

RESEARCH/INVESTIGACIÓN

CONTROL DE *MESOCRICONEMA XENOPLAX*, *XIPHINEMA INDEX* Y *XIPHINEMA AMERICANUM* S.L. VARIANDO LA CONCENTRACION DE CADUSAFOS, Y EFECTO EN RENDIMIENTO DE UVA DE MESA VAR. RED GLOBE DURANTE 4 AÑOS DE APLICACIONES

J. C. Magunacelaya*¹, R. Mancilla, y M. T. Ahumada¹

¹Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Avenida Brasil 2950, Casilla 4059, Valparaíso, Chile. *Corresponding author: jmagunac@ucv.cl

ABSTRACT

Magunacelaya, J. C., R. Mancilla and M. T. Ahumada. 2011. Control of *Mesocriconema xenoplax*, *Xiphinema index* and *Xiphinema americanum* s.l. Varying cadusafos concentrations, and their effect on yield of table grapes var. Red globe over 4 years of application. *Nematropica* 41:172-184.

Cadusafos was evaluated at different concentrations of application over 4 seasons between the years 2005 and 2009, to determine an optimal concentration and to relate nematocidal control with yield of table grapes var. Red Globe. The study was done in Los Andes, Fifth Region, Chile, on non-grafted plants. Cadusafos was applied at 80, 200, 400 and 800 ppm of active ingredient, in doses of 2, 3 and 6 l/ha of a.i., plus one control treatment. Ethoprophos and carbofuran were used as chemical controls. Applications were made through drip irrigation system, in the phenological stages of pre-bloom, bloom and fruit set. Applications at 400 ppm a.i. were better than 200, 80 and 800 ppm a.i., concentrations without nematocidal effect. In the four seasons, reduction of nematocidal action of cadusafos was observed on *Mesocriconema xenoplax*, applied at 400 ppm a.i. In the fourth and last season cadusafos did not control *M. xenoplax*. Bloom, set fruit and postharvest applications were equal in population reduction of *M. xenoplax*. Control of *M. xenoplax* also was observed in postharvest sampling, suggesting persistence of nematocidal effect of cadusafos until 140-182 days. Population levels of *Xiphinema index* and *X. americanum* s.l. were low during the experiments. Cadusafos improved yields, but in the third and fourth season yields were lower than in the previous seasons. Management advantages of nematocide concentration in technical irrigation systems are discussed.

Key words: Concentration, cadusafos, yield, *Vitis vinifera*, Red Globe, *Mesocriconema xenoplax*.

RESUMEN

Magunacelaya, J. C., R. Mancilla and M. T. Ahumada. 2011. Control de *Mesocriconema xenoplax*, *Xiphinema index* y *Xiphinema americanum* s.l. Variando la concentración de cadusafos, y efecto en rendimiento de uva de mesa var. Red Globe durante 4 años de aplicaciones. *Nematropica* 41:172-184.

Se evaluó cadusafos a distintas concentraciones de aplicación durante cuatro temporadas entre los años 2005 y 2009, para buscar una concentración óptima y relacionar el control de nemátodos con rendimiento en vid var. Red Globe. El trabajo se desarrolló en Los Andes, Quinta Región, Chile, en plantas no injertadas. Cadusafos se aplicó a 80, 200, 400 y 800 ppm de ingrediente activo, en dosis de 2, 3 y 6 l/ha de i.a., más un tratamiento sin aplicación. Ethoprophos y carbofurano se utilizaron como testigos químicos. Las aplicaciones se realizaron a través del sistema de riego por goteo, en los estados fenológicos de pre-flor, flor y cuaja. Las aplicaciones a 400 ppm i.a. fueron mejores que 200, 80 y 800 ppm i.a., concentraciones que no funcionaron como nematocidas. En las cuatro temporadas se apreció reducción de la acción nematocida de cadusafos sobre *Mesocriconema xenoplax*, aplicado a 400 ppm i.a. En la cuarta y última temporada cadusafos no controló a *M. xenoplax*. Aplicaciones de flor, cuaja y postcosecha, fueron equivalentes en reducción de poblaciones de *M. xenoplax*. El control de *M. xenoplax* se observó también en el muestreo de postcosecha, sugiriendo perduración del efecto nematocida de cadusafos hasta 140-182 días. *Xiphinema index* y *X. americanum* s.l. se mantuvieron en niveles poblacionales bajos durante todo el estudio. Cadusafos mejoró el rendimiento, pero en la tercera y cuarta temporada el incremento es menor a las temporadas previas. Se discuten las ventajas de controlar la concentración de nematocidas en los sistemas de riego tecnificado.

Palabras clave: Concentración, cadusafos, rendimiento, *Vitis vinifera*, Red Globe, *Mesocriconema xenoplax*.

INTRODUCCIÓN

Magunacelaya (2009) expresa que todos los productos nematicidas son tóxicos a ciertas concentraciones y un nematicida diluido deja de ser tóxico, basados en lo cual se puede estimar que todos los nematicidas tienen una concentración óptima de acción, y la obligación de los nematólogos es buscar esa concentración óptima. El desconocimiento y la dificultad para entender lo que ocurre en los suelos con las raíces y las poblaciones de seres vivos hasta ahora han dificultado lograr buenas aplicaciones. Habitualmente los nematicidas indican en su etiqueta sólo la dosis/ha de producto comercial o ingrediente activo (i.a.), aunque hay unos pocos que indican la concentración de aplicación (Magunacelaya, 2009).

El objetivo que deben tener los tratamientos químicos, de cualquier tipo, es proteger raíces del parasitismo más que “matar todos los nemátodos” (Magunacelaya, 2009).

Cadusafos es un nematicida e insecticida organofosforado que ha probado ser efectivo en el control de *Radopholus similis* (Quénéhervé *et al.*, 1991), *Pratylenchus penetrans* (Philis, 1997), *Tylenchulus semipenetrans* (Verdejo-Lucas and McKenry, 2004; McClure and Schmitt, 1996), *Globodera pallida* (Ibrahim and Haydock, 1999), *Ditylenchus dipsaci* (Sasanelli *et al.*, 1995), *Meloidogyne javanica* (Ibrahim, 1994), y *Meloidogyne chitwoodi* (Santo and Wilson, 1990).

Mesocriconema xenoplax, *Xiphinema index* y *Xiphinema americanum* s.l., son nemátodos de hábitos ectoparasíticos que habitan frecuentemente la rizósfera de los viñedos de la zona central y norte de Chile (Aballay *et al.*, 2009) en niveles poblacionales que causan daños significativos a las raíces, que se traducen en daño económico. *M. xenoplax* en vides Chardonnay y Pinot noir en cuatro temporadas reduce significativamente el peso de poda, peso de raíces finas y rendimiento (Pinkerton *et al.*, 2004). *M. xenoplax* es el nemátodo más importante en este ensayo. Es abundante y su importancia en Chile aumenta. Actualmente el uso de nematicidas químicos es el único método para controlar este nemátodo en vides, ya que no hay portainjertos que sean tolerantes o resistentes a esta especie (Aballay *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo fue evaluar en un parrón de *Vitis vinifera* var. Red Globe, envejecido y con dificultades de productividad, de 28 años, la concentración efectiva de cadusafos como nematicida sobre *Mesocriconema xenoplax*, *Xiphinema index*, *Xiphinema americanum* s.l., y su efecto en rendimiento, como un ejemplo de aplicación de nematicidas en sistemas agrícolas con riego por goteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en *Vitis vinifera* variedad Red Globe en Los Andes, Quinta Región, zona central de

Chile, en un sector de la precordillera de Los Andes de clima templado cálido con lluvias invernales. Las plantas están a 4 m. entre la hilera de plantación y a 3 m. sobre la hilera. El suelo es franco arcilloso de alta capacidad de retención de agua que fue regado diariamente con grandes volúmenes de agua/ha. Las plantas de 28 años de edad, sin injertar, presentaban decaimientos de vigor y producción, motivos por los que los dueños estaban pensando en el replante, y producto del ensayo se extendió la vida útil durante los cuatro años de este estudio, dado que las plantas se recuperaron.

Cadusafos se aplicó en dosis de 2, 3 y 6 l/ha de i.a., a concentraciones de 80, 200, 400 y 800 ppm de i.a. Respecto a la fecha de aplicación, en la primera temporada todos los tratamientos se aplicaron en el estado fenológico de cuaja. En la segunda temporada dos tratamientos se realizaron en flor. En la tercera temporada cuatro tratamientos se realizaron en flor. En la cuarta temporada dos tratamientos se realizaron en flor y uno en pre-flor. La diferencia de tiempo entre los estados de flor y cuaja fue de dos semanas. Las parcelas se denominaron con letras de A a L y representan las mismas plantas (cuadro 1). En la parcela A se cambió al cuarto año la concentración de cadusafos manteniendo la fecha de aplicación en cuaja. En las parcelas B y E se cambió en el cuarto año el momento de aplicación de flor a cuaja. En la parcela G se cambió en el tercer año el momento de aplicación de cuaja a flor. En la parcela J al segundo año se aumentó la concentración de carbofurano y el cuarto año se reemplazó por cadusafos 200 ppm en pre-flor. En la parcela H el cambio de concentración de cadusafos se realizó cuando las diluciones y concentraciones (que son el mínimo y máximo de concentraciones utilizados, 80 y 800 ppm) no tuvieron resultados en rendimiento comparados con el testigo sin aplicación (cuadro 1). Dos tratamientos de cadusafos tuvieron dos aplicaciones anuales, en primavera (cuaja) y en postcosecha, parcela C y D (cuadro 1). En la parcela D la primera aplicación de cadusafos fue en la postcosecha de la primera temporada. Ethoprophos (parcela K) y carbofurano (parcela J), se usaron como testigos químicos y se aplicaron en el estado fenológico de cuaja. Ethoprophos se utiliza comercialmente en dosis altas de 12 l/ha de producto comercial, equivalente a 8,4 l/ha de i.a., el producto no tiene recomendación de concentración de aplicación y en este ensayo se usó a 1400 ppm de i.a. Se utilizó un tratamiento testigo sin aplicación (cuadro 1).

Forma de aplicación

Cadusafos (Rugby 200 CS), ethoprophos (Mocap EC) y carbofurano (Furadan 4F) se aplicaron a través de la línea de riego por goteo utilizando una motobomba de 1500 l. de capacidad para simular exactamente una aplicación de nematicida comercial. Cada tratamiento fue aplicado a plantas de dos hileras adyacentes.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados entre los años 2005 y 2009. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja				
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor				
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja				
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ² A				
D	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ² B				
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor				
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				
G	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja				
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor				
H	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja				
	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja				
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor				
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor				
I	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja				
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja				
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja				
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor				
K	Ethoprophos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja				
L	Testigo				

²Postcosecha

Evaluaciones

Para realizar el muestreo de suelo y cuantificar los nemátodos fitoparásitos se marcaron 10 plantas homogéneas en vigor, seleccionadas al azar en cada tratamiento. La unidad de muestreo fue una planta. Se muestrearon y midieron las mismas plantas durante los cuatro años. Se muestreó a 25 cm de profundidad a un costado de las plantas marcadas, siempre en el mismo lugar para reducir la variabilidad espacial de las poblaciones de nemátodos. Se extrajeron y cuantificaron las poblaciones de nemátodos mediante la técnica modificada de Cobb y embudo de Baermann (Magunacelaya y Dagnino, 1999). En los primeros tres años se realizaron cuatro muestreos de suelo y el cuarto año tres muestreos de suelo, totalizando 15 muestreos. El primer muestreo de suelo en cada temporada correspondió al estado fenológico de cuaja y el último muestreo a postcosecha. Se tomaron 10 muestras de suelo por tratamiento representando 10 repeticiones. En la primera temporada se realizaron 10 tratamientos, la

segunda y tercera temporadas 12, y la cuarta temporada 10 (cuadro 1). En total se realizaron durante las cuatro temporadas de estudio 1650 muestras de suelo.

Se evaluó la cosecha en cada tratamiento, clasificando la fruta en exportable y producción total. Se cosechó la fruta de las 10 plantas de cada parcela por temporada. Fue necesario cosechar 4 veces en cada temporada, adecuándose a la madurez de la fruta, color rojo y tamaño de baya mínimo de 23 mm. Los datos obtenidos representan la fruta de las 10 plantas.

Análisis estadístico

El diseño estadístico aplicado fue un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones (plantas) por tratamiento. En las parcelas fueron siempre las mismas 10 plantas las que se monitorearon. Se utilizó el programa Sigmastat 2.0 (Jandel Corporation) para analizar los datos. Para el análisis estadístico de los niveles poblacionales de nemátodos se utilizó ANDEVA de una vía con los datos transformados

logarítmicamente.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el índice reproductivo:

$$P45/Pi = \log(P45+1)/\log(Pi+1)$$

$$P48/Pi = \log(P48+1)/\log(Pi+1)$$

$$P140/Pi = \log(P140+1)/\log(Pi+1)$$

$$P182/Pi = \log(P182+1)/\log(Pi+1)$$

donde P_i es la población inicial (cuaja), P45 es la población a 45 días desde P_i , P48 es la población a 48 días desde P_i , P140 es la población a 140 días (postcosecha) desde P_i y P182 la población a 182 días (postcosecha) desde P_i . En los resultados se exponen los índices reproductivos referidos a 1 mes y medio desde la cuaja (45-48 días) y a postcosecha.

Se utilizó la prueba de Student-Neuman-Keuls (SNK) para separar los promedios de los tratamientos ($P \leq 0.05$).

No se hizo análisis estadístico de rendimiento porque se tuvo que evaluar la cosecha de las 10 plantas de cada parcela en conjunto y clasificar fruta por personal especializado en el mismo embalaje y clasificadora de fruta del campo, cuatro veces por temporada, lo que significó disponer de un dato final de cosecha representativo de las 10 plantas por tratamiento.

RESULTADOS

Mesocriconema xenoplax fue el principal nemátodo fitoparásito presente en el ensayo, con poblaciones frecuentemente superiores a 200 individuos por 250 ml de suelo, y detectado en cada una de las 1650 muestras (cuadro 2). El umbral de daño económico para este nemátodo en vid de mesa en la zona central de Chile es de 200 individuos por 250 ml de suelo.

Los índices reproductivos a 45 y 48 días desde la aplicación de cadusafos en cuaja, mostraron que los tratamientos de 200 ppm i.a. (23 tratamientos en 4 temporadas) en un 48% de los casos (11 casos) tuvieron índices superiores a uno y en un 52% de los casos con índices inferiores a uno (12 casos), lo que significa que no se apreció reducción de poblaciones de *M. xenoplax* (cuadro 3). De los siete tratamientos a 400 ppm i.a. de cadusafos en las cuatro temporadas, cinco casos tuvieron índices inferiores a uno y dos casos índices superiores a uno, lo que significa que en un 71% de éstos hubo control de *M. xenoplax* (cuadro 3), aunque sin diferencia estadísticas significativas a pesar de haber trabajado con 10 repeticiones para cada situación.

Los índices reproductivos a 45 y 48 días desde la aplicación de cadusafos en cuaja a 200 y 400 ppm i.a. en la primera temporada el 100% de los tratamientos (cinco de cinco) tuvieron índices inferiores a uno.

En la segunda temporada el 63% de los tratamientos (cinco de ocho) tuvieron índices inferiores a uno. En la tercera temporada el 56% de los tratamientos (cinco de nueve) tuvieron índices inferiores a uno. En la cuarta temporada el 13% de los tratamientos (uno de ocho) tuvieron índices inferiores a uno (cuadro 3).

En los testigos químicos tanto el carbofurano como ethoprophos tuvieron índices superiores o muy cercanos a uno en todas las temporadas.

Entre los tratamientos de flor y de cuaja no hubo diferencias en los índices a 45-48 días. Los tratamientos en flor se iniciaron la segunda temporada, y de los 8 tratamientos en flor del ensayo, 6 estuvieron concentrados entre la tercera y cuarta temporada, y el 50% de los 8, tuvieron índices inferiores a 1 (cuadro 3).

En los tratamientos de postcosecha, parcelas C y D, 6 tratamientos, uno en la primera temporada, dos en la segunda, dos en la tercera, y uno en la cuarta, 4 tuvieron índices a 45-48 días inferiores a uno (67%), y en la tercera y cuarta temporadas, los tratamientos no redujeron las poblaciones de *M. xenoplax* (cuadro 3).

El testigo sin aplicación tuvo el menor índice reproductivo a 45-48 días en la primera temporada (cuadro 3), lo que los autores interpretan se debió a que no estuvo sometido a producto nematicida, y las raíces se deterioraron mucho, y solo fueron capaces de sostener una población baja de nemátodos fitoparásitos.

Los índices reproductivos evaluados en postcosecha, mostraron que los tratamientos de 200 ppm i.a. (24 tratamientos en 4 temporadas) en un 63% de los casos (15 casos) tuvieron índices inferiores a uno y en un 37% de los casos tuvieron índices superiores a uno (9 casos), lo que significa que hubo mayor reducción de las poblaciones de *M. xenoplax* que a 45-48 días de la aplicación de los tratamientos (cuadro 4). De los siete tratamientos a 400 ppm i.a. de cadusafos en las cuatro temporadas, tres casos tuvieron índices inferiores a uno y cuatro casos índices superiores o cercanos a uno, lo que significa que en un 43% de éstos, hubo control de *M. xenoplax* (cuadro 4), con diferencias estadísticas.

Los índices reproductivos de postcosecha, de cadusafos a 200 y 400 ppm i.a. en la primera temporada el 100% de los tratamientos (seis de seis) tuvieron índices inferiores a uno. En la segunda temporada el 63% de los tratamientos (cinco de ocho) tuvieron índices inferiores a uno. En la tercera temporada el 67% de los tratamientos (seis de nueve) tuvieron índices inferiores a uno. En la cuarta temporada el 13% de los tratamientos (uno de ocho) tuvieron índices inferiores a uno, con diferencias estadísticas (cuadro 4).

Entre los tratamientos de flor y de cuaja no hubo diferencias en los índices reproductivos en postcosecha. De los 8 tratamientos en flor, el 50%, 4 casos, tuvieron índices inferiores a 1 (cuadro 4).

En los 7 tratamientos de postcosecha, parcelas C y D, dos en la primera temporada, dos en la segunda, dos en la tercera y uno en la cuarta, 5 tuvieron índices

Cuadro 2. Niveles poblacionales de *Mesocriconema xenoplax* entre los años 2005 y 2009. Individuos en 250 ml de suelo. Promedio de 10 repeticiones. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	Pi 2005	P45 2005	P90 2006	P140 2006	Pi 2006	P45 2006	P90 2007	P140 2007	Pi 2007	P45 2007	P90 2008	P140 2008	Pi 2008	P48 2008	P182 2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja	162	85	158	30	68	109	104	88	108	65	55	13			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja													86	63	193
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor					123	45	54	114	88	25	83	35			
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja													255	207	178
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^a A	167	168	176	100	143	85	276	174	70	46	19	15			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^b B	349	^z	220	49	164	73	202	87	439	119	30	24	52	90	720
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor					203	85	36	138	146	74	29	20			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja													97	123	63
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja	88	53	236	69	85	131	119	54	14	184	17	30			
	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja	397	478	277	66	106	121	130	39							
G	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor									214	124	38	18	122	78	126
	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja	107	115	134	62											
H	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja					112	206	155	338							
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor									13	74	17	49			
I	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor													17	98	79
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja	282	136	118	67	126	140	133	44	62	119	209	150	249	187	440
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja	133	331	140	67											
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja					60	97	66	340	25	49	346	64			344
K	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor															
	Ethoprophos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja	243	656	209	215	182	121	281	52	23	38	82	50	20	115	51
L	Testigo	325	38	99	20	105	136	56	45	40	30	22	52	17	47	56

^aPostcosecha^bMuestra no realizada

Cuadro 3. Índices reproductivos de *Mesocriconema xenoplax* a 45-48 días después del estado fenológico de cuaja entre los años 2005 y 2009. Promedio de 10 repeticiones. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja	0,87 ab ^y	0,94 ab	0,89 c	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				0,83 b
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor		0,77 b	0,77 c	
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja				1,09 ab
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^z A	0,93 ab	0,87 ab	0,97 c	
D	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^z B	x	0,88 ab	1,09 bc	1,45 a
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor		0,86 ab	0,84 c	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				1,08 ab
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja	0,88 ab	1,14 ab	1,63 a	
G	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja	0,97 ab	1,07 ab		
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor			0,78 c	1,13 ab
H	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja	0,96 ab			
	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja		1,08 ab		
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor			1,55 ab	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor				1,40 ab
I	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja	0,83 ab	1,23 a	1,16 bc	1,15 ab
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja	1,02 ab			
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja		1,06 ab	1,27 abc	
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor				1,27ab
K	Ethoprophos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja	1,21 a	0,97 ab	1,12 bc	1,55 a
L	Testigo	0,61 b	1,03 ab	0,94 c	1,22 ab

^xNo se muestra el índice reproductivo porque no se aplicó cadusafos en primavera. El tratamiento se aplicó en la postcosecha de la primera temporada.

^yLetras distintas indican diferencia estadística significativa dentro de cada columna, según la prueba SNK ($P \leq 0,05$)

^zPostcosecha

inferiores a uno en la evaluación de poblaciones de *M. xenoplax* de postcosecha, equivalente a 71% (cuadro 4).

El índice reproductivo de *M. xenoplax* del tratamiento testigo sin aplicación evaluado a 45-48 días y en postcosecha en la primera y segunda temporadas (cuadro 4), tuvo índices inferiores a uno.

Se hizo el seguimiento de las poblaciones de *Xiphinema index* y *X. americanum* s.l. Los niveles poblacionales se mantuvieron bajos. No se presentó el índice reproductivo de estas especies debido a sus bajas poblaciones (cuadros 5 y 6).

Se incrementó el rendimiento de fruta exportable y fruta total en los tratamientos con cadusafos, aunque sin análisis estadístico (cuadro 7). Los datos de este estudio estuvieron a la par de los valores manejados por el productor a nivel del campo, en que el testigo

fue similar al rendimiento comercial obtenido por el productor en la misma unidad productiva (cuadro 7).

En la primera temporada, 5 de 7 tratamientos de cadusafos (71% de los casos) tuvieron rendimientos de fruta exportable superiores al testigo. En la segunda temporada, 7 de 9 tratamientos de cadusafos (78% de los casos) tuvieron rendimientos de fruta exportable superiores al testigo. En la tercera temporada 5 de 9 tratamientos de cadusafos (56% de los casos) tuvieron rendimientos de fruta exportable superiores al testigo. Y en la cuarta temporada 5 de 8 tratamientos de cadusafos (63% de los casos) tuvieron rendimientos de fruta exportable superiores al testigo (cuadro 7).

Durante las 4 temporadas del estudio los rendimientos de fruta exportable de los tratamientos de cadusafos superaron numéricamente al testigo, aunque la tercera y cuarta temporadas el incremento es menor a las dos

Cuadro 4. Índices reproductivos de *Mesocriconema xenoplax* evaluado en postcosecha entre los años 2005 y 2009. Promedio de 10 repeticiones. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja	0,72 abc ^y	1,03 b	0,61 c	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				1,17 ab
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor		0,99 b	0,80 abc	
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja				0,96 b
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^z A	0,87 abc	0,95 b	0,77 abc	
D	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^z B	0,64 bc	1,03 b	0,70 bc	1,66 a
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor		0,90 b	0,60 c	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				0,90 b
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja	0,92 ab	0,96 b	1,18 ab	
G	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja	0,70 bc	0,86 b		
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor			0,55 c	1,13 ab
H	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja	0,84 abc			
	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja		1,18 ab		
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor			1,17 ab	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor				1,22 ab
I	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja	0,71 abc	0,92 b	1,14 ab	1,24 ab
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja	0,85 abc			
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja		1,45 a	1,25 a	
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor				1,52 ab
K	Ethoprophos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja	1,08 a	0,81 b	1,20 ab	1,24 ab
L	Testigo	0,51 c	0,88 b	1,11 ab	1,20 ab

^yLetras distintas indican diferencia estadística significativa dentro de cada columna, según la prueba SNK ($P \leq 0,05$)

^zPostcosecha

primeras temporadas.

De 33 tratamientos de cadusafos durante las 4 temporadas, 22 tuvieron rendimientos de fruta exportable superiores al testigo, 67% de los casos (cuadro 7). Un 86% de los tratamientos de cadusafos a 400 ppm i.a. tuvieron rendimientos superiores al testigo (6 casos de 7). Un 67% de los tratamientos de cadusafos a 200 ppm i.a. tuvieron rendimientos superiores al testigo en las cuatro temporadas, y en la tercera y cuarta temporada los casos de tratamientos que superaron al testigo se redujo a un 50%. La menor concentración de 80 ppm i.a., aunque mostró cierto control de *M. xenoplax*, no significó incremento productivo. La mayor concentración utilizada de 800 ppm i.a. no fue eficaz ni en el control de nemátodos ni en mejora productiva.

En los testigos químicos, de 7 tratamientos en las cuatro temporadas, 3 tuvieron rendimientos superiores al testigo sin aplicación, 43% de los casos (cuadro 7).

DISCUSIÓN

Los tratamientos de cadusafos a 200 ppm i.a. durante los cuatro años de estudio se dividieron equitativamente en aquellos que redujeron poblaciones de *M. xenoplax* y los que no redujeron, por lo que se estimó no tuvo efecto nematocida. Los 7 tratamientos de cadusafos a 400 ppm i.a. durante las cuatro temporadas, en el 71% de los casos tuvieron reducción de los índices reproductivos de *M. xenoplax*. Estos resultados sugieren que las aplicaciones de cadusafos deben realizarse a 400 ppm i.a. en la gota que cae desde el sistema de riego por goteo, durante el tiempo que demore la aplicación de la dosis (l/ha) de producto recomendada. Esto significa que cada sistema de riego debe ser evaluado para determinar su flujo o capacidad de precipitación por hectárea, de modo de lograr el objetivo de una concentración de 400 ppm i.a. en el agua de riego.

Cuadro 5. Niveles Poblacionales de *Xiphinema index* entre los años 2005 y 2009. Individuos en 250 ml de suelo. Promedio de 10 repeticiones. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	Pi 2005	P45 2005	P90 2006	P140 2006	Pi 2006	P45 2006	P90 2007	P140 2007	Pi 2007	P45 2007	P90 2008	P140 2008	Pi 2008	P48 2008	P182 2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja	13,2	15,5	8,4	16,6	7,0	7,0	12,8	8,6	10,7	12,2	10,4	11,4	15,0	29,7	82,6
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja															
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor					98,2	49,3	39,5	46,5	10,3	12,1	15,2	69,3	90,3	58,9	69,2
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja															
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^a A	31,7	47,7	10,0	18,5	9,3	9,5	8,2	31,7	11,6	10,0	11,5	28,0			
D	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^a B	17,1	^z	8,0	2,9	9,0	9,0	14,6	39,1	12,3	15,0	34,7	29,8	11,1	39,8	101,7
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor					14,1	11,9	16,1	23,7	14,2	11,9	29,2	53,2			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja													34,2	59,4	74,7
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja	4,6	4,0	4,0	0,6	8,0	8,0	10,8	20,0	11,2	10,0	10,0	12,2			
G	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja	9,1	19,3	8,0	1,5	8,0	8,6	9,2	18,4							
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor									11,0	10,0	13,5	16,0	10,5	12,3	15,1
H	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja	44,3	75,8	14,4	48,3											
	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja					10,6	57,3	65,5	45,0							
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor									11,0	16,0	10,0	30,6			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor													10,6	10,0	29,8
I	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja	8,0	40,5	7,1	9,7	8,0	9,1	16,3	17,4	20,4	11,7	71,4	62,8	88,7	68,3	98,4
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja	20,8	51,4	11,5	14,6											
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja					18,4	10,0	57,1	79,4	17,8	10,0	24,6	115,6			
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor													11,1	31,4	95,3
K	Ethrophosphos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja	8,7	15,2	5,0	7,3	4,0	4,0	4,0	4,0	10,0	10,0	18,0	36,2	18,5	53,8	62,9
L	Testigo	113,2	262,3	16,5	32,6	40,6	96,8	32,9	55,9	10,5	29,3	163,9	164,2	124,7	126,2	131,5

^zPostcosecha^yMuestra no realizada

Cuadro 6. Niveles Poblacionales de *Xiphinema americanum* s.l. entre los años 2005 y 2009. Individuos en 250 ml de suelo. Promedio de 10 repeticiones. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	P1 2005	P45 2005	P90 2006	P140 2006	P1 2006	P45 2006	P90 2007	P140 2007	P1 2007	P45 2007	P90 2008	P140 2008	P1 2008	P48 2008	P182 2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja	34,2	108,8	12,0	19,8	7,8	9,2	20,8	7,5	10,0	10,2	10,0	12,6			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja													23,0	34,2	78,1
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor					47,8	148,7	38,9	38,3	13,0	17,5	13,1	51,7			
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja													39,4	30,2	42,4
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^z A	49,1	326,3	41,2	70,3	17,2	18,2	11,6	28,0	10,0	11,2	12,4	43,9			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postc ^z B	25,5	^z 28,4	28,4	87,8	16,3	9,0	14,9	33,5	10,1	12,2	30,1	28,2	36,9	32,9	44,7
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor					14,4	9,0	11,6	9,0	11,1	15,8	12,1	34,3			
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja													16,6	14,4	69,4
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja	9,1	18,0	13,4	17,7	15,1	8,0	50,7	30,3	10,0	16,2	10,0	11,4			
	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja	27,6	184,5	25,0	51,9	8,0	8,3	10,4	8,0							
G	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor									11,8	10,2	10,0	12,0	11,2	10,0	12,1
	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja	59,2	114,1	16,1	30,2											
H	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja					487,5	34,0	47,6	34,5							
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor									10,0	18,3	10,0	17,7			
I	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor													10,3	11,7	29,7
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja	16,0	23,5	62,0	25,6	41,4	11,7	22,4	33,7	11,1	16,8	52,7	34,0	71,8	36,0	59,6
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja	17,6	35,3	13,3	59,1											
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja					42,4	38,5	34,7	24,4	15,4	21,3	19,2	96,8			
K	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor													10,0	36,4	75,5
	Ethoprophos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja	17,4	194,2	19,8	103,7	15,4	30,8	21,7	11,7	10,0	14,3	13,1	14,7	52,4	52,7	39,7
L	Testigo	22,4	180,8	14,7	61,8	65,8	19,4	56,7	17,7	17,4	19,0	52,7	81,3	31,4	49,0	44,7

^zPostcosecha

^yMuestra no realizada

Cuadro 7. Fruta exportable (kg/ha) y producción total (kg/ha) entre los años 2005 y 2009. Datos obtenidos a partir de 10 plantas por tratamiento. Las dosis (l/ha) y concentraciones (ppm) se refieren a ingrediente activo.

Parcela	Tratamientos	Fruta exportable (kg/ha)				Producción total (kg/ha)			
		2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
A	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja	38563,8	26551,6	44304,6		41810,8	34824,6	46138,6	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				34095,6				52924,0
B	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor		32119,4	48084,8			40534,4	52401,8	
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm cuaja				33267,4				54252,7
C	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postic ^z A	40532,6	19573,4	27666,8		47201,4	32876,4	36158,8	
D	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja y postic ^z B	34569,6	20450,8	37146,0	27306,0	40454,7	28047,8	45210,0	42114,7
E	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor		24263,8	37367,4			31757,8	41259,4	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja				16867,4				34288,0
F	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm cuaja	27356,8	15293,0	11447,2		35052,7	30715,0	24744,2	
G	Cadusafos 2 L/ha 200 ppm cuaja	38979,5	22517,2			45377,2	33520,2		
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor			27839,0	19606,2			32730,0	32652,9
H	Cadusafos 3 L/ha 80 ppm cuaja	25101,0				30747,4			
	Cadusafos 3 L/ha 800 ppm cuaja		15530,8				27264,8		
	Cadusafos 3 L/ha 400 ppm flor			15924,4				22073,4	
	Cadusafos 3 L/ha 200 ppm flor				19040,4				29570,5
I	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm cuaja	40824,5	34103,8	37957,8	26281,0	47596,4	43130,8	56346,8	46460,7
J	Carbofurano 3,8 L/ha 336 ppm cuaja	34881,2				40384,1			
	Carbofurano 3,8 L/ha 960 ppm cuaja		17802,2	21549,6			32785,2	27233,6	
	Cadusafos 6 L/ha 200 ppm preflor				37588,8				50284,1
K	Ethoprophos 8,4 L/ha 1400 ppm cuaja	28932,1	20426,2	25100,2	11857,2	35186,5	30324,2	31926,2	28901,9
L	Testigo	27835,7	17728,4	27855,4	20573,8	36206,0	26271,4	33906,4	49406,9

^zPostcosecha

Aunque sin valor estadístico, debido a la forma en que se tuvo que obtener los datos de rendimientos, los resultados sugieren que existe una relación directa entre la reducción de poblaciones de *M. xenoplax* y el incremento en rendimiento, y fue más consistente en las aplicaciones de cadusafos a 400 ppm i.a. que permitieron que en el 86% de los casos los rendimientos superaran a los testigos en comparación con cadusafos a 200 ppm i.a. en que sólo el 67% de los casos de estos tratamientos superaron al testigo, con una fuerte declinación en la tercera y cuarta temporada. El incremento en rendimiento asociado a las aplicaciones de cadusafos se ha observado también en bananos (Moens *et al.*, 2004; Fogain, 2000; Quénehervé *et al.*, 1991), limoneros (McClure and Schmitt, 1996), tomate y melón (Stephan, 1995; Eddaoudi and Bourijate, 1998). En la cuarta y última temporada se redujeron los rendimientos, lo que se correlaciona con el incremento de *M. xenoplax*.

No hubo efecto de control de cadusafos sobre *M. xenoplax* en la cuarta temporada del estudio. La mejora obtenida en las plantas, que estaban debilitadas en vigor y producción, permitió extender hasta cuatro temporadas este estudio.

La concentración de cadusafos aplicada en cada gota del sistema de riego por goteo, no tiene relación con el concepto de dosis (l/ha), que es el concepto que tiene mayor difusión. La dosis expresada en l/ha permite alcanzar un mayor o menor volumen de suelo, pero es la concentración la que determina el efecto nematicida. La concentración de cadusafos estimada de esta forma determina su actividad nematicida y su perduración.

Si cadusafos se aplica a una concentración baja, no tiene o tiene poco efecto nematicida, perdura menos, y tiene mayor riesgo de lixiviación y contaminación. Si cadusafos se aplica a una concentración muy alta, tiene un gran efecto nematicida, perdura más (cuadros 3 y 4), pero en un volumen reducido de suelo.

La baja concentración de un nematicida es frecuente en las recomendaciones de aplicación asociadas al riego por goteo, por ejemplo, aplicar en el último tercio del tiempo de riego, diluyendo el producto a una concentración ineficaz. La concentración de aplicación ha recibido poca atención, se ha subvalorado y es un factor vital en el éxito de un nematicida considerando la escasa bibliografía que se refiere al tema. Existen pocos estudios donde la concentración de un nematicida es relevante, como por ejemplo cuando se investigó el efecto nematicida de saponinas de *Quillaja saponaria* (San Martín and Magunacelaya, 2005).

Ethoprophos es posible que no tuviera efecto nematicida dada la concentración utilizada (1400 ppm i.a.) que implica un tiempo de inyección muy corto para este producto.

El último momento en que es posible controlar la concentración del nematicida es en la gota que cae

desde el sistema de riego por goteo. Cuando ésta ingresa al suelo comienzan a intervenir otras variables que diluyen, mueven, degradan o fijan el nematicida. Los resultados permiten proyectar que es necesario conocer el funcionamiento de los sistemas de riego de cada unidad productiva y lograr la concentración óptima. Esto puede significar teñir volúmenes de agua conocidos y correlacionar tiempos de riego con esos volúmenes de agua para manejar adecuadamente la aplicación a la concentración deseada (Magunacelaya, 2009).

Los cortos tiempos de generación de *M. xenoplax* en una temporada hace viable la posibilidad de generar cierta resistencia al nematicida con repetidas aplicaciones, que explicaría en parte el aumento de las poblaciones de *M. xenoplax* en la cuarta temporada.

Otra posible explicación al aumento de *M. xenoplax* en la cuarta y última temporada es la aparición de una mayor degradación microbiana de cadusafos. Las aplicaciones repetidas de nematicidas no fumigantes como cadusafos pueden estimular la aparición de microorganismos en el suelo capaces de metabolizar estos nematicidas y causar una degradación microbiana acelerada (Verdejo-Lucas and McKenry, 2004). El uso repetitivo de un único nematicida podría incrementar el daño por nemátodos, mientras que la rotación de nematicidas podría mantener los nemátodos bajo control, reduciendo la probabilidad de desarrollar esta biodegradación acelerada (Moens *et al.*, 2004). Aún cuando hay antecedentes de una mayor persistencia de cadusafos en el suelo en comparación con otros nematicidas (Giannakou *et al.*, 2005), esta biodegradación acelerada de cadusafos ha sido documentada (Karpouzias *et al.*, 2004; Karpouzias *et al.*, 2005). Los resultados de este estudio sugieren que no es recomendable aplicar cadusafos más de dos años seguidos.

Las poblaciones de *Xiphinema index* y *X. americanum* s.l. son bajas y no significan un efecto detrimental a las plantas, además de la posible competencia con *Mesocriconea xenoplax*.

En algunos tratamientos de cadusafos el control de *M. xenoplax* se extendió hasta la evaluación de índices poblacionales en postcosecha, 140 a 180 días desde la aplicación del producto, sugiriendo persistencia de la actividad nematicida hasta el fin de la temporada. Esta persistencia de la molécula de cadusafos en el suelo con actividad nematicida se ha observado en el control de *Tylenchulus semipenetrans* (McClure and Schmitt, 1996). Según Verdejo-Lucas and McKenry (2004) la persistencia extendida de un nematicida es poco deseable dado el riesgo de contaminación de aguas subterráneas y acumulación de residuos tóxicos en fruta.

Para que un tratamiento nematicida sea eficaz es necesario optimizar variables como el riego

para fomentar mayor cantidad y calidad de raíces. El tipo de riego, que influye en la distribución de raíces y nemátodos, también afecta la eficacia de los nematicidas (Verdejo-Lucas and McKenry, 2004). En Chile el incremento y diversificación de técnicas de riego conlleva un incremento en los problemas nematológicos (Magunacelaya, 2009). La aplicación oportuna de nematicidas según el estado fenológico de la planta aseguraría utilizarlo en el momento que se pueda proteger la mayor cantidad de raíces nuevas.

Los momentos de mayor actividad de los nemátodos se asocian a la mayor actividad radical. El mejor control se ha correlacionado con los estados fenológicos de plena flor y cuaja (Sánchez, 2006; Senoceain, 2005).

Una óptima concentración en campo reduciría lixiviaciones en profundidad y por ende reducir riesgos de contaminación al confinar el producto a un volumen limitado de suelo. Lo opuesto sería aplicar el nematicida con mucha agua, implicando una baja concentración y alto riesgo de lixiviación a capas inferiores por el gran volumen de suelo que abarcaría.

Cadusafos que lleva años en el mercado de varios países, es sensible a la concentración de aplicación, como queda demostrado en este estudio, y otros productos aplicados al suelo debieran tener las mismas problemáticas de concentración y aplicación, sin embargo pocos de ellos se recomiendan en un rango de concentraciones.

LITERATURE CITED

- Aballay, E., P. Persson and A. Mårtensson. 2009. Plant-parasitic nematodes in Chilean vineyards. *Nematopica*, 39:85-97.
- Eddaoudi, M. and M. Bourijate. 1998. Comparative assessment of *Pasteuria penetrans* and three nematicides for the control of *Meloidogyne javanica* and their effect on yields of successive crops of tomato and melon. *Fundamental and Applied Nematology*, 21:113-118.
- Fogain, R. 2000. Effect of *Radopholus similis* on plant growth and yield of plantains (Musa, AAB). *Nematology: International Journal of Fundamental and Applied Nematological Research.*, 2:129-133.
- Giannakou, I. O., D. G. Karpouzas, I. Anastasiades, N. G. Tsiropoulos and A. Georgiadou. 2005. Factors affecting the efficacy of non-fumigant nematicides for controlling root-knot nematodes. *Pest Management Science*, 61:961-972.
- Ibrahim, A. A. M. 1994. Effect of cadusafos, *Paecilomyces lilacinus* and Nemout® on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica*. *Pakistan Journal of Nematology*, 12:141-147.
- Ibrahim, S. K. and P. P. J. Haydock. 1999. Cadusafos inhibits hatching, invasion, and movement of the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Journal of Nematology*, 31:201-206.
- Karpouzas, D. G., E. Karanasios and U. Menkissoglu-Spiroudi. 2004. Enhanced microbial degradation of cadusafos in soils from potato monoculture: demonstration and characterization. *Chemosphere*:56:549-559.
- Karpouzas, D. G., E. Karanasios, I. O. Giannakou, A. Georgiadou and U. Menkissoglu-Spiroudi. 2005. The effect of soil fumigants methyl bromide and metham sodium on the microbial degradation of the nematicide cadusafos. *Soil Biology and Biochemistry*, 37:541-550.
- Magunacelaya, J. C. y E. Dagnino. 1999. *Nematología Agrícola en Chile*. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N°2. Santiago. Chile. 288 P.
- Magunacelaya, J. C. 2009. Concepts in management of tree crops nematodes in fruit production system. Pp. 85-99 in A. Ciancio and K. G. Mukerji, eds. *Integrated Management of Fruit Crops and Forest Nematodes*. Springer. 346 p.
- McClure, M. A. and M. E. Schmitt. 1996. Control of citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans* with cadusafos. *Journal of Nematology*, 28(4s):624-628.
- Moens, T., M. Araya, R. Swennen and D. D. Waele. 2004. Enhanced biodegradation of nematicides after repetitive applications and its effect on root and yield parameters in commercial banana plantations. *Biology and Fertility of Soils*, 39:407-414.
- Philis, J. 1997. Effect of cadusafos and carbofuran against *Pratylenchus penetrans* and some ectoparasitic nematodes infesting potato in Cyprus. *Nematologia Mediterranea*, 25:169-172.
- Pinkerton, J. N., N. P. Schreiner, K. L. Ivors and M. C. Vasconcelos. 2004. Effects of *Mesocriconema xenoplax* on *Vitis vinifera* and associated mycorrhizal fungi. *Journal of Nematology* 36(3):193-201.
- Quénéhervé, P., T. Mateille and P. Topart. 1991. Effect of cadusafos compared with three other non-fumigant nematicides on the control of nematodes and on the yield of banana cv. Poyo in the Ivory coast. *Revue de Nématologie*, 14:251-260.
- San Martín, R. and J. C. Magunacelaya, 2005. Control of plant parasitic nematodes with extracts of *Quillaja saponaria*. *Nematology*, 7:577-585.
- Sánchez, I. 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. Tesis (Ing. Agr.). Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agronómicas. Santiago. 62 p.
- Santo, G. S. and J. H. Wilson. 1990. Evaluation of ethoprop and cadusafos for control of *Meloidogyne chitwoodi* on potato. *Nematopica*, 20:137-142.

- Sasanelli, N., G. L. Rana, M. Basile and V. D'aloisio. 1995. Possible use of cadusafos to control *Ditylenchus dipsaci* on onion in southern Italy. *Nematologia Mediterranea*, 23:147-152.
- Senoceain, L. 2005. Determinación de la fecha óptima de aplicación de fenamifos y extracto de quillay, para el control de *Meloidogyne* sp., en *Vitis vinifera* var Chardonnay en el valle de Casablanca. Tesis (Ing. Agr.). Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agronómicas. Santiago. 54 p.
- Stephan, Z. A. 1995. The efficacy of nematicides and horse manure in controlling root-knot nematodes on tomato and eggplant. *Nematologia Mediterranea*, 23:29-30.
- Verdejo-Lucas, S. and M. V. McKenry. 2004. Management of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. *Journal of Nematology* 36(4):424-432.

Received:

14/I/2011

Accepted for publication:

7/V/2011

Recibido:

Aceptado para publicación: