre de nematodos (ver cultivos de cobertura). Las plantas se incorporan al suelo antes de la floración, cuando tienen el mayor contenido de glucosinalatos. Se trituran con una labor superficial de rotovalor, se distribuyen en forma pareja y se entierran con una segunda labor profunda del mismo implemento. El triturado de los tejidos y su maceración, vía irrigación, aumentan la liberación de isotiocianatos; la incorporación rápida al suelo -antes que se sequen los tejidos- y el sellado con plástico, evitan el escape de dichos gases tóxicos. La eficacia de esta técnica se incrementa en el tiempo cuando la misma forma parte de un sistema de producción integrado.

**Cultivos de cobertura:** cultivo de diversas especies vegetales, anuales o perennes, con actividad antagónica de plagas, como cobertura en interfilares. Ciertas especies del género *Tagetes* (Asterales: Asteraceae), como los clavelones (*T. erecta*, *T. patula*) y la especie nativa, chinchilla,



chil-chil, chilquilla o amor seco (*T. minuta*), ejercen acción nematicida, especialmente contra nematodos endoparásitos, por liberación de aleloquímicos. En cultivos agrícolas el control efectivo lo ejercen cuando crecen en rotación, intercaladas con el cultivo -a razón de 4 Kg/ha o 20 plantas/m<sup>2</sup>- o son utilizadas como enmiendas del suelo. Para ello se cortan, se secan uno o dos días y se entierran superficialmente. Después de dos o tres semanas de descomposición, se entierran profundamente. Otra asterácea, la planta cosmos (*Cosmos bipinnatus*) presenta efecto reductor sobre poblaciones de *Xiphinema americanum*, a través de exudados radicales o por la incorporación de parte aérea. Este efecto fue comprobado en Chile por Aballay *et al.* (2001), en un viñedo de la var. Cabernet sauvignon, con 16 plantas/m<sup>2</sup> en la línea de plantación. Ciertas brásicas -p. ej. colza y mostaza-, además de emplearse como abono verde en la biofumigación, pueden utilizarse como cobertura en el interfilas con efecto de supresión en el desarrollo de nematodos fitoparásitos, de patógenos del suelo y de malezas. Al ser los nematodos organismos polífagos, debe evitarse el empleo de especies vegetales altamente hospederas de estas plagas. La variedad 'Boss' de rábano, se presenta como un no hospedador u hospedador-multiplicador pobre de *Meloidogyne incognita*, mientras que algunas cultivares de mostaza blanca, rúcula, canola y las distintas variedades de "coles" (*B. oleracea*), muestran comportamientos similares. El empleo de cultivos de cobertura junto a la aplicación de orujo, en un estudio comparativo entre viñedos orgánicos y convencionales, produjo una reducción de los efectos de la infestación por filoxera, a través del aumento de la materia orgánica del suelo (Lotter, 2000). Aunque las poblaciones de filoxera fueron similares en ambos sistemas agrícolas, la necrosis de la raíz causada por hongos patógenos fue significativamente menor en el sistema orgánico. Lotter (2000) sugiere que dichos resultados correspondieron al aumento de la actividad microbiana, a la presencia de antagonistas de hongos patógenos y a la inducción de la resistencia de la planta. La rotación de cultivos de cobertura de plantas anuales en el interfilas, podría aplicarse para ayudar a interrumpir el ciclo bioecológico de perla de la vid.

- **Enmiendas orgánicas de suelo:** incorporación de materiales al suelo, para producir efectos favorables, como la mejora en la estructura, la retención del agua y la permeabilidad; el aumento de la materia orgánica y la biodiversidad, entre otros. Para el control de plagas consiste en la aplicación, en otoño o invierno, de **estiércol sin fermentar** u **orujo de uva fresco** a razón de 10 a 20 toneladas por hectárea. También puede utilizarse compost de estiércol de vaca o de desechos verdes, entre otros.

Se aplican en la zona de extensión de las raíces, a uno o a ambos lados de la línea de plantación, y se incorporan a unos 50 cm de profundidad. Estas enmiendas pueden influir en las poblaciones de nematodos, directa o indirectamente. El modo de acción es complejo y depende de la naturaleza del material. Durante su descomposición la materia orgánica libera compuestos tales como amoníaco, nitritos, sulfuros de hidrógeno, ácidos orgánicos y otras sustancias químicas, que pueden ejercer acción nematicida. También se forman fenoles y taninos que, a ciertas concentraciones, tienen los mismos efectos. Estos compuestos, además, pueden intervenir en la eclosión de los huevos y en la movilidad de los estadios juveniles. El aporte de materia orgánica, mejora la estructura del suelo y aumenta la diversidad de organismos antagónicos -bacterias, protozoos, hongos, nematodos de vida libre y ácaros predadores-, al proporcionar alimento para su establecimiento y actividad. Promueve el crecimiento del sistema radical, por el incremento de los niveles de nutrimentos y de agua, compensando parcialmente el daño causado por los organismos dañinos a las raíces. La diferencia de la enmienda de guano u orujo con la biofumigación de estos compuestos, consiste en que en la primera se utilizan sin fermentar mientras que en la segunda, se emplean guano y orujo generalmente fermentados. La eficacia de las enmiendas aumenta a medida que lo hace el porcentaje de nitrógeno y disminuye la relación carbono/nitrógeno (C/N). La actividad nematicida no se produce con relaciones C/N mayores a 20, posiblemente debido a la lenta descomposición y a concentraciones inadecuadas del amoníaco liberado y otras toxinas, mientras que materiales con C/N menor a 10, pueden causar fitotoxicidad. Una adecuada actividad de la enmienda orgánica se consigue con relaciones C/N entre 15 y 20, para lo cual puede ser necesaria la aplicación adicional de nitrógeno. Sobre las poblaciones de filoxera el efecto beneficioso de las enmiendas de suelo no ha sido comprobado científicamente. Sin embargo, dado que los patógenos fúngicos del suelo juegan un papel importante en el daño por filoxera, las enmiendas pueden prevenir o minimizar el daño al modificar la ecología microbiana, interviniendo en la recuperación de viñedos infestados. La supresión de patógenos podría, también, estar dada por la inducción en la planta de resistencia sistémica adquirida (RSA). Las **enmiendas de compost** no han demostrado tener efectos inmediatos sobre las poblaciones de nematodos. Esto puede deberse a la lenta tasa de

descomposición y a que las concentraciones de los productos de degradación son demasiado bajas como para ser efectivas. Sin embargo, si la enmienda de compost se mantiene en el tiempo, puede estimular un aumento en la actividad de los antagonistas biológicos y promover la RSA.

- **Inundación:** proceso dirigido al control cultural de filoxera en viñedos, durante los meses de invierno. Requiere del acceso a grandes cantidades de agua y de la fertilización del suelo, con posterioridad a la inundación, para reemplazar aquellos nutrientes solubles, extraídos durante el tratamiento. La eficacia del método está influenciada por la temperatura y la etapa de vida de la filoxera. La supervivencia de huevos y de ninfas de los primeros estadios se ve reducida con temperaturas inferiores a 5 °C; sin embargo, pueden sobrevivir al menos una semana sumergidos en agua. A pesar de la eficacia discutida y de ser aplicable solamente en suelos poco permeables, el tratamiento puede contribuir al aumento en el vigor de las plantas infestadas.
- **Medidas asépticas de implementos agrícolas:** las plagas del suelo pueden ser fácilmente propagadas dentro y entre los bloques de un viñedo, mediante los implementos para el cultivo del suelo, incluso con el calzado del trabajador. Es importante remover, mediante lavados, toda la tierra de los neumáticos e implementos del tractor, así como del calzado o de cualquier herramienta que haya estado en contacto con suelo infestado. El objetivo es la eliminación de las plagas, junto a partículas de suelo adheridas a las superficies, para evitar dispersar la infestación a los cuarteles que se encuentren libres de las mismas.
- **Solarización:** técnica basada en la desinfestación y desinfectación del suelo, a través del aumento de temperatura del mismo, mediante la radiación solar. Se realiza previo a la plantación, con el objetivo de reducir las poblaciones de nematodos o de otros parásitos de las plantas. Para ello se debe arar el suelo hasta dejarlo mullido, emparejarlo, regarlo y cubrirlo con plástico transparente de 50 micrones, cerrando herméticamente los bordes. La técnica debe mantenerse por períodos iguales o mayores a cuatro semanas. La máxima transferencia de calor se consigue con un contenido de humedad del suelo cercano al 70 % de su capacidad de campo. De esta manera se alcanzan temperaturas letales (cercasas a los 50 °C), para la mayoría de los organismos del suelo. Los mejores resultados se obtienen cuando el proceso se lleva a cabo en el periodo de mayor insolación o donde la radiación solar es alta, con temperaturas diurnas superiores a 32 °C. Esta técnica por sí sola puede no resultar eficaz en el control de las formas móviles de nematodos, que por

acción del calor se desplazan a zonas más profundas y posteriormente con las labores culturales vuelven a la superficie. Aumentan la eficacia de este método el alto contenido de materia orgánica del suelo o la aplicación de enmiendas orgánicas, en cuyo caso se denomina biosolarización. Esta última técnica permite su adopción en condiciones de menor temperatura y en cultivos instalados, como viñedos. Los efectos de la biosolarización se deben a: i) la acción de la temperatura; ii) el efecto de los gases procedentes de la biodescomposición de la enmienda orgánica; iii) el efecto de la anaerobiosis por déficit de oxígeno en el suelo cubierto de plástico; iv) el efecto de supresión de la enmienda, al favorecer el desarrollo de microorganismos antagonistas de los patógenos. Para ello la enmienda orgánica debe enterrarse y el suelo biosolarizarse durante cuatro semanas, cubriéndolo con plástico de polietileno transparente.

## Control biológico

Se basa en la acción de antagonistas naturales de distinto origen (hongos, bacterias, entre otros) que, utilizados adecuadamente, contribuyen al manejo ecológico de plagas perjudiciales para la agricultura.

- **Bacterias:** antagonistas de plagas del suelo. *Pasteuria penetrans*, es un parásito obligado de los nematodos del nudo de la raíz *Meloidogyne* spp. Es una bacteria formadora de endosporas, las que persisten en el suelo hasta el encuentro con un nematodo huésped adecuado. Las esporas de *Pasteuria* se adhieren a la cutícula de la larva J<sub>2</sub> del nematodo (superficie externa), lo infectan y se desarrollan dentro de su cuerpo. El nematodo muere y las endosporas maduras son liberadas en gran cantidad al suelo, donde quedan dispuestas para infestar a una nueva víctima. Las endosporas pueden tener una vida prolongada (más de 10 años) fuera del hospedante. Toleran temperaturas altas y bajas, condiciones de sequía y varios tipos de sustancias químicas utilizadas para el control de nematodos, excepto la cloropicrina. La bacteria se encuentra formulada como polvo de raíces infectadas, para ser aplicado directamente al suelo alrededor de la planta e incorporado con algún implemento agrícola, o en suspensiones acuosas para ser aplicadas sobre la superficie del suelo. La dosis de empleo recomendada es de 10<sup>6</sup> endosporas por kg de suelo a tratar. Con esto se obtiene un alto porcentaje de efectividad, cercano al 95 %, en el control de *Meloidogyne* spp. Varias especies de *Bacillus* han demostrado tener actividad nematicida, incluidas *B. subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*, entre otras. *Bacillus subtilis* es una bacteria con

actividad antagónica de varios hongos y bacterias patógenas de la parte aérea de la planta. Se le atribuye esta propiedad por la producción de antibióticos, de amplio espectro de actividad, y a la capacidad de colonizar los tejidos. En el suelo, además de inhibir hongos fitopatógenos de las plantas, reduce las infestaciones por *M. incognita*. Esta acción parece estar relacionada con la producción de metabolitos secundarios (enzimas), que degradan la cutícula de los nematodos. A la vez es un agente promotor del crecimiento de las plantas (PGPR). Este producto es comercializado en Argentina, aunque el marbete no incluye nematodos fitófagos. *Bacillus pumilus* es una bacteria habitante del suelo, que coloniza la rizósfera en una relación simbiótica como rizobacteria PGPR. Produce enzimas que degradan una variedad de sustratos naturales, contribuyendo a la reutilización de nutrientes y a la estimulación del crecimiento de las plantas. Por acción directa inhibe el establecimiento de patógenos en la superficie de la raíz y, también, en la foliar. Además de ser un biofungicida de amplio espectro de acción, presenta actividad nematocida atribuida a la producción de toxinas. No se comercializa en el mercado argentino, aunque sí en algunos países latinoamericanos. *Bacillus thuringiensis* (Bt) es una bacteria formadora de esporas y de proteínas tóxicas, cristalinas y no cristalinas. Algunas cepas de Bt subsp. *kurskaki* y de Bt subsp. *israelensis* sintetizan cristales proteicos tóxicos, con actividad nematocida. En laboratorio, estas cepas produjeron deformación y detención del proceso embrionario de huevos de *Meloidogyne incognita* y, en algunos casos, necrosis. También actuaron sobre larvas J<sub>2</sub>, con daños a nivel de intestino, consistente con el mecanismo de acción de la toxina cristalina en los insectos. En Argentina las cepas que controlan nematodos no se encuentran disponibles en el mercado.

**Hongos:** el género *Arthrobotrys* es un habitante natural del suelo, de las heces de animales y de la materia orgánica en descomposición. Sus especies parasitan nematodos de los géneros *Meloidogyne*, *Ditylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Heterodera*, entre otros. *Arthrobotrys oligospora* es un depredador de larvas y adultos de nematodos. El mecanismo lo ejerce a partir de la captura y sujeción firme del nematodo mediante hifas especiales, en forma de redes bi y tridimensionales, con anillos constrictores. Desde una de las células del anillo crece una hifa, que penetra en el punto de contacto con el hospedante, se ramifica, lo mata y posteriormente lo “consume”. Adicionalmente, produce toxinas que paralizan rápidamente al nematodo atrapado. En el mercado internacional existe el producto formulado en base *Arthrobotrys oligospora*,



*Pseudomonas fluorescens*, *A. botryospora* y *Dactylella brochophaga*. Cada uno de los ingredientes aporta propiedades particulares en el control de numerosos géneros de nematodos. También, *Myrothecium verrucaria* es un hongo biocontrolador de nematodos parásitos, especialmente de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchulus*, *Heterodera* y otros. El hongo se encuentra naturalmente en los suelos. En la zona de la raíz sus esporas germinan y el micelio se desarrolla, liberando micotoxinas y otros metabolitos al medio, que eliminan a los nematodos parásitos. Además, al controlar la acción negativa de los nematodos, mejora el desarrollo de las plantas. La especie *Paecilomyces lilacinus* parasita huevos, larvas y hembras de varios géneros de nematodos, como *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus* y *Nacobbus aberrans*. A través de enzimas líticas y toxinas ingresa al nematodo o al huevo; produce deformaciones, destrucción de tejidos y reducción de la eclosión. El hongo evoluciona y se alimenta, en el interior del hospedante, hasta ocasionarle la muerte. Aplicaciones repetidas pueden modificar la composición de la microflora alrededor de la raíz, resultando beneficioso para la planta. Este hongo posee una amplia tolerancia a diferentes condiciones de pH y de temperatura, siendo su crecimiento óptimo entre 26 °C y 30 °C. En el mercado argentino se encuentra disponible una marca comercial de *Paecilomyces lilacinus*. Otros hongos, agentes de biocontrol, principalmente de insectos, han demostrado tener actividad patógena sobre nematodos. Los principales géneros estudiados son *Beauveria* spp. y *Metarhizium* spp. Estos hongos penetran el exoesqueleto de insectos con enzimas que degradan la quitina; se ramifican dentro del cuerpo, consumen los nutrientes de la hemolinfa o matan al hospedero a través de la liberación de toxinas. El ciclo concluye con la producción y liberación de conidios infectivos al medio, que serán el inóculo de otros individuos. Existen estudios que avalan el potencial biocontrolador de estos hongos sobre *Meloidogyne* spp. También ha sido demostrada la eficacia de *Metarhizium anisopliae*, en la disminución de infestaciones por filoxera en ensayos a campo. Para un control eficiente del insecto es necesaria la aplicación periódica, debido a que la densidad del hongo disminuye en el suelo luego de algunos años del tratamiento. *Beauveria bassiana* también ha demostrado ser eficaz en el control de filoxera, en condiciones de laboratorio. Debido a que estos hongos pasan la mayor parte de su ciclo de vida en el suelo, las condiciones del mismo deben promover su persistencia. La supervivencia de *B. bassiana* puede verse afectada por los cultivos de cobertura, la temperatura, la humedad y la radiación ultravioleta. Los regímenes de labranza de conservación y la labranza cero

son favorables para el mantenimiento de las poblaciones de *B. bassiana* y *M. anisopliae* en el suelo. Ambas especies de hongos se consiguen en el mercado argentino formuladas bajo distintas marcas comerciales. Otros agentes de control de nematodos son los hongos formadores de micorrizas del género *Trichoderma*. *Trichoderma asperellum* es un biofungicida y bionematicida. Infecta huevos y estados juveniles de nematodos de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Tylenchorhynchus*. Puede actuar por antibiosis, parasitismo o competencia. Su mecanismo de acción se basa en la síntesis de metabolitos que inhiben el crecimiento y el desarrollo de nematodos patógenos. Parasita sus huevos y larvas; compite por el oxígeno, los nutrientes y el espacio. A la vez, induce el crecimiento de los tejidos vegetales por aumento de la producción de auxinas naturales. *Trichoderma harzianum* y *T. viride* tienen efectos benéficos, por su antagonismo hacia los hongos fitopatógenos del suelo. Esta acción podría ayudar a prevenir la invasión de estos hongos en raíces afectadas por nematodos, filoxera o perla. También son controladores específicos de huevos y estados juveniles del género *Meloidogyne*. El modo de acción lo ejercen por parasitismo directo, a través de la actividad de enzimas quitinasas o proteasas, y por inducción de los mecanismos de defensa de la planta. También compiten, especialmente en la zona de la rizósfera, por nutrientes y por la dominancia, previniendo o reduciendo el ataque de agentes infecciosos. Para obtener una óptima protección, la aplicación se realiza a principios de temporada o inmediatamente después de la poda. En Argentina se comercializan formulaciones de *T. harzianum* y de *T. viride* como agentes promotores del crecimiento, no como nematicidas. La dosis recomendada de la formulación polvo mojable, para tratamientos edáficos, es de 6 a 12 kg/ha, debiendo ser aplicado alrededor de las plantas. La dosis de la formulación líquida es de 20 ml por planta. Se sugiere tratar a las plantas atacadas y las que se encuentran alrededor del foco infeccioso. En el momento de la aplicación el suelo debe estar húmedo.

- **Nematodos:** varias especies de *Heterorhabditis* y *Steinernema* son bioinsecticidas y bionematicidas, entomopatógenos y depredadores. Su espectro de acción incluye larvas de una amplia gama de especies de insectos y de nematodos fitófagos. El tercer estadio juvenil de estos bionematicidas es el infectivo. En su interior poseen enterobacterias simbióticas, que les confieren una gran virulencia. En el suelo el nematodo localiza al hospedante e ingresa por sus aberturas naturales, boca, ano y espiráculos. Llega al hemocele de la víctima donde libera las bacterias

que se multiplican rápidamente, causan septicemia y alteran los tejidos de la víctima, que le sirven al nematodo para su alimentación, desarrollo y multiplicación. Finalmente, el hospedante muere. Después de dos o tres generaciones emerge el juvenil infectivo, que ha incorporado bacterias en su tubo digestivo, en búsqueda de un nuevo hospedante. El ciclo de vida, desde la infección a la salida de los juveniles, es de 7 a 10 días en *Steinernema* y de 12 a 15 para *Heterorhabditis*. En Córdoba existen investigaciones con estos nematodos, pero en el mercado argentino aún no hay formulaciones comerciales; sí las hay en otros países de Latinoamérica.

## Control químico

Existen limitaciones para el control químico de las plagas del suelo en el cultivo de vid, dadas por la distribución y la profundidad de las raíces, la cultivar de *Vitis vinifera*, el ciclo de vida del organismo, el potencial reproductivo, la textura del suelo, entre otras. Las profundidades a las que viven y se desarrollan pueden no ser alcanzadas por el producto y las poblaciones pueden recobrase rápidamente a partir de individuos sobrevivientes. Los niveles poblacionales varían desde zonas altamente contaminadas a sectores con escasa presencia, por lo que se recomienda realizar el control químico en forma puntual, en los focos detectados. Existen distintas variables a la hora de aplicar este tipo de control:

- Los nematodos y la perla de la vid se desarrollan en distintas especies vegetales y su supervivencia en el suelo es elevada.
- Si las raíces están muy afectadas, la recuperación de los tejidos podría tomar años o no producirse nunca debido, también, a la acción de patógenos fúngicos que no son controlados.
- El uso de plaguicidas, especialmente sintéticos, puede disminuir la microfauna presente en el suelo y eliminar la competencia benéfica natural, a la vez que su aplicación repetida puede generar resistencia en las plagas que se controlan.
- Los procesos de seguimiento de la eficacia del control son esenciales.

## Plaguicidas naturales

Son sustancias que provienen de fuentes naturales, es decir, de plantas, de microorganismos o de origen mineral, entre otros. En este apartado se incluyen algunas de las sustancias disponibles comercialmente o de obtención casera; mayormente son de acción nematicida, de origen vegetal o sintetizadas

por microorganismos, que poseen propiedades aleloquímicas<sup>2</sup>, de efectos repelentes o letales.

- **Abamectina:** producto originado por la fermentación natural del microorganismo *Streptomyces avermitilis*, con acción nematicida, insecticida y acaricida. Ejerce su efecto tóxico principalmente por ingestión y, en forma secundaria, por contacto. Tiene limitada actividad sistémica en los tejidos vegetales. Afecta a todos los estados móviles de la plaga. Es de acción lenta; el agente dañino queda inmovilizado en tres a cinco días y luego muere. Su efecto nematicida ha sido probado en distintos cultivos. En Argentina el producto comercial registrado como nematicida para aplicación al cultivo se encuentra formulado con un químico de síntesis.
- **Aceite de neem:** los productos bioactivos del árbol de neem, *Azadirachta indica* -principalmente azadiractina, también nimbina, salanina, nimbidina, kaempferol, tionemona, quercetina y otros- son eficaces en el control de distintas especies de nematodos parásitos de las plantas. Además, son acaricidas y fungicidas. En aplicaciones al suelo las sustancias activas del neem son absorbidas por las raíces de la planta, con movimiento acrópeto. Tienen capacidad para bloquear el crecimiento de los nematodos -por interrupción de la muda-, a la vez que desarrollan actividad antialimentaria y de repelencia.
- **Extracto de ajo:** producto obtenido del bulbo de ajo, *Allium sativum*. Los compuestos activos bisulfuro de alilo, aliina, alicina, aportan acción antialimentaria y repelente, contra nematodos, insectos y ácaros. También despliegan cierto poder fungicida contra *Fusarium* y *Verticillium*. El extracto acuoso de bulbillos de ajo se ensayó en la Fac. de Ciencias Agrarias de la UNCuyo, para el control de *Meloidogyne incognita*, en plantas de vid cultivadas en maceta bajo invernáculo (Martinotti, *et al.* 2016). Se encontró que el extracto de ajo disminuyó en forma significativa el índice de agallamiento, el índice de reproducción de huevos y de juveniles J<sub>2</sub>, así como la población final de hembras de *M. incognita*.
- **Extracto de quillay:** producto de origen vegetal, obtenido de la corteza del quillay (*Quillaja saponaria*), árbol endémico de la zona central de Chile. Contiene aminoácidos, sales, azúcares y otras sustancias naturales, que inducen y promueven, en las plantas tratadas, el desarrollo de raíces. Además, posee saponinas y polifenoles, que ejercen un efecto protector en el control de nematodos. El extracto actúa por contacto, alterando la estructura de ácidos grasos y de lípidos, en la cavidad interna de estos

<sup>2</sup>Aleloquímico: sustancia bioquímica secretada por un organismo para afectar el mecanismo fisiológico de otro, de una especie diferente (interespecífica).

agentes. También se le adjudica el control potencial de ácaros. El producto no se comercializa en Argentina, aunque sí en Chile.

- **Mezcla de terpenos, antioxidantes y azúcares.** Estas moléculas se encuentran en el mercado, formuladas bajo la marca comercial Nemakill. Es un fertilizante que favorece el desarrollo radicular, la prevención de ataques por patógenos del suelo y la recuperación de los tejidos afectados. En Argentina el producto ha sido ensayado, con éxito en la reducción de poblaciones de nematodos de la raíz (*Nacobbus aberrans*) y del índice de nodulación, en cultivos de tomate bajo invernadero (Nico, *et al.* 2014)

## Plaguicidas sintéticos

En Argentina el único plaguicida registrado para el control químico de nematodos, en viñedos, es el fenamifos (ver Tabla 2). Este es un organofosforado, sistémico, de amplio espectro de acción, neurotóxico, inhibidor de la enzima acetilcolinesterasa. Es un producto muy peligroso cuyo uso está restringido por los riesgos que conlleva para la salud humana y el ambiente. Presenta importantes limitaciones en los mercados consumidores de la producción argentina, debido a la baja tolerancia de residuos.

Para el control de filoxera o de perla de la vid no existen plaguicidas sintéticos registrados en Argentina. En otras regiones vitivinícolas los neonicotinoides, imidacloprid y tiametoxan, han sido ensayados para el control de filoxera en vides cultivadas en macetas. Estos insecticidas también son recomendados para el control de perla, en aplicaciones al suelo en postcosecha, cuando la translocación en las raíces aún está activa. Esos productos sistémicos se utilizan para el control de insectos chupadores y de suelo. Actúan por contacto e ingestión, como agonistas del receptor de acetilcolina. En Argentina el imidacloprid, formulado al 20 %, se encuentra registrado en vid para el control de cochinillas harinosas *Planococcus* spp.

**Recomendaciones para la aplicación de fenamifos:** distribuir el producto en el riego por goteo o con mochila pulverizadora, en aplicación localizada tipo *drench*. Previo a la plantación distribuir el producto en la zanja donde se ubicarán las cepas y en el cultivo instalado hacerlo a ambos lados de la hilera. Asegurar una buena humedad edáfica para que el principio activo alcance la rizósfera donde se encuentra la plaga, sea absorbido por las raíces y controle los nematodos endoparásitos. Las épocas recomendadas son septiembre, con los primeros aumentos de temperatura, y en postcosecha. Realizar el tratamiento según las buenas prácticas agrícolas y las indicaciones del marbete (ver Tabla 2). Utilizar el equipo de protección personal correspondiente, durante la manipulación y la aplicación del producto.



**Tabla 2.** Recomendaciones según marbete de plaguicida registrado para el control de nematodos en el cultivo de vid

Plaguicida	Formulación	Categ. Toxicol.	Plaga	Dosis (L ha <sup>-1</sup> )	PC (días)	LMR (mg kg <sup>-1</sup> )
Fenamifos	CS 24%	II	Nematodos <i>Meloidogyne</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Xiphinema index</i>	13,5 - 16,5	60	0,1 <sup>(1)</sup>

1. Límite máximo de residuos establecido para uva de mesa, según Resolución 934/2010-SENASA.

## Bibliografía

- Aballay, E.; Flores, P.; Insunza, V. (2001). Efecto nematicida de ocho especies vegetales en *Xiphinema americanum* sensu lato, en *Vitis vinifera* L. var Cabernet sauvignon en Chile. En: *Nematropica*, 95-102.
- Aballay, E.; Insunza, V. (2002). Evaluación de plantas con propiedades nematicidas en el control de *Xiphinema index* en vid de mesa cv. Thompson seedless en la zona central de Chile. En: *Agricultura Técnica*, 62 (3): 357-365. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072002000300002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000300002)
- Arancon, N. Q.; Galvis, P.; Edwards, C.; Yardim, E. (2003). The trophic diversity of nematode communities in soils treated with vermicompost. En: *Pedobiología* 47(5-6):736-740.
- Barker, K. R.; Koenning, S. R. (1998). Developing sustainable systems for nematode management. En: *Annual review of phytopathology*, 36(1), 165-205. Recuperado de [https://umanitoba.ca/afs/centralamerica\\_cbpm/docs/barker1998\\_nematode\\_mgmt.pdf](https://umanitoba.ca/afs/centralamerica_cbpm/docs/barker1998_nematode_mgmt.pdf)
- Bello, A.; Arias, M.; López-Pérez, J. A.; García-Álvarez, A.; Fresno, J.; Escuer, M.; Arcos, S. C.; Lacasa, A.; Sanz, R.; Gómez, P.; Díez-Rojo, M. A.; Piedra Buena, A.; Goitia, C.; de la Horra, J. C.; Martínez, C. (2004). Biofumigation, fallow, and nematode management in vineyard replant. En: *Nematropica* 34(1):53-64.

- Bonelli Iglesias, F. (2018). Portainjertos de vides, experiencias en Chile. Recuperado de: [http://viveroproductora.com.ar/wp-content/uploads/newsletter/PORTAINJERTOS\\_VIDES\\_2018.pdf](http://viveroproductora.com.ar/wp-content/uploads/newsletter/PORTAINJERTOS_VIDES_2018.pdf)
- Celetti, M. (2012). Sampling soil and roots for plant parasitic nematodes. Recuperado de: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/06-099.htm>
- Christensen, L. P. (2006). Rootstock selection. Wine grape varieties in California. University of California, Davis. Recuperado de: <http://iv.ucdavis.edu/files/24347.pdf>
- Clap, G. B. (2011). Nematodos e insumos biológicos. En: III Seminario – Microorganismos benéficos y otros bioinsumos. Usos en la horticultura. INTA EEA AMBA. Agencia La Plata. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_seminario\\_microorganismos\\_nematodosbioinsumos-guillermi\\_cap.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_seminario_microorganismos_nematodosbioinsumos-guillermi_cap.pdf)
- Cucchi, N. J. A., comp. (2020). Agricultura sin plaguicidas sintéticos – manejo agroecológico de plagas en cultivos argentinos. Buenos Aires: Ediciones INTA. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/agricultura-sin-plaguicidas-sinteticos>.
- Cucchi, N. J. A.; Becerra, V. ed. (2009). Tratamientos fitosanitarios para cultivos de clima templado bajo riego, Sección III: Vid. Ediciones INTA.
- De Klerk, C. A. (2010). Chemical control of male pre-pupae and adult females of *Margarodes prieskaensis* (Jakubski) (Coccoidea: Margarodidae) on grapevines. En: South African Journal of Enology and Viticulture, 31(2): 160-164. Recuperado de: <http://www.sawislibrary.co.za/dbtextimages/63372.pdf>
- Díez-Rojo, M. A.; López-Pérez, J.; Urbano-Terrón, P.; Bello, A. (2010). Biodesinfección de suelos y manejo agronómico. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Recuperado de: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/libro%20de%20biodesinfecci%C3%B3n\\_tcm30-185072.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/libro%20de%20biodesinfecci%C3%B3n_tcm30-185072.pdf)
- Doronae, W. (2017). Identification, control and management of grapevine margarodes. WineLand media. Recuperado de: <https://www.wineland.co.za/identification-control-management-grapevine-margarodes/>
- Engelbrecht, G.; Horak, I.; Jansen van Rensburg, P. J.; Claassens, S. (2018). Bacillus-based bionematicides: development, modes of action and commercialisation. En: Biocontrol Science and Technology, 28(7): 629-653.

- Gauna, P. (2015). Manejo de nematodos en solanáceas. Experiencias en Corrientes. Laboratorio de Nematología Hortícola. INTA .EEA Bella Vista. Corrientes.
- González, R. (2014). Biología del margarodes de la vid, *Margarodes vitis* (Philippi) (Hemiptera: Coccoidea: Margarodidae). [Resumen]. 65° En: Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile. Simiente. 84(1-4): 35. Recuperado de: [http://www.sach.cl/revista/pdf/Simiente\\_84\\_Congreso\\_SACH.pdf](http://www.sach.cl/revista/pdf/Simiente_84_Congreso_SACH.pdf)
- Gonzalez, M. F.; Casciani, J. C.; Pareja Perdomo, M.; Prior, C. (2016). Estudios preliminares de la perla de la vid *Margarodes vitis* (Hemiptera: Margarodidae) en viñedos de La Consulta, Mendoza, Argentina. En: RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias, 42 (2): 161-167. Recuperado de: [http://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/410/RIA\\_2016\\_VOLUMEN%2042\\_N%C2%BA%202\\_p.%20161-167.pdf?sequence=1](http://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/410/RIA_2016_VOLUMEN%2042_N%C2%BA%202_p.%20161-167.pdf?sequence=1)
- Grubišić, D.; Uroić, G.; Ivošević, A.; Grdiša, M. (2018). Nematode control by the use of antagonistic plants. En: *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(4), 269-275. Recuperado de: <https://hrcak.srce.hr/file/305451>
- Gutiérrez-Gutiérrez, C.; Palomares-Rius, J. E.; Jiménez-Díaz, R. M.; Castillo, P. (2011). Host suitability of *Vitis* rootstocks to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and the dagger nematode *Xiphinema index*, and plant damage caused by infections. En: *Plant Pathology*, 60(3): 575-585. Recuperado de: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3059.2010.02404.x>
- Jackson, R. S. (2014). Vineyard practice. Wine science, cap. 4. En: *Principles and Applications Food Science and Technology*. 4a.ed. p. 143-306.
- Kooliyottil, R.; Upadhyay, D.; Inman III, F.; Mandjiny, S.; Holmes, L. (2013). A comparative analysis of entomoparasitic nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema carpocapsae*. En: *Open Journal of Animal Sciences*, 3(04), 326-333. Recuperado de: <https://www.scirp.org/html/39766.html>
- Kirchmair, M.; Hoffmann, M.; Neuhauser, S.; Strasser, H.; Huber, L. (2007). Persistence of GRANMET®, a *Metarhizium anisopliae* based product, in grape phylloxera-infested vineyards. En: *Integrated Control of Soil Insect Pests IOBC/wprs Bulletin*, 30 (7) 2007: 137-142. Recuperado de: [http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs\\_bulletin\\_2007\\_30\\_07.pdf#page=152](http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2007_30_07.pdf#page=152)

- Leguizamón, J. E.; Padilla, B. E. (2001). Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en el control del nematodo del nudo radical del café. En: *Cenicafé*, 52(1):29-41. Recuperado de: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc052%2801%29029-041.pdf>
- Lorenzo, D. R. V. (2014). La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas del suelo. En: *Ciencia en su PC*, (1):15-26. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181331235002.pdf>
- Lotter, D. W. (2000). Reduced root damage in organically managed phylloxera-infested vineyards in California. En: 6th International Congress on Organic Viticulture, p. 183. Recuperado de: <https://orgprints.org/548/1/willer-meier-2000-winecongress.pdf#page=184>
- Martínez, H. F. C.; Rosero, N. C.; Álvarez, A. E. B.; Morante-Carriel, J.; Malagón, G. C.; Jaramillo, M. P. (2015). Aplicación de rizobacterias que promueven el crecimiento en plantas (PGPR) del género *Pseudomonas* spp. como controladores biológicos de insectos y nemátodos-plagas. En: *Revista Ciencia y Tecnología*, 8(1), 25-30. Recuperado de: [http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_Canchignia.pdf](http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_Canchignia.pdf)
- Martinotti, M. D.; Castellanos, S. J.; González, R. E.; Camargo, A. B.; Fanzone, M. (2016). Efecto nematicida de extractos de ajo, orujo de uva y alperujo de aceituna; sobre *Meloidogyne incognita*, en vid, cv Chardonnay. En: *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo* 48(1): 211-224. Recuperado de: <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCFA/article/view/3240/2351>
- McGourty, G. T.; Reganold, J. P. (2005). Managing vineyard soil organic matter with cover crops. En: *Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium*, p. 145-151. Davis, CA.: American Society for Enology and Viticulture. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/>
- Mcsorley, R. (2011). Overview of organic amendments for management of plant-parasitic nematodes, with case studies from Florida. En: *Journal of Nematology*, 43(2): 69-81. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3380460/>
- Mendoza, G.; Becerra, V. C.; Dagatti, C.; Herrera, M. E. (2013). La filoxera en Mendoza: actualización de una plaga olvidada. En: *Ruralis*, (17): 14-17. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/la-filoxera-en-mendoza-actualizacion-de-una-plaga-olvidada>.
- Mitidieri, M. (2005). La biofumigación en el marco del manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hortícolas. Instituto Nacional de

Tecnología Agropecuaria. 16 p. Recuperado de: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/intasp-mitidieri\\_ms-biofumigacion-ed2005.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/intasp-mitidieri_ms-biofumigacion-ed2005.pdf)

- Nico, A. I.; Casali, A.; Gortari, M. C.; Hours, R. (2014). Evaluación de prácticas sustentables postplantación de control de *Nacobbus aberrans* en tomate bajo invernadero. En: Libro de Resúmenes del 3º Congreso Argentino de Fitopatología. Tucumán. Argentina. Recuperado de: [http://aafitopatologos.com.ar/media/secciones/241\\_desc.pdf](http://aafitopatologos.com.ar/media/secciones/241_desc.pdf)
- Ntalli, N.; Adamski, Z.; Doula, M.; Monokrousos, N. (2020). Nematicidal amendments and soil remediation. En: *Plants*, 9(4), 429. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/4/429>
- Pérez-Espíndola, A.; del Prado-Vera, I. C.; Alatorre-Rosas, R.; Suárez-Espinosa, J.; Rodríguez-Guzmán, M. P.; Ferris, M. H. (2019). Efecto de la biofumigación y *Pochonia chlamydosporia* en el manejo de nematodos noduladores en tomate. En: *Nematropica*, 49(2), 172-180. Recuperado de: <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/119471>.
- Pinkerton, J. N.; Forge, T. A.; Ivors, K. L.; Ingham, R. E. (1999). Plant-parasitic nematodes associated with grapevines, *Vitis vinifera*, in Oregon vineyards. En: *Journal of Nematology*, 31(4S), 624. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2620409/>
- Poveda, J.; Abril-Urias, P.; Escobar, C. (2020). Biological control of plant-parasitic nematodes by filamentous fungi inducers of resistance: *Trichoderma*, mycorrhizal and endophytic fungi. En: *Frontiers in Microbiology*, 11. Recuperado de: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.00992/full#B146>
- Qiao, K.; Liu, X.; Wang, H.; Xia, X.; Ji, X.; Wang, K. (2012). Effect of abamectin on root-knot nematodes and tomato yield. En: *Pest Management Science*, 68(6), 853-857. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.2338>
- Sagadín, M. (2013). Micorrizas: fórmula natural contra el estrés ambiental. INTA Informa. Recuperado de: <https://intainforma.inta.gov.ar/micorrizas-formula-natural-contra-el-estres-ambiental/>
- Schmidt Bascuñán, F.; Zaviezo Palacios, T. 2003. Extracción y evaluación de patrones *Vitis* spp. de 32 años de edad en suelos infestados con *Margarodes* (*Margarodes vitis*). Departamento de Fruticultura y Enología. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 30 p.
- Širca, S.; Geric Stare, B.; Susič, N.; Theuerschuh, M. (2020). Brassica cover crops can reduce nematode pests. Recuperado de:



[https://orgprints.org/id/eprint/38732/1/newsletter\\_dic2020.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/38732/1/newsletter_dic2020.pdf)

Vilches Silva, O. A. (2010). Evaluación de la resistencia de portainjertos de vid a tres especies del género *Meloidogyne*. Tesis de grado. Fac. de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112252>

## Sitios consultados

Agrofy (2021). Nemaquill Arvensis. Recuperado de: <https://www.agrofy.com.co/nemaquill-arvensis.html>

Basf (2021). QL Agri® 35, nematicida y acaricida 100% de origen natural. Recuperado de: <https://agriculture.basf.com/mx/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/ql-agri-35.html>

Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE). (2020) Guía on line de productos fitosanitarios. Recuperado de: <https://guiaonline.casafe.org/index.php/welcome/results>

Cergen S.R.L. (2020). Nematicida biológico Nitrur Nematogen. Recuperado de: <https://www.cergen.com.ar/nematicida-biologico-nitrur-nematogen/>

Enolife. (2019). Inoculación de micorrizas, una forma de evitar el estrés hídrico de la vid. Recuperado de: <http://enolife.com.ar/es/inoculacion-de-micorrizas-una-forma-de-evitar-el-estres-hidrico-de-la-vid/>

Inland Desert Nursery. (2020). Rootstock chart. Recuperado de: [https://www.inlanddesert.com/wp-content/uploads/2020/02/Rootstock-Chart-IDN\\_2020-02-03.pdf](https://www.inlanddesert.com/wp-content/uploads/2020/02/Rootstock-Chart-IDN_2020-02-03.pdf)

Lewis, K.A.; Tzilivakis, J.; Warner, D.; Green, A. (2016) An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4):, 1050-1064. Recuperado de: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/atoz.htm>

PI@ntGrape. Catalogue of vines grown in France. Recuperado de: <https://plantgrape.plantnet-project.org/en/porte-greffe/>

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). LMRs julio 2020. Resolución-934-2010-SENASA. Recuperado de: <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-934-2010-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>.

University of California. (2016). How to manage pests. UC Pest Management Guidelines. Recuperado de: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r302200111.html>

VitiViniCulture.net. (21 agosto, 2017). Portainjertos de vid, ¿qué son y cuál elegir? Recuperado de: <https://www.vitivinicultura.net/portainjertos-de-vid>