

MANEJO DE *MELOIDOGYNE ARENARIA* EN CULTIVO DE ACELGA BAJO CUBIERTA EN URUGUAY

L. de León, J. A. López-Pérez, A. Rodríguez, D. Casanova, M. Arias y A.Bello

Dpto Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid, España.

RESUMEN

De León, L., J. A. López-Pérez, A. Rodríguez, D. Casanova, M. Arias y A.Bello. 2001. Manejo de *Meloidogyne arenaria* en cultivo de acelga bajo cubierta en Uruguay. *Nematropica* 31:103-108.

Se plantea el trabajo ante el gran desarrollo que la horticultura bajo cubierta está alcanzando en Uruguay, cuya producción se ve limitada especialmente por los nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne*. Estos problemas se incrementan con el monocultivo y las características de los cultivos bajo cubierta. El objetivo del trabajo fue seleccionar alternativas no químicas para el control de nematodos, integrando el manejo de factores ambientales, características de la planta y técnicas de cultivo, que regulen las poblaciones de nematodos. Se realizó el ensayo en un macrotúnel en Tacuarembó, norte de Uruguay, el cual presentaba problemas graves causados por *Meloidogyne arenaria*. Se aplicaron los tratamientos siguientes: 1. abono verde de *Crotalaria spectabilis* (10 kg m⁻²); 2. biofumigación con estiércol de vacuno (5 kg m⁻²); 3. dazomet (400 g m⁻²) y 4. técnicas de cultivo orgánico. Posteriormente se cultivó acelga durante 9 meses. Se concluye que las alternativas no químicas y las técnicas de agricultura orgánica elegidas tienen una eficacia en el control de nematodos similar al tratamiento químico. La biofumigación y la utilización de *C. spectabilis* como abono verde abren nuevas posibilidades en el control de patógenos, con menor coste, mejorando los suelos e incrementando la producción, siendo posible su aplicación en producción integrada y orgánica.

Palabras clave: abonos verdes, biofumigación, hortalizas, nematodos, producción orgánica.

ABSTRACT

De León L., J. A. López-Pérez, A. Rodríguez, D. Casanova, M. Arias, and A.Bello. 2001. Management of *Meloidogyne arenaria* in protected crops of Swiss chard in Uruguay. *Nematropica* 31:103-108.

Crop production in plastic-protected agriculture in Uruguay is limited by root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Nematode-induced losses are increasing due to monocropping and susceptibility to infection by root-knot nematodes of the crops used. In this study we evaluated non chemical strategies for nematode control that involved integrating appropriate cultural practices and plant characteristics. The study was conducted in a macrotunnel in Tacuarembó, northern of Uruguay, which was infested with high *Meloidogyne arenaria*. Swiss chard was grown for nine months after the following four treatments were established: 1) green manure with *Crotalaria spectabilis* (10 kg m⁻²); 2) biofumigation with cow manure (5 kg m⁻²); 3) dazomet (400 g m⁻²); and 4) plots previously cropped using organic methods. Non-chemical alternatives and organic techniques resulted in yields of Swiss chard similar to that in the chemical treatment. Our results suggest that biofumigation and *C. spectabilis* green manuring can be used to manage *M. arenaria* in organic production systems at lower cost than that associated with nematicide use.

Key words: green manure, biofumigation, vegetables, nematodes, organic farming.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay la producción hortícola bajo cubierta ha tenido gran desarrollo en

los últimos años, siendo las especies más cultivadas tomate, pimiento, melón y pepino en rotación con acelga, apio y lechuga. El monocultivo, el aumento de

temperatura y humedad en los cultivos protegidos y el uso intensivo de pesticidas han contribuido a intensificar los daños producidos por los nematodos del género *Meloidogyne*. Son pocas las investigaciones que se han realizado en Uruguay sobre la incidencia de nematodos en cultivos bajo cubierta y es necesario encontrar soluciones alternativas al uso de productos químicos para su control, mediante la elaboración de programas de manejo, tomando como base estudios de epidemiología del patógeno (Heald, 1987; Whitehead, 1998).

Los nematodos del género *Meloidogyne* son una de las causas de disminución del rendimiento de los cultivos, generalmente superior al 10%, así como de la calidad de la producción (Eisenback y Triantaphyllou, 1991). Las estimaciones realizadas en regiones tropicales sobre el efecto de las especies del género *Meloidogyne*, muestran disminuciones de 18 a 33% en melón y de 24 a 38% en tomate (Sasser, 1979). Se han cuantificado las pérdidas para determinadas especies y cultivos, encontrando que *M. arenaria* puede causar una reducción en la cosecha de tomate de un 50% en Carolina del Norte y un 40% en Canadá (Barker y Olthof, 1976).

El bromuro de metilo, por su eficacia como fumigante en el control de patógenos, ha sido durante mucho tiempo la alternativa más utilizada no sólo en Uruguay, sino también en el resto del mundo. Sin embargo, hay que considerar los aspectos negativos que limitan su uso, sobre todo por ser uno de los destructores principales de la capa de ozono (Yagi *et al.*, 1993). Entre las alternativas no químicas al uso de bromuro de metilo se encuentran el empleo de enmiendas orgánicas, biofumigación, prácticas culturales como rotación de cultivos, estrategias en la época de plantación y cultivos de cobertura (MBTOC, 1998).

La incorporación de abonos verdes y la rotación de cultivos, pueden interrumpir

el ciclo de los patógenos y favorecer la diversidad de los organismos del suelo. Según Calegari y Peñalva (1994) algunas especies de *Crotalaria* y *Mucuna* son eficaces en la reducción de las poblaciones de nematodos del suelo. La aplicación de estiércol u otro tipo de materia orgánica permiten realizar tratamientos de biofumigación, que consisten en utilizar la acción biocida de los gases resultantes de la biodegradación de la materia orgánica (Bello, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

En cultivos hortícolas de Tacuarembó en el norte de Uruguay, se eligió un macrotunnel de 210 m² con problemas graves de *Meloidogyne*, que alcanzaron el índice 7 de la escala de Bridge y Page (1980). Se establecieron 12 parcelas de 15 m² con 4 tratamientos y 3 repeticiones, siguiendo un diseño en bloques al azar. Para la preparación de las parcelas experimentales se arrancaron todos los restos del cultivo anterior de acelga y, el 21 de enero de 1999, se realizaron análisis químicos y nematológicos previos de los suelos. En cada parcela se recogió una muestra media de suelo, que fue el resultado de 15 tomas al azar mediante un taladro, entre 0 a 30 cm de profundidad. La extracción de nematodos se realizó por el método de centrifugación en azúcar, posteriormente se procedió a su identificación y recuento, bajo microscopio estereoscópico, refiriendo el resultado al número de juveniles de J₂ 200 g⁻¹ de suelo. Se aplicaron los tratamientos siguientes: 1) abono verde de *Crotalaria spectabilis* (10 kg m⁻²); 2) biofumigación con estiércol de vacuno (5 kg m⁻²); 3) tratamiento químico con dazomet (400 g m⁻²); 4) Técnicas de cultivo orgánico.

Para el tratamiento 1 se sembraron a voleo 60 g de *C. spectabilis* por parcela. El tratamiento (2) se realizó con estiércol de vacuno en el cual se había determinado su

relación C/N para incorporarlo en el momento óptimo, es decir a una relación C/N de 8-20, que en nuestro caso fue de 19. La metodología utilizada fue la de abrir las parcelas a unos 30 cm de profundidad y distribuir el estiércol (5 kg m^{-2}), regar, cubrir nuevamente con suelo y posteriormente con plástico. Para el tratamiento 3, se regó abundantemente dos días antes de la aplicación del dazomet; posteriormente, se esparció el producto incorporándolo en los primeros 35 cm del suelo. En el tratamiento (4) las parcelas se sometieron a técnicas de manejo orgánico, que consistió en la construcción de una "cama alta". Para ello, se abrió la parcela y se añadieron restos vegetales, cubriéndose posteriormente con suelo, con lo que la superficie del suelo quedó elevada. Los materiales que se utilizan son muy fibrosos y por lo tanto con un exceso importante de carbono. Debido a lo elevado de la parcela, los restos de materia orgánica aplicados quedan muy por debajo de la zona en donde se va a desarrollar la mayor parte del sistema radicular de los diferentes cultivos. La cantidad de materia orgánica utilizada fue de 4 kg m^{-2} . El transplante se realizó a los doce días, el 25 de febrero, y durante el ciclo de producción se fueron haciendo cortes de acelga y recogiendo información del cultivo. Al finalizar

el ciclo de producción, el 21 de noviembre de 1999, después de 9 meses, se pesaron los restos de la materia verde que quedaron en cada parcela y se determinaron las poblaciones de *Meloidogyne*, evaluando los niveles de nodulación en raíz en el total de las plantas de los cuatro tratamientos, de acuerdo con los índices de Bridge y Page (1980), y se tomaron muestras de suelo para análisis nematológico y químico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivo de acelga se identificó *Meloidogyne arenaria* mediante el estudio de patrones perineales de hembras adultas. En el Cuadro 1 se recogen los valores medios por tratamiento de las poblaciones de *M.arenaria* antes (Pi) y después (Pf) de los tratamientos, índice Pf/Pi, número de plantas, índices de nodulación de Bridge y Page (1980) y producción al final del cultivo, que está representada por el peso en kg de los restos de cosecha y el número de manojos. El peso del manojito estaba comprendido entre 800-900 g.

Las poblaciones medias iniciales de nematodos (Cuadro 1) presentaron los valores máximos en los tratamientos con abono verde ($41 \text{ J}_2 \text{ 200 g}^{-1}$). Los otros grupos de nematodos no fitoparásitos (Rhab-

Cuadro 1. Valores medios de nematodos ($\text{J}_2 \text{ 200 g}^{-1}$), índices de nodulación* y producción final (restos de cosecha en kg y número de manojos).

Tratamiento	Pob. inicial (Pi)	Pob. final (Pf)	Pf/Pi	No. plantas	Índice* medio	Producción	
						Restos C. (kg)	Final No. manojos
1. Abono verde	41	20	0.5	118	1.5	13.5	54 a
2. Biofumigación	22	6	0.3	123	0.7	13.5	46 a
3. Dazomet	20	13	0.6	110	1.2	14.5	43 ab
4. Cultivo orgánico	20	27	1.4	104	1.3	11.3	22 b

*Bridge y Page (1980); **letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas para $\alpha = 0.1$

ditidae) aparecieron en forma homogénea y abundantes. En ningún tratamiento se alcanzó el 100 % de control, es decir un índice de reproducción (Pf/Pi) igual a cero; la biofumigación tiene los índices menores, con un valor medio de 0,3; la incorporación de *C. spectabilis*, a pesar de que no tuvo buen desarrollo debido a que se atrasó la siembra, presentó un índice medio de 0,5. El tratamiento con dazomet dio un índice medio de 0,6 y en el cultivo orgánico apareció el mayor índice medio de todos los tratamientos (1.4).

En ninguno de los tratamientos se observan índices de infestación graves, no superando el índice de nodulación (1.5), que encontramos en el abono verde. La biofumigación muestra el menor índice de nodulación (0.7), presentando el tratamiento químico valores (1.2) que son similares a los del cultivo orgánico (1.3). Durante el desarrollo del cultivo se presentó un ataque de *Peronospora farinosa*, que afectó su producción. En una de las parcelas del tratamiento de biofumigación, se detectó un lepidóptero, *Ecpanthe-*

ria indecisa, que produjo pérdidas de importancia. Los resto de cultivo y el número de plantas no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. La mayor producción de manojos se obtuvo en el tratamiento de *C. spectabilis* con 54, seguido por la biofumigación 46, dazomet 43 y cultivo orgánico con 22 manojos.

Después de la cosecha los parámetros químicos del suelo (Cuadro 2) son similares a los valores previos al tratamiento, siendo menores los contenidos en materia orgánica (M. O.) en el tratamiento con dazomet y, en todos los tratamientos, el de NO₃. Los valores son similares en todos los tratamientos, excepto el Ca, la materia orgánica y el NO₃ que son menores en el dazomet, el NO₃ es también menor en el tratamiento con *Crotalaria*, observándose en la biofumigación mayor contenido de materia orgánica y NO₃.

El control de nematodos al final del cultivo con los tratamientos químicos y no químicos (Cuadros 1 y 2) no presentan diferencias estadísticamente significativas

Cuadro 2. Valor medio de los análisis químicos del suelo en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Bases Intercambiables (meq/100 g de suelo)					M. O. (%)	pH (H ₂ O)	NO ₃ mg/L-l
	Ca	Mg	K	Na	BT			
Antes del tratamiento								
1. Abono verde	3.2	1.1	0.2	0.3	4.8	2.7	5.5	19.0
2. Biofumigación	3.6	1.3	0.2	0.4	5.5	3.9	5.4	46.3
3. Dazomet	2.6	0.9	0.3	0.3	4.1	3.1	5.6	18.3
4. Cultivo orgánico	3.5	1.2	0.2	0.3	5.2	2.7	5.5	30.7
Después de la recolección								
1. Abono verde	3.3	1.1	0.2	0.3	5.0	2.6	5.0	12.3
2. Biofumigación	3.2	1.1	0.3	0.4	5.0	3.4	5.1	20.0
3. Dazomet	2.7	1.0	0.3	0.3	4.2	2.1	5.2	8.7
4. Cultivo orgánico	3.4	1.0	0.2	0.4	4.9	2.7	5.3	17.3

con las técnicas de cultivo orgánico, lo que permite señalar el valor supresor de estas técnicas, encontrándose contenidos altos de materia orgánica en estos suelos (2.7-3.4), mientras que disminuye en los tratamientos con dazomet, donde se encontró la media más baja (2.1). Esta conclusión se fundamenta en el hecho de que la presencia de nematodos en los muestreos previos a los tratamientos (20-41 J₂ 200 g⁻¹) debería dar lugar, después de 9 meses de cultivo, a varios ciclos de nematodos, que en cultivos convencionales causarían problemas graves e índices de nodulación altos, sin embargo en el experimento, al final del cultivo, no llegan a superar el índice (2.2). Asimismo, se observa un incremento de producción, estadísticamente significativo, en los tratamientos con abono verde y biofumigación.

CONCLUSIONES

Se desprende de los resultados obtenidos que es posible utilizar alternativas no químicas en el control de *Meloidogyne arenaria*, con eficacia similar a la de los tratamientos químicos, ya que no presentan diferencias estadísticamente significativas. La biofumigación mediante la incorporación de enmiendas orgánicas con determinadas características y la utilización de abono verde de *C. spectabilis* mejoran las características del suelo, incrementan la producción y abren nuevas posibilidades en el desarrollo de alternativas para el control de patógenos en sistemas de producción integrada y orgánica.

M. arenaria alcanza índices bajos de nodulación al final del cultivo, que indican el valor supresor de las técnicas de cultivo aplicadas, y pueden estar relacionados con el alto contenido en materia orgánica de los suelos (2.1-3.9). El cultivo de acelga puede ser una buena alternativa para regular las poblaciones de nematodos durante

los meses de invierno, que debería estar integrado en una rotación con otras hortalizas durante el verano.

AGRADECIMIENTOS

Al convenio entre el Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja (PREDEG) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que han financiado el trabajo y al Ing. C. Colafranceschi responsable del Programa de Validación de Tecnologías Agropecuarias (PROVA) del PREDEG por su colaboración.

LITERATURA CITADA

- BARKER, K. R., and T. H. A. OLTHOF. 1976. Relationships between nematode population densities and crop responses. Annual Review of Phytopathology 14:327-353.
- BELLO, A. 1998. Biofumigation and integrated crop management. Pp. 99-126 in A. Bello, J. A. González, M. Arias, and R. Rodríguez-Kábana, eds. Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, Valencia, España.
- BRIDGE, J., and S. L. J. PAGE. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. Tropical Pest Management 26:296-298.
- CALEGARI, A., y M. PEÑALVA. 1994. Abonos Verdes: Importancia Agroecológica y Especies con Potencial de Uso en el Uruguay. MGAP-GTZ, Uruguay, 151 pp.
- EISENBACH, J. D., and H. TRIANTAPHYLLOU. 1991. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. Pp. in W. R. Nickle, ed. Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker, Inc. New York, NY, U.S.A.
- HEALD, C. M. 1987. Classical nematode management practices. Pp. 100-104 in J. A. Veech, D. W. Dickson, eds. Vistas on Nematology. Society of Nematologists, Hyatsville, MD, U.S.A.
- MBTOC. 1998. Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1998 Assessment of Alternatives to Methyl Bromide. UNEP, Nairobi, Kenya.
- SASSER, J. N. 1979. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries. Pp. 359-374 in F. Lamberti and C. E. Taylor, eds. Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* species). Systematics, Biology and Control. Academic Press, London, U.K.

WHITEHEAD, A. G. 1998. Plant Nematode Control.
CAB International, London, U.K.
YAGI, K., J. WILLIAMS, N. Y. WANG, and R. J. CICE-
RONE. 1993. Agricultural soil fumigation as a

source of atmospheric methyl bromide. Pro-
ceedings of the National Academy of Sciences
90:8420-8423.

Received:

4.V.2000

Accepted for publication:

31.X.2000

Recibido:

Aceptado para publicación: