

Control de *Meloidogyne incognita* en cultivo de tomate en Uruguay

L. DE LEÓN, L. BANCHERO, J. A. LÓPEZ-PÉREZ, A. BELLO

En Uruguay existe un área importante de producción hortícola bajo cubierta, que en los últimos años ha mostrado gran desarrollo, cultivándose fundamentalmente tomate, pimiento, melón y pepino en rotación con otros cultivos como acelga, apio y lechuga; estando localizadas las zonas principales en los departamentos de Canelones, Montevideo, Salto y Artigas. Entre los problemas sanitarios que presenta este tipo de horticultura intensiva se encuentran los daños producidos por nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne*. Se diseñó en el Dpto de Canelones un sistema de producción integrada, que incluía tratamientos en pre-plantación mediante aplicación de biofumigación con estiércol de pollo más cáscara de arroz, prácticas culturales como rotación de cultivos, uso de coberturas vegetales muertas y la utilización de plantas resistentes de tomate en rotación con un cultivo sensible de lechuga. Este sistema de manejo mostró una alta eficacia en el control de *M. incognita*. A su vez, es de destacar el efecto de la biofumigación sobre los parámetros físicos y químicos del suelo, que redundó en menor utilización de fertilizantes químicos y mejor aprovechamiento del agua de riego durante los ciclos de los diferentes cultivos. Por otra parte, se logra un control óptimo de malezas, no detectándose su presencia durante todo el ciclo de producción. Se consigue una disminución en el uso de agroquímicos, así como de los costes de producción para el cultivo de tomate. La implementación de estas prácticas agronómicas serán de gran interés en el diseño de un manejo integrado de cultivos, que permita una producción de calidad.

L. DE LEÓN (1), L. BANCHERO (2), J. A. LÓPEZ-PÉREZ (1), A. BELLO (1): (1) Dpto de Agroecología. Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 dpdo, 28006, Madrid, España; (2) Junta Nacional de la Granja (JUNAGRA). José E. Rodo, 348. Canelones, Uruguay.

Palabras clave: Hortalizas, rotación, variedades resistentes, biofumigación, producción integrada.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay existe un área importante de producción hortícola bajo cubierta, que en los últimos años ha mostrado gran desarrollo, donde se cultiva fundamentalmente tomate, pimiento, melón y pepino en rotación con otros cultivos como acelga, apio y lechuga; las zonas principales están localizadas en los departamentos de Canelones,

Montevideo, Salto y Artigas. Entre los problemas sanitarios que presenta este tipo de horticultura intensiva se encuentran los daños producidos por los nematodos del género *Meloidogyne* formadores de nódulos en las raíces. El monocultivo, el incremento de temperatura y humedad en el cultivo bajo cubierta y el uso intensivo de pesticidas han contribuido a incrementar estos problemas fitosanitarios.

En Uruguay se vienen estudiando los problemas producidos por este grupo de nematodos, determinando su incidencia en las áreas de producción, los efectos de estos patógenos en el rendimiento y calidad de la producción, y en el desarrollo de alternativas de manejo. Para disminuir los efectos de estos patógenos, se vienen utilizando productos químicos fumigantes (bromuro de metilo, metam sodio y dazomet) y no fumigantes (fenamifos y carbofuran) como prácticas convencionales. Estos tratamientos se utilizan fundamentalmente en cultivos de tomate y pimiento. Por otro lado, también se aplican otras alternativas como solarización, enmiendas orgánicas, rotación de cultivos, variedades resistentes, biofumigación y otras prácticas culturales.

En las zonas hortícolas de Salto y Bella Unión, se aplica fundamentalmente solarización, que es una forma de pasteurización del suelo, donde la radiación solar de los meses de verano se utiliza para producir calentamiento del suelo por encima de su temperatura habitual. Esta técnica ha tenido resultados con una eficacia variable en el control de los nematodos formadores de nódulos (*Meloidogyne*) (Heald 1987, Bello 1998). La incorporación de materia orgánica, para mejorar los suelos, con objeto de prevenir y reducir los daños causados por nematodos en los sistemas agrícolas, es otra estrategia de manejo que se utiliza en algunas áreas de producción.

La rotación de cultivos, es un sistema en el que se alternan diferentes cultivos, en una secuencia que normalmente sigue un esquema pre-definido, teniendo en cuenta la funcionalidad y rentabilidad de los cultivos elegidos. Con la práctica de la rotación de cultivos a lo largo de los años hay una tendencia en los suelos de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Peñalva y Calegari 1999). La rotación es uno de los métodos más antiguos para controlar nematodos y otros patógenos originarios del suelo. El objetivo primordial de toda rotación es lograr el desacople del

ciclo del patógeno y el crecimiento de la planta hospedante por medio de la introducción de cultivos que no son adecuados o que son inhibidores del patógeno (Rodríguez-Kábana 1990). La naturaleza y secuencia de cultivos que componen un sistema de rotación, así como la duración de los mismos dentro del sistema, dependen mucho de las características del patógeno a controlar y del grado de susceptibilidad o resistencia al patógeno de los cultivos componentes del sistema.

Las variedades resistentes se vienen utilizando en el caso del cultivo de tomate que se siembra en la actualidad, no obstante hay que considerar que la resistencia puede no funcionar cuando la temperatura del suelo es alta, y cuando las raíces son atacadas por hongos (Whitehead 1998). Se ha observado repetidamente la aparición de nuevas razas de un patógeno como reacción a la introducción de cultivares resistentes (Rodríguez-Kábana 1990). Por lo que es necesario ensayar los cultivares resistentes elegidos con las poblaciones y condiciones locales.

La biofumigación, con la utilización de estiércoles u otro tipo de residuos agrarios, permite realizar un tratamiento efectivo, que consiste en utilizar la acción biocida de los gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica, lográndose buenos resultados, actuando con la misma eficacia que el mejor fumigante convencional (Bello 1998, Bello et al. 2000). Esta técnica se viene desarrollando en Uruguay para el control de nematodos del género *Meloidogyne* en cultivos hortícolas (De León et al., en prensa).

MATERIALES Y MÉTODOS

En un predio de la zona de Piedra Sola (Canelones), que participa en el "Programa de Producción Integrada de Tomate" perteneciente al Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja (PREDEG), se detectó un fuerte ataque de *Meloidogyne*

incognita en un invernáculo de tomate, que presentaba una distribución homogénea de este patógeno en toda su extensión. En la prospección realizada antes de arrancar las plantas en el primer cultivo (agosto-98, marzo-99), se determinaron índices de nodulación que iban desde (5-8), según la escala de Bridge y Page (1980), cuyo rango es de (0-10).

En primer lugar, se tomaron medidas preventivas, mediante el control del material utilizado como sustrato para la producción de los plantines. El producto elegido fue una turba importada, que está validada por viveros nacionales productores de plantines hortícolas. Se diseñó un manejo integrado para todo el ciclo de cultivo 99-00, planteando un diseño de producción, que incluyó tratamientos preplantación con biofumigación, además de prácticas culturales, uso de cubierta vegetal muerta y la utilización de una rotación con un cultivo de lechuga (sensible) y tomate (resistente).

El invernáculo en el que se llevó a cabo la experiencia tiene una superficie de 714 m² con 11 canteros de 50 m de largo y 0.6 m de ancho. El día 24-03 se tomaron 20 submuestras de suelo que formaron la muestra media para la realización de los análisis nematológicos. Posteriormente se procedió a iniciar el tratamiento de biofumigación, con estiércol de gallina, siguiendo la siguiente metodología:

- Se abrieron los canteros con azada, hasta una profundidad de 30 cm y un ancho de 40 cm.
- Se distribuyó el estiércol de gallina con cascara de arroz, a una dosis de 7.5 kg m⁻².
- Se regó el estiércol y se cerraron los canteros.
- Se colocaron las cintas de riego y luego se cubrió con plástico de 40 µm.
- Durante el tratamiento se mantuvo la humedad del suelo a capacidad de campo.

- A los 12 días se retiró el plástico, y 3 días después se implantó el cultivo de lechuga.

Previo a la instalación del cultivo de lechuga, se procedió a trasplantar 10 plantines de lechuga por cantero, para evaluar los posibles efectos de fitotoxicidad. El trasplante del cultivo se fue realizando en varias etapas, del 10 al 24-5, para obtener cosecha en diferentes momentos. Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron observaciones periódicas para detectar posibles síntomas que pudieran ser producidos por *M.incognita* (poco desarrollo, amarilleamiento, etc.) y daños a nivel radicular (nódulos), de forma que en caso de existir algún problema, poder corregirlo con alguna práctica cultural o química.

Para evaluar desde el punto de vista nematológico el cultivo a su finalización, se cosechó la planta entera de lechuga, incluyendo el sistema radicular, cortándolo posteriormente. De esa forma se pudo hacer una evaluación a nivel radicular del total de plantas y medir el efecto de la población de *M. incognita*, siguiendo los índices de Bridge y Page (1980), y a su vez tener un estudio de distribución de la población de nematodos en el invernáculo.

Previo a la implantación de tomate, se realizó un nuevo tratamiento de biofumigación, el día 15 de agosto. En esta ocasión, el biofumigante utilizado en todo el invernáculo fue estiércol de pollo con cascara de arroz. A los 15 días, se procedió a instalar las plantas indicadoras de fitotoxicidad (melón) que, además, serían de utilidad para evaluar el comportamiento de la población de nematodos durante el desarrollo del cultivo, realizándose posteriormente el trasplante del tomate cv. Tommy, variedad resistente para *M. incognita* (*gen Mi*).

Como complemento a la biofumigación se aplicaron prácticas agrícolas como la utilización de cubierta vegetal de avena común, control de la humedad del suelo a través de la regulación del riego, prácticas



Fig. 1. Cultivo de tomate con cubierta vegetal de avena a los 15 días de trasplantado.

para la regulación de la temperatura y humedad ambiental, etc. (Figs 1 y 2). Como el manejo productivo del cultivo de tomate está basado en las Normas de Producción Integrada, se realizó un seguimiento semanal del cultivo a nivel de asistencia técnica y monitoreo de plagas y enfermedades, con énfasis en la utilización racional de fertilizantes, insecticidas y fungicidas fundamentalmente.

RESULTADOS

Análisis nematológicos de la 1ª toma de muestras de suelo. En las evaluaciones nematológicas realizadas en la primera toma de muestras de suelo, los resultados indicaron una alta población de *M. incognita*, que ascendió a 193 J2 por 100 g de suelo

Evaluación de fitotoxicidad. Durante los 10 días posteriores al trasplante de las lechugas



Fig. 2. Cultivo de tomate al inicio del período de cosecha.

gas para evaluar fitotoxicidad, no se observaron síntomas, por lo que se procedió al trasplante del área total del invernáculo.

Seguimiento en campo del cultivo de lechuga. En el seguimiento observamos algunas plantas con síntomas producidos por hongos y probablemente problemas de virusis. Desde el punto de vista nematológico se observaron algunas plantas aisladas con presencia de nódulos con un índice de nodulación (1).

Evaluación nematológica al finalizar el cultivo de lechuga. De un total de 3.780 plantas, 32 se identificaron con daños producidos por nematodos (0,85%). El estudio a nivel radicular, mostró que presentaban un índice de nodulación (1). En la Fig. 3 se presenta el esquema del invernadero, señalando las zonas donde fueron detectadas plantas con nódulos.

Rendimiento del cultivo de lechuga. Se cosecharon 315 cajones de lechuga (7 kg

cajón) que representan unas 3.780 unidades, que supuso un peso de 2.205 kg.

Seguimiento nematológico en campo del cultivo de tomate. Se realizó a través de la evaluación de plantas indicadoras (melón), a los 30 y 60 días de trasplantado el cultivo, no detectándose la presencia de nódulos en los sistemas radiculares examinados.

Evaluación nematológica al finalizar el cultivo. Se observó el sistema radicular del total de las plantas del cultivo, detectándose

presencia de nódulos en 5 plantas distribuidas en diferentes zonas del invernáculo. El índice de nodulación que presentaban las mismas fue entre (1-2).

Evaluación de rendimiento. En el período de cosecha comprendido entre el 25-11-99 al 16-2-00, la producción total fue de 7.090 kg de tomate, equivalentes a 11,5 kg m⁻² y a 4,65 kg/planta. Los costos de producción fueron de U\$S 376 (no incluye costos de mano de obra). El ingreso bruto fue de U\$S 2.707. Las calidades obtenidas fueron:

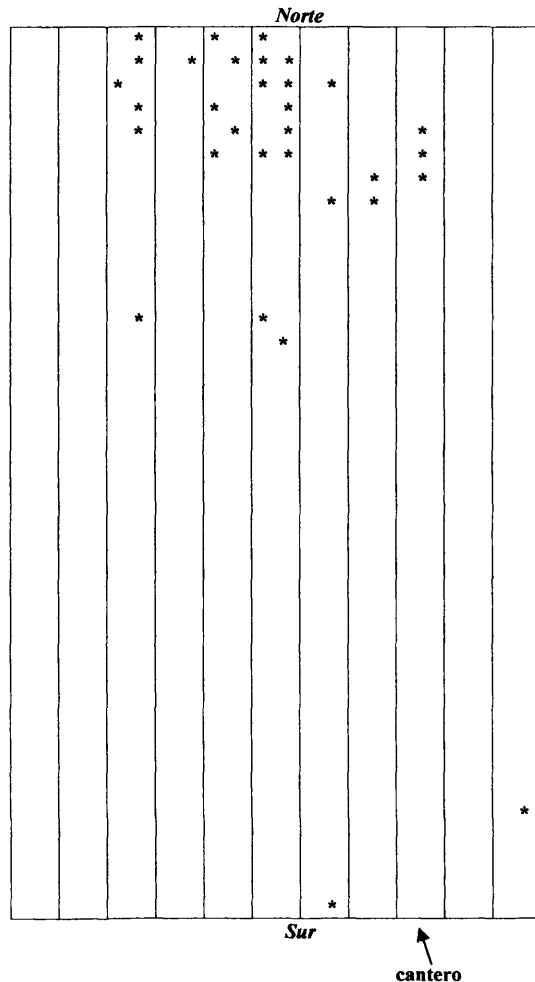


Fig. 3. (*) Nódulos producidos por *M.incognita* en lechuga, índice (1) de Bridge y Page (1980)

primera 38%, segunda 31% y tercera 31%. El incremento de la calidad 3ª en el tratamiento integrado, se debe a que el tomate cv Tommy presenta un manejo diferente de las otras variedades que se vienen cultivando en la zona de experimentación (Tabla 1).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los tratamientos de biofumigación tanto con estiércol de gallina como de pollo más cáscara de arroz, demostraron una alta eficacia en el control de la población de *M. incognita* que habían alcanzado índices (5-8) en el cultivo de tomate anterior. A su vez, es de destacar el efecto mejorador de la biofumigación sobre los parámetros físicos y químicos del suelo, lo que redundó en menor utilización de fertilizantes químicos y mejor aprovechamiento del agua de riego, durante los ciclos de los diferentes cultivos.

Con la utilización de avena como cobertura muerta, se logró que durante el cultivo del tomate se acorten los periodos de temperatura óptima para el desarrollo de las especies termófilas del género *Meloidogyne* (*M. incognita*), disminuyendo el número de generaciones de la población remanente des-

pués de la aplicación del tratamiento de biofumigación y por tanto sus efectos negativos sobre la producción. Por otra parte, se logró un control óptimo de malezas, no detectándose presencia de las mismas durante todo el ciclo productivo. A su vez, se pudo observar mejor aprovechamiento del agua de riego, disminuyendo la evaporación, manteniéndose la humedad adecuada sin alteraciones (ni excesos, ni carencias).

La utilización de un cultivo de ciclo corto como la lechuga, y la forma en que se realizó, significó un aporte al sistema productivo, ya que cumplió diferentes funciones: ser un cultivo de rápido retorno desde el punto de vista económico, y al ser sensible a *Meloidogyne* actúa como cultivo trampa e indicador de presencia de las poblaciones del nematodo.

Se logró obtener menores costos de producción en el cultivo de tomate, destacándose una disminución en el uso de fitosanitarios y fertilizantes, en comparación con el cultivo comercial de tomate. La implementación de estas prácticas agronómicas, serán de gran importancia en el diseño de un manejo integrado de cultivos que permitirá mantener un sistema productivo sustentable y obtener una producción de calidad.

Tabla 1. Comparación de costos y producción de los cultivos de tomate (*).

Concepto	Sistema productivo	
	Convencional	Integrado
Variedad	Facundo (sensible)	Tommy RN (resistente)
Duración del cultivo	27-8-98 al 2-3-99	30-8-99 al 16-2-00
Total (kg)	8.700	7.910
kg/planta	4,72	4,65
kg m ²	12,2	11,5
% 1ª calidad	46	38
% 2ª calidad	48	31
% 3ª calidad	6	31
Costos Producción (\$ US)	486	376
Ingreso Bruto (\$ US)	2.583	2.707

(*) En los costos de producción no está incluida la mano de obra y las amortizaciones de la estructura; los cálculos se realizaron tomando el valor promedio del U\$S al mes de marzo-99 (1U\$S = \$ 11,081 U)

AGRADECIMIENTOS

Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ) por el apoyo y financiación del proyecto, a la familia Rodríguez, propietaria del invernáculo, por su disposición desde un

primer momento en creer y apoyar este sistema de manejo productivo alternativo, al Prof. Tello de la Universidad de Almería y a la Dra Arias del Dpto de Agroecología del Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC) por su colaboración.

ABSTRACT

L. DE LEÓN, L. BANCHERO, J. A. LÓPEZ-PÉREZ, A. BELLO. 2000. Control of *Meloidogyne incognita* in tomato crops in Uruguay. Bol. San. Veg. Plagas,

An important area of horticultural production in greenhouses exists in Uruguay, which in recent years has seen great development, basically cultivating tomato, pepper, melon and cucumber in rotation with other crops such as chard, celery and lettuce. The principal areas are located in Canelones, Montevideo, Salto and Artigas counties. Among the phytosanitary problems that this type of intensive horticulture presents is the damage produced by the root knot nematode of the *Meloidogyne* genus. An integrated production system was designed in Canelones County that included: pre-planting treatments with the biofumigation alternative using chicken manure and rice hulls, cultural practices such as crop rotation, the use of dead vegetable coverings and the use of resistant tomato plants in rotation with a sensitive crop of lettuce. This management system demonstrated high effectively in *M. incognita* control. At the same time, the effect of biofumigation on the soil's physical and chemical parameters must be emphasized, which brought about a lower utilization of chemical fertilizers and better use of irrigation water during the various crop cycles. Moreover, an optimum control of weeds was achieved without detecting their presence during the entire production cycle. A decrease in the use of agrochemicals was observed, as well as lower production costs in tomato crops. The implementation of these agronomic practices will be of interesting importance in designing an integrated crop management, which will permit a production of high quality.

Key words: Vegetables, rotation, resistant varieties, biofumigation, integrated production.

REFERENCIAS

- BELLO, A. 1998. Biofumigation and integrated crop management. In: A. Bello, J. A. González, M. Arias, R. Rodríguez-Kábana (Eds.). *Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries*. Phytoma-España, GD XI EU, CSIC, Valencia, España: 99-126.
- BELLO, A.; J. A. LÓPEZ-PÉREZ, R. SANZ, M. ESCUER, J. HERRERO. 2000. Biofumigation and organic amendments. *Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries*. United Nations Environment Programme (UNEP), Francia, 113-141.
- BRIDGE J., S. L. J. PAGE. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical pest management* 26: 296-298.
- DE LEÓN, L.; A. RODRÍGUEZ, D. CASANOVA, M. ARIAS, A. BELLO. 2000. Control de *Meloidogyne arenaria* en cultivo protegido de acelga en Uruguay. *Nematopica* (en prensa).
- HEALD, C. M. 1987. Classical nematode management practices. In: J.A. Veech, D.W. Dickson (Eds). *Vistas in Nematology*. Soc. Nematol., Hyattsville, MD.: 100-104 pp.
- PEÑAVA, M.; A. CALEGARI. 1999. *Abonos verdes como integrantes de sistemas de producción hortícolas y frutícolas*. MGAP (JUNAGRA)-GTZ, Uruguay: 154 pp.
- RODRÍGUEZ-KABANA, R. 1990. Las técnicas agronómicas en la regulación de las enfermedades de las plantas. *Agrícola Vergel*. 9: 976-980.
- WHITEHEAD, A. G. 1998. *Plant Nematode Control*. CAB, London: 384 pp.

(Recepción: 05 julio 2000)
(Aceptación: 14 agosto 2000)