

INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE PLANTAS CON PROPIEDADES NEMATICIDAS EN EL CONTROL DE *Xiphinema index* EN VID DE MESA CV. THOMPSON SEEDLESS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE¹

Evaluation of plants with nematicidal properties in the control of *Xiphinema index* on table grapes cv. Thompson Seedless in the central zone of Chile¹

Erwin Aballay E.² y Violeta Insunza B.³

A B S T R A C T

The ectoparasitic nematode *Xiphinema index* Thorne and Allen is economically important in grapes (*Vitis vinifera* L.) in Chile, both as a root parasite and as a vector for grapevine fan leaf virus (GFLV). The traditional methods for nematodes control are based on chemical nematicides, which are erratic and very questionable for their environment effects. The objective of this research was to evaluate the nematicidal effect of eight antagonistic plants species for controlling *Xiphinema index* on grapevines cv. Thompson Seedless. The selected plant species were *Tagetes patula*, *Cosmos bipinnatus*, *Zinnia elegans*, *Gaillardia picta*, *Calendula officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Brassica napus* and *Lupinus albus*. The effect of these plants were compared with three controls: an absolute control without test plants; the nematicide fenamiphos (4 kg a.i. ha⁻¹), and barley (*Hordeum vulgare*) as a non-nematicidal plan. The nematicidal action of the sampled species was evaluated determining the nematode population densities in 250 cm³ of soil: 1) previous to sowing of cover crops; 2) previous to plant incorporation into the soil; 3) three months after the incorporation. The best results were obtained from growing and incorporating *Brassica napus*, which significantly reduced *X. index* populations ($P < 0.05$) in comparison with the chemical control (fenamiphos). The rest of the plant species were not effective in the control of *X. index*.

Key words: allelopathy, antagonistic plants, *Brassica napus*, cover crops, grapevine fan leaf virus (GFLV), green manures, integrated pest management, nematicidal plants, rape.

R E S U M E N

Xiphinema index Thorne and Allen es un nemátodo ectoparásito económicamente importante en la vid (*Vitis vinifera* L.) en Chile, como patógeno de las raíces y como vector del "virus de la hoja en abanico" (GFLV) en vides. El control tradicional se ha hecho básicamente con productos químicos, de efectos erráticos y muy cuestionados por sus efectos ambientales. El objetivo de este trabajo fue evaluar en vides cv. Thompson Seedless el efecto nematicida de ocho plantas antagónicas en el control de *Xiphinema index*. Las plantas antagónicas se cultivaron en la líneas de plantación y se incorporaron como abono verde. Las especies ensayadas fueron: raps (*Brassica napus* L.), caléndula (*Calendula officinalis* L.), cosmos (*Cosmos bipinnatus* Cav.), gaillardia (*Gaillardia picta* L.), lupino (*Lupinus albus* L.), clavelón (*Tagetes patula* L.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.),

¹Recepción de originales: 11 de febrero de 2002 (reenviado).
Proyecto FONDECYT 1970362-1997.

²Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Sanidad Vegetal, Casilla 1004, Santiago, Chile. E-mail: eaballay@abello.dic.uchile.cl

³Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Ecology and Crop Production Sciences, Box 7043, SE -750 07, Uppsala, Sweden.

zinia (*Zinnia elegans* Jacq.). El efecto de estas especies se comparó con tres testigos: testigo absoluto (sólo vides); testigo químico (fenamifos, 4 kg i.a. ha⁻¹); y cebada (*Hordeum vulgare* L.) testigo planta sin antecedentes nematicidas. La acción nematicida de las especies ensayadas se evaluó determinando las densidades poblacionales del nemátodo en 250 cm³ de suelo en: 1) antes del establecimiento de los cultivos; 2) previo a su incorporación al suelo, a los dos meses del establecimiento; 3) 3 meses después de la incorporación. El mejor resultado se obtuvo con el establecimiento e incorporación del raps (*Brassica napus*), el cual redujo significativamente las poblaciones de *X. index* ($P < 0,05$) en comparación con el testigo químico. El resto de las especies vegetales no fueron efectivas en el control de *X. index*.

Palabras clave: aleopatía, plantas antagonistas, *Brassica napus*, cultivos de cobertera, grape fan leaf virus (GFLV), abono verde, manejo integrado de plagas, plantas nematicidas, raps.

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es una de las principales especies frutícolas cultivadas en Chile, tanto para la producción de vinos como para uva de mesa, con una superficie destinada a la explotación de esta especie de aproximadamente 135.775 ha (SAG, 1998).

Entre los principales problemas fitosanitarios en la producción de vides en Chile, están los nemátodos del género *Xiphinema*, o nemátodos daga, causantes de problemas radicales y virales. Las especies que se encuentran frecuentemente son *Xiphinema index* Thorne y Allen, 1950, y *X. americanum sensu lato* Cobb, 1913. Así, en la zona central del país (Región Metropolitana), cerca del 70% de los cuarteles de vides prospectados presentaban algún grado de infestación, entre leve y muy alto, con ambas especies de *Xiphinema* (Valenzuela *et al.*, 1992), siendo común la presencia de altas poblaciones en otras regiones vitivinícolas del centro norte y centro sur del país. Estas especies de *Xiphinema* dañan directamente a las raíces, ocasionando deformaciones, a veces agallas y, en general, menor vigor en las plantas. Sin embargo, su mayor importancia radica en que son vectores de importantes nepovirus. *Xiphinema index* transmite el "virus de la hoja en abanico" o "grape fan leaf virus" (GFLV), que es el nepovirus de mayor importancia económica en la vid, pudiendo producir pérdidas de un 60% en el rendimiento de los

frutos (Taylor y Brown, 1997). Este virus está presente en todas las regiones vitivinícolas del país. Los síntomas del virus varían según las variedades de vid. Puede producir deformación de las hojas, dando la apariencia de un abanico, o reducción del tamaño de la hoja, o mosaico amarillo, o un bandeado de venas con bandas cloróticas. En algunas variedades, como la Thompson Seedless, el virus provoca un menor desarrollo, disminución del diámetro del tronco, largo del sarmiento y diámetro de bayas, con el consecuente menor rendimiento (Auger *et al.*, 1994).

Dentro del complejo *Xiphinema americanum sensu lato*, en Chile se han identificado *X. californicum*, *X. floridae*, *X. inaequale*, *X. pachtaicum*, *X. peruvianum* y *X. utahense* (Lamberti *et al.*, 1988). Algunas especies del complejo *X. americanum* son vectores de otros importantes nepovirus, e.g., *Tomato ring spot virus* (ToRSV), el que se ha determinado en frambuesas y vides en Chile, aunque su vector no se ha confirmado aún (Doucet *et al.*, 1998).

Tradicionalmente el control de los nemátodos fitopatógenos se ha basado en el uso de nematicidas químicos, productos actualmente muy cuestionados por sus efectos adversos a los seres vivos y agroecosistemas, además de su alto costo. Por lo tanto, se investigan otras alternativas de control que sean ecológicamente benignas y sustentables. Una de estas alternativas está basada en la actividad alelopática que presentan algunas plantas,

lo que ha suscitado un creciente interés en los últimos años (Hasan, 1992; Halbrendt, 1996). Varias especies de plantas liberan compuestos alelopáticos a través de la volatilización, o de exudación de las raíces, o de la disolución y descomposición de las plantas o residuos. Numerosos de estos compuestos son nematotoxicos o nematostáticos sobre distintas especies de nemátodos fitoparásitos. Estos compuestos pueden ser biocidas, o interferir de otras formas en el ciclo vital del nemátodo (Gommers y Bakker, 1988; Alam *et al.*, 1990; Chitwood, 1992; Sukul, 1992).

Se han reportado numerosas especies de plantas, representando varias familias botánicas, que producen compuestos nematicidas. En la literatura se las denomina como plantas nematicidas o como plantas antagónicas a los nemátodos. En agricultura es factible usar algunas de estas plantas antagónicas en el manejo de nemátodos, tanto en rotaciones, como en cultivos en cobertura, en entre hileras, enmiendas, o abono verde en suelos cultivables (Rodríguez-Kabana, 1992; Halbrendt, 1996). Así, si el suelo se maneja mediante coberturas vegetales con propiedades nematicidas, además de controlar a los nemátodos y otras plagas, se contribuye a evitar la erosión y compactación del suelo, a favorecer la diversidad biológica y controlar el crecimiento de malezas.

Las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivos son especies del género *Tagetes* y otras Asteráceas, e.g., especies de *Cosmos*, *Gaillardia*, *Zinnia* (Winoto, 1969; Gommers, 1973; Bano *et al.*, 1986) y Brassicáceas (Crucíferas) como el raps (*Brassica napus* L.), mostaza (*Sinapis alba* L.), rábano forrajero (*Raphanus sativus* L.) (Halbrendt 1992; 1993). Sin embargo, no hay reportes referentes al control de *Xiphinema index* mediante plantas antagónicas en estudios de campo, aunque sí en estudios *in vitro*, donde extractos de numerosas plantas demostraron ser tóxicos a este nemátodo (Dechet, 1991; Sasanelli y Catalano, 1991; Sasanelli, 1992).

En Chile, la evaluación de la acción nematicida *in vitro* en *Xiphinema index*, de extractos acuosos de 77 especies vegetales (incluyendo 34 especies nativas), confirmó la nematoxicidad de la mayoría de ellas, dependiendo de la concentración de los extractos. Los más eficaces fueron aquellos provenientes de manzanilla (*Chamomilla recutita* L.), paico (*Chenopodium ambrosioides* L.), cosmos (*Cosmos bipinnatus* Cav.), culle Colorado (*Oxalis rosea* Jacq.), huévil (*Vestia lycioides* Will.) y zinia (*Zinnia elegans* Jacq.) (Insunza *et al.*, 2000; 2001). Por otra parte, hay informes sobre el control de otras especies de *Xiphinema* en huertos y viñas, con cultivos de cobertera o abono verde, usando raps y *Tagetes* spp. (Halbrendt, 1992; 1993); *Festuca arundinacea* L. (Kotcon *et al.*, 1991); *Dactylis glomerata* L. cv. Berber (Wolpert *et al.*, 1993), todas contra *X. americanum*; o por el cultivo de *Raphanus oleiferus* Metzg. y *Thymus serpyllum* L., contra *X. vuittenezi* (Dechet, 1991). En Chile, poblaciones de *X. americanum s.l.* disminuyeron significativamente con cultivos de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) y clavelones (*Tagetes* spp.) (Insunza y Aballay, 1995). Estos antecedentes demuestran el potencial que presenta el uso de los aleloquímicos naturales para el control de *Xiphinema* spp.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en vides de mesa, la efectividad de ocho especies de plantas con antecedentes de actividad nematicida, mediante su cultivo y posterior incorporación al suelo, en el control de *Xiphinema index*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la comuna de San Esteban, Los Andes, V Región, en un parronal plantado con la variedad Thompson Seedless de 10 años de edad, con riego por goteo. La distancia de plantación es de 4 x 4 m, equivalente a una densidad de 625 plantas por hectárea. El suelo presenta textura franco arcillosa, profundo, con buen drenaje, pH 7,5.

Se evaluó el efecto de ocho especies vegetales sobre la densidad de población de *Xiphinema index*. La selección de estas especies se basó en un estudio previo sobre su actividad nematicida *in vitro* y donde extractos acuosos de dichas plantas mostraron ser nematotoxicas o nematos-táticas para *Xiphinema index* (Insunza *et al.*, 2001).

Las plantas evaluadas y tratamientos fueron los siguientes: raps (*Brassica napus* L.), caléndula (*Calendula officinalis* L.), cosmos (*Cosmos bipinnatus* Cav.), gaillardia (*Gaillardia picta* L.), lupino (*Lupinus albus* L.), clavelón (*Tagetes patula* L.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.), zinia (*Zinnia elegans* Jacq.). Además, como testigos: cebada (*Hordeum vulgare* L.) como testigo planta sin antecedentes nematicidas, fenamiphos (Nemacur) en dosis de 4 kg i.a. ha⁻¹ (testigo químico) y el testigo absoluto (no tratado).

En el estudio se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorio, en parcelas de ocho plantas de vid, con 11 tratamientos y 4 repeticiones por cada uno de ellos.

Las especies *Brassica napus*, *Lupinus albus* y *Hordeum vulgare* se sembraron directamente, cubriendo toda la banda, en dosis de 0,8; 15; y 12 g m⁻² respectivamente; con las seis especies restantes se efectuó siembra y luego trasplante, durante la primera quincena de octubre de 1998. El trasplante o la siembra de las especies en suelo definitivo, se realizó en la banda que incluía tres hileras separadas a 30 cm entre ellas. La distancia entre las plantas fue de 10 cm en las especies sembradas directamente y 30 cm en las transplantadas. Luego, la banda tratada fue de 60 cm de ancho, cubierta homogéneamente por las plantas. La profundidad de siembra varió entre 3 y 15 cm, según la especie.

En el caso del tratamiento químico, fenamiphos (Nemacur) fue aplicado simulando una aplicación comercial (10 L ha⁻¹), equivalente a 128 cm³ por parcela, distribuido en todos los goteros en cantidad similar. Para ello se diluyeron los

128 cm³ en 10 litros de agua y se distribuyeron por igual bajo cada uno de los goteros. Posteriormente se continuó regando el cuartel completo, a través del sistema de goteros, por un lapso de 2 horas. El testigo absoluto, es decir, sólo vides y no tratado, se mantuvo constantemente desmalezado.

La incorporación de las plantas al suelo se realizó a mediados de enero de 1999, cuando las plantas se encontraban en plena flor, a excepción del raps, lupino y cebada, que estaban a término de flor. Las plantas, previamente trozadas, se incorporaron al suelo manualmente con azadón, a una profundidad aproximada de 20 cm. Se dejaron descomponer en el suelo durante tres meses.

La eficiencia de la acción de los tratamientos sobre *Xiphinema index* se evaluó a través del recuento de las poblaciones del nemátodo en tres fechas: 1) previo a la aplicación de los tratamientos, lo que equivale a la población inicial de *Xiphinema index* (Pi); 2) antes de la incorporación de las plantas al suelo (enero 1999); este muestreo permitió determinar la acción nematicida que ejercen las raíces de las especies vegetales producto de su desarrollo en el lugar; y 3) tres meses después de la incorporación de las plantas (mediados de abril 1999); esta evaluación permitió determinar la acción nematicida producto de la descomposición de la planta.

Las muestras de suelo se tomaron con un barreno de 2,5 cm de diámetro, a la profundidad de raíces, desde los 5 hasta los 30 cm de profundidad, en la línea del gotero. Se tomaron 28 submuestras por cada muestra, correspondiendo a una submuestra por gotero, considerando que la manguera de riego posee goteros cada 1 m de distancia, o sea 28 goteros en cada parcela.

La extracción de los nemátodos se realizó tamizando 250 cm³ de suelo por un set de tamices de 45, 74, 100 y 180 µm y recogiendo el material retenido en un tamiz de 180 µm de abertura, en el cual quedan retenidos los individuos de mayor

tamaño. El residuo de este tamiz se filtró por 24 h en un recipiente con una malla de nylon de 100 μm . Los estados juveniles de menor tamaño de esta especie, se recogieron del material retenido por los tamices de 74 μm y 45 μm , el cual se filtró por 48 h en un embudo con papel facial, de acuerdo al método Baermann (Southey, 1970).

Para el análisis de datos se utilizó el Índice Reproductivo (R) o tasa de multiplicación del nemátodo, la cual viene dada por la relación Población final/Población inicial (Pf/Pi), donde valores superiores a uno indican reproducción del nemátodo (Oostenbrink, 1966). Previamente los datos fueron transformados logarítmicamente a $\ln(x+1)$, para ajustar las poblaciones a una curva de distribución normal. Los datos transformados se analizaron por un Análisis de Varianza (ANDEVA), seguido por el Test de Rangos Múltiples de Duncan para la separación de medias, en caso de que los valores de F fueran significativos ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el ensayo se presentan en el Cuadro 1, donde se analizan las variaciones de las poblaciones de *Xiphinema index* ($P < 0,05$) en las diferentes épocas de evaluación. R1 muestra la relación entre los niveles poblacionales antes del establecimiento de las especies vegetales en estudio y de los testigos y previo a la incorporación al suelo de las plantas; R2 representa el índice reproductivo que relaciona las poblaciones presentes antes de la incorporación de las especies vegetales y tres meses después de éstas; y R3 relaciona las poblaciones iniciales y finales de todo el ensayo. Así, R1 permite analizar el efecto de la parte radical de las plantas durante su desarrollo, y R2 el efecto de la descomposición de toda la planta.

Al analizar el Cuadro 1, se puede observar que ninguna especie vegetal controló significativamente a *Xiphinema index* durante su crecimiento

Cuadro 1. Número de ejemplares de *Xiphinema index* en 250 cm³ de suelo e Índice Reproductivo. Valores promedio de 4 repeticiones*

Table 1. Number of *Xiphinema index* specimens in 250 cm³ of soil and Reproductive Index. Means of 4 repetitions*

Tratamiento	P1 ^y	P2	P3	R1 ^z	R2	R3 ^v
<i>Brassica napus</i>	141,3	111,5	34,0	1,03ab	0,79a	0,63a
<i>Calendula officinalis</i>	148,3	174,3	50,5	0,99ab	0,79a	0,77ab
<i>Cosmos bipinnatus</i>	108,8	149,0	119,5	1,10b	0,97a	1,03ab
<i>Gaillardia picta lorenziana</i>	96,8	75,8	28,25	0,97ab	0,78a	0,75ab
<i>Hordeum vulgare</i>	175,5	88,3	66,3	0,89ab	1,03a	0,90ab
<i>Lupinus albus</i>	113,3	27,0	44,0	0,77ab	1,21a	0,88ab
<i>Tagetes patula</i>	127,8	162	90,3	1,12b	0,86a	1,00ab
<i>Thymus vulgaris</i>	165,5	254,0	86,3	1,04ab	0,81a	0,84ab
<i>Zinnia elegans</i>	250,8	37,8	55,3	0,64a	1,21a	0,75ab
Fenamiphos	92,5	120,5	115,8	1,03ab	1,07a	1,08b
Testigo absoluto	181,0	198	140,8	1,00ab	0,92a	0,95ab

*Valores dentro de una columna seguidos de una misma letra no presentan diferencias significativas ($P < 0,05$), de acuerdo al Test de Rangos Múltiples de Duncan.

^yP1: Población 1 de *X. index* pre siembra.

P2: Población 2 de *X. index* pre incorporación.

P3: Población 3 de *X. index* 3 meses después de la incorporación.

^zR1: $\ln(P2+1)/\ln(P1+1)$.

R2: $\ln(P3+1)/\ln(P2+1)$.

R3: $\ln(P3+1)/\ln(P1+1)$.

in situ (R1) ni después de su descomposición (R2). Por otra parte, los índices de R3 indican que el raps (*Brassica napus*) resultó en la mayor reducción de la población inicial de *Xiphinema index*, pero al final del ensayo. En cuanto al material vegetal incorporado, hay que destacar que debido a la insuficiencia de los riegos la biomasa de todas las especies vegetales ensayadas no parece haber sido la óptima, aunque no se determinaron los pesos de ésta. A pesar de lo anterior, la descomposición de las plantas de raps produjo una disminución significativa ($P < 0,05$) de la población de *Xiphinema index* en comparación con el testigo químico (fenamiphos). Esto puede atribuirse a que en el proceso de incorporación del raps al suelo y su posterior descomposición, se habrían liberado los compuestos tóxicos, los cuales no estaban presentes, o lo estaban en concentraciones subletales en las rizósferas durante su crecimiento.

En general, las Brassicaceae (Cruciferae), se caracterizan por la producción de glucosinolatos, que son compuestos sulfurados y que como tales no son dañinos. Sin embargo, en tejidos destruidos, como en el caso de los incorporados al suelo, ellos son hidrolizados enzimáticamente por la mirosinasa y se liberan varios compuestos biológicamente activos, incluyendo tiocianatos, isotiocianatos y nitrilos, los que tienen acción nematóxica (Halbrendt, 1993; Campos *et al.*, 1994). La cantidad de estos compuestos depende de la especie y de la variedad. Se ha reportado que la concentración de glucosinolatos en el follaje del raps decrece a medida que la planta madura (Mojtahedi *et al.*, 1991). Luego es posible concluir que una incorporación al suelo más temprana (aproximadamente a los dos meses) hubiera influido en la supresión de los nemátodos. Así, en huertos de manzanos en Pennsylvania (EE.UU.), se ha reportado que dos tratamientos con raps como abono verde, a comienzos de la primavera y al final del verano, son tan efectivos como un nematicida químico (Oxamyl) para el control de *Xiphinema americanum* (Halbrendt, 1996).

Además de su efecto nematicida contra *Xiphinema* sp., también se ha reportado contra otros nemátodos fitoparásitos, e.g., *Meloidogyne* spp., y de otros patógenos de las raíces (Mojtahedi *et al.*, 1991). Por otra parte, el raps es una planta de fácil obtención y cultivo, y compite bien con las malezas. Nuevos estudios serían necesarios para adecuar este cultivo como abono verde en la vid, entre ellos, estudios sobre épocas y densidad de siembra, que permitan obtener la mayor cantidad de biomasa posible; además, seleccionar variedades que tengan un alto contenido de glucosinolatos, como las variedades Jupiter y Humus reportadas con este fin (Mojtahedi *et al.*, 1991; Halbrendt y Jing, 1994).

Otro aspecto que requiera investigación es la época de incorporación de las plantas al suelo, que debiera hacerse antes de la floración, porque la cantidad de glucosinolatos decrece a medida que la planta madura (Mojtahedi *et al.*, 1991); además, para obviar el posible ataque de insectos que son atraídos por las flores, e.g., trips de California (*Frankiniella occidentalis*) u otros (Aballoy *et al.*, 2001), plagas importantes en la vid.

El resto de las especies vegetales ensayadas no redujeron significativamente las poblaciones de *Xiphinema index* en ningún tratamiento. No se obtuvieron diferencias significativas con ninguno de los tres testigos, incluso por *Zinnia elegans* que fue la especie que presentó el menor Índice Reproductivo en R1, o sea después de su crecimiento *in situ*. Sin embargo, existe bastante información sobre la acción nematicida que ejercen los exudados radicales de varias Asteraceae, entre ellas caléndula, clavelón, cosmos, gaillardia, zinia (Gommers, 1981), así como del lupino y del tomillo (Dechet, 1991). La descomposición de estas plantas tampoco afectó a las densidades poblacionales del nemátodo en estudio.

Como se dijo anteriormente, los extractos acuosos de todas estas especies de plantas mostraron actividad nematicida *in vitro* contra *Xiphinema index* (Insunza *et al.*, 2001). La diferencia de resultados en bioensayos y en condiciones naturales

no es inesperada, ya que los extractos vegetales usados pueden contener varios metabolitos intracelulares que son nematicidas *in vitro*, pero que no son los que la planta libera en el suelo, o no los libera en cantidades suficientes, o no son bastante persistentes como para afectar a los nemátodos. Luego los ensayos *in vitro* pueden demostrar un potencial aleloquímico utilizable en otras investigaciones (e.g., nuevos pesticidas), aunque no necesariamente en prácticas agronómicas. En estudios de campo, pueden influir otras variables en el/los compuestos aleloquímicos, e.g., las propiedades del suelo, los microorganismos presentes, las condiciones ambientales, u otros mecanismos (Halbrendt, 1996). En un estudio semejante en Chile, usando las mismas especies vegetales pero para controlar *Xiphinema americanum s.l.* en vides viníferas en la Región Metropolitana, las plantas que redujeron significativamente las poblaciones del nemátodo fueron *Cosmos bipinnatus* y *Lupinus albus* (Aballay *et al.*, 2001).

El testigo cebada (*Hordeum vulgare*), del cual no se tienen antecedentes de su actividad nematicida, pero sí de su uso como cultivo de cobertura y abono verde (Altieri, 1990), se usó principalmente para descartar el posible efecto nematicida debido a la incorporación de materia orgánica. Numerosas enmiendas orgánicas controlan los nemátodos, pero su efectividad puede deberse a otros factores, aparte de la liberación de compuestos tóxicos, como por ejemplo, el incremento de los enemigos naturales de los nemátodos

(hongos, bacterias, nemátodos), o a la amonificación durante la descomposición, u otros mecanismos (Rodríguez-Kabana *et al.*, 1987). En este estudio, la incorporación de la cebada no tuvo efecto en la densidad poblacional de *Xiphinema index*, sin diferencias estadísticas con ninguno de los tratamientos.

El tratamiento con el nematicida (fenamiphos) tampoco disminuyó la densidad de población de *Xiphinema index*, presentando Índices Reproductivos mayores a uno en todos los casos. Una posible explicación a este hecho, es la propiedad que poseen ciertos nematicidas, entre ellos fenamiphos, de ser fijados por los coloides del suelo, por lo que son retenidos fuertemente por la materia orgánica, lo cual puede haber limitado la acción del producto. Además, una de las razones para buscar nuevas alternativas de control, además del impacto medioambiental, se basa en los resultados erráticos que se han obtenido en el empleo de nematicidas convencionales (Aballay y Valenzuela, 1996).

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se desprende que el uso del raps (*Brassica napus*) como abono verde es una herramienta factible de utilizar para el control de *Xiphinema index* y probablemente de otros nemátodos fitoparásitos que afectan a la vid en Chile, disminuyendo con ello el uso de nematicidas órgano-sintéticos.

LITERATURA CITADA

- Aballay, E., y A. Valenzuela. 1996. Control químico de *Xiphinema index* en viñedos de Chile. *Nematropica* 26:177-179.
- Aballay, E., P. Flores, y V. Insunza. 2001. Efecto nematicida de ocho especies vegetales sobre *Xiphinema americanum sensu lato*, en *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Chile. *Nematropica* 31:95-102.
- Alam, M.M., M.A. Siddiqui, and A. Ahmad. 1990. Antagonistic plants. p. 41-50. In M.S. Jairajpuri, M.M. Alam and I.Ahmad (eds.) *Nematode bio-control: aspects and prospects*. CBS Publishers & Distributors, Dehli, India.
- Altieri, M. 1990. Cultivos de cobertura. Chile *Agrícola* 15(156):132-135.

- Auger, J., E. Aballay, M. Pinto, y C. Pastenes. 1994. Efectos del Virus de la Hoja de Abanico (VHA) en el desarrollo y productividad de plantas de vid cv. Thompson Seedless. *Aconex* 46:20-23.
- Bano, M., S. Anver, S.A. Tiyagi, and M.M. Alam. 1986. Evaluation of nematocidal properties of some members of the family Compositae. *Int. Nematol. Network Newsl.* 3:10.
- Campos, H., N. Lizama, y M.G. Marquez. 1994. Determinación cualitativa del contenido de glucosinolatos en semillas de raps (*Brassica napus* L.) a través de glucocinta. *Agricultura Técnica (Chile)* 54:318-322.
- Chitwood, D.J. 1992. Nematicidal compounds from plants. p. 185-204. *In* H.N. Nigg and D. Seigler (eds.). *Phytochemical resources for medicine and agriculture*. Plenum Press, New York, USA.
- Dechet, F. 1991. Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzen und Pflanzeninhaltsstoffen auf *Xiphinema index* Thorne & Allen, 1950 (Nematoda: Dorylaimida). 118 p. Doctoral Dissertation. Universität Kaiserslautern, Deutschland.
- Doucet, M.E., L.C.B.B. Ferraz, J. Magunacelaya, and D.J. Brown. 1998. The occurrence and distribution of longidorid nematodes in Latin America. *Russian Journal of Nematology* 6:111-128.
- Gommers, F.J. 1973. Nematicidal principles in Compositae. 71 p. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands.
- Gommers, F.J. 1981. Biochemical interactions between nematodes and plants and their relevance to control. *Heminthological Abstracts Serie B.* 50:9-24.
- Gommers, F. J. and Bakker, J. 1988. Physiological diseases induced by plant responses or products. p. 4-16. Vol. 1. *In* G.O. Poinar and H.B. Jansson (eds.). *Diseases of nematodes*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Halbrendt, J.M. 1992. Evaluation of selected cover crops and green manures to control nematodes and improve replant sites. *Pennsylvania Fruit News* 73:62-66.
- Halbrendt, J.M. 1993. Evaluation of rotational crops for nematode management in orchards. *Pennsylvania Fruit News* 73:62-66.
- Halbrendt, J.M. 1996. Allelopathy in the management of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 28:8-14.
- Halbrendt, J.M., and G. Jing. 1994. Nematode suppressive rotation crops for orchard renovation. *Acta Horticulturae* 363:49-56.
- Hasan, A. 1992. Allelopathy in the management of root-knot nematodes. p. 413-441. *In* S.J.H Rizvi and V. Rizvi (eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. Chapman & Hall, London, UK.
- Insunza, V., y E. Aballay. 1995. Evaluación de 16 plantas con propiedades nematicidas como hospederos de *Xiphinema americanum sensu lato* en Chile. *Investigación Agrícola (Chile)* 15:39-42.
- Insunza, V., E. Aballay, D. Contreras, y J. Macaya. 2000. Acción nematicida *in vitro* de extractos de varias plantas en *Xiphinema index* y *X. americanum sensu lato*. p. 38. Abstracts of XXXII Annual Meeting of ONTA (Organization of Nematologists of Tropical America). Auburn, Alabama, USA.
- Insunza, V., E. Aballay, and J. Macaya. 2001. Nematicidal activity of aqueous plant extracts on *Xiphinema index*. *Nematol. Medit.* 29:35-40.
- Kotcon, J.B., T.A. Baugher, A.J. Sexstone, A.R. Biggs, H. W. Hogmire, and A.R. Collins. 1991. Alternative processing apple production systems impacts on ground water quality. *Pennsylvania Fruit News* 72:25-29.
- Lamberti, F., F. Roca, and A. Agostinelli, A. 1988. On the identity of *Xiphinema americanum* in Chile with a key to the *Xiphinema* species occurring in Chile. *Nematol. Medit.* 16:67-68.

- Mojtahedi, H., G.S. Santo, A.N. Hang, and J.H. Wilson. 1991. Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. *Journal of Nematology* 23:170-174.
- Oostenbrink, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Wageningen, The Netherlands, Meded Landbouwhoges. 66:1-46.
- Rodríguez-Kabana, R., G. Morgan-Jones, and I. Chet. 1987. Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. *Plant and Soil* 100:237-247.
- Rodríguez-Kabana, R. 1992. Cropping systems for the management of phytonematodes. p. 219-233. *In* Gommers, F.J. and Maas, P.W.Th. (eds.). *Nematology from molecule to ecosystem*. European Society of Nematologists, Inc. Invergowrie, Dundee, Scotland.
- SAG. 1998. Catastro Vitícola Nacional. 44 p. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Departamento de Protección Agrícola, Subdepartamento Viñas y Vinos. Santiago, Chile.
- Sasanelli, N. 1992. Nematicidal activity of aqueous extracts from leaves of *Ruta graveolens* on *Xiphinema index*. *Nematol. Medit.* 20:53-55.
- Sasanelli N., and L. Catalano. 1991. Attività nematocida *in vitro* di *Capsicum annuum* su *Xiphinema index*. *Informatore Fitopatol.* 41:55-56.
- Southey, J.F. (ed.) 1970. Laboratory methods for work with plants and soil nematodes. 148 p. Tech. Bull. 2. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, HMSO, Londopn, England.
- Sukul, N.C. 1992. Plants antagonistic to plant parasitic nematodes. *Indian Rev. Life Sci.* 12:23-52.
- Taylor, C.E., and D.J.F. Brown. 1997. Nematode-transmitted viruses. p. 142-143. *In* *Nematode vectors of plant viruses*. CAB International, UK.
- Valenzuela, A., E. Aballay, y M. Torres. 1992. Identificación y frecuencia de nemátodos asociados a la vid en la Región Metropolitana, Chile. *Investigación Agrícola (Chile)* 12:15-17.
- Wolpert, J.A., P.A. Phillips, R.K. Striegler, M.V. Mc Kenry, and J.H. Foot. 1993. Berber orchard-grass tested as cover in commercial vineyard. *California Agriculture* 47:23-25.
- Winoto, S.R. 1969. Studies on the effects of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes. 133 p. Dissertation, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.