

**DETERMINACIÓN DE LA ÉPOCA ÓPTIMA DE APLICACIÓN DE
NEMACUR Y EXTRACTO DE QUILLAY, PARA EL CONTROL DE
Meloidogyne spp. EN CINCO ESTADOS FENOLÓGICOS DE VID CV.
CHARDONNAY.**

INDIRA SÁNCHEZ GÓMEZ

Santiago, Chile. 2006

DETERMINACIÓN DE LA ÉPOCA ÓPTIMA DE APLICACIÓN DE NEMACUR Y
EXTRACTO DE QUILLAY, PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne* spp. EN CINCO
ESTADOS FENOLÓGICOS DE VID CV. CHARDONNAY.

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Enología y Vitivinicultura

Indira Sánchez Gómez

PROFESOR GUÍA

Calificación

Sr. Juan Carlos Magunacelaya R.
Biólogo, Dr. en Cs. Biológicas.

6,8

PROFESORES CONSEJEROS

Sr. Erwin Aballay E.
Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

6,6

Sr. Jaime Montealegre A.
Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

6,9

Santiago, Chile. 2006

A mi familia
A mi sobrina Javiera
A mis amigos

TABLA DE CONTENIDOS

Páginas

RESUMEN

Se evaluó Namacur y Extracto de quillay en el control de *Meloidogyne* spp., en cinco estados fenológicos de la vid: receso, brotación, floración, cuaja, crecimiento de baya, y un testigo sin aplicación, durante la temporada 2000-2001, en un viñedo cv. Chardonnay, ubicado en la localidad de Codigua, comuna de Melipilla, Región Metropolitana.

Namacur y Extracto de quillay fueron aplicados en dosis de 12 L/ha y 33 L/ha respectivamente. Para determinar la dinámica poblacional de *Meloidogyne* spp. se evaluó la población inicial de juveniles de segundo estado (J2) por 250 cm³ de suelo, en cada estado fenológico. La población final de J2, para todos los tratamientos fue determinada en el mes de enero del 2001. Estas poblaciones se evaluaron a través del índice reproductivo (Pf/Pi) y simultáneamente se cuantificó el número de machos presentes para establecer la condición de la planta y de la población de nemátodos. En la planta se evaluó rendimiento y peso de poda.

El mayor control de las poblaciones iniciales de J2 de *Meloidogyne* spp., se obtuvo para Namacur y Extracto de quillay aplicado en el estado de cuaja de la planta.

En los controles realizados con Extracto de quillay no se encontró machos de *Meloidogyne* spp. a excepción de la aplicación en receso. Esta ausencia de machos se relacionaría con las propiedades enraizantes de este nematicida, que estimularon el crecimiento radical, disminuyendo la presión del nemátodo sobre la planta.

Extracto de quillay aplicado en crecimiento de baya fue el mejor evaluado respecto a rendimiento, asociado a la mejor condición radical proporcionada por el producto, que permitió una mejor absorción de agua y nutrientes.

No se observó diferencias en el peso de poda, entre los tratamientos.

Palabras claves

Meloidogyne, nemátodo agallador, Nema-cur, Extracto de quillay, *Vitis vinifera*, Chardonnay, estado fenológico.

SUMMARY

The control of *Meloidogyne* spp. with Nematicur and Extract of quillay was evaluated during five phenological stages of *Vitis vinifera* cv Chardonnay: dormancy, bud burst, bloom, fruit set and berry growth. A control with no applications was used simultaneously. The experiment was carried out during the 2000-2001 growing season in a vineyard located in Codigua, Melipilla commune, in the Metropolitan Region of Chile.

Nematicur and Extract of quillay were applied at doses of 12 L/ha and 33 L/ha respectively. In order to determine the seasonal fluctuation of *Meloidogyne* spp. the initial population in 250 cm³ of soil was determined at each phenological stage. The final population count for all treatments was made in January 2001. These populations were evaluated by means of the reproduction index (Pf/Pi) of the second stage juvenile (J2) of *Meloidogyne* spp. Currently, male presence was quantified to establish plant condition of the nematode population. Yield and pruning weight were evaluated in each plant.

The greatest control of *Meloidogyne* spp. populations was obtained by Nematicur and Extract of quillay applied at fruit set.

Extract of quillay resulted in no males being present, except for the treatment during dormancy with this chemical product. This result would be related to the rooting property of this nematicide that would be have stimulated root growth, decreasing nematode stress on the vine.

The application of Extract of quillay, during berry growth resulted in the highest yield, wich was associated to a better root condition stimulated by the product as it allowed a better absortion of water and nutrients.

There were no differences in pruning weights among the treatments.

Key words

Meloidogyne, Root-knot, Nematicur, Extract of quillay, *Vitis vinifera*, Chardonnay, phenological stages.

INTRODUCCIÓN

En Chile, el viñedo para vinificación ha experimentado en el último cuarto de siglo una transformación dinámica, tanto en superficie plantada, como en el tipo de variedades. Esta reconversión del sector durante los años 90 transformó a una vitivinicultura dedicada al mercado nacional, en una actividad competitiva y orientada a las exportaciones (Pszczółkowski, 1998). De este modo, la superficie plantada se duplicó pasando de 50 mil a poco más de 100 mil hectáreas (Bordeu y Vargas, 2003).

Siendo la vid una planta rústica relativamente tolerante a muchas plagas y enfermedades, la alta tecnología de producción la hace cada vez más vulnerable a problemas fitosanitarios. En Chile las plagas que afectan el sistema radical de la vid son principalmente nemátodos, *Margarodes vitis* y *Naupactus xantographus* (González, 1983).

La viticultura nacional sufre graves pérdidas por la acción de nemátodos fitoparásitos (González, 1983). Éstos al alimentarse producen un daño directo a la planta destruyendo las raíces, que repercute en la absorción de agua y nutrientes (Pinochet y Cook, 1976), traducándose en un debilitamiento general de la planta, detención de crecimiento y menor producción.

La condición anterior ha determinado que se establezcan diferentes manejos y tipos de control, siendo el uso de productos químicos el más efectivo (Sainz, 1999). En relación con esto Valenzuela (1991) señala que si bien el control de nemátodos a través de medios químicos resulta exitoso, éste en la actualidad se encuentra limitado por el impacto que los productos pueden ocasionar en el ambiente y en la salud humana.

En el caso específico de la vid, Reynier (2002) señala que la puesta en marcha de una campaña de protección en un viñedo, implica decidir los tratamientos basándose en un

programa provisional de éstos, oportunidad de las intervenciones y medios a utilizar, lo cual estaría fundamentalmente determinado por la naturaleza del riesgo y la receptividad del viñedo, es decir momento en el cual tal órgano de la vid ofrece mejores condiciones para el desarrollo de la patología.

La siguiente investigación tuvo por objetivos:

- 1.-Determinar la época óptima de aplicación de Namacur y Extracto de quillay, para el control de *Meloidogyne* spp. en vid, en cinco estados fenológicos de la planta, en un viñedo altamente infestado.
- 2.-Evaluar el rendimiento y crecimiento vegetativo, como consecuencia de la aplicación de Namacur y Extracto de quillay.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Taxonomía del género *Meloidogyne*

Las especies de *Meloidogyne* conforman una pequeña parte del Phylum Nemata (o Nematodea) el cual incluye parásitos del hombre, animales, parásitos de plantas y especies que viven en el suelo, agua fresca y el mar. Pertenecen a la clase Secernentea, Orden Tylenchida, Super familia Tylenchoidea, y Familia Meloidogynidae (Taylor y Sasser, 1978).

Morfología, ciclo de vida y reproducción de *Meloidogyne* spp.

La fase preparásitica del ciclo de vida comienza con un huevo, generalmente en estado unicelular. Los huevos son depositados en una matriz gelatinosa que los mantiene juntos en masas o sacos. La primera muda tiene lugar en el huevo y poco después, el juvenil de segundo estado (J2) emerge a través de un agujero hecho en un extremo del cascarón.

El juvenil del segundo estado que ha emergido, puede dejar o no inmediatamente la masa de huevos, en la que convive junto con varios estados de desarrollo. Después, el juvenil, se mueve a través del suelo en busca de una raíz de la cual alimentarse. Luego, guiado por exudados que emanan desde la raíz, se va desplazando directamente hacia la punta de ésta (Taylor y Sasser, 1978).

En la fase parasítica, los segundos estados juveniles infestivos generalmente penetran la raíz justamente sobre la caliptra. Se mueven principalmente entre las células no diferenciadas y finalmente se colocan con sus cabezas en el cilindro central en desarrollo, cerca de la región de elongación celular y con sus cuerpos en la corteza. Con sus estiletos

perforan las paredes de las células e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas. Éstas secreciones causan un agrandamiento de las células en el cilindro vascular y aumentan la proporción de la división celular en el periciclo. Esto da lugar a la formación de células gigantes debido al agrandamiento de las células (hipertrofia), a la posible disolución de paredes celulares, a un aumento de tamaño del núcleo y a cambios en la composición de los contenidos celulares. Al mismo tiempo, hay una intensa multiplicación de células vegetales (hiperplasia) alrededor de la cabeza del juvenil (Taylor y Sasser, 1978). El segundo estado juvenil es móvil y vermiforme. Después del establecimiento de una relación hospedero-parásito y un período inicial de alimentación de 3 a 8 semanas, el segundo estado juvenil rápidamente muda tres veces, y se desarrolla en una hembra sedentaria o macho adulto móvil (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

La hembra continúa su desarrollo en el tejido vegetal, aumentando su diámetro corporal. Si la planta es un hospedero adecuado y si el clima es templado, las hembras comienzan a depositar huevos después de 20 a 30 días de haber penetrado como larvas. La hembra secreta una sustancia gelatinosa y deposita los huevos sobre la misma, para unirlos y protegerlos (Christie, 1974).

Al incubar los huevos, los juveniles escapan hacia el suelo, en busca de nuevas raíces, o permanecen y se desarrollan en la misma raíz. No es fortuito el curso que sigue el juvenil, sino que se determina por la clase de tejido que rodea a la hembra madre (Christie, 1974).

La reproducción es principalmente mediante partenogénesis. En la mayoría de las especies de *Meloidogyne*, el macho no participa en la reproducción (Sasser y Carter, 1985).

Aspectos bióticos y abióticos de *Meloidogyne* spp.

La superficie comprendida entre las latitudes 35° S y 35° N está ampliamente infestada por cuatro especies de *Meloidogyne*, adaptadas a climas cálidos. Ellas son principalmente, *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Sasser, 1977 citado por Taylor y Sasser, 1983).

En Chile *Meloidogyne* spp. tiene una amplia distribución y posee una gran gama de plantas hospederas, lo que hace que sea un grupo de verdadera importancia económica.

Las especies de *Meloidogyne*, predominantes en nuestro país son las mismas que en el mundo, encontrándose para la V, VI, VII Regiones a *M. hapla*, *M. incognita*, como las de mayor importancia (Balazs, 1990). Éstas se distribuyen de acuerdo a la temperatura, precipitación y tipo de suelo.

Si un campo es usado para cultivos anuales susceptibles, la ubicación del parásito es casi la misma que la de las raíces de la planta cultivada. La mayoría de la población está, entre 5 a 30 cm bajo la superficie del suelo, decreciendo su densidad hasta 1 m de profundidad (Taylor y Sasser, 1983).

Sin embargo, Magunacelaya *et al* (1995), señalan de acuerdo a un estudio de la variación estacional de *Meloidogyne hapla* en suelo y raíces de kiwi, que cuando los niveles poblacionales de juveniles de segundo estado en superficie disminuyen, se incrementan a profundidades mayores así como también un aumento de éstos en los niveles superiores del suelo coincide con la disminución de individuos en relación con la profundidad.

Al existir plantas hospederas susceptibles, el factor más importante en la vida de los nemátodos es la temperatura del suelo, que es principalmente determinada por el clima. El

segundo factor más importante es la humedad del suelo que depende de la lluvia o la irrigación. En suelos agrícolas con suficiente humedad para el desarrollo del cultivo, existe suficiente humedad del suelo para la actividad del nemátodo (Van Gundy, 1985).

La temperatura más baja para las actividades normales de algunas especies de *Meloidogyne*, como *M.hapla* es de 5°C como mínima para la invasión de las raíces (especie adaptada a climas más fríos), 15 a 20°C, es la óptima y 35°C es la máxima (Bird y Wallace, 1965).

Generalmente *Meloidogyne* spp. puede existir sobre un amplio rango de tipos de suelo, pero su asociación con el daño a los cultivos está altamente relacionada con los suelos arenosos presentes en los campos. La presencia del nemátodo aumenta el estrés de la planta frecuentemente cuando se encuentran sobre este tipo de suelos (Van Gundy, 1985).

Relación entre el género *Meloidogyne* y sus hospederos

El juvenil de segundo estado penetra la raíz en el ápice radical, donde comienza a alimentarse y destruye algunas células meristemáticas, causando un retardo en el crecimiento de la raíz, mientras migra intercelularmente a la región de diferenciación de la raíz para llegar al cilindro vascular, donde establecerá su sitio de alimentación (Wyss y Grundler, 1992).

Este sitio de alimentación de los nemátodos agalladores consiste en células gigantes formadas como resultado de repetidas divisiones nucleares, sin citoquinesis, acompañadas de un citoplasma denso, un aumento en el retículo endoplasmático rugoso, en el número de mitocondrias, e invaginaciones de las paredes celulares (Taylor y Sasser, 1978).

Siddiqi (1986) señala que la formación de estas células gigantes multinucleadas, da lugar a una agalla producida como consecuencia de la hipertrofia e hiperplasia de las células de la raíz.

Las raíces altamente infestadas con *Meloidogyne* spp., son mucho más cortas que las raíces sanas; tienen menos raíces laterales y menos pelos radiculares. Los elementos vasculares en los nódulos se rompen y se deforman interrumpiendo mecánicamente el flujo normal del agua y nutrientes (Taylor y Sasser, 1983). Como consecuencia de la interrupción del flujo vascular, se produciría un crecimiento aéreo reducido, tendencia a la marchitez e incluso la muerte de la planta (Williams, 1973 citado por Taylor y Sasser, 1978).

Meloidogyne spp.en vides

En 1990, una prospección realizada en parronales de la Región Metropolitana (Valenzuela *et al*, 1992), señala que *Meloidogyne* spp. está presente en una de cada cinco hectáreas, ya que se encontró en un 19% de los cuarteles muestreados. Existen zonas, como el valle de Casablanca donde más del 50% de la superficie cultivada se encuentra infestada.

En vid, las especies de *Meloidogyne* más importantes, son las mismas que existen a nivel mundial (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

Los viñedos son sensibles a *Meloidogyne* spp. cuyo daño tiende a ser más severo en suelos arenosos, pudiendo el problema hacerse crónico y los perjuicios sustanciales. Son característicos la atrofia, bajas producciones, y el incremento de la sensibilidad de la planta a situaciones de estrés. Los síntomas son variables entre cultivares, aunque las plantas infestadas invariablemente presentan pequeñas agallas. Infestaciones con *Meloidogyne incognita*, producen graves efectos que incluyen decrecimiento en las tasas de respiración y de fotosíntesis (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

Entre los cultivares de vid, Chardonnay es susceptible a nemátodos del género *Meloidogyne* (Robinson, 1993) y se mostró muy afectada en ensayos realizados por Edwards (1989), al ser inoculada con un complejo de nemátodos del nódulo de la raíz.

Igualmente Chardonnay presentó sensibilidad a dos especies de *Meloidogyne*, (Aballay, 1996), mostrándose en todos los parámetros analizados como la de mayor sensibilidad a su ataque.

Fenología de la vid

Anualmente la vid muestra cambios en un orden cronológico los que permiten recorrer un ciclo vegetativo y un ciclo reproductivo (Martínez de Toda, 1991).

Ciclo vegetativo de la vid

A lo largo de cada ciclo anual, la vid asegura un crecimiento y desarrollo de los órganos vegetativos (pámpanos, hojas, zarcillos y raíces), su perennidad mediante el almacenamiento de reservas (agostamiento) y la adquisición de endolencia de las yemas (Reynier, 2002). De acuerdo con Norero (1987), dentro de este ciclo se sucederían los siguientes procesos:

Receso: En climas templados, la vid posee un ritmo de crecimiento discontinuo, con alternancia de períodos de reposo (Martínez de Toda, 1991). Después de la caída de hojas, la vid no presenta actividad vegetativa aparente. En nuestros climas, la temperatura baja, dificulta la actividad vegetativa; pero aunque aumente la temperatura en este período de reposo las yemas son incapaces de brotar, explicándose porque están dormidas y al fenómeno, se le denomina dormición (Martínez de Toda, 1991).

Brotación y crecimiento de brote: Las vides permanecen en estado de dormición hasta que un cierto número de horas-frío (bajo 7°C) se han acumulado. Se estima que la vid requiere alrededor de 200 horas-frío para iniciar la brotación, aunque existen diferencias entre cultivares. El período frío debe ser continuo, al menos de 7 días para que exista irreversibilidad en la evolución hacia la desaparición de la dormición. Si el período de frío no es continuo, el efecto de las bajas temperaturas es reversible, y al aplicar temperaturas elevadas el anterior efecto puede reducirse o eliminarse completamente (Martínez de Toda, 1991).

El estímulo para la brotación depende de las temperaturas medias diarias. Cuando éstas alcanzan los 10°C comienza el desarrollo de la yema (Winkler, 1980; Kasimatis, 1981; Martínez de Toda, 1991).

El crecimiento es lento al principio en primavera, cuando las células del vástago joven están dividiéndose activamente. Luego, conforme la temperatura media sube, el crecimiento y el alargamiento del brote son acelerados día a día. Después de tres a cuatro semanas, el período del ciclo de crecimiento más rápido se inicia y se dice que se llega al gran período de crecimiento. Por la época de floración, posiblemente como un resultado de la competencia momentánea por alimentos, pero probablemente debido a la actividad enzimática, el alargamiento rápido de los brotes disminuye (Winkler, 1980).

Mientras los racimos maduran y una vez que se ha detenido el crecimiento de los brotes o un poco después, se asiste a un cambio de aspecto de éstos: el color verde desaparece al mismo tiempo que se diferencia netamente la corteza que encontraremos en invierno en el sarmiento. El brote se hace más duro impregnándose de lignina y acumulando sustancias de reserva, en particular almidón, período llamado agostamiento (Reynier, 2002).

De este agostamiento depende la resistencia a heladas invernales, el vigor de los brotes en la primavera siguiente y, la multiplicación vegetativa. Este evento dentro del ciclo de vida de la vid, asegura la perennidad de la planta y permite su multiplicación (Reynier, 2002).

Caída de hojas: Se entiende por caída de hoja, la caída natural al finalizar el ciclo vegetativo, como consecuencia de la formación de una capa de abscisión en la base del pecíolo, la que provoca la separación entre éste y el limbo que sostiene. Se produce una obturación de los vasos conductores después de haberse vaciado la hoja de productos de la fotosíntesis. Desaparece la clorofila y la hoja toma un color generalmente amarillento, la respiración se reduce, la transpiración se detiene, y la hoja cae (Martínez de Toda, 1991).

Ciclo reproductivo de la vid

Superpuesto al ciclo vegetativo, se da el ciclo reproductivo el cual comprende la formación y desarrollo de las inflorescencias, la fecundación y el crecimiento de bayas y semillas. Así, simultáneamente con el agostamiento del aparato vegetativo, se lleva a cabo una traslocación de azúcares hacia las bayas y de sustancias de reserva hacia el albumen de las semillas para permitir su eventual desarrollo futuro (Martínez de Toda, 1991). El desarrollo de los órganos reproductores empieza con la iniciación de las inflorescencias en las yemas latentes del año precedente y la diferenciación de las flores en primavera; después se desarrollan sucesivamente la floración, el cuajado y el desarrollo de las bayas (Reynier, 2002).

Floración: Alrededor de la época en la cual el crecimiento longitudinal del brote empieza a debilitarse, las flores, las cuales se desarrollan simultáneamente con éstos, están listas para nacer (Winkler, 1980). Según Reynier (2002), se produce entonces la expansión de la flor por la apertura (dehiscencia) de la corola, que se deseca y cae. Al caer deja libres a los estambres que rodean al gineceo o parte femenina de la flor (Martínez de Toda, 1991).

Cuajado: Transformación de la flor en fruto (Martínez de Toda, 1991), generalmente resultado de la polinización que logre la fecundación y del desarrollo de la semilla. En muchas variedades de vid, el cuajado de las bayas está determinado por este mecanismo (Winkler, 1980).

Desarrollo de las bayas: El desarrollo de las bayas empieza con la polinización y continúa hasta el estado de madurez. Se traduce en un crecimiento en volumen de las bayas acompañado de una evolución de las características físicas (color, firmeza) y de la composición química de las uvas, azúcares, ácidos, compuestos fenólicos (Reynier, 2002). Como un resultado de estas diferencias, es conveniente reconocer las siguientes etapas de desarrollo: verde, maduración y sobremaduración (Winkler, 1980).

La etapa verde, se extiende desde la formación de los granos, hasta el principio de la maduración, siendo el cambio principal, un rápido aumento en el tamaño del fruto (Winkler, 1980). En todas las vides el agrandamiento del fruto, se lleva a cabo en tres períodos distintos, el cual puede describirse como sigue (Winkler, 1980): durante el período I, los granos se agrandan rápidamente, mientras los embriones permanecen pequeños; en el período II, los embriones se desarrollan y se retrasa el crecimiento de la uva, y finalmente en el período III, el crecimiento de la uva nuevamente se acelera.

La etapa de maduración se caracteriza por comenzar con la “pinta” y continúa hasta la madurez (Martínez de Toda, 1991). Es aquí donde según Winkler (1980), las variedades que hasta esta época habían permanecido duras, se comienzan a ablandar, el color verde se desvanece y el rojo se vuelve cada vez más intenso.

La etapa de sobremaduración en una baya, es la alcanzada cuando los cambios continuados disminuyen más bien que aumentan su calidad. No hay acumulación complementaria de azúcar y la acidez continúa en disminución. Los granos pierden

rápidamente su resistencia a los daños manuales, al ataque de los organismos que causan su deterioro y a la pérdida de agua, que resulta en su marchitamiento (Winkler, 1980).

Desarrollo radical de la vid

Morfología de la raíz

En la estructura de la raíz de la vid se distingue las siguientes zonas, desde el ápice hacia la base: caliptra o capuchón (cofia); ápice meristemático (2-4 mm); zona de elongación (2 mm); zona de absorción y diferenciación (pelos radiculares de 10 a 30 mm de largo); zona de desarrollo de raíces secundarias y zona de engrosamiento (crecimiento secundario) (Martínez de Toda, 1991).

Dentro del sistema radical las raicillas o pelos absorbentes son responsables de la mayor parte de la absorción de agua y nutrientes. Son de color cristalino al comienzo, pasando luego a un color blanco cremoso y tienen corta vida (Yakasovic, 1994).

Distribución de la raíz

Reynier (1989) indica que el sistema radical de una planta de vid adulta se desarrolla en las capas más fértiles y accesibles del suelo (20 a 50 cm). Sin embargo, Martínez de Toda (1991) señala que la distribución del sistema radical de la vid es muy variable, lo que está determinado por factores como la influencia genética, entre otros. Pero todo lo anterior no constituye más que tendencias específicas o genéticas, y no se puede hablar de sistema radical, con independencia del suelo que ha de colonizar.

Funciones de la raíz

La raíz, es el órgano especializado en la sujeción de la planta y en la absorción de agua y nutrientes minerales del suelo (Barceló, 1992). Así también la raíz juega un importante papel de almacenamiento, debido a que en sus tejidos se depositan numerosas sustancias de reserva, siendo ésta principalmente almidón (Martínez de Toda, 1991).

Desarrollo fenológico de las raíces de la vid

La actividad radical presentaría tres “peaks” de crecimiento, uno justo después de la ruptura de yemas, otro en floración y un último después de la cosecha, según lo observado por Loubser y Meyer (1987) y Van Zyl (1988). Sin embargo Maggs (1964), sostiene que el sistema radical de la vid tiene prácticamente una capacidad ilimitada para variar su propia tasa de crecimiento, iniciando nuevas raíces dependiendo de diferentes condiciones de crecimiento con el objetivo de mantener mecanismos homeostáticos en la planta. Freeman y Smart (1976), al observar la periodicidad del crecimiento radical de la vid cv. Shiraz, en una cámara de observación subterránea, establecieron que el rápido desarrollo radical comenzó 10 semanas después de ruptura de yemas. Así según la curva de crecimiento radical que arrojó este estudio (Figura 1), se observó que una vez que éste se inició hubo dos “peaks”. El primero ocurrió cuando el crecimiento de brote había cesado, y el segundo se produjo posterior a la cosecha de la fruta.

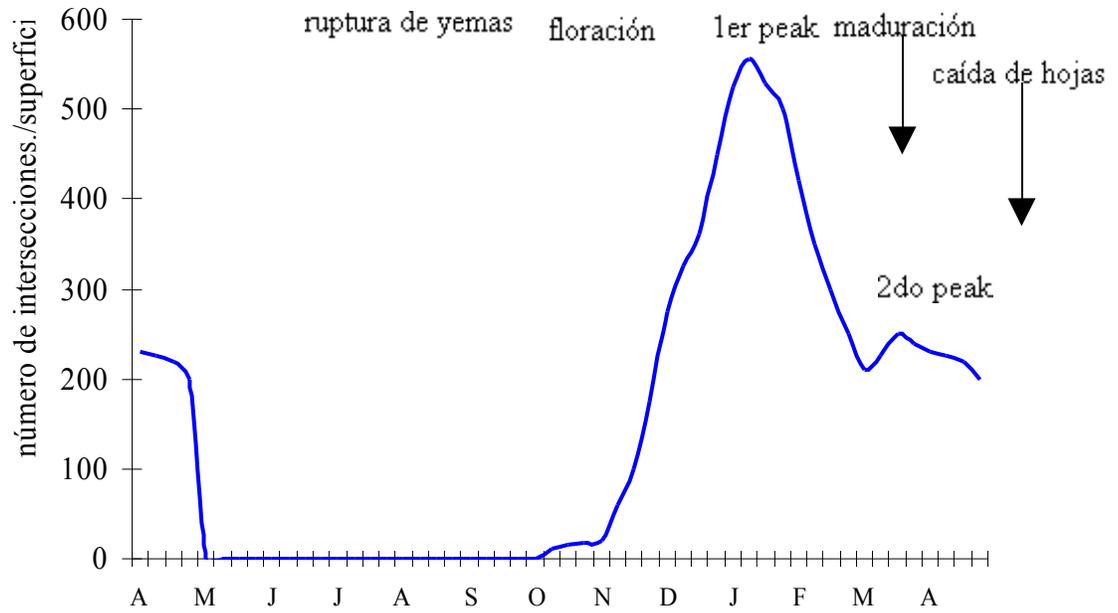


Figura 1. Crecimiento radical en vid, medido a través del número de intersecciones, contra una superficie de vidrio en una cámara de observación subterránea, en vid (*Vitis vinifera*) cv. Shiraz, cultivada en el hemisferio sur (Freeman y Smart, 1976).

Nematicidas

Los nematicidas son sustancias químicas que poseen actividad biocida de amplio espectro. En general provocan una disminución de la densidad poblacional, y una depresión de la capacidad de infestación de los nemátodos fitoparásitos (Philippi, 1989). Esta propiedad determinaría, según Magunacelaya y Dagnino (1999), que los nematicidas constituyan una alternativa atractiva para el control de nemátodos fitopatógenos de importancia agrícola, con el objeto de obtener buenas cosechas en calidad y cantidad.

Los primeros nematicidas efectivos, el D-D y EDB, eran fumigantes de suelo, descubiertos a principios de los años 40. Actualmente la mayoría de los nematicidas recientemente desarrollados son no fumigantes (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

Los nematicidas no fumigantes fueron comercialmente introducidos en 1970. Éstos están generalmente formulados como gránulos o líquidos, se distribuyen en el suelo por simple incorporación mecánica o por efecto de la percolación del agua, tienen menor espectro biocida que los fumigantes, baja toxicidad lo cual permite efectuar aplicaciones a cultivos establecidos, y son efectivos en dosis relativamente bajas. Dentro de los nematicidas no fumigantes se encuentran los grupos químicos de los carbamatos y organofosforados (Taylor y Sasser, 1983).

La efectividad lograda por este tipo de productos dependerá de la degradación del producto en el suelo, su movimiento y dispersión, temperatura y humedad, dosificación y movilización dentro de la planta. Finalmente, el pH del suelo, puede afectar la estabilidad de estos compuestos siendo por lo general más estables a pH ácidos (Thomason, 1985 citado por Philippi, 1989).

Nemacur

Plaguicida o nematicida, clasificado como organofosforado que se emplea en la agricultura para combatir las enfermedades de las raíces de las plantas. Fue sintetizado por la empresa multinacional Bayer en 1963, en sus laboratorios experimentales de Kansas City, en Estados Unidos, y comercializado masivamente en Europa a partir de 1981 (Cid, 1985). En Chile, es el nematicida de mayor uso en el control de nemátodos fitoparásitos¹, con 25 años en el mercado nacional². Ha demostrado gran efectividad, llegando a controlar el 84,6% de éstos, además de efectuar un control secundario sobre insectos chupadores y ácaros (González, 1998).

Nemacur se clasifica como nematicida no fumigante, soluble en agua (700 ppm a 20°C), de acción sistémica y extremadamente tóxico (Bayer, 2000). Realiza un control específico de la plaga, con un bajo costo por hectárea y con un prolongado período de protección (Bayer, 2000). Se puede aplicar antes de plantación a raíz desnuda, con la planta en formación o en producción, aplicándose directamente al suelo, tanto en riego por surcos como por goteo (AFIPA, 1998). Su modo de acción es a nivel del sistema nervioso, inhibiendo irreversiblemente la acetilcolinesterasa, junto con varias acciones farmacológicas (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

¹ ~~Juan Carlos Magunacelaya~~. Biólogo, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2003. (Comunicación Personal).

² Victor Navía. Gerente Desarrollo, Bayer Chile, 2003. (Comunicación Personal).

Extracto de quillay

En Egipto, en los papiros descubiertos por Ebers, que datan de los años 1553-1550 A.C. se cita a *Ascaris lumbricoides* y a *Dracunculus medinensis* (gusano de Nueva Guinea), parásito del ser humano, y aún indican tratamiento para *A. Lumbricoides* con corteza de granado (*Punica granatum*), la que posee propiedades helmínticas (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

De acuerdo con Barker *et al* (1994), señala que los constituyentes de plantas, pueden tener variados efectos en los nemátodos alterando su conducta y desarrollo, los que al ser utilizados como nematicidas desorganizan mudas, ovoposiciones y hormonas reguladoras.

Uno de los constituyentes, que se encuentra ampliamente distribuidos en el reino vegetal son las saponinas, las que químicamente corresponden a un glicósido, cuya parte libre de azúcar, la saponina (aglicón, alcohol policíclico poco soluble en agua), puede ser esteroide, esterolaicoide, o triterpénica (Sáinz, 1999). Actualmente se encuentran en el mercado productos nematicidas de extractos de plantas como *Yucca schidigera* y árboles como *Quillaja saponaria* (quillay), con altas concentraciones de saponina (Sáinz, 1999).

Las saponinas contenidas en el quillay son del tipo triterpénicas (Sáinz, 1999). Éstas se encuentran en todos los componentes arbóreos del quillay. En la corteza se encuentra un 11,6%, en las ramas un 10%, en la madera del fuste un 8,8%, y en las hojas un 6,1% (Conchard, 1997).

Existen varios antecedentes y registros, que describen los usos de la saponina en métodos y compuestos para el control de patógenos. Así en 1977, profesores de la Universidad de Davis (California) redactaron una patente, donde señalan que la saponina asociada con productos naturales presentaba una fuerte sinergia al ser probada como un estimulador en el crecimiento de las plantas y como controlador de patógenos tales como

hongos, insectos, ácaros y moluscos no acuáticos. El producto no presenta toxicidad y es no contaminante (Urzúa, 2000).

El Instituto de Investigaciones Fitopatológicas de la Universidad del Cairo reportó que las saponinas en concentraciones de 280 ppm permitían el control de *Meloidogyne* spp. La eficacia del control era mayor al aumentar la concentración de la saponina (Sáinz, 1999).

Se suman a estas experiencias ensayos hechos en laboratorio con saponinas esteroidales y triterpénicas, ambas puras, las que tuvieron un resultado positivo sobre nemátodos. La mortalidad de *Meloidogyne incognita* en 72 horas fue para la concentración más baja (200-250 mg/ml) y de 24 horas para la más alta (1000 mg/ml) (Urzúa, 2000).

Sáinz (1999), señala que el Extracto de quillay presenta excelentes resultados como nematicida en cultivos como limoneros y en especial viñedos donde se reducen las poblaciones de nemátodos a niveles similares a los nematicidas más usados en el mercado agronómico chileno, como son Namacur y Mocap, lo cual indicaría que tiene las mismas cualidades como nematicida que los productos químicos usados actualmente. El Extracto de quillay (QL-1000), también es un surfactante que favorece la absorción de nutrientes por parte de la planta y el desarrollo de microfauna benigna, en especial las micorrizas, que son gran aporte de nutrientes. Además la saponina es un estimulante natural para el crecimiento de la planta.

Los nematicidas no fumigantes, son hoy, ampliamente usados en el control de nemátodos en vid (Aballay, 1991). Sin embargo, a menudo, estos nematicidas son inmovilizantes más que “asesinos” de nemátodos (Greco y Thomason, 1980; Marban-Mendoza y Viglierchio, 1980) y poseen una limitada persistencia en el suelo (Hague y Gowen, 1987). Actualmente la eficacia de estos nematicidas, en cultivos tales como la vid, con una prolongada temporada de crecimiento de 5 a 6 meses, sería reducida (Edwards, 1991). Ha sido así sugerida, que en éste tipo de cultivos, los nematicidas no fumigantes, podrían ser aplicados, durante los “flashes” de crecimiento radical del hospedero, más bien que durante toda la temporada de crecimiento, y así obtener un control máximo de los nemátodos (Freeman y Smart, 1976; Edwards, 1991).

Así numerosas investigaciones sugieren nuevas estrategias en el control de nemátodos en viñas, a partir del modelo nemátodo-suelo-sistema-radical-vid (Mc Kenry y Buzo, 1984). Éstas apuntan a la aplicación y oportunidad del control de nemátodos fitoparásitos en vid, relativos a la periodicidad del crecimiento radical de la planta.

Mc Kenry (1984) señala dos períodos de mayor actividad radical en vid, el primero posterior a floración y un segundo en postcosecha, épocas que garantizarían mejores resultados en el control de nemátodos en vid.

MATERIALES Y MÉTODO

Antecedentes generales del ensayo

El ensayo se realizó durante la temporada 2000-2001, en un viñedo de propiedad de Viña Undurraga, ubicado en la localidad de Codigua, comuna de Melipilla, Región Metropolitana. Esta zona se caracteriza por presentar clima templado mediterráneo semiárido, con temperaturas que varían en promedio entre una máxima de 28,2 °C en enero y una mínima de 4,4 °C en julio. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 419 mm, con un período seco de 8 meses. El suelo franco arenoso muy fino, moderadamente bien drenado, permeabilidad rápida, ligeramente pedregoso y con un 0 a 2% de pendiente (Comisión Nacional de Riego, 1981).

El viñedo donde se llevó a cabo este ensayo corresponde al cv. Chardonnay, el cual comprende un área de 3 hectáreas y está establecido a una distancia de plantación de 1.5 m sobre la hilera y 2 m entre la hilera, conducidas en espaldera y regadas por surco. Todas las plantas tuvieron condiciones de manejo semejantes. El tipo de poda usado fue pitón-cargador. Durante la temporada se realizaron riegos desde el 27 de noviembre hasta el 27 de febrero, con intervalos de 15 días o más (Anexo I).

Materiales

Las muestras de suelo obtenidas desde cada planta se constituyeron de un volumen aproximado de 500 g, en las que se realizó posteriormente la determinación y cuantificación de nemátodos presentes, empleando para ello instrumentos y materiales tales como: Placas, pipetas, lupa estereoscópica, papel filtro, contador, balanza, tamices marca USA Standard A.ST.ME.-II de 0,331, 0,029 y 0,0017 pulgadas de abertura, todos provenientes del Laboratorio de Nematología Agrícola del Departamento de Sanidad Vegetal.

Descripción del ensayo

En cinco estados fenológicos de vid se aplicó Nematicur 400 EC y Extracto de quillay. Los primeros tratamientos se implementaron el 10 de abril del 2001, durante el período de receso de la planta, para lo cual se escogieron 7 plantas al azar para la aplicación de cada producto químico. En la misma fecha se seleccionaron 7 plantas testigo, las cuales fueron muestreadas sucesivamente, en cada uno de los estados fenológicos en que se efectuaron los tratamientos químicos, según se muestra en el Cuadro 1.

Muestreo y aplicación de los tratamientos

Las muestras de suelo, se obtuvieron a partir de las plantas tratadas y testigo. El muestreo se efectuó en el mismo lugar, al lado sur del tronco de la planta en el surco de riego y a una profundidad de aproximadamente 15 cm, que permitiera tener acceso a las raíces. Las muestras de aproximadamente 500 g fueron extraídas con pala.

Luego del muestreo se procedió a aplicar los nematicidas Nematicur 400 EC y Extracto de quillay, en dosis de 3,5 ml/planta y 10 ml/planta respectivamente, las que de acuerdo a la distancia de plantación señalada anteriormente correspondieron a 12 L/ha y 33 L/ha (Cuadro 1). Ambos productos químicos se aplicaron en el surco de riego, a 50 cm de la planta, para ello fue necesario regar previamente con el objeto de facilitar el movimiento del producto en el perfil. Posteriormente se aplicaron los nematicidas, cuyas soluciones se prepararon en un estanque de bomba de espalda de 15 L a las concentraciones de 1750 ppm de Nematicur 400 EC y 5000 ppm de Extracto de quillay. Con el propósito de incorporar y asegurar la distribución del nematicida en el suelo, se realizó un segundo riego en cada planta inmediatamente posterior a la aplicación.

Tratamiento	Fecha aplicación	i.a ^{6/} .	p.c ^{7/} ./planta ml	p.c./ha L
Nemacur receso ^{1/}	10-Abr-00	fenamifos	3,5	12
Extrac.quillay receso	"	350 g/L ext.quillay	10	33
Testigo receso	"		0	0
Nemacur brotación ^{2/}	28-Oct-00	fenamifos	3,5	12
Extrac.quillay brotación	"	350 g/L ext.quillay	10	33
Testigo brotación	"		0	0
Nemacur floración ^{3/}	11-Nov-00	fenamifos	3,5	12
Extrac.quillay floración	"	350 g/L ext.quillay	10	33
Testigo floración	"		0	0
Nemacur cuaja ^{4/}	25-Nov-00	fenamifos	3,5	12
Extrac.quillay cuaja	"	350 g/L ext.quillay	10	33
Testigo cuaja	"		0	0
Nemacur crec.baya ^{5/}	09-Dic-00	fenamifos	3,5	12
Extrac.quillay crec.baya	"	350 g/L ext.quillay	10	33
Testigo crec.baya	"		0	0

^{1/}tres semanas después de la cosecha

^{2/}brote 102 cm

^{3/}75% floración

^{4/}50%cuaja

^{5/}diámetro baya 5 mm

^{6/}ingrediente activo producto comercial

^{7/}p.c.=dosis de producto comercial

En enero del 2001, se realizó un muestreo final, el cual se efectuó en cada una de las plantas tratadas y testigo.

Las muestras obtenidas fueron llevadas al Laboratorio de Nematología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, para el proceso de extracción de nemátodos a partir de 250 cm³ de suelo. Para ello se empleó el Método de Cobb y el embudo de Baermann (Magunacelaya y Dagnino, 1999). La identificación y recuento de nemátodos se realizó con lupa estereoscópica.

Evaluaciones

Juveniles de segundo estado de *Meloidogyne* spp.

La población inicial de J2 se estableció en los muestreos realizados en cada una de las fechas en que se aplicaron los tratamientos. Éstos se efectuaron antes de la aplicación de los tratamientos. La población final de J2 se determinó en enero del 2001.

Machos de *Meloidogyne* spp.

Sasser y Carter (1985), mencionan que una respuesta de la planta que incremente la relación macho/hembra puede ser considerada una reacción de resistencia. Sin embargo la producción de machos en poblaciones que se reproducen por partenogénesis mitótica es un buen mecanismo de sobrevivencia cuando las plantas están en condiciones de estrés. Los juveniles desarrollan mayor número de machos que de hembras, y dado que éstos no se alimentan, la presión de infestación sobre la planta se reduce (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

Se realizó recuento de machos de *Meloidogyne* para obtener información respecto a como la población de nemátodos percibió la condición de la planta (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

Producción

La importancia del control de los nemátodos ha sido aceptada y verificada por los incrementos económicos obtenidos en la producción (Pitcher, 1965 citado por Van Gundy y Mc Kenry, 1977).

En consideración a lo anterior se evaluó en la temporada 2001 el desarrollo productivo de las plantas, a través del pesaje de los racimos de cada planta en estudio. La cosecha se realizó en marzo del 2001.

Peso de poda

El peso de poda en la vid, es utilizado normalmente, para estimar el vigor o crecimiento vegetativo de la planta (Edwards, 1991). Debido a que los indicadores de crecimiento vegetativo, se ven directamente afectados como consecuencia del ataque de nemátodos fitoparásitos, el peso de poda se determinó durante el mes de agosto del 2001.

Diseño experimental y análisis estadístico

El modelo experimental del ensayo correspondió a un diseño completamente al azar, cuyo análisis varió de acuerdo a:

Índice Reproductivo (R) de las poblaciones de J2 de *Meloidogyne* spp.

Para el análisis de este parámetro, se realizó la transformación previa de los datos de población inicial (P_i) y población final (P_f) a $\log(x)$, obteniendo así el Índice Reproductivo (R), es decir $\log(P_f)/\log(P_i)$. Se formaron 15 tratamientos, de la combinación de los factores estado fenológico (5 estados) y producto químico (Nemacur 400 EC, Extracto de quillay y testigo). Para el análisis estadístico de éste parámetro reproductivo, se realizó un ANDEVA ($p \leq 0,05$) unifactorial, dentro de cada estado fenológico, ya que la condición de la planta varió entre los distintos períodos de crecimiento evaluados en este ensayo, no siendo comparables los estados fenológicos entre sí. Posteriormente, las diferencias mínimas significativas se obtuvieron a partir del test de rango múltiple Duncan.

Parámetros vegetativos de la planta, Producción y Peso de poda.

Se consideró 11 tratamientos, 10 de los cuales se constituyeron de la combinación factor fenológico (5) y factor producto (Fenamifos y Extracto de quillay), además del tratamiento testigo, sin aplicación. Se realizó ANDEVA unifactorial, y posteriormente el test de Dunnet ($p \leq 0,05$) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos químicos y el testigo. Este tipo de análisis es el que normalmente se utiliza cuando el testigo es constante para un factor que varía, en este caso, el estado fenológico¹.

¹ Alberto Mansilla. Profesor de Estadísticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2004. (Comunicación Personal).

Finalmente para el análisis de los efectos de los factores estado fenológico y producto químico, se realizó un segundo ANDEVA, empleando una estructura factorial 5*2 (5 estados fenológicos y 2 productos químicos).

En el Índice reproductivo, Producción y Peso de poda, los tratamientos se constituyeron de 7 repeticiones y la unidad experimental correspondió a una planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acción nematocida de Nema-cur y Extracto de quillay

Receso

El Índice reproductivo (Pf/Pi), indica la variación de la población final (Pf), respecto a la población inicial (Pi), así un valor mayor a la unidad está indicando aumento de la población. En relación con esto, en receso los índices reproductivos para Nema-cur y Extracto de quillay mostraron aumentos significativos, o no hubo control de Juveniles de segundo estado (J2) de *Meloidogyne*. No se observó diferencias estadísticas entre los tratamientos, aunque en los dos productos químicos hubo menor incremento que en el testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Niveles poblacionales de Juveniles de segundo estado (J2) de *Meloidogyne* spp. durante el estado de receso de la planta.

Tratamiento	Pi	Pf	Pf/Pi
Nema-cur 400 EC	1165	1296	1,47 a
Extracto de quillay	1571	1263	1,56 a
Testigo	1654	2690	3,03 a

Los datos corresponden a un promedio de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), según el test de Duncan.

Las poblaciones iniciales altas que se observó en receso se explican por un mayor crecimiento radical de la planta, que determinó mayor actividad de los J2 a tres semanas de realizada la cosecha (Figura 1). En relación con esto, en postcosecha se produciría un alza en la actividad radical (Loubser y Meyer, 1987; Van Zyl, 1988), debido a que los

carbohidratos que antes eran utilizados por la fruta quedan ahora disponibles para las raíces, el ápice de crecimiento se ha desecado y ya no es una fuente de atracción que pueda competir con éstas (Yakasovic, 1994).

El escaso control de los nematocidas, en comparación con el Testigo se asociaría con la condición ambiental que habría afectado la dinámica de la población, disminuyendo su actividad. Así en el momento en que se realizaron las aplicaciones, la temperatura del suelo fue de 14° C, la cual se encontraría bajo el nivel mínimo para actividades como crecimiento, reproducción, invasión de raíces, entre otras (Taylor y Sasser, 1978). Así el desarrollo embrionario de los huevos se habría completado en más tiempo por las menores temperaturas (Magunacelaya y Dagnino, 1999), lo que determinó una disminución en los estados móviles presentes, ya que con temperaturas mayores o iguales a 15 ° C, los huevos comienzan a eclosionar y liberan juveniles infestivos (Philippi, 1992).

Esta menor actividad de la población tuvo como consecuencia que Nema-cur y Extracto de quillay controlaran los J2 presentes, pero en los huevos su efecto primario de tipo “nemostático” pudo provocar inhibición de la eclosión y parálisis, que los habría mantenido inactivos por algún tiempo (Aballay, 1991), luego del cual el nemátodo se recuperó y continuó reproduciéndose y formando nuevas generaciones.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Philippi (1992), en el sentido que para el control de J2 de *Meloidogyne* spp., las aplicaciones en marzo y abril se deben realizar cuando los J2 estén metabólicamente activos, así, si las temperaturas son menores a 15° C se recomienda esperar la primavera para efectuar una aplicación.

En oposición a los resultados expuestos, algunas investigaciones señalan un buen control de las poblaciones de J2 para tratamientos aplicados en receso, específicamente en cosecha o posterior a ésta. Fresno (1971) observó disminución en todas las poblaciones de nemátodos un año después de la aplicación, en tratamientos realizados con Nema-cur en vid

en el mes de abril. Loubser y Meyer (1987) determinaron como épocas de control más exitosas de J2 de *Meloidogyne* spp. en vid, las de cosecha y primavera.

En ensayos realizados en Alto Jahuel en vid, por Magunacelaya y Soza (2001) se observó que la aplicación de productos químicos en receso (postcosecha), determinaría que las poblaciones iniciales en la temporada siguiente, siempre sean inferiores a la alternativa de no controlar nemátodos.

Brotación

Los tratamientos realizados en brotación, presentaron valores Pf/Pi que reflejan un aumento importante de las poblaciones e indican que no hubo control, no existiendo diferencias significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Niveles poblacionales de J2 de *Meloidogyne* spp. durante el estado de brotación de la planta.

Tratamiento	Pi	Pf	Pf/Pi
Nemacur 400 EC	788	1207	1,91 a
Extracto de quillay	410	1220	5,39 a
Testigo	538	2690	5,56 a

Los datos corresponden a un promedio de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), según el test de Duncan.

Las poblaciones de J2 de *Meloidogyne* spp. registraron una baja actividad durante el estado de brotación. En invierno las poblaciones de J2 y huevos tienden a disminuir o mantenerse (Norton, 1963; Evans y Perry, 1976; Dusenberry, 1988; Forge y Mac Guidwing, 1990). Sobre la base de estos antecedentes, al producirse un aumento relativo en

la temperatura del suelo, temprano en primavera, los huevos habrían eclosado con el consecuente aumento en la densidad de J2. Los huevos eclosados representarían el inóculo infestivo para la temporada de crecimiento a salida de invierno (Ferris y Mc Kenry, 1976).

Sin embargo la eclosión de éstos huevos no sería masiva, determinado principalmente por la temperatura, que aún no es óptima para la formación de nuevas generaciones, con la consecuente prolongación del ciclo reproductivo (Taylor y Sasser, 1978). Simultáneamente, en la planta el brote se encontraba en activo crecimiento a expensas de las reservas almacenadas la temporada anterior (Reynier, 2002), mientras la raíz habría estado iniciando lentamente su crecimiento (Freeman y Smart, 1976) (Figura 1).

Contrario a este resultado diversos ensayos en el control de nemátodos en vid, señalan la época de brotación como una de las más apropiadas en el control de estos fitoparásitos (Loubser, 1983). Así lo confirmarían aplicaciones realizadas con Namacur en Cabernet Sauvignon a un mes de ruptura de yemas, para el control de J2 de *Meloidogyne* spp. que resultó en una reducción de un 56% de la población (González, 1996).

Floración

Los tratamientos químicos en floración presentaron los mayores índices reproductivos de J2 para los tratamientos químicos, no existiendo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Niveles poblacionales de J2 de *Meloidogyne* spp., durante el estado de floración de la planta.

Tratamiento	Pi	Pf	Pf/Pi
Nemacur 400 EC	410	1696	10,91 a
Extracto de quillay	185	2180	16,01 a
Testigo	192	2690	15,15 a

Los datos corresponden al promedio de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), de acuerdo al test de Duncan.

En floración la población de J2 disminuyó respecto a la observada en brotación (Cuadro 3). Después del período de eclosión de huevos, a inicios de temporada, el número de J2 en el suelo decreció presumiblemente porque invadieron las raicillas jóvenes tempranas en primavera (Winkler, 1980).

La humedad fue baja desde septiembre por escasez de precipitaciones y riegos (Anexo I y II). Al mismo tiempo, en la planta la tasa de crecimiento radical fue baja (Figura 1) porque en floración la flor constituye el principal punto de atracción de fotoasimilados producidos en las hojas de los brotes, con un limitado flujo de carbohidratos hacia las raíces (Yakasovic, 1994). En consecuencia, se produce ausencia de raicillas que sirvan de sustrato a los J2 y de exudados radicales que estimulen la eclosión de huevos, aunque su efecto es poco claro (Taylor y Sasser, 1978; Magunacelaya y Dagnino, 1999).

En estas condiciones de sequedad, los J2 estuvieron sujetos a cambios, debido a la sequía y el calor (Loubser, 1983) formando estados resistentes prolongando así la sobrevivencia de la población (Magunacelaya y Dagnino, 1999) y aumentando la resistencia de los nemátodos a los nematocidas (Wright, 1981).

Cuaja

Con un valor Pf/Pi de 1,25 Namacur en cuaja presentó el menor índice reproductivo, diferenciándose del testigo, sin embargo, el control que ejerció fue estadísticamente similar a Extracto de quillay (Cuadro 5).

Cuadro 5. Niveles poblacionales de J2 de *Meloidogyne* spp, durante el estado de cuaja de la planta.

Tratamiento	Pi	Pf	Pf/Pi
Namacur	348	409	1,25 b
Extracto de quillay	108	1020	14,77 ab
Testigo	272	2690	39,23 a

Los datos corresponden a un promedio de 7 repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), de acuerdo al test de Duncan.

La población inicial de J2 en el suelo durante cuaja fue la más baja entre las mediciones del ensayo (Cuadros 2,3,4,5,6). En relación con esto Ferris y Mc Kenry (1974), estudiando la fluctuación estacional de la población de *Meloidogyne* spp. en una viña en California comprobaron que cuando la densidad de huevos se incrementó marcadamente fue debido a que presumiblemente la humedad del suelo, durante la temporada de crecimiento de la vid, estuvo más baja del nivel mínimo para la eclosión de huevos, disminuyendo el número de J2 presentes. Sin embargo, cuando la humedad del suelo se

incrementó debido a la aplicación de riegos, la eclosión de los huevos se reanudó y la densidad de J2 se incrementó (Barker *et al* , 1969; Ferris y Mc Kenry, 1974; Johnson *et al* , 1974). Por tanto aquellos huevos que lograron sobrevivir hasta el inicio de los riegos, fueron capaces de eclosionar e infestar la planta (Dropkin *et al*, 1958).

El crecimiento radical de la planta es muy activo en cuaja (Figura 1), proporcionando mayores sitios de alimentación y estímulos emanados desde las raíces, que guiarían a los J2 en su ataque y posterior penetración a las raíces (Magunacelaya y Dagnino, 1999). Así el índice reproductivo del tratamiento Testigo en cuaja, con un valor de 39,23 (Cuadro 5) indica alta actividad de los J2, que se asociaría a una máxima actividad radical, ya que la población alcanza su máximo cuando el crecimiento de las raíces es más activo (Taylor, 1971; Loubser, 1983). En cuaja se aprovecharía bien el efecto sistémico de los productos químicos (González, 1989).

El resultado de la aplicación de Nematicur en cuaja se asociaría además con el efecto residual de este nematicida. Similares experiencias en el control de J2 de *Meloidogyne* spp. en Chardonnay (Aballay, 1996; Aravena, 1998; Ahumada, 2003), arrojaron resultados semejantes en relación con la disminución de las poblaciones finales, con un período de protección de 30 a 40 días después de las aplicaciones de Nematicur. Sin embargo, en otras investigaciones no se observó la misma tendencia ya que Nematicur presentó un escaso efecto biocida sobre las poblacionales de *Meloidogyne*, pero el desarrollo de éstas fue lento (Escobar, 2002).

Crecimiento de baya

En crecimiento de baya, los tratamientos químicos presentaron una reducción en la población final respecto de la inicial, siendo mayor con Nematicur en crecimiento de baya,

con índice reproductivo de 0,76 (Cuadro 6). Sin embargo, esta disminución no fue estadísticamente significativa respecto al testigo, dado que la población experimentó reducción en la tasa reproductiva en relación con el testigo en cuaja que presentó un Pf/Pi de 39,23 (Cuadro 5).

Cuadro 6. Niveles poblacionales de J2 de *Meloidogyne* spp, durante el estado de crecimiento de baya de la planta.

Tratamiento	Pi	Pf	Pf/Pi
Nemacur 400 EC	971	462	0,76 a
Extracto de quillay	537	470	1,47 a
Testigo	796	2690	3,02 a

Los datos corresponden a un promedio de 7 repeticiones. Letras distintas, indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), de acuerdo al test de Duncan.

Una vez que el máximo crecimiento radical se ha producido en primavera, el número de J2 por gramo de raíz aumentó, disminuyendo posteriormente en forma gradual por la penetración radical de J2 en gran escala (Ferris *et al*, 1982; Loubser y Meyer, 1987). Esto disminuiría los sitios de alimentación, aumentando la competencia por éstos, y produciéndose una interacción antagónica entre los nemátodos, con la consecuente disminución o supresión de la población (Khan y Haider, 1991). Los J2 que no lograron establecerse podrían haber ido desapareciendo al no alimentarse, consumir sus reservas y decrecer su infestividad, sobreviviendo sólo unas pocas semanas en suelos húmedos y a temperaturas de verano (Taylor y Sasser, 1978). Esta dinámica en la población presumiblemente se vería reflejada en la disminución que se observó en el índice reproductivo del testigo en crecimiento de baya (Cuadro 6) respecto al testigo en cuaja (Cuadro 5).

Estos resultados no coinciden con anteriores evaluaciones realizadas en vid, en relación con el período de protección que la literatura señala para ambos productos, teniendo Nema-cur 30 a 90 días de protección¹. En Extracto de quillay se observó hasta un 50% de reducción en la población final de nemátodos en uva de mesa, a 40 días del control (Magunacelaya y Soza, 2001).

Sin embargo, la tendencia que presentó el tratamiento Extracto de quillay en crecimiento de baya se verificaría en resultados similares obtenidos por Magunacelaya y San Martín (1999) en aplicaciones en Chardonnay, donde este producto presentó buenas cualidades nematicidas, teniendo el mismo efecto que los nematicidas Nema-cur y Ethoprophos, en la reducción de poblaciones de J2.

¹ Victor Navía. Gerente Desarrollo, Bayer Chile, 2003.
(Comunicación Personal).

Producción

El tratamiento Extracto de quillay crecimiento de baya con 7,4 kg/planta, presentó el mayor de los rendimientos, diferenciándose estadísticamente del testigo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento de uva (kg/planta).

Tratamiento	Rendimiento/planta
	kg
Nemacur receso	2,9 b
Nemacur brotación	3,4 b
Nemacur floración	2,4 b
Nemacur cuaja	5,3 b
Nemacur crecimiento baya	5,6 b
Extrac. quillay receso	5,2 b
Extrac. quillay brotación	4,9 b
Extrac. quillay floración	3,6 b
Extrac. quillay cuaja	4,9 b
Extrac. quillay crecimiento baya	7,4 a
Testigo	2,8 b

Los valores corresponden a un promedio de 7 repeticiones. Letras distintas dentro de una columna indican diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo ($p \leq 0.05$), de acuerdo con la prueba de Dunnet.

El mayor rendimiento de Extracto quillay crecimiento baya, coincidió con resultados en ensayos de control químico de *Xiphinema* sp., en Thompson Seedless y Red Globe con Extracto de quillay en la zona de Alto Jahuel, donde este producto obtuvo escasa diferencia en rendimiento en Thompson Seedless y mayores producciones en Red Globe respecto a Nemacur (Magunacelaya y Soza, 2001).

Cuadro 8. Rendimiento (kg/planta), según estado fenológico y producto químico.

Estado fenológico	Producto químico		Promedio
	Nemacur	Extracto quillay	
	kg		
Receso	2,9	5,2	4,1 b
Brotación	3,4	4,9	4,2 b
Floración	2,4	4,6	3,0 b
Cuaja	5,3	4,9	5,1 ab
Crecimiento baya	5,6	7,4	6,4 a
Promedio	3,9 b	5,2 a	

Los promedios por estado fenológico, considera 35 plantas y por producto químico 14 plantas. Valores con igual letra, no presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$), según el test de comparación múltiple Duncan.

Extracto de quillay presentó mayor rendimiento que Namacur (Cuadro 8), sin embargo las plantas tratadas con Extracto de quillay registraron en todas las aplicaciones índices reproductivos mayores a Namacur (Cuadros 2,3,4,5,6). En relación con esto Wallace (1971), señala que altas densidades de nemátodos disminuyen el crecimiento de la planta y los rendimientos. Este resultado se podría asociar con el efecto enraizante del producto (Magunacelaya *et al*, 2003), proporcionando a la planta una mejor condición radical que permitiera mejor absorción de agua y nutrientes (Kirkpatrick *et al*, 1964).

De acuerdo con esto, Urzúa (2000) en plantas Cabernet Sauvignon tratadas con Extracto de quillay para el control de *Meloidogyne* spp. verificó que éstas presentaron niveles finales de población de juveniles mayores que el testigo, pero la condición de las raíces fue similar.

Es importante señalar que la respuesta productiva en vid, asociada a aplicaciones de nematicida en riego por surco, no siempre entregan respuestas claras (Aballay, 1991). De esta manera Namacur, si bien redujo más efectivamente las poblaciones finales de J2 que Extracto de quillay, las plantas tratadas no obtuvieron un mayor rendimiento. Sin embargo, diferentes investigaciones han comprobado un aumento en los rendimientos (kg/planta) al controlar las poblaciones de J2 con Namacur (Bayer, 2000).

Desde el punto de vista del estado fenológico, el mayor rendimiento fue en crecimiento de baya, siendo estadísticamente igual al obtenido en cuaja.

En cuaja se observó el mayor índice reproductivo de la población de J2 en el tratamiento testigo (Cuadro 5), valor que indicaría una mayor actividad de la población de *Meloidogyne* spp. como consecuencia de una mayor producción de raíces “alimenticias” en

la vid (Winkler, 1980), causando una variación estacional en la disponibilidad de alimento para los parásitos (Ferris y Mc Kenry, 1976). Con un crecimiento radical más activo, y con el aumento de larvas penetrando las raíces en cuaja y crecimiento de baya (Figura 1) se aprovecharía de manera óptima el efecto sistémico de los productos químicos (Ferris *et al*, 1982; González, 1989), ya que presumiblemente los nemátodos captarían los nematicidas a través de su proceso de alimentación, o bien mediante el contacto de la cutícula del nemátodo con el tejido de la planta (Taylor y Sasser, 1978).

Peso de poda

Los resultados presentados en el Cuadro 9 indican que no hubo diferencias estadísticas significativas, entre los tratamientos químicos y el testigo, es decir el peso de poda no fue afectado por los productos químicos.

Cuadro 9. Peso de poda (kg/planta) en vid cv. Chardonnay.

Tratamiento	Peso poda/planta
	kg
Nemacur receso	0,6 a

Nemacur brotación	0,7 a
Nemacur floración	0,6 a
Nemacur cuaja	1,2 a
Nemacur crecimiento baya	1,4 a
Extrac. quillay receso	0,8 a
Extrac. quillay brotación	0,7 a
Extrac. quillay floración	1,3 a
Extrac. quillay cuaja	1,5 a
Extrac. quillay crecimiento baya	1,5 a
Testigo	1,2 a

Los valores representan un promedio de 7 repeticiones. Letras distintas dentro de una columna indican diferencias significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.05$), de acuerdo con el test de Dunnet.

En relación con estos resultados, y según lo comprobado por distintas investigaciones, no existiría un mayor efecto en el desarrollo vegetativo de las plantas después de un primer año de aplicación de nematicidas, y sólo a partir del segundo o tercer año la vid podría responder al tratamiento de éstos, mostrando una mayor expresión vegetativa (Atilano y Van Gundy, 1979; Raski *et al*, 1981; Harris, 1986; Edwards, 1991; Urzúa, 2000; Araya, 2003).

En adición a lo anterior, Winkler (1980) sostiene que el crecimiento vegetativo anual está determinado por la acumulación de reservas de almidón del año anterior. Sin embargo esta acumulación influiría sólo en la etapa de crecimiento del brote denominada ápice vegetativo donde el brote joven, compuesto por órganos en crecimiento, crece a expensas de las reservas adquiridas la temporada anterior (Reynier, 2002). Posteriormente el crecimiento, depende básicamente de la fotosíntesis de hojas adultas que exportan azúcar a los órganos consumidores, y a las hojas jóvenes que se están desarrollando (Reynier, 2002). Una vez que el crecimiento del brote se detiene, y mientras los racimos maduran, proceso que se desarrolla dentro del estado fenológico crecimiento de baya (Martínez de Toda, 1991), el brote cambia de color, se hace más duro impregnándose de lignina y acumula reservas en sus partes vivaces (Reynier, 2002). De acuerdo a esto, el crecimiento del brote estaría determinado por las reservas del año anterior (agostamiento), y por los asimilados producidos por la planta en la temporada de crecimiento, siendo así, el efecto de

los tratamientos químicos no influyó en el peso de poda, ya que los tratamientos comenzaron a aplicarse cuando una parte importante del crecimiento del brote ya se había expresado.

Sin embargo, Urzúa (2000) en Cabernet Sauvignon encontró que Extracto de quillay, si bien no controló las poblaciones de J2 de *Meloidogyne* spp., el peso de brote fue mayor al obtenido por el testigo, aunque sus observaciones se realizaron en condiciones de invernadero.

Machos de *Meloidogyne* spp.

Como *Meloidogyne* se reproduce normalmente por partenogénesis, la presencia de machos indicaría que la población del nemátodo ha percibido algún tipo de señal de la planta hospedera que desencadena un cambio en su proceso de reproducción habitual (Mancilla, 2004).

Cuadro 11. Presencia de machos de *Meloidogyne* spp. Signo (+) indica presencia y signo (-) indica ausencia.

Tratamiento	Presencia de machos (+)
Nemacur receso	+
Nemacur brotación	+
Nemacur floración	+

Nemacur cuaja	+
Nemacur crecimiento de baya	+
Extracto quillay receso	+
Extracto quillay brotación	-
Extracto quillay floración	-
Extracto quillay cuaja	-
Extracto quillay crecimiento de baya	-
<u>Testigo</u>	<u>+</u>

En este estudio hubo presencia de Machos de *Meloidogyne* spp. en todos los tratamientos con Nemacur y el testigo. Con Extracto de quillay, los machos se presentaron sólo en el tratamiento Extracto quillay receso (Cuadro 11). Esta mayor presencia de machos en los tratamientos con Nemacur reflejaría una situación de estrés del parásito, explicándose por el mejor control que habría ejercido este nematicida sobre los J2 de *Meloidogyne* spp.(Cuadros 2,3,4,5,6). Así la interpretación científica que hoy se da, dice que la población del nemátodo pretende conseguir mayor variabilidad genética de manera de incrementar su capacidad de adaptarse a condiciones adversas (Mancilla, 2004). En el presente ensayo la condición adversa sería la presencia de un producto químico, que termina por ser un factor limitante de crecimiento de la población de nemátodos.

Esta observación concuerda con lo propuesto por Magunacelaya y Dagnino (1999), en el sentido que los machos de *Meloidogyne* spp., aparecen en el ciclo de vida de la población del nemátodo cuando ésta percibe que está en problemas. De esta manera, bastará un macho de *Meloidogyne* spp. para indicar que existe estrés en la planta¹. Esta condición biológica, hace más relevante la presencia que el número de machos e incomprensible el uso de análisis estadístico, aportando información de importancia respecto a la población de parásitos y las plantas hospederas.

A excepción de los machos encontrados en Extracto de quillay receso, en los restantes tratamientos con éste nematicida, no se observó machos de *Meloidogyne* spp.(Cuadro 11) aunque hubo un mayor aumento en las poblaciones finales de J2 (Cuadros 3,4,5,6). De acuerdo con Sáinz (1999) el Extracto de quillay es un excelente surfactante,

que favorece la absorción de nutrientes por parte de la planta y la saponina que contiene es un estimulante natural de crecimiento. Las propiedades enraizantes de Extracto de quillay (Magunacelaya *et al*, 2003), habrían propiciado una mejor condición de equilibrio entre el nemátodo y la planta, que permitió que éste se reprodujera y las raíces crecieran aumentando los sitios de alimentación.

¹ Juan C. Magunacelaya. Biólogo, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2003. (Comunicación Personal).

CONCLUSIONES

En relación con las condiciones de la investigación, se concluye que:

Nemacur aplicado en el período de cuaja, redujo la población inicial de J2, diferenciándose respecto al tratamiento testigo. Las aplicaciones de Nemacur y Extracto de quillay, en los estados fenológicos de receso, brotación, floración y crecimiento baya, no redujeron las poblaciones de J2 de *Meloidogyne* spp.

Extracto de quillay crecimiento baya, presentó el mayor rendimiento. Este efecto en el parámetro productivo se asoció con las propiedades enraizantes de este producto, y al

estado fenológico en que este se aplicó. Las aplicaciones de Namacur en los distintos estados fenológicos, no tuvieron efecto en el rendimiento de uva de la temporada.

Namacur y Extracto de quillay no afectaron el peso de poda.

BIBLIOGRAFÍA

ABALLAY, E. 1991. Modo de Acción y Efectividad de los Nematicidas en el Control de Nemátodos Fitoparásitos en Vides. Aconex 34:23-24.

ABALLAY, E. 1996. *Meloidogyne*. [en línea]<<http://www.agrisciences.com/>> [consulta:15 de abril 2003].

AFIPA. 1998. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Plaguicidas agrícolas A.G. Manual Fitosanitario 1998-1999. AFIPA, Santiago, Chile. 731 p.

ARAVENA, S. 1998. Control de nemátodos agalladores, *Meloidogyne hapla*, en vides, con aplicación de materia orgánica y dosis parcializada de nematicida. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. 102 p.

AHUMADA, M. 2003. Evaluación de nuevas alternativas en el control de *Meloidogyne* spp., en Vid (*Vitis vinifera* L.) mediante el uso de productos de origen natural. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. 62 p.

ARAYA, R. 2003. Control de *Meloidogyne* sp. en *Vitis vinifera* cv. Chardonnay con extracto de quillay en condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 77 p.

ATILANO, R. and VAN GUNDY, S. 1979. Effect of some systemic, nonfumigant and fumigant nematicides on grape mycorrhizal fungi and citrus nematode. Plant Disease Reporter 63(9) : 729-732.

BALAZS, A. 1990. Patogenicidad y Control de *Meloidogyne* spp., en Kiwi y Vid. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 55 p.

BARCELÓ, J. 1992. Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámide S.A., Madrid, España. 662 p.

BARKER, K.R., NUSBAUM, C.J. and NELSON, L.A. 1969. Seasonal populations dynamics of selected plant-parasitic nematodes as measured by three extractions procedures. Journal of Nematology 1: 232-239.

BARKER, K., HUSSERY, R.S., KRUSBERG, L.R., BIRD, G.W., DUNNR, A., FERRIS, H., FERRIS, V.R., FRECKMAN, D.W., GABRIEL, C.J., GREWAL, P.S., MC.

GUIDWING, A.E., RIDDLE, D.L., ROBERTS, P.A. and SCHMIT, D.P. 1994. Plant soil nematode: Social impact and focus for the future. *Journal of Nematology* 25(2): 127-137.

BAYER. 2000. Nema-cur. [en línea] <<http://www.bayercropscience.cl/>> [consulta: 3 de mayo 2003].

BIRD, A.F. and WALLACE, H.R. 1965. The influence of temperature on *Meloidogyne hapla* and *Meloidogyne javanica*. *Nematologica* 11: 581-589.

BORDEU, E. y VARGAS, G. 2003. Vino-producción. [en línea] <<http://www.ppt.cl/>> [consulta: 3 de mayo 2003].

CID, R. 1985. No hay datos para averiguar que el aceite de colza provocó el síndrome tóxico. [en línea] <<http://free-news.org/rafaci02.htm>> [consulta: 6 de junio 2003].

CHRISTIE, J. 1974. Nemátodos de los vegetales. Su ecología y control. Limusa, Ciudad de México, México. 275 p.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO. 1981. Estudio de suelos del Proyecto Maipo. Agrolog Chile Ltda., Santiago, Chile. 10 v.

CONCHARD, P. 1997. Estudio de mercado de la corteza y saponina de quillay (*Quillaja saponaria* Mol). Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 97 p.

DROPKIN, V.H., MARTIN, G.C. and JONSON, R.W. 1958. Effect of osmotic concentration on hatching of some plant parasitic nematodes. *Nematologica* 3: 115-126.

- DUSENBERRY, D.B. 1988. Behavioral responses of *Meloidogyne incognita* to small temperatures changes. *Journal of Nematology* 20(3):351-355.
- EDWARDS, M. 1989. Resistance and tolerance of grapevine rootstock to plant parasitic nematodes in vineyards on North East Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 298:129-131.
- EDWARDS, M. 1991. Control of plant parasitic nematodes in sultana grapevines (*Vitis vinifera*) using systemic nematicides. *Aust. J. Exp. Agric.* 31: 579-584.
- ESCOBAR, M. 2002. Evaluación de algunos parámetros fisiológicos de la Vid (*Vitis vinifera* L.) en respuesta a la aplicación de nematicida. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 41 p.
- EVANS, A.F. and PERRY, R.N. 1976. Overwintering stages of *Meloidogyne incognita* in *Vitis vinifera*. *Journal of Nematology* 21(1): 92-98.
- FERRIS, H. and MC KENRY, M.V. 1974. Seasonal Fluctuations in the Spatial Distribution of Nematode Populations in a California Vineyard. *Journal of Nematology* 6(4): 203-210.
- FERRIS, H. and MC KENRY, M.V. 1976. Nematode Community Structure in a Vineyard Soil. *Journal of Nematology* 8(2): 131-136.
- FERRIS, H., SCHNEIDER, M. and STUTH, M.C. 1982. Probability of Penetration and Infection by Root-Knot Nematode, *Meloidogyne arenaria*, in Grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 33(1): 31-35.
- FORGE, T.A. and MC.GUIDWING, A.E. 1990. Cold hardening of *Meloidogyne hapla* second stages juvenils. *Journal of Nematology* 22(1):101-105.

- FREEMAN, B.M. and SMART, R.E. 1976. A root observation chamber for studies with grapevines. *American Journal of Oenology and Viticulture* 27: 39-39.
- FRESNO, A. 1971. Efecto de Namacur y Nemagón sobre nemátodos en una viña establecida. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 71 p.
- GONZÁLEZ, R. 1983. Manejo de Plagas de la vid. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Santiago, Chile. 115 p.
- GONZÁLEZ, H. 1989. Control de nemátodos en parronales en producción. *Investigación y Progreso*. 30:33-36.
- GONZÁLEZ, H. 1996. *Meloidogyne*. [en línea]<<http://www.agrisciences.com/>>[consulta: 15 de abril 2003].
- GONZÁLEZ, H. 1998. Evaluación de diferentes patrones de frutales de vides frente al nemátodo de la raíz (*Meloidogyne incognita*). *Aconex* 21:7-9.
- GRECO, N. and THOMASON, I.J. 1980. Effect of phenamiphos on *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne*. *Journal of Nematology* 12: 91-96.
- HAGUE, N.G.M. and GOWEN, S.R. 1987. Chemical control of nematodes, p. 131-178. IN:Brown, R.H. and Kerry, B.R. (Eds.). *Principles and Practice of Nematode Control in Crops*. Academic Press, Sydney, Australia.
- HARRIS, A. 1986. Comparision of some nematicides on *Vitis vinifera* cv. Sultana in Victoria. Australia. *Amer. J. Enol. Vitic.* 37(3): 224-226.

JOHNSON, A.W., DOWLER, C.C. and HAUSER, E.W. 1974. Seasonal Populations Dynamics of Selected Plant-Parasitic Nematodes on Four Monocultures Crops. *Journal of Nematology* 6(4): 187-190.

KASIMATIS, A. 1981. Annual growth cycle of grapevine. *Grape Pest Management California*. California University, Division of Agriculture Sciences (Ed.), San Francisco CA., U.S.A. 312 p.

KHAN, M. and HAIDER, S. 1991. Interactions of *Meloidogyne javanica* with different races of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 23(3): 298-305.

KIRKPATRICK, J., MAI, W., PARKER, G. and FISHER, E. 1964. Effect of phosphorus and potassium nutrition of sour cherry on the soil populations levels of five plant parasitic nematodes. *Phytopathology* 54(1): 706-712.

LOUBSER, J. T. 1983. Seasonal and vertical distribution of parasitic nematodes in vineyards. (Resumen). *Vitis Abstracts* 23(1):7.

LOUBSER, J. and MEYER, A.J. 1987. Populations dynamics of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica* on grapevines in two different regions of South Africa. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 8(2): 36-40.

MAGGS, D. 1964. Growth-rates on relation to asimilate supply and demand. *J. Exp. Bot.* 15: 574-583.

MAGUNACELAYA, J.C., SAAVEDRA, P. y MONTENEGRO, E. 1995. Variación estacional de *Meloidogyne hapla* en suelo y raíces de Kiwi y migración vertical en el suelo, en Chile. *Investigación Agrícola*. 5 (1/2): 25-31.

MAGUNACELAYA, J.C. y SAN MARTÍN, R. 1999. Evaluación de extractos de *Quillaja saponaria* Mol. Como agentes nematocidas en condiciones de Laboratorio, p. 26. In: Resúmenes Sociedad Americana de Fitopatología División del Caribe (Ed.), XXXIX Reunión Anual y Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, San Juan de Puerto Rico 21-25 de junio de 1999. San Juan de Puerto Rico, Puerto Rico. 108 p.

MAGUNACELAYA, J.C. y DAGNINO, E. 1999. Nematología Agrícola en Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas (Ed.), Santiago, Chile. 282 p.

MAGUNACELAYA, J.C. y SOZA, J. 2001. *Meloidogyne*. [en línea]<<http://www.uvademesa.cl/>>[consulta: 2 de junio 2003]

MAGUNACELAYA, J.C., ABOGAI, P. y PACHECO, H. 2003. Acción enraizante de Biorend (Quitosano) y Extracto de quillay, en plantas de tomate en bolsas de polietileno con suelo, y en rizotrones, p. 22-23. In: Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (Ed.), XXXV Reunión Anual y Organización Anual de Nematólogos de los Trópicos Americanos, Guayaquil 21-25 de julio de 2003. Guayaquil, Ecuador. 35 p.

MANCILLA, R. 2004. Evaluación de la resistencia de seis portainjertos de vid al nemátodo de la raíz *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968, en condiciones de campo e invernadero. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Escuela de Agronomía. 53 p.

MARBAN-MENDOZA, J. and VIGLIERCHIO, D. R. 1980. Behavioral effects of carbofuran and phenamiphos on *Pratylenchus vulnus*. Part I, II and III. Journal of Nematology 6:102-114.

MARTÍNEZ DE TODA, F. 1991. Biología de la Vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Mundi Prensa (Ed.), Madrid, España. 346 p.

MC KENRY, M.V. and BUZO, T. 1984. A new strategy for delivery, timing and placement nematicides in vineyards. In: Grape Symposium. Proceeding, Fresno. CA. U.S.A.

MC KENRY, M.V. 1984. Grape Root Phenology Relative to Control of Parasitic Nematodes. *Am. J. Enol. Vitic.* 35(4): 206-210.

NORERO, A. 1987. Formula to describe the influence of temperature on biological process regulated by enzyme. *Ciencia e Investigación Agraria* 14 (2): 107-123.

NORTON, D. 1963. Populations fluctuations of *Xiphinema americanum* in Iowa. *Phytopathology* 53 (1):66-68.

PHILIPPI, I. 1989. Nematicidas, p.165-200. IN: Latorre, B (Ed.). *Fungicidas y Nematicidas, avances y aplicabilidad*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 215p.

PHILIPPI, I. 1992. *Meloidogyne* en Kiwi: Patogenicidad y Control químico. *Aconex* 38: 5-10.

PINOCHET, J. and COOK, J. 1976. Individual and combined effects of *Pratylenchus vulnus* and *Xiphinema index* on potassium and zinc levels in *Vitis vinifera* Thompson Seedless. *American Journal of Enology and Viticulture* 27(4): 186-188.

PSZCZÓLKOWSKI, PH. 1998. *Tópicos de Actualización en Vitivinicultura y Enología*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Ed.), Santiago, Chile. 216 p.

RASKI, D., JONES, N., AFEES, S., KISSLER, J., and LUVISI, D. 1981. Systemic nematicides tested as alternatives to DBCP. *California Agriculture* 35(5/6): 10-12.

REYNIER, A. 1989. Manual de Viticultura. Mundi Prensa (Ed.), Madrid, España. 382 p.

REYNIER, A. 2002. Manual de Viticultura. 6^{ta}ed. Mundi Prensa (Ed.), Madrid, España. 487 p.

ROBINSON, J. 1993. Vines, Grapes and Wines. The Wine Drinker's Guide to Grape Varieties. Mitchell Beazley (Ed.), New Zealand. 280 p.

SAINZ, R. 1999. Uso de Extracto de quillay para el control de Nemátodos. Memoria Ing. Civil de Industrias con diploma académico en Ingeniería Química, Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería. 132 p.

SASSER, J. And CARTER, C. 1985. An advanced Treatise on *Meloidogyne*. Biology and Control. North Carolina State University Graphics, North Carolina, U.S.A. 422 p.

SIDDIQI, M. 1986. Tylenchida. Parasites of Plants and Insects. Commonwealth Institute of Parasitology by the Commonwealth Agriculture Bureaux Farnham Royal (Ed.), Slough, United Kingdom. 645 p.

TAYLOR, A. 1971. Introducción a la Nematología Vegetal Aplicada. FAO (Ed.), Roma, Italia. 131 p.

TAYLOR, A. and SASSER, J. 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes. North Carolina State University Graphics (Ed.), North Carolina, U.S.A. 111 p.

TAYLOR, A. and SASSER, J. 1983. Biología, identificación y control de nemátodos del nódulo de la raíz.. Universidad del Estado de Carolina del Norte (Ed.), Carolina del Norte, U.S.A. 111 p.

URZÚA, E. 2000. Control de *Meloidogyne* spp., en *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon con Extracto de quillay. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. 50 p.

VALENZUELA, A. 1991. Control de nemátodos en Parronales de uva de exportación. Informe final CORFO, Santiago, Chile. 60 p.

VALENZUELA, A., ABALLAY, E., y TORRES, M. 1992. Identificación y frecuencia de nemátodos asociados a la vid en la Región Metropolitana, Chile. Investigación Agrícola 12(1): 15-17.

VAN GUNDY, V. and MC KENRY, M.V. 1977. Action of Nematicides, p. 263-283. IN:Horsfall, J.G. and Cowlings, E.B. (Eds.). Plant Disease-An advanced Treatise. Academic Press Inc., New York, U.S.A. 430 p.

VAN GUNDY, V. 1985. Ecology of *Meloidogyne* spp. Emphasis on Environmental Factors Affecting Survival and Pathogenicity, p. 241-248. IN: Sasser, J. and Carter, C. 1985. An advanced Treatise on *Meloidogyne*. Biology and Control. North Carolina State University Graphics, North Carolina, U.S.A. Volume I.

VAN ZYL, J. 1988. Response of grapevine roots to soil water regimes and irrigation systems, p. 30-43. IN: Van Zyl, J (comp.) (Ed.). The grapevine root and its environment. North Carolina State University Graphics, North Carolina, U.S.A. 115 p.

WALLACE, H.R. 1971. Abiotic influences in the soil environment, p 257-280. IN: Zuckerman, B.M., Mai, W.F. and Rhode, R.A. (Eds.). Plant Parasitic Nematodes. Academic Press, New York and London. Volume I.

WRIGHT, D.J. 1981. Nematicides: Mode of action and new approaches to chemical control, p. 421-449. IN: Zuckermann, M. and Rhode, R.A. (Edts.). Plant Parasitic Nematodes. Academic Press INC., London, U.K. Volume III.

WINKLER, A. 1980. Viticultura. Compañía Editorial Continental S.A (Ed.), Ciudad de México, México. 729 p.

WYSS, U. and GUNDLER, F. 1992. Feeding behavior of sedentary plant parasitic nematodes. Netherland Journal of Plant Pathology 2: 165-173.

YAKASOVIC, M. 1994. Caracterización del ciclo fenológico en Vid (*Vitis vinifera* L.), y efecto de la aplicación de CPPU en tres épocas y una dosis sobre características morfológicas del racimo y bayas en el cultivar Thompson Seedless, en la comuna de Rinconada de los Andes, V Región, durante la temporada 1993-1994. Tesis Ing. Agr., Quillota, Chile, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 170 p.

ANEXO I

Fechas aplicación riegos, según plan de manejo Viña Undurraga, Fundo Codigua. 2000.

1. 27-31 de noviembre 2000
2. 15 de diciembre 2000
3. 2-10 de enero 2001
4. 17 de febrero 2001
5. 27 de febrero 2001

Fuente: Eduardo Garrido. Viña Undurraga. 2000. (Comunicación Personal)

ANEXO II

Condición Agroclimatólogico
Región Metropolitana: Melipilla

Mes	Año	Precipitación ^L	Temperatura	
		mm	máxima	mínima
C°				
enero	2000	0	30,4	10,2
febrero		15,2	29,1	11,1
marzo		15,2	15,2	8,7

abril		21,6	23,3	8,1
mayo		31,3	20,2	6,8
junio		390,9	16,2	6,8
julio		408,3	16,6	3,7
agosto		411,3	18,4	5,4
septiembre		545,6	18,9	7,1
octubre		545,6	22,8	8,2
noviembre		547,0	27,7	8,4
diciembre		547,0	29,9	10,2
enero	2001	0	29,7	10,9

^{tr} Precipitaciones acumuladas, desde el 1 de enero del 2000.

Fuente: Boletín Agroclimatológico 2000-2001. Dirección Meteorológica de Chile.