

Efecto de nemacidas postplantación en el control del nematodo de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*, Cobb., 1913)¹

Jorge Pinochet B.², Héctor González R.³ y Domingo Godoy H.³

INTRODUCCION

Existen una serie de factores que inducen a los cítricos a una disminución de vigor y consiguiente baja en la producción. Uno de estos factores lo constituyen los nematodos fitoparásitos, especialmente el "nematodo de los cítricos", *Tylenchulus semipenetrans*, Cobb, 1913. Este nematodo se encuentra en todos los países donde se cultivan cítricos, causando un decaimiento de los árboles, que se traduce en muerte de ramillas terminales, crecimiento restringido, clorosis en las hojas, defoliación y disminución de la producción. La fruta y las hojas son de menor tamaño en los árboles infestados.

En Chile, este nematodo se encuentra distribuido desde la provincia de Tarapacá (Arica) hasta Colchagua (Santa Cruz), siendo más grave en las provincias de Santiago y O'Higgins (Allen, M. W., Noffsinger, E. M. y Valenzuela, A., 1969).

La presente investigación tuvo como objetivos principales estudiar el efecto de diferentes nemacidas y dosis en el control de nematodos fitoparásitos en cítricos en producción, con énfasis en el nematodo de los cítricos, *Tylenchulus semipenetrans*. Al mismo tiempo, se estudiaron las variaciones en las poblaciones de nematodos a través del año, en huertos de la comuna de Peñablanca, provincia de Valparaíso.

¹Parte de la tesis de grado del autor principal para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Católica de Valparaíso. Trabajo presentado a la xxii Jornadas Agronómicas realizadas en Temuco, del 15 al 20 de noviembre de 1971.

Recepción originales: 12 de junio de 1972.

²Ingeniero Agrónomo. Actualmente en Davis, California 95616, U.S.A. (Department of Plant Pathology).

³Ings. Agrs. Proyecto Fruticultura, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Casilla 5427, Santiago, Chile.

REVISION DE LITERATURA

En 1889, Neal, J. C., observó raíces de cítricos infestados con nematodos y los identificó como *Heterodera radicumicola*.

Posteriormente, en 1912, Hodges, citado por Thomas, E. E. (1913) encontró nematodo de los cítricos en California, lo cual fue confirmado ese mismo año por este autor.

En 1913, este nematodo fue descrito por Cobb, N. A., con el nombre de *Tylenchulus semipenetrans*. Se ha determinado 39 géneros y 189 especies de nematodos asociados con raíces de cítricos (Ducharme, E. P., 1969) en muchas áreas del mundo, de las cuales solamente 6 especies se han constatado como patógenos: *Tylenchulus semipenetrans*, *Radopholus similis*, *Belonolaimus gracilis* y *Trichodorus christiei*, *Pratylenchus brachyurus*, *Hemicylophora arenaria*. De estos nematodos, sólo *Tylenchulus semipenetrans* (Baines, R. C., Van Gundy, S. D. y Sher, S. A., 1959) y *Radopholus similis* (Smit, R. F. y Ducharme, E. P., 1953), causan daño económico en cítricos, especialmente reduciendo la producción.

T. semipenetrans, fue encontrado en Florida en 1914, en Arizona en 1926 y en Texas en 1950. También ha sido mencionado como existente en Algeria, Argentina, Australia, Brasil, Chile, Egipto, Malta, Natal, Palestina y Sud Africa, (Reynolds, H. W. y O'Bannon, J. H., 1963).

Aproximadamente, el 90% de los cítricos en California están infestados con *Tylenchulus semipenetrans* (Baines et al., 1959). En Chile, alrededor del 70% de los huertos se encuentran infestados (Allen et al., 1969).

Según Baines, R. C. y Martin, J. P. (1957), el nematodo de los cítricos puede reducir el crecimiento en árboles jóvenes de limoneros y naranjos en un 40-60%.

Baines *et al.* (1959) han observado que en ciertos suelos, el ataque del nematodo de los cítricos causa una deficiencia de cobre, tanto en limoneros Eureka como en naranjo Valencia y portainjertos de naranjo dulce. La deficiencia se atribuyó a un deterioro de las raíces, que afectó la capacidad de los árboles para obtener suficiente cobre para sus necesidades. Los cítricos que crecieron en suelos infestados de nematodos y en los cuales aparentemente existía suficiente cobre asimilable, no desarrollaron síntomas de deficiencias.

Varios experimentos (Baines *et al.*, 1959) (Baines, R. C., Small, R. H. y Stolzy, L. H., 1965) (Reynolds, H. W. y O'Bannon, J. H., 1963), han demostrado que puede controlarse efectivamente el nematodo de los cítricos en plantaciones establecidas por medio de tratamientos al suelo con los fumigantes a base de 1,2 dibromo 3 cloropropano (DBCP).

El empleo del DBCP aplicado en bajas dosis, dio como resultado un buen control del nematodo de los cítricos y aumentó la producción (O'Bannon, J. H. y Reynolds, H. W., 1967) (Philis, J., 1969) (Reynolds, H. W. y O'Bannon, J. H., 1958) (Van Gundy *et al.*, 1960).

La aplicación de DBCP en el agua de riego a cítricos en producción, dio excelente control de nematodos por un período de 3 a 4 años, dependiendo de la dosis de aplicación. La poda, combinada con un tratamiento de DBCP ayudó al rejuvenecimiento de los árboles debilitados más rápidamente que el tratamiento de DBCP en árboles sin poda.

Como resultado del control de nematodos con DBCP, se obtuvo una respuesta altamente favorable en los árboles, con aumento de producción y mayor tamaño de los frutos (Reynolds, H. W. y O'Bannon, J. H., 1963).

La producción de limoneros y naranjos ha aumentado entre 10 a 32% mediante un tratamiento con 1,2 dibromo 3 cloropropano (Fumazone o Nemagón) (Baines *et al.*, 1959).

Las dosis altas del fumigante DBCP han dado como resultado un crecimiento pobre en naranjos colocados en invernaderos (Baines, R. C., 1950). Los cítricos son sensibles a los compuestos bromados y el crecimiento de replantes puede ser temporalmente retardado por la acción residual de estos compuestos que permanecen en el suelo después del tratamiento (Baines *et al.*, 1959).

Otro nemacida aplicado en todos aquellos cultivos fuertemente atacados por nematodos y otras plagas del suelo, es el 0,0 dietil -4 metil sulfínil monotiofosfato (Terracur P). En regiones tropicales, los mejores resultados se han obtenido en hortalizas, tabaco, cítricos,

bananas, así como también en praderas y céspedes ornamentales (BAYER, 1967).

Resultados experimentales, realizados bajo condiciones de invernadero a través de dos temporadas, han demostrado que el methomil, s-metil-N-metil carbamil oxtioacetamido (Lannate) usado en una dilución de 20 ppm controla en un 78% al *Tylenchulus semipenetrans* (DU PONT, 1968).

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el fundo El Rincón, comuna de Peñablanca, provincia de Valparaíso, en plantas en producción. La cantidad total de árboles en tratamiento fue 84 y correspondió a limoneros de 30 años de edad, de la variedad Eureka, injertados sobre naranjo agrio y plantados a 6 × 6 m.

El huerto presentaba síntomas tales como: árboles de tamaño pequeño, follaje escaso, amarillento, abundante ramilla seca, fruto de tamaño chico y rendimiento bajo, síntomas que fueron atribuidos a un ataque de nematodos.

El diseño experimental del ensayo correspondió a bloques al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Cada tratamiento estuvo formado de una parcela de tres árboles consecutivos, pero mediciones de las poblaciones de nematodos se realizaron sólo en el árbol central. El cálculo estadístico de las poblaciones de nematodos se efectuó mediante el análisis de covarianza en bloques al azar.

La textura del suelo correspondía a franco arenoso y el sistema de riego era por tazas con agua de pozo.

Previo a la aplicación de los diferentes nemacidas, se tomaron muestras representativas de suelo, con el fin de determinar la población inicial de nematodos fitoparásitos y especialmente del nematodo de los cítricos. Después de la aplicación de los nemacidas y cada 2 meses se tomaron nuevas muestras de suelo, con el fin de obtener un índice acerca del porcentaje de control de nematodos y evaluar el efecto residual de los diferentes nemacidas.

Las muestras de suelo estaban formadas por submuestras de 0,100 Kg tomadas en el árbol central de cada tratamiento, a 0,30 m de profundidad dejando finalmente 250 g para el análisis. También se obtuvieron raíces de la misma forma anterior, dejando 10 g para el examen final (Langdon, R. K., 1963).

Las muestras de suelo fueron procesadas por medio de un aparato de extracción, siguiendo la metodología sugerida por Seinhorst, J. W. (1956) que permite separar tipos y número de géneros de nematodos de vida libre presentes en una determinada muestra de suelo. Las muestras de raíces infestadas se analizaron di-

Cuadro 1 — Acción de diferentes nemacidas y dosis en el control del nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans*.
Fundo el Rincón, Peñablanca.

Productos	Dosis	Población nematodos/ 250 g suelo ¹			Promedio población ajustado
		Inicial 1º-12-69	Final 1º-2-70	Control %	
Fumazone	30 litros/ha	1.200	15	90,8	189 b
	45 litros/ha	710	5	99,3	174 b
Terracur P	150 Kg/ha	1.350	590	56,3	1.060 ab
	300 Kg/ha	970	360	62,9	785 ab
Lannate	10 Kg/ha	542	287	47,1	765 ab
	20 Kg/ha	762	337	55,8	808 ab
Testigo	—	862	885	—	1.153 a

¹Promedio de cuatro muestras.

Tratamientos con igual letra no difieren estadísticamente a un nivel de significación de 5%.

rectamente bajo binocular o bien se colocaron en un embudo Baermann, con el objeto de extraer hembras (Chapman, R. A., 1958).

Los nemacidas utilizados fueron 1,2 dibromo 3 cloropropano, emulsificable al 75% de i.a. (Fumazone) en dosis de 30 y 45 litros/ha; el 0,0 dietil-4 metil sulfinil monotiofosfato granulado al 10% de i.a. (Terracur P) en dosis de 150 y 300 Kg/ha, y el methomil, s-metil-N-metil carbamil oxitioacetamidato al 90% de i.a. (Lannate) en dosis de 10 y 20 Kg/ha.

Las aplicaciones se efectuaron 10 días después de regar y con temperaturas en el suelo que fluctuaron entre 18-25°C (diciembre).

Las aplicaciones de Fumazone y Lannate se hicieron a la taza del árbol (7 m²), por goteo continuo a medida que el agua del nuevo riego entraba a la taza. La altura de agua aplicada fue de 0,15 m con el objeto de asegurar una buena penetración y sellado de los nemacidas. El Terracur P, se aplicó al voleo en la taza del árbol y luego se incorporó con rastrillo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La población promedio de *Tylenchulus semipenetrans* antes de iniciados los tratamientos era de 940 larvas por 250 g de suelo. Otros géneros determinados fueron *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Criconemoides* y *Diphtherophora*.

La acción de diferentes nemacidas y dosis, en el control del nematodo de los cítricos, *Tylenchulus semipenetrans* y de otros nematodos fitoparásitos, se presentan en los Cuadros 1 y 2, respectivamente.

Se observó que los productos estudiados presentaron acción detrimental sobre las poblaciones de nematodos en el suelo, sin causar efectos fitotóxicos. Al aumentar la dosis de los diferentes nemacidas, se observó un incremento en el porcentaje de control (Cuadros 1 y 2).

Después de dos meses, el mayor porcentaje de control del nematodo de los cítricos, se obtuvo con el nemacida Fumazone en dosis de 30 y 45 litros/ha de ingrediente activo (Cuadro 1). Además con la dosis menor se observó un 98,8% de control y con la mayor dosis un 99,3%; esto está indicando que un aumento de 50% sobre la menor dosis de Fumazone no muestra un beneficio adicional en el control. Allen *et al.* (1969), trabajando en la zona de Peumo, provincia de O'Higgins, obtuvieron resultados similares aplicando 23,3 litros/ha y empleando el mismo método de aplicación; sin embargo, cuando se inyectó el producto al suelo en la misma dosis, el control fue insuficiente.

Con los productos Terracur P, 150 y 300 Kg/ha y Lannate, 10 y 20 Kg/ha, se obtuvo un control insuficiente de nematodos (bajo 63%), quedando una población que podría pasar a constituir un factor limitante del cultivo. Al aumentar las dosis de ambos productos en un 100%, el incremento en el porcentaje de control del nematodo de los cítricos (Cuadro 1) fue sólo de 6,6 y 8,7%, respectivamente, lo cual podría sugerir que aun con dosis mayores no se esperaría un gran aumento en el control. Allen *et al.* (1969), trabajando con Terracur P en dosis de 190 Kg/ha obtuvieron un control de sólo 44,9%, inferior al obtenido en el presente ensayo con la dosis de 150 Kg/ha.

Las dosis baja y alta de Fumazone no mostraron diferencias entre sí, pero fueron diferentes del testigo. Los otros productos estudiados presentaron un control estadísticamente semejante a Fumazone; sin embargo, sólo este último controló los nematodos a un nivel que no llegan a ser una limitante del cultivo.

Al analizar las variaciones estacionales de las poblaciones del nematodo de los cítricos (Figura 1) puede observarse que éstas tienden a disminuir o se estabilizan durante el invierno.

Cuadro 2 — Acción de diferentes nemacidas y dosis en el control de nematodos fitoparásitos con excepción de *Tylenchulus semipenetrans*. Fundo El Rincón, Peñablanca.

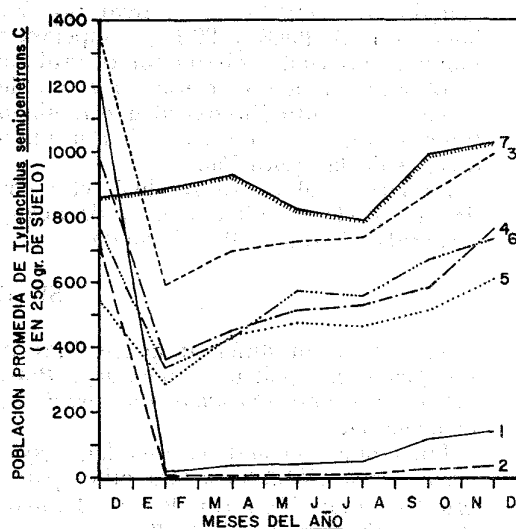
Tratamientos	Dosis	Población nematodos/250 g suelo ^a		
		Inicial	Final	Control %
Fumazone	30 litros/ha	1.240	15	98,8
	45 litros/ha	777	7	99,1
Terracur P	150 Kg/ha	1.362	620	54,5
	300 Kg/ha	1.020	382	62,6
Lannate	10 Kg/ha	582	302	48,1
	20 Kg/ha	807	345	57,3
Testigo	—	907	922	—

^aPromedio de cuatro muestras.

no. Es así como en la curva que representa al testigo sin tratamiento, se observa un mínimo a fines de julio y tiende a aumentar en los meses siguientes alcanzando su máximo en diciembre, población final que es mayor que la inicial a la misma fecha del año anterior, lo que estaría indicando que las condiciones ambientales para su desarrollo fueron adecuadas.

Esta variación de la población se correlaciona con la temperatura del suelo, ya que temperaturas entre 2 y 10°C, paralizan los ciclos reproductivos (Wallace, R. H., 1963), lo que explicaría la disminución de la población entre junio y julio. Por otro lado, temperaturas superiores a 15°C favorecen su desarrollo, siendo 28°C la temperatura óptima (Baines *et al.*, 1959) para los ciclos reproductivos y el desarrollo de los estados larvarios, aumentando de este modo la población de primavera.

Las curvas correspondientes a las poblaciones, bajo diferentes tratamientos (Figura 1), presentaron diferencias de acuerdo a productos y dosis empleados. De ellas se puede observar que independientemente del efecto de control todas presentan una estabilización de la población entre junio y julio, lo que podría atribuirse al efecto de temperaturas antes señalado. A su vez, en los tratamientos donde el control de nematodos fue deficiente, principalmente Lannate y Terracur P, los aumentos de población se realizaron con mayor



1-FUMAZONE 30 L/ha; 2-FUMAZONE 45 L/ha;
3-TERRACUR 150 Kg/ha; 4-TERRACUR 300 Kg/ha;
5-LANNATE 10 Kg/ha; 6-LANNATE 20 Kg/ha; 7-TESTIGO.

Figura 1 — Efecto de seis nemacidas, en plantación establecida, sobre la variación estacional de las poblaciones del nematodo de los citricos.

rapidez en comparación con aquellos tratamientos con Fumazone, cuyos controles fueron más eficientes, alcanzando el Lannate al cabo de un año poblaciones semejantes a las iniciales.

El Fumazone presentó el mayor efecto residual (Figura 1), el cual fue proporcional a la dosis; así al aumentar su concentración en el suelo se incrementó el poder residual. Esto puede atribuirse al contenido de bromo, que es de muy baja solubilidad, lo que finalmente se traduce en un control más eficiente y prolongado (Baines *et al.*, 1959).

En los árboles tratados con Fumazone no se desarrollaron malezas en la taza durante los dos meses siguientes después de la aplicación. Los tratamientos con Terracur P y Lannate se enmalezaron al mes, y el testigo, a los 12 días. Esto indicaría un efecto detrimental de los productos estudiados sobre las malezas: tomatillo (*Solanum eleagnifolium*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), chépica (*Paspalum distichum*) y otras.

RESUMEN

Con el objeto de estudiar el control del nematodo de los citricos *Tylenchulus semipenetrans* y de otros nematodos fitoparásitos que afectan los citricos en Chile (*Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Paratylenchus*, *Criconeoides*), diferentes nemacidas y dosis fueron distribuidos en una plantación establecida de limoneros, que presentaba síntomas de un severo ataque de estos fitoparásitos.

El mejor control de las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans* y de otros ne-

matodos fitoparásitos, se obtuvo con Fumazone (30 y 45 litros/ha) que dio un buen control (98,8 y 99,1%), superando así en efectividad al Terracur P y al Lannate, los cuales dieron un control de nematodos bajo un 63%, en las dosis empleadas, lo que se considera como deficiente.

No se presentó fitotoxicidad con ninguno de los tratamientos en estudio y los tratamientos con Fumazone dieron un adecuado control de malezas por dos meses después de la aplicación.

En cuanto al efecto residual, el nemacida Fumazone, mantuvo las poblaciones del nematodo de los cítricos y de otros nematodos fitoparásitos, más bajas que los nemacidas Terracur P y Lannate.

SUMMARY

The effects of different nematicides and doses on the population of *Tylenchulus semipenetrans* (Citrus nematode), *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Paratylenchus* and *Criconemoides* were studied in a lemon orchard hardly attacked by nematodes.

Fumazone (30 and 45 liter/ha) gave the best control (98.8% and 99.1%) of *Tylenchulus semipenetrans* and other parasitic nematodes. This nematicide acted more effective than Terracur P and Lannate (which gave less than 63% control) and showed the best residual effect.

None of the nematicides produced fitotoxicity on the trees.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, M. W., NOFFSINGER, E. M. and VALENZUELA, A. 1969. El nematodo de los cítricos en Chile (*Tylenchulus semipenetrans*). El Campesino (Chile). C (4): 26-31.
- BAYER. 1967. Terracur P, nuevo y polifacético producto fitosanitario. Correo Fitosanitario. 7 (4): 60-62.
- BAINES, R. C. 1950. Nematodes on citrus. Cal. Agric. 4 (8): 7.
- and MARTIN, J. P. 1957. Fumigants for citrus nematode. Cal. Agric. 11 (6): 13-15.
- , VAN GUNDY, S. D. and SHER, S. A. 1959. Citrus and avocado nematodes. Cal. Agric. 13 (9): 16-18.
- , SMALL, R. H. and SPOLZY, L. H. 1965. DBCP recommended for control of citrus nematode on bearing trees. Cal. Citrogr. 50: 333-356.
- COBB, N. A. 1913. Notes on *Mononchus* and *Tylenchulus*. Wash. Acad. Sci. 3: 287-288.
- . 1914. Citrus-root nematode. J. Agric. Research. 2: 217-230.
- CHAPMAN, R. A. 1958. An evaluation of methods for determining the number of nematodes in soil. Plant Dis. Rpt. 42 (12): 1.351-1.356.
- DUCHARME, E. P. 1969. Nematode problems of citrus. In Peachey J. E. Nematodes of Tropical Crops. Comm. Agric. Bureaux. Ed. London and Colchester, England. pp. 225-237.
- DU PONT. 1968. Lannate Methomyl Nematicide. Information Bulletin. 19 p.
- LANGDON, R. K. 1963. Procedures for determining numbers of soil samples to be taken in various survey and certification inspection situations. Form N 50 Fla. Dept. of Agric., Div. of Plant Ind. 4 p.
- NEAL, J. C. 1889. The root-knot disease of the peach orange and other plants in Florida, due to the work of Anguillula. Bur. Ent. us Dep. Agric. Bull. Nº 20. 31 p.
- O'BANNON, J. H. and REYNOLDS, H. W. 1967. The effects of chemical treatments on *Tylenchulus semipenetrans* and citrus tree response during 8 years. Nematologica. 13: 131-136.
- PHILIS, J. 1969. Control of citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*, with DBCP in established Cyprus Citrus groves. Plant Dis. Rept. 53 (10): 804-806.
- REYNOLDS, H. W. and O'BANNON, J. H. 1958. The citrus nematode and its control on living citrus in Arizona. Plant. Dis. Rept. 42: 1288-1292.
- and —————. 1963. Decline of grapefruit trees in relation to citrus nematode populations and tree recovery after chemical treatment. Phytopathology. 53: 1011-1015.
- SEINHORST, J. W. 1956. The quantitative extraction of nematodes from soil. Nematologica. 1:249-267.
- SUIT, R. F. and DUCHARME, E. P. 1953. The burrowing nematode and other parasitic nematodes in relation to spreading decline of citrus. Plant. Dis. Rept. 37 (7): 379-383.
- VAN GUNDY, S. D., FOOTE, F. J., RACKHAM, R. L. and RINHOV, A. 1960. Studies on methods of application of emulsifying DBCP around living citrus trees. Plant. Dis. Rept. 44: 830-833.
- THOMAS, E. E. 1913. A preliminary report of a nematode observed on citrus roots and its possible relation with the mottled appearance of citrus trees. Cal. Agric. Exp. Sta. Circ. 85. 14 p.
- WALLACE, R. H. 1963. The Biology of Plant Parasitic Nematodes. Edward Arnold, London. 280 p.