

## Control del nematodo formador de nódulos en raíces [(*Meloidogyne incognita* Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949] con la utilización de la energía solar

A. MEJÍAS, A. CHACÓN, G. ESPÁRRAGO y J. DEL MORAL

El nematodo formador de nódulos en raíces (*Meloidogyne incognita*) ocasiona, debido a su poligraffa, graves daños económicos en los cultivos bajo invernadero de Extremadura que se sitúan en terrenos arenosos. En este trabajo se estudia el efecto de la energía solar (solarización) para su control en cultivos bajo invernadero de Valdelacalzada (Badajoz). Se han utilizado láminas de polietileno transparente de 0,05 mm (200 galgas) de grosor en una sola lámina o con doble lámina y distinto período de duración del tratamiento. Los resultados obtenidos ponen en evidencia la eficacia de esta técnica contra el patógeno, no obteniéndose diferencias significativas entre las distintas variables solarizadas, pero sí, y altamente significativas, entre estas variables y el testigo.

A. MEJÍAS, A. CHACÓN, G. ESPÁRRAGO y J. DEL MORAL. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIA). Junta de Extremadura. Apartado 22. 06080 Badajoz (España).

**Palabras clave:** *Meloidogyne incognita*, invernadero, lechuga, melón, nematodos, solarización.

### INTRODUCCION

El cultivo de diversas especies vegetales en invernadero es una técnica que se ha incrementado en los últimos años en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Un buen número de ellos han sido ubicados en las Vegas del Tajo y Guadiana, quizá como forma de buscar una salida a la brutal crisis que está atravesando la agricultura en España.

Entre los muchos problemas de índole fitopatológico que presenta este tipo de agricultura intensiva se encuentran los daños producidos por el nematodo formador de nódulos en raíces *Meloidogyne spp.*, parásito que por la especificación que alcanza, exige la utilización de productos fitosanitarios a dosis más elevadas de las que recomiendan las casas comerciales.

En el contexto de una experimentación aplicada para determinar un eficaz y no con-

taminante sistema de control de este patógeno, se ha elegido el método de la solarización. Este método consiste en la utilización de la energía solar como fuente de calor para conseguir una desinfección física del suelo, al cubrir el mismo con una lámina de polietileno trasparente (de distinto grosor), en donde previamente se ha realizado un riego abundante. El calor generado por la radiación solar es absorbido por el suelo húmedo bajo el plástico. Dicho proceso hidrotérmico hace que la solarización sea una medida de control eficaz contra los organismos fitopatógenos del suelo.

### ANTECEDENTES

La idea de este método fue sugerida a investigadores israelitas por agricultores y agentes de Extensión Agraria del Valle del

Jordán, quienes observaron el aumento de calor que se producía en suelos acolchados con plástico. En 1976 el método fue estudiado científicamente por un equipo de investigadores de la Universidad hebrea de Jerusalén (KATAN *et al.*, 1976), quienes la dieron a conocer al mundo y describieron con detalle sus principios y posibilidades en el control de numerosos parásitos telúricos. Control que se produce no sólo por el simple mecanismo físico de la muerte térmica. Efectivamente, aunque esta se da, según estos investigadores existe la posibilidad de que en la eficacia del tratamiento influya además la lucha biológica que, durante y después del calentamiento solar, puede tener lugar en el suelo por dos causas: 1ª.- Reducción de las poblaciones o de la actividad de los patógenos por microorganismos antagonistas cuyo efecto es fomentado por el proceso de calentamiento. 2ª.- Desplazamiento del equilibrio biológico del suelo en favor de los microorganismos que impiden la reinfección por el patógeno y el desarrollo de su población.

Posteriormente diversos autores confirmaron los resultados enunciados por KATAN *et al.*, realizados en cultivos herbáceos anuales (GRINSTEIN, A. *et al.*, 1979; JACOBSON, R. *et al.*, 1980; STAPLETON, DE VAY *et al.*, 1985). Las reducciones drásticas en las poblaciones de muchos patógenos que siguen a la solarización han determinado un control muy satisfactorio de las enfermedades causadas por aquellos en el año siguiente a la misma, y, a veces en años sucesivos; este efecto prolongado podría deberse a la inducción de «supresividad» en el suelo frente a un patógeno determinado (GREENBERGER *et al.*, 1987). A partir de 1979 comenzó a extenderse esta técnica a plantaciones leñosas (ASHWORTH, L. *et al.*, 1979, 1981, 1982; TJAMOS, E. *et al.*, 1986) con resultados muy satisfactorios, no observándose daños en los árboles por el aumento de calor que se somete a sus raíces y sí una efectividad en el control de patógenos del suelo y malas hierbas.

Los estudios realizados en España han estado circunscritos a las comunidades Valen-

ciana, Murciana y Andaluza, en donde las experiencias desarrolladas en zonas hortícolas obtuvieron excelentes resultados en el control de hongos telúricos, tales como *Fusarium oxysporum f. sp* en sandía (GARCÍA, M. *et al.*, 1982; GARCÍA, M., 1983; GONZÁLEZ, R. *et al.*, 1987); *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani* en berenjena (CENIS, J. L. *et al.*, 1984); *Phytophthora cactorum*, *Ph. parasitica*, *Pythium spp*, en infecciones artificiales con bolas de arcilla enterradas a 4, 8 y 24 cm de profundidad (CEBOLLA, V. *et al.*, 1989); respecto a *Sclerotinia minor* en lechuga MARTI, M. *et al.* (1993), consiguen una reducción entre 0 y 2 esclerocios en 100 cc. de suelo, que se traduce en una disminución significativa del número de lechugas afectadas. GONZÁLEZ, R. *et al.* (1993) lo aplican para erradicar las adventicias anuales de viveros y plantaciones frutales, pero tienen dificultad en la erradicación de *Cyperus rotundus*, debido a la alta resistencia de los tubérculos al calor, recomendando como método de control más eficaz la integración de la solarización con la aplicación de glifosato a 1/3 de la dosis recomendada. En el control de nematodos se ha comprobado su eficacia en varios experimentos. Con respecto a *Meloidogyne javanica* (CENIS, J. L., 1985), *Pratylenchus spp*, *Globodera rostochiensis*, *Ditylenchus dipsaci*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Paratylenchus spp*, *Paratrichodorus spp* y *Xiphinema spp* (CENIS, J. L., 1985; FRAPOLLI *et al.*, 1993), disminuyendo las poblaciones a valores no perjudiciales para los cultivos.

### Técnica de aplicación

La elección del material plástico está en función de sus propiedades físicas: con respecto a sus propiedades ópticas el material idóneo es el que presenta la mejor transmisión de la radiación de onda corta, para maximizar el calentamiento del suelo y la mínima transmisión de la radiación de onda larga del suelo a la atmósfera, con el fin de disminuir las pérdidas de calor durante la

noche (FRAPOLLI, E. *et al.*, 1993). Con respecto a sus propiedades mecánicas se debe tener en cuenta que el grosor varía según las condiciones climatológicas de la zona (viento, lluvia), condiciones del terreno (piedras, terrones) y otros factores que pueden llevar a su rotura. Así, en invernaderos el grosor de la lámina que se debe utilizar debe estar comprendido entre 0,025 y 0,05 mm (100-200 galgas); al aire libre este grosor se debe aumentar a láminas entre 0,05 y 0,1 mm (200-400 galgas). Con respecto al color idóneo de la lámina se ha experimentado con láminas de distinto color (transparente, gris, azul celeste, rayado, doble lámina transparente y negro), todas ellas del mismo grosor (0,05 mm), con resultados que aconsejan la utilización de láminas transparentes por conseguir mayor incremento de temperatura a 20 cm de profundidad (BASILE, M., 1993).

Todos los autores consultados coinciden en afirmar que es de gran importancia, para la obtención de buenos resultados, preparar el terreno con esmero. El suelo debe quedar libre de restos vegetales, mullido en profundidad y sin terrones por medio de labores de cultivador y rotovator ejecutadas con buen tempero, con objeto de poder conseguir una superficie lisa, facilitar la penetración profunda del agua y dispersión del vapor de la misma.

Las referencias al riego son coincidentes en aconsejar que es necesario dar uno sólo y copioso antes de proceder a la colocación del plástico. Si se dispone de riego por goteo se puede poner el plástico en seco, por ser más fácil su colocación, y regar posteriormente. Si el sistema es cualquier otro se debe regar abundantemente y proceder a colocar el plástico lo antes posible que permita el terreno.

La colocación del plástico es también una cuestión importante y como tal la contemplan los autores consultados. La lámina de plástico puede colocarse manual o mecánicamente, según las características de la parcela, pero en cualquier caso debe garantizarse el tensado y perfecto cierre de los bordes enterrados, para evitar pérdidas de tempera-

turas y cambios en la composición atmosférica del suelo.

La época de tratamiento y la duración del mismo son, indiscutiblemente, los aspectos fundamentales de esta técnica fitopatológica. Las mejores condiciones para aplicar la solarización son los días largos de cielo despejado, de mayor insolación, viento en calma y temperaturas elevadas del aire. En la Comunidad Autónoma de Extremadura este período se limita a los meses de julio a septiembre.

La duración del tratamiento depende de las temperaturas alcanzadas, del organismo a controlar y de las poblaciones de dicho patógeno en el suelo. En general se consideran necesarias de 4 a 6 semanas de solarización, como mínimo, para obtener resultados satisfactorios. El período máximo de acolchado podrá ser tan largo como lo permita el ciclo del cultivo posterior, así como los problemas de envejecimiento de la lámina de polietileno.

## MATERIAL Y METODOS

Para desarrollar el experimento se eligió un invernadero naturalmente infectado y ubicado en el Término Municipal de Valdelcalzada (Badajoz). Este invernadero presentó en 1991 un ataque tan intenso del nematodo *Meloidogyne incognita* que el cultivo de melón que se implantó en él no pudo llegar al final de su ciclo vegetativo, teniendo el agricultor que gradear sin haber obtenido producción alguna.

### Técnica de aplicación

La preparación del terreno se hizo con esmero, el suelo quedó libre de restos vegetales, mullido en profundidad y libre de terrones por medio de labores de cultivador y rotovator. Se dio un sólo riego y se procedió a cubrir con el plástico en el momento en que lo permitió el suelo.

La lámina de plástico se colocó manualmente, asegurando el tensado y perfecto cierre de los bordes enterrados para evitar pérdidas de temperaturas y cambios de la composición atmosférica del suelo. Se eligió como material de cobertura láminas de polietileno transparentes (BASILE, 1993) de 0,5 mm (200 galgas) de grosor y 6 m de anchura.

La solarización se realizó en los meses de julio y agosto de 1992.

La duración de la solarización fue variable, manteniéndose la cubierta plástica durante 30, 45 ó 60 días, dependiendo del tratamiento a efectuar (Fig. 1).

### Diseño experimental

Se ha utilizado un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, en donde las variables fueron:

1. Cubierta de polietileno durante 1 mes (julio 1992).
2. Doble cubierta de polietileno durante 1 mes (julio 1992).
3. Cubierta de polietileno durante 45 días (julio-agosto 1992).
4. Cubierta de polietileno durante 60 días (julio-agosto 1992).
5. Testigo, sin cubierta de polietileno.

La parcela elemental fue de 65 m<sup>2</sup> (5 m × 13 m).

Con el fin de valorar la eficacia de esta práctica sobre el crecimiento de los vegetales, en septiembre de 1992 se implantó un cultivo de lechuga, especie sensible al ataque del patógeno. A continuación, en abril de 1993, 8 meses después de haber realizado la solarización, se implantó el cultivo de melón –la misma variedad (Galia) que el año anterior no pudo desarrollarse–.



Fig. 1.–Aspecto del experimento de la solarización en el invernadero.

## Determinación de las temperaturas

Durante el tiempo de exposición de la solarización se hicieron registros térmicos diarios de las máximas tomados con sonda y termómetro digital a dos profundidades, 10 y 15 cm.

## Valoración de las poblaciones de *Meloidogyne incognita*

De cada una de las parcelas elementales se extrajeron muestras de suelo en 5 puntos, distribuidas al azar, tomadas con sonda a una profundidad máxima de 20 cm y eliminando los primeros centímetros de suelo carentes de humedad. La técnica utilizada para la determinación de las poblaciones se realizó por el método de centrifugación en azúcar (NOMBELA y BELLO, 1983), observando seguidamente el extracto de la muestra al microscopio estereoscópico para proceder a su identificación y conteo, refiriendo los resultados al número de larvas/100 cc de tierra. La identificación de la especie se hizo a través de la observación de patrones perineales de hembras adultas (TAYLOR y NETSCHER, 1974). De este estudio la población fue clasificada como *Meloidogyne incognita* (Fig. 2).

Se realizaron un total de cuatro muestreos, el primero en julio de 1992 antes de la solarización, otro en septiembre de 1992 inmediatamente después de la solarización y coincidiendo con el trasplante del primer cultivo, el siguiente se realizó en marzo de 1993 antes del cultivo del melón y un último muestreo en agosto de 1993, en el momento del arranque de este cultivo.

## Evaluación de daños en las especies vegetales cultivadas

Para la determinación de resultados se clasificaron las plantas de lechuga en 6 categorías, atendiendo al nivel de presencia de nódulos en raíces (6 para las sanas y 1 para

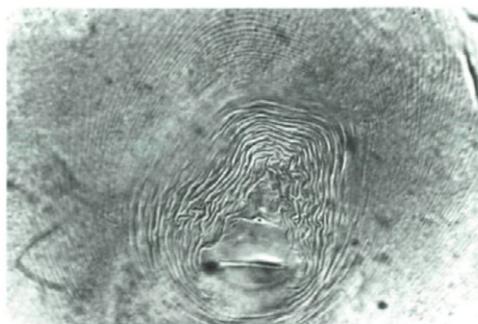


Fig. 2.—Patrón perineal de *Meloidogyne incognita*.

las más afectadas) (TAYLOR, 1971). Se valoraron 40 plantas por parcelas elemental.

En el cultivo del melón se determinó el rendimiento obtenido en Kg/ha. en cada una de las variables del experimento.

## Análisis estadístico

Los resultados de todas las valoraciones realizadas se analizaron mediante el test «t» de Student de Diferencias de Medias y el Test de Bartlett, sobre la Homogeneidad de la varianza.

## RESULTADOS

### Temperaturas

El resultado de los registros térmicos diarios obtenidos a 10 cm de profundidad se refleja en la Fig. 3. Los regímenes térmicos en suelos en el interior del invernadero tuvieron máximas diarias en torno a los 40 °C en suelos solarizados, mientras que en el suelo testigo estuvo en torno a los 30 °C, con lo que el incremento de temperatura logrado con la solarización alcanza unos valores medio de 9 °C. Con respecto a las temperaturas tomadas a 15 cm de profundidad, el resultado se indica en la Fig. 4: las máximas diarias estuvieron en torno a los 38 °C en

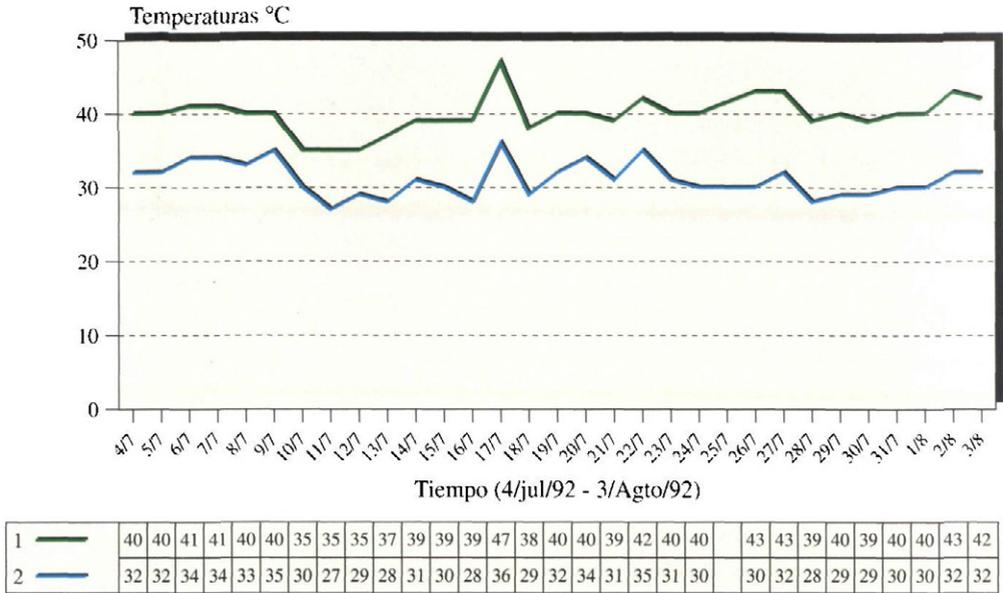


Fig. 3.-Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad.  
 T101: Cubierta de polietileno de 200 galgas durante 1 mes.  
 T102: Testigo sin cubierta de polietileno.

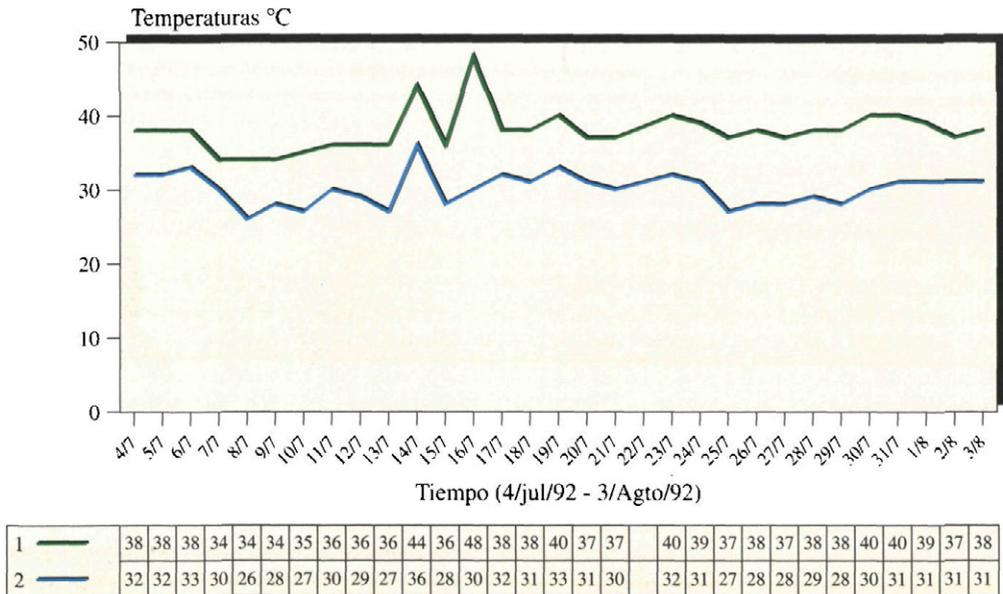


Fig. 4.-Temperatura del suelo a 15 cm de profundidad.  
 T151: Cubierta de polietileno de 200 galgas durante 1 mes.  
 T152: Testigo sin cubierta de polietileno.

suelos solarizados y sobre los 30 °C en el testigo, obteniéndose un incremento de temperatura de 8 °C.

Los valores de los registros térmicos obtenidos en el año 1992 en Extremadura son inferiores a los que normalmente se registran en aire en invernaderos (alrededor de 50 °C) en los meses de julio y agosto.

### Evolución de las poblaciones de nematodos

Los resultados de la primera determinación de poblaciones efectuada antes de realizar la solarización (Fig. 5) indican que las poblaciones del parásito en todas las parcelas elementales, a excepción de la correspondiente a la de doble cubierta del bloque I, alcanzan valores por encima de 100 larvas/100 cc de tierra, lo que se considera como un índice de población potencial

capaz de producir daños severos a los cultivos hortícolas.

La primera determinación de poblaciones realizada al finalizar la solarización, inmediatamente después de levantar los plásticos (Fig. 6), refleja que las poblaciones del parásito han descendido bruscamente, llegando incluso a desaparecer en casi todas las parcelas sometidas a tratamiento (solamente donde se tuvo la cubierta de polietileno durante el período de 1 mes se obtuvieron poblaciones de 2 larvas/100 cc de tierra). Estadísticamente no hay diferencias significativas entre las distintas variables, pero sí se obtienen diferencias altamente significativas entre estas y el testigo no solarizado (Cuadro 1).

La segunda determinación de población realizada en marzo, 8 meses después de levantar los plásticos (Fig. 7), indica que aún no se ha producido la recuperación del parásito, manteniéndose la población en niveles potenciales en los que no se deben de notar los daños.

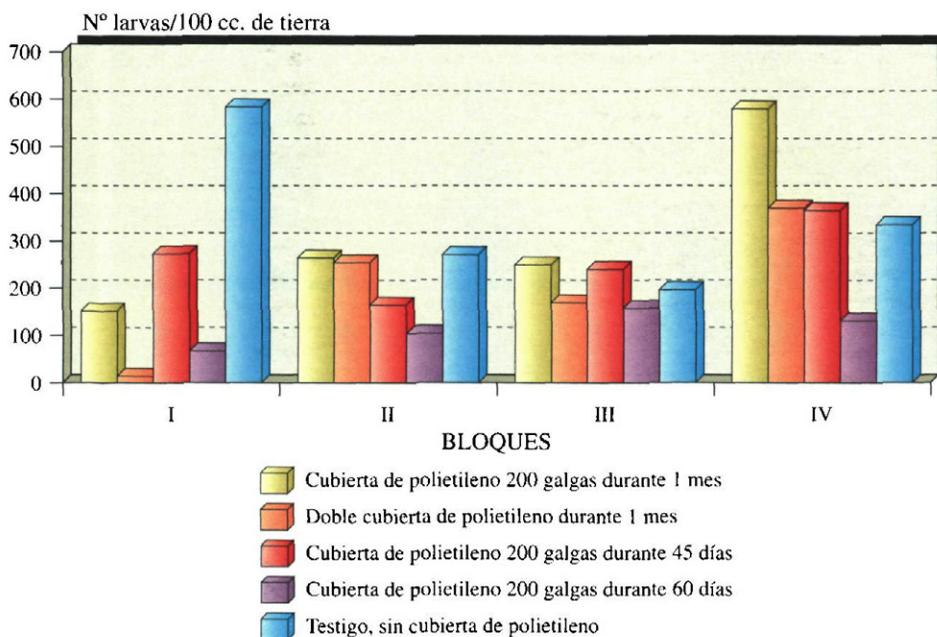


Fig. 5.-Poblaciones de *Meloidogyne incognita* antes de solarizar. Nótese que estas densidades son en potencia suficientemente elevadas para producir daños económicos en cultivos susceptibles.

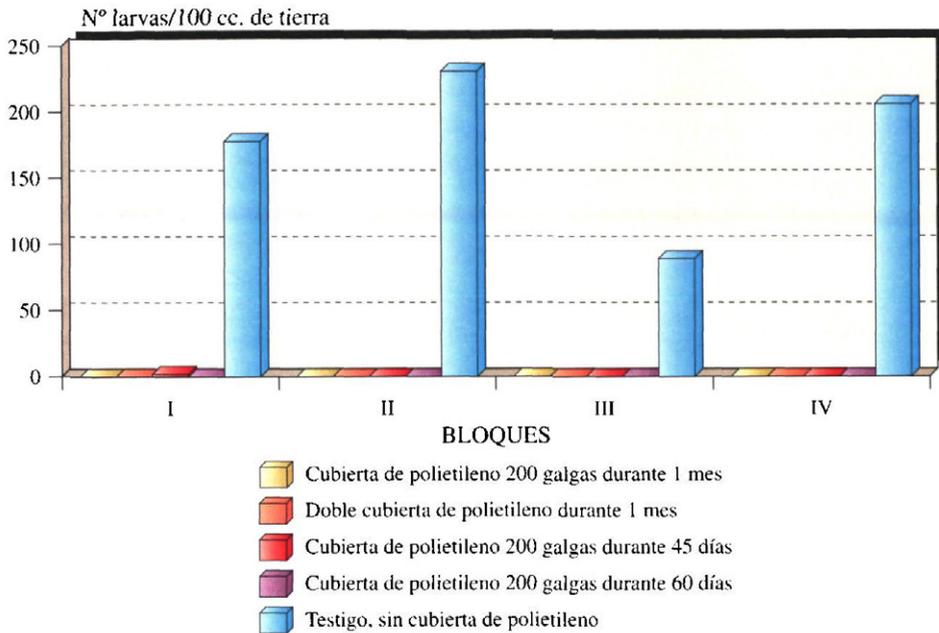


Fig. 6.—Supervivencia de poblaciones de *Meloidogyne incognita* inmediatamente después de solarizar (septiembre de 1992). Obsérvese la diferencia de densidad de larvas entre las parcelas solarizadas y el testigo.

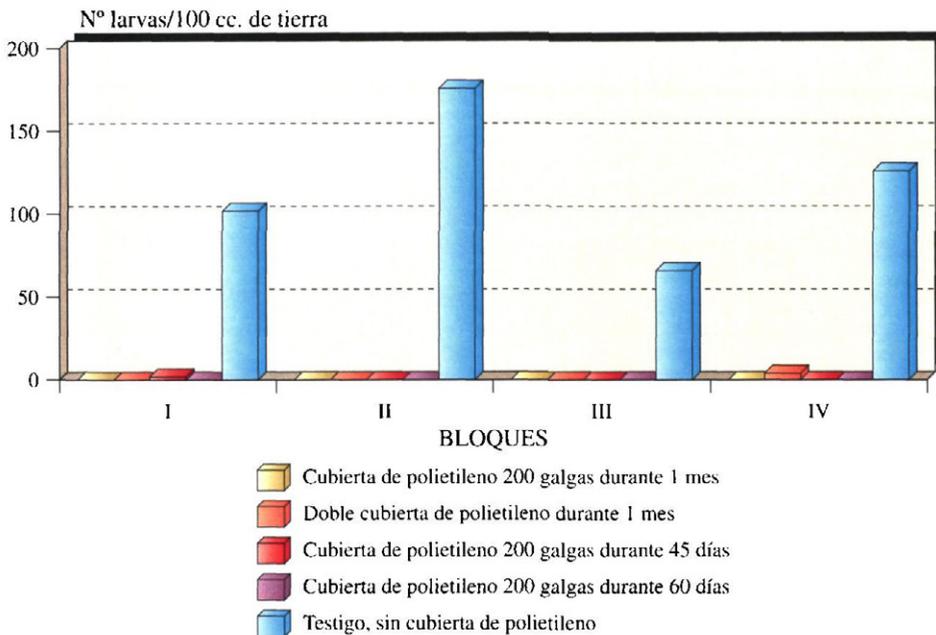


Fig. 7.—Poblaciones de *Meloidogyne incognita* posteriores al período invernal (marzo de 1993). Obsérvese que a los siete meses de realizada la solarización las poblaciones aún se mantienen por debajo del umbral económico de daños.

**Cuadro 1.-Eficacia de la solarización en el control de *Meloidogyne incognita*: Septiembre 1992**

Variables	Medias larvas/100 cc tierra
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 1 mes	0 a*
Doble cubierta polietileno 200 galgas durante 1 mes	0 a
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 45 días	0,5 a
Cubierta polietileno 200 galgas durante 60 días	0 a
Testigo, sin cubierta de polietileno	176 b

\* Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en sus letras (a y b) para  $p < 0,01$ .  
 CV = 79,64%; MDS (0,01) = 30,36.

Por último se ha realizado una tercera determinación de población, inmediatamente

después del cultivo de melón, (Fig. 8), con unos resultados parecidos a los anteriores, pero que indican que las poblaciones, todavía sin llegar a niveles preocupantes, se van recuperando en las parcelas solarizadas.

En los Cuadros 2 y 3 se reflejan el resultado estadístico de los datos, no habiendo diferencias significativas entre las distintas variables, pero sí se obtienen diferencias altamente significativas entre éstas y el testigo no solarizado.

**Primer cultivo implantado después de la solarización**

En todas las variables solarizadas se detectaron niveles muy bajos de raíces afectadas por el nematodo (presencia de nódulos). Cuando la duración del tratamiento fue de 60 días no se observó ninguna planta atacada. Con un período de solarización menor,

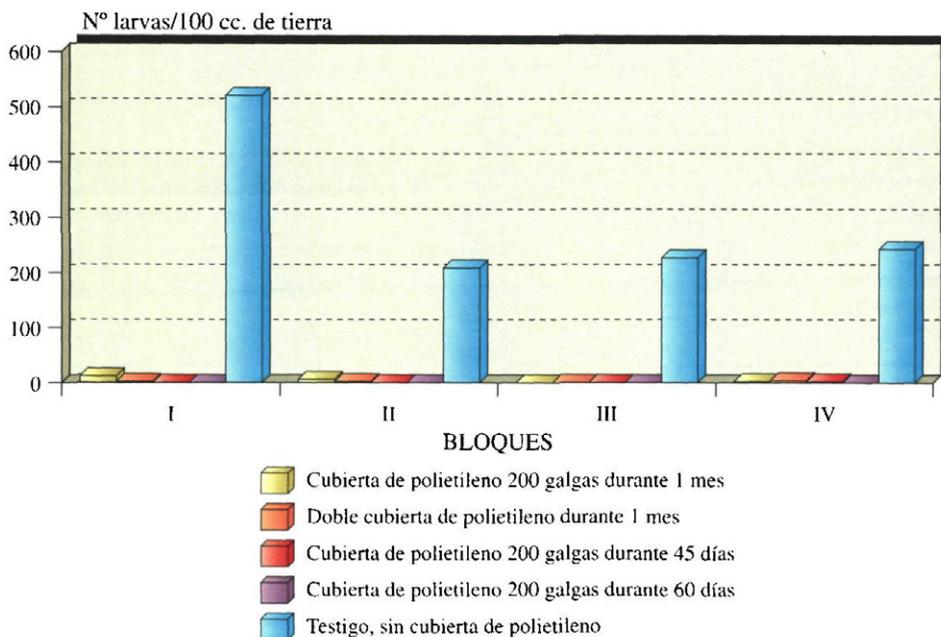


Fig. 8.-Poblaciones de *Meloidogyne incognita* doce meses después de solarizar una vez finalizado el cultivo del melón (agosto de 1993).

**Cuadro 2.—Eficacia de la solarización en el control de *Meloidogyne incognita*: Marzo 1993**

Variables	Medias larvas/100 cc tierra
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 1 mes	0 a*
Doble cubierta polietileno 200 galgas durante 1 mes	1 a
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 45 días	0,5 a
Cubierta polietileno 200 galgas durante 60 días	0 a
Testigo, sin cubierta de polietileno	117,5 b

\* Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en sus letras (a y b) para  $p < 0,01$ .  
CV = 21,7%; MDS (0,01) = 44,63.

**Cuadro 3.—Eficacia de la solarización en el control de *Meloidogyne incognita*: Agosto 1993**

Variables	Medias larvas/100 cc tierra
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 1 mes	5 a*
Doble cubierta polietileno 200 galgas durante 1 mes	2 a
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 45 días	0,5 a
Cubierta polietileno 200 galgas durante 60 días	3 a
Testigo, sin cubierta de polietileno	249 b

\* Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en sus letras (a y b) para  $p < 0,01$ .  
CV = 41,60%; MDS (0,01) = 46,46.

45 días, se obtuvieron 2 plantas atacadas con el 1% de sus raíces afectadas; por último, cuando este tiempo se redujo a 30 días se encontró una planta infectada con sus raíces atacadas entre 1-10%. Al utilizar doble cubierta de polietileno sólo se observó una

planta nodulada, en este caso con el 1% de sus raíces afectadas.

Por lo contrario, en el testigo no se obtuvo ninguna planta que no estuviera infectada, situándose el porcentaje de las raíces noduladas en sus valores máximos (> 50% y 50-25%, Fig. 9). No se detectan diferencias significativas entre las variables solarizadas, pero si altamente significativas entre estas y el testigo no solarizado (Cuadro 4).

Ya en los primeros estadios vegetativos se apreciaba un mejor desarrollo en las lechugas de las parcelas solarizadas con respecto a las testigos (Fig. 10). Al final del ciclo las lechugas solarizadas consiguieron un adelanto de producción de 20-25 días además de un mayor peso, consiguiéndose una mayor calidad en el producto y por consiguiente un beneficio económico.

### Segundo cultivo implantado después de la solarización

Con posterioridad al cultivo de lechuga se implantó el cultivo de melón a los 8 meses de haberse realizado la solarización. Se pro-

**Cuadro 4.—Eficacia de la solarización en el control de *Meloidogyne incognita* en cultivo de lechuga**

Variables	Medias calidad de plantas
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 1 mes	59,50 a*
Doble cubierta polietileno 200 galgas durante 1 mes	59,75 a
Cubierta de polietileno 200 galgas durante 45 días	59,50 a
Cubierta polietileno 200 galgas durante 60 días	59,75 a
Testigo, sin cubierta de polietileno	20,25 b

\* Son significativamente diferentes los tratamientos que difieren en sus letras (a y b) para  $p < 0,01$ .  
CV = 2,6%; MDS (0,01) = 2,905

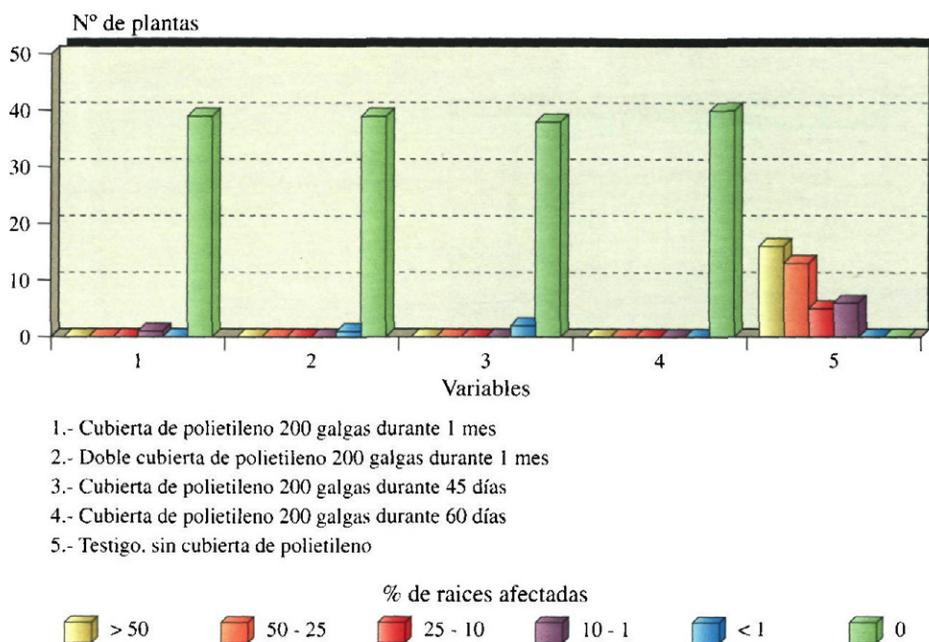


Fig. 9.-Valoración del cultivo de lechuga. En el eje de abscisas se representan para cada variable los grupos en que se clasifican las plantas dependiendo del % de raíces atacadas. El n.º de plantas incluidas en cada uno de estos grupos se refleja en el eje de coordenadas. Se observa la nula o escasísima presencia del parásito en las distintas variables solarizadas frente al elevado número de raíces afectadas en el testigo.

dujeron unas diferencias altamente significativas entre las parcelas solarizadas y los testigos (Fig. 11), pues se han obtenido *60.000 Kg/ha de producción media en las variables solarizadas* (no obteniéndose diferencias significativas entre ellas) y *0 Kg/ha en los testigos*, ya que nuevamente este año tampoco el cultivo pudo llegar al final de su ciclo vegetativo por el fuerte ataque del parásito (Fig. 12, 13 y 14).

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

\* Los resultados del experimento determinan que la utilización de la energía solar es una medida de control eficaz y no contaminante contra el nematodo formador de nódulos en raíces (*Meloidogyne incognita*). Estos resultados están en la línea de los obtenidos por otros investigadores.

\* Los buenos resultados obtenidos no difieren de unas variables a otras, siendo todos significativamente mejores que el testigo.

\* La eficacia obtenida es equiparable con la usualmente conseguida por tratamientos químicos, pero con mayor persistencia y con la ventaja de suprimir la presencia de residuos tóxicos en el terreno.

\* La necesidad de altas temperaturas para obtener un buen resultado limita esta técnica al período de los meses de mayor temperatura (julio-septiembre). Así mismo el tiempo de exposición, que según los resultados obtenidos se fijan en un mes, es un inconveniente para su utilización.

\* Aun con los magníficos resultados obtenidos, la solarización del suelo no puede considerarse como un tratamiento de desinfección completa, sino que debe contemplarse como un procedimiento para reducir las poblaciones de nematodos parásitos,



Solarización

---

Testigo

Fig. 10.-Cultivo de lechuga. Obsérvese que aún en los primeros estadios vegetativos denotan las diferencias en el desarrollo del cultivo.

Fig. 11.-Diferencias entre el testigo y las parcelas solarizadas en el cultivo de melón (variedad Galia).



Solarización

---

Testigo



Fig. 12.-Al principio parcela testigo, ya los nematodos habían arrasado el cultivo. Al fondo parcela solarizada donde se aprecia el control efectuado sobre malas hierbas.



Fig. 13.-Nódulos producidos por *Meloidogyne incognita* en melón. Parcela testigo.



Fig. 14.-Melón producido en parcela solarizada. En la parcela testigo el cultivo no pudo desarrollarse debido al fuerte ataque del parásito.

siendo aconsejable combinar con otras medidas como las culturales, biológicas y químicas.

## AGRADECIMIENTOS

A María Jesús Macarro por su eficaz trabajo como analista de laboratorio y con-

sistente colaboración que ha sido decisiva para el desarrollo de parte de los trabajos que se presentan. A los Agentes del Servicio de Extensión Agraria de Montijo, Rafael Alberto y Vicente González por su colaboración y conocimiento de la comarca. Al empresario agrario Fernando Hernández por haber puesto a nuestra disposición toda su infraestructura.

## ABSTRACT

MEJÍAS, A.; CHACÓN, A.; ESPÁRRAGO, G. y DEL MORAL, J., 1995: Control of the root-knot nematode [(*Meloidogyne incognita* Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949] with the utilization of solar energy (solarization). *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**(1): 43-57.

The root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) produces, to be polyphagous, heavy losses in Extremadure's crops glasshouses (Spain). This article studies the effect of the solarization for his control in Badajoz (Spain). Has been used transparent sheet of polyethylene with 0.05 mm of width and one or two sheet and several periods of treatment. The result confirm the efficiency of this technique to control the root-knot nematode.

**Key words:** *Meloidogyne incognita*, glasshouse, lettuce, melon, nematodes, solarization.

## REFERENCIAS

- ASHWORTH, L. J., Jr., 1979: Polyethylene tarping of soil in a pistachio nut grove for control of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, **69**: 913 (abstr.).
- ASHWORTH, L. J., Jr., 1981: Use of polyethylene tarps for control of *Verticillium* in a pistachio nut grove. *Phytopathology*, **71**: 200 (abstr.).
- ASHWORTH, L. J., Jr. y GAONA, S. A., 1982: Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* wilt in established pistachio nut groves. *Phytopathology*, **72**: 243-246.
- BASILE, M., 1993: Plastiche polietileniche nel riscaldamento del terreno con energia solare in Italia meridionale. *Informatore Fitopatológico*, **2**: 52-54.
- CEBOLLA, V.; DEL BUSTO, A.; BARREDA, D. G. y MARTÍNEZ, P. F., 1989: Study on combined soil solarization plus fumigants to control some soil-borne fungi and weeds. *International Symposium on new application of solar energy in Agriculture*. Siracusa (Italy) p. 40.
- CENIS, J. L.; MARTÍNEZ, R. F.; GONZÁLEZ BENAVENTE, A. y ARAGÓN, R., 1984: Ensayo de control de *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani* mediante desinfección solar en el campo de Cartagena. *Actas III congreso Nacional de Fitopatología*, p. 107.
- CENIS, J. L., 1985: Control del nematodo *Meloidogyne javanica* mediante calor solar (Solarización). *An. INIA. Ser. Agric.*, n.º **28** (Extra): 121-130.
- FRAPOLLI, E.; GARIJO, C. y GARCÍA, E., 1993: La desinfección del suelo por energía solar (solarización). *Phytoma España*, **49**: 40-48.
- GARCÍA, M.; CAMPOR, T.; RIPOLL, F. y ESTEVE, J., 1982: Ensayo sobre desinfección de suelo para combatir *Fusarium oxysporum* en sandía. *Servicio de Extensión Agraria*.
- GARCÍA, M., 1983: Desinfección del suelo mediante el calor solar. *Agrícola Vergel*, n.ºs **16** y **17**. *Información SEA* n.º 1355.
- GONZÁLEZ, R.; LÓPEZ, E.; LÓPEZ, M. C.; GÓMEZ, J. y ZARAGOZA, C., 1993: La solarización: Posibilidades como tratamiento fitosanitario e incrementador del crecimiento en viveros y plantaciones frutales. *Hortofruticultura*, n.º **5**: 67-71.
- GONZÁLEZ, T.; JIMÉNEZ, R. M.; GÓMEZ, J. y NOGALES, A. M., 1987: Use of soil solarization in plasticouses to control *Fusarium* wilt of watermelon. *Proc. 7th congress of the Mediterranean Phytopathological Union* (Granada, Spain), pp. 58-59.
- GREENBERGER, A.; YOGEN, A. y KATAN, J., 1987: Induced suppressiveness in solarized soils. *Phytopathology*, **77** (12): 1663-1667.
- GRINSTEIN, A.; KATAN, J.; ABOUL RAZIK, A.; AIDAN, O. y ELAD, Y., 1979: Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of the soil. *Plant. Dis. Repr.*, **63**: 1056-1059.

- JACOBSON, R.; GREENBERGER, A.; KATAN, J.; LEVI, M. y ALON, H., 1980: Control of Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of the by polyethylene mulching. *Weed Sci.*, **28**: 312-316.
- KATAN, J.; GREENBER, A.; ALON, H. y GRINSTEIN, A., 1976: Solar Heating by polyethylene mulching for the Control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, **66**: 683-688.
- NOMBELA, J. y BELLO, A., 1983: Modificaciones al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Bol. Ser. Plagas*, **9**: 183-189.
- MARTI, M.; GOMAR, E.; SORRIBAS, R. y CASADEVALL, M., 1993: La solarización: Eficacia contra Sclerotinia minor en lechuga. *Phytoma España*, n.º **49**, pp. 49-52.
- STAPLETON, J. J. y DE VAY, J. E., 1985: Soil solarization: as a post-plant treatment to increase growth of nursery trees. *Phytopathology*, **75**: 1175 (abstr.).
- TAYLOR, A. L., 1971: Introduction to research on plant nematology, an FAO guide to the study and control of plant-parasitic nematodes. FAO, Un. Rome. Pl: cp/5-rev.1.
- TAYLOR, D. P. y NETSCHER, C., 1974: An improved technique for preporing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica*, **20**: 268-269.
- TJAMOS, E. C.; PAPLOMATAS, E. J. y BIRIS, D. A., 1986: Recovery of *Verticillium* wilted olive trees after individual application of soil solarization. *4th Int. Verticillium Symp.* Guelph (Canadá).

(Aceptado para su publicación: 8 marzo 1994)