

Control integrado de *Meloidogyne incognita* en pimiento

Resultados de la biofumigación y biosolarización en combinación con el injerto sobre patrón resistente

C. Ros¹, M. M. Guerrero¹, M. A. Martínez¹, J. Torres¹,
M. C. Martínez¹, A. Lacasa¹, A. Bello².

¹ Biotecnología y Protección de Cultivos. IMIDA. La Alberca. Murcia.

² Agroecología. Centro de Ciencias Medioambientales. Madrid.

***Meloidogyne incognita* está ampliamente distribuido en los invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia), donde se realiza un monocultivo de pimiento desde hace más de veinte años, representando uno de los principales problemas fitosanitarios del suelo. En este artículo se presentan los resultados de los ensayos combinando el injerto de un patrón resistente y dos formas de desinfección del suelo (biosolarización y biofumigación), comparándolos con un suelo desinfectado con bromuro de metilo y un testigo no desinfectado.**

La biosolarización es utilizada para desinfectar los invernaderos destinados al cultivo ecológico en esta zona, obteniendo resultados variables con los años y con los invernaderos. Se han introducido resistencias a nematodos en pimiento, pero al reiterar el cultivo de plantas injertadas sobre patrones portadores de resistencia en algunos invernaderos del Campo de Cartagena, se han seleccionado poblaciones capaces de superar tal resistencia. Para solventar estos problemas, se ha ensayado la utilización conjunta de la biosolarización y el injerto.

Material y métodos

Diseño y planteamiento de los ensayos

Se planteó un ensayo de larga duración en el que se combinó el injerto en un patrón resistente (Atlante o C25) y dos formas de desinfección del suelo (biosolarización y biofumigación), teniendo como referencia suelo desinfectado con bromuro de metilo y un testigo no desinfectado. El ensayo se realizó en un invernadero experimental situado en el Campo de Cartagena (Murcia), de suelo franco-arcilloso e infestado de *Meloidogyne incognita*.

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento (**cuadro I**) y parcelas elementales de 60 m² con tres filas de plantas por parcela (una injertada y otra sin injertar, no considerando la que coincide con la línea de postes) y un marco de plantación de 1,0 x



Solarización y biosolarización del suelo en la campaña 2004-05. Diseño del ensayo.

0,40 m. Los tratamientos y el patrón se repitieron en las mismas parcelas elementales durante las tres campañas que duró el ensayo, manteniendo las dosis de bromuro y reduciendo las de las enmiendas orgánicas (**cuadro I**) al reiterar la desinfección con biosolarización o biofumigación. En la segunda campaña no hubo testigo sin planta injertada.

Realización de la desinfección

El bromuro de metilo se aplicó en fumigación en frío sellando el suelo con plástico VIF (*Vitally Impermeable Film*) de 0,04 mm.

En las tres campañas se ini-

ciaron la biosolarización y la biofumigación en la tercera semana de agosto, levantando el plástico de la biosolarización en la última semana de octubre. Se procedió de la siguiente forma: tras finalizar el cultivo precedente, se preparó el terreno, se incorporó la mezcla de estiércol fresco de oveja y gallinaza mediante una labor de rotovator. Luego, se extendieron las mangueras de riego y se sellaron las parcelas de biosolarización con plástico de polietileno (PE) de 0,05 mm. A continuación, se regó hasta humedecer el suelo (seis horas de riego total, repartidas –por igual– en dos días consecutivos, emisores de 3 l/h

Cuadro I.

Tratamientos y dosis de enmienda orgánica utilizada en cada campaña. (EFO = estiércol fresco de oveja; G = gallinaza).

Tratamientos	Dosis de enmienda orgánica (kg/m ²) y de BrMe (g/m ²)		
	1 ^{er} año (2002-03)	2 ^o año (2003-04)	3 ^{er} año (2004-05)
BrMe 98:2	30	30	30
Biosolarización	7 EFO + 2 G	5 EFO + 2 G	4 EFO + 1,5 G
Biofumigación	7 EFO + 2 G	5 EFO + 2 G	4 EFO + 1,5 G
Testigo	—	Ne	—

Ne= no evaluado.

a 0,40 m de distancia y 0,50 m de separación entre ramales).

Características del cultivo

Todos los años se plantó la variedad Almudén (Syngenta Seeds) a principios de enero. En cada parcela elemental (desinfectada o testigo) se puso una línea de plantas injertadas sobre el patrón Atlante (Semillas Ramiro Arnedo) y otra sin injertar. El cultivo finalizó en la primera semana de agosto. El riego, el abonado, el entutorado y el resto de las prácticas culturales fueron las habituales en la zona para este ciclo de cultivo. El control de plagas se realizó por medios biológicos, disponiendo de sublimadores de azufre para el control del oídio.

Parámetros medidos

a) La incidencia de *Meloidogyne* se evaluó al finalizar el cultivo; se arrancaron, al azar, diez plantas en cada línea de cada parcela elemental y se examinaron las ra-

íces, anotando el número de plantas que presentaban nódulos y el índice de nodulación (0-10) en cada una.

b) La evolución del desarrollo de las plantas se evaluó midiendo la altura de diez plantas, tomadas al azar, en cada línea, cada dos semanas.

c) La producción comercial y total (kg/m²): en cada recolección se clasificaron los frutos de cada fila según las categorías comerciales.

Resultados

En la tercera campaña de reiteración de las combinaciones se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en los siguientes apartados.

Control de nematodos

La incidencia de *Meloidogyne* fue elevada con el 100% de las plantas infestadas e índices medios de nodulación superiores a 6 en plantas de la variedad en sue-

Cuadro II.

Incidencia de *Meloidogyne*, altura de las plantas y producción comercial media final en la tercera campaña.

Tratamiento	Campaña 2004-05			
	Índice nodulación	% plantas con nódulos	Altura plantas (cm)	Producción comercial (kg/m ²)
Testigo+injerto	2,7 b	66,67 bc	133 ab	7,2 bc
Testigo	6,3 c	100 c	132 b	6,9 c
Bromuro de metilo+injerto	0,1 a	6,7 a	133 ab	7,1 c
Bromuro de metilo	0,8 a	20,0 a	136 ab	7,2 bc
Biosolarización+injerto	0,1 a	13,3 a	140 a	9,3 a
Biosolarización	2,8 b	33,3 ab	140 a	8,3 ab
Biofumigación+injerto	6,1 c	100 c	136 ab	6,9 c
Biofumigación	6,5 c	93,3 c	131 b	6,6 c

Las cifras con la misma letra en una columna no son diferentes (p<0,05).

lo sin desinfectar (**cuadro II**).

El control del nematodo en los suelos biosolarizados mejoró al reiterar la desinfección en el mismo suelo, acercándose a los niveles del bromuro de metilo al tercer año.

La biofumigación sola resultó ineficaz al no diferenciarse del testigo ni en el porcentaje de plantas infestadas ni en los índices de nodulación (**cuadro II**).

La resistencia del patrón tuvo un buen comportamiento



la cosecha de tus sueños...

Distribuidor exclusivo de KELPAK en España:



Camino de Enmedio, 120 • 50013 Zaragoza • 976 461 516 • mail@daymsa.com • www.daymsa.com





Foto arriba. Plantas de Almodén no injertadas con nódulos de *Meloidogyne* en las raíces.

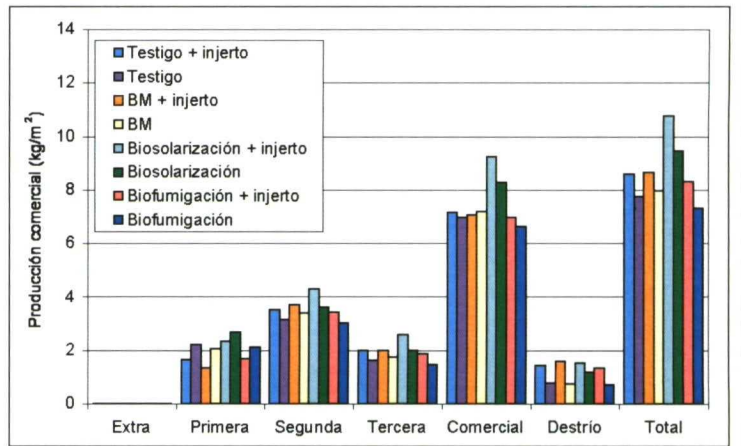
Foto izquierda: Plantas de Almodén injertadas sobre Atlante sin nódulos de *Meloidogyne*.

Abajo: Amarillos de las copas producidos por *Meloidogyne* en plantas no injertadas. A izquierda y derecha de la imagen, plantas injertadas.



Figura 1.

PRODUCCIONES MEDIAS POR CATEGORÍAS COMERCIALES EN LA CAMPAÑA 2004-05.



en la primera campaña, pero en las siguientes fue remontada en los suelos no desinfectados o deficientemente desinfectados (biofumigación). Por el contrario, en los suelos biosolarizados la respuesta de la resistencia fue buena.

En definitiva, la resistencia ha sido remontada en los suelos no desinfectados o deficientemente desinfectados (biofumigación). Por otra parte, la combinación de la biosolarización y el injerto proporciona un control del nematodo similar al del bromuro de metilo y de forma sostenida.

Desarrollo de las plantas

El injerto no influyó en el desarrollo de las plantas (cuadro II). La biosolarización proporcionó plantas tan altas como el bromuro de metilo y ambos más altas que el testigo y la biofumigación al finalizar la tercera campaña.

Producciones comerciales

La biosolarización mejoró la producción comercial del bromuro de metilo cuando se cultivaron plantas injertadas, no ocurriendo lo mismo cuando las plantas no eran injertadas (cuadro II).

La biofumigación no superó la producción del testigo, tanto si se trataba de plantas injertadas como sin injertar, y proporcionó similar cosecha comercial que el bromuro de metilo, lo que no se corresponde con los niveles de incidencia de *Meloidogyne* en ambos tratamientos (cuadro II).

Esto podría estar relacionado con las características del suelo, que mejoran en el biofumigado por efecto de la incorporación de la enmienda orgánica, que no se aporta ni en las parcelas del testigo ni en las del bromuro de metilo. Las diferencias entre tratamientos se produjeron en todas las categorías comerciales (figura 1).

Conclusiones

La reiteración del mismo patrón resistente a *Meloidogyne* en el mismo suelo parece provocar la selección de poblaciones capaces de remontar la resistencia.

La biofumigación no supone un complemento adecuado al injerto para evitar la selección de poblaciones virulentas.

La biosolarización en combinación con el injerto se presenta como una forma eficaz y estable para control de *Meloidogyne* en cultivos de pimiento y para alcanzar aceptables niveles de producción.

Agradecimientos

El trabajo ha sido financiado por el INIA (proyectos OT03-006-C07-04 y RTA05-0209) y el Programa de Colaboración Fecoam-Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Nuestro agradecimiento a Semillas Ramiro Arnedo por proporcionar las semillas del patrón. M.A. Martínez disfrutó de una beca predoctoral del INIA.