

## EFECTO DE LA SOLARIZACIÓN Y DE *CALOTROPIS PROCERA* EN EL CONTROL DE *MELOIDOGYNE INCOGNITA* EN MELÓN EN EL ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Z. Lugo<sup>1</sup>, R. Crozzoli<sup>2</sup>, N. Greco<sup>3</sup>, A. Cortez<sup>1</sup> y A. Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Apdo. 4101, Coro, Venezuela. E-mail: zlugo@inia.gob.ve

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Zoología Agrícola,  
Postgrado de Zoología Agrícola, Apdo. 4579, Maracay, Venezuela

<sup>3</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Protezione delle Piante, Sezione di Bari,  
Via G. Amendola 122D, 70126 Bari, Italia

**Resumen.** Con el fin de evaluar el efecto de la solarización, de *Calotropis procera* incorporado al suelo y de la combinación de ambos, sobre el control de *Meloidogyne incognita* en melón, se estableció un ensayo en el municipio Miranda del estado Falcón. Los tratamientos fueron: solarización (15, 30 y 60 días antes de la siembra); incorporación de *C. procera* (5000 y 10000 kg/ha 15 días antes de la siembra); solarización + *C. procera* (5000 y 10000 kg/ha, 15, 30 y 60 días antes de la siembra); carbofuran (2 kg i.a/ha, 30 días antes de la siembra); testigo. Se determinaron las poblaciones de *M. incognita* mediante cuatro muestreos de suelo: el primero antes de aplicar los tratamientos; el segundo al momento de la siembra; el tercero, 30 días después de la siembra y el cuarto a la cosecha, momento en el cual también se estimó el índice de agallamiento y se midió el rendimiento. En los tratamientos solarización + *C. procera* (5000 y 10000 kg/ha) se alcanzó la temperatura más elevada del suelo a 7,5 cm (41,3 °C) y la mayor reducción de las poblaciones pre siembra de *M. incognita*. La solarización durante 30 y 60 días con incorporación de 5000 kg/ha de *C. procera* redujo significativamente ( $P < 0,05$ ) el índice de agallamiento en las raíces e incrementó el rendimiento de melón.

**Palabras claves:** *Cucumis melo*, manejo, nematodo agallador.

**Summary.** Effect of solarisation and *Calotropis procera* on the control of *Meloidogyne incognita* in melon in Falcon state, Venezuela. A field trial was undertaken to assess the efficacy of soil solarisation and soil amendment with *Calotropis procera* for the control of *Meloidogyne incognita* in melon. The treatments were soil solarisation for 15, 30 and 60 days before sowing and incorporation into the soil of 5,000 or 10,000 kg/ha of leaves of *C. procera* 15, 30 and 60 days before sowing, singly or in combination, in comparison with an untreated control and 2 kg a.i/ha of carbofuran applied 30 days before sowing. The highest soil temperature at 7.5 cm depth (41.3 °C) and the greatest decline of the nematode soil populations were achieved by combining soil solarisation with soil amendment with *C. procera*. The combination of soil solarisation for 30 and 60 days with incorporation into the soil of 5,000 kg/ha of *C. procera* resulted in the greatest reduction (significant at  $P < 0.05$ ) of the root gall index and yield increase of melon.

**Keywords:** *Cucumis melo*, management, root-knot nematodes.

El estado Falcón se encuentra dentro de las zonas agroecológicas de Venezuela que presentan climas excelentes para la producción de melón (*Cucumis melo* L.) destacando los municipios Falcón, Miranda, Buchivacoa y Federación como los de mayor producción. Actualmente, los rendimientos del cultivo no son los deseables, debido principalmente al ataque de plagas y enfermedades y, dentro de estas últimas, los nematodos juegan un importante papel, sobre todo especies del género *Meloidogyne* (Naveda *et al.*, 1999; Lugo *et al.*, 2007).

Estos nematodos son responsables de pérdidas de producción, lo cual repercute tanto en calidad como cantidad de los productos agrícolas en muchas zonas productoras de Venezuela y prácticamente en todos los cultivos (Crozzoli, 2002). Las especies más importantes son *Meloidogyne incognita* (Kofoid *et White*) Chitw. y *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitw.; en cucurbitáceas, son capaces de reducir el rendimiento en hasta 50% (Aguirre, 2000).

En la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas y de menor costo para el control de nematodos, se han estudiado muchas opciones, siendo el uso de plantas con efecto nematicida o nematostático (Gommers, 1981; González *et al.*, 2001) y la solarización (Katan *et al.*, 1976; Greco *et al.*, 1985; Chauchan *et al.*, 1988; Lamberti y Greco, 2000; Basile *et al.*, 2002) muy efectivas, incluso la combinación de ambos métodos puede incrementar la efectividad de control (Ghini *et al.*, 2003; Baptista *et al.*, 2006).

En Venezuela es bastante limitada la disponibilidad de alternativas de control de nematodos, no existen trabajos previos relacionados con la solarización en cultivos y el uso de nematicidas químicos es el método más utilizado. En lo que respecta a control de nematodos, en el estado Falcón la información es nula, ya que no se ha realizado investigación de este tipo y los productores aplican los agroquímicos de manera indiscriminada. Por lo antes expuesto, se realizó este ensayo con el fin de de-

terminar el efecto de la solarización del suelo, la incorporación al suelo de *Calotropis procera* Ait. (Fig. 1A), cuya efectividad como nematocida ha sido comprobada (González *et al.*, 2001; Reina *et al.*, 2002; Sánchez *et al.*, 2006) y la combinación de ambos en el control de *M. incognita* en melón.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante el periodo mayo 2006 – octubre 2006 en una parcela infestada con *M. incognita*, ubicada en el municipio Miranda, estado Falcón (11° 18' 30,5" LN, 69° 58' 51,6" LO) a 48 m.s.n.m. La finca se encuentra, según Martínez y Zamora (1985), dentro de la zona de vida Monte Espinoso Tropical que presenta de 3 a 6 meses húmedos, con una precipitación promedio anual de 521 mm, oscilando entre 266 y 875 mm/año; una temperatura máxima y mínima promedio anual de 33 y 25,1 °C, respectivamente y una humedad relativa promedio anual de 71,3%. El suelo es de textura franca, con moderada fertilidad, medio en salinidad y pH de 8,3.

Se estudió el efecto sobre al nematodo de tres periodos de solarización (15, 30 y 60 días antes de la siembra)

y dos dosis (5000 y 10000 kg/ha) de abono verde de *C. procera* 15, 30 o 60 días antes de la siembra. Cada uno de estos tratamientos se aplicó separadamente o en combinación y el efecto nematocida se comparó con la aplicación de 2 kg i.a./ha de carbofuran y de un testigo absoluto sin ningún tratamiento.

Al terreno utilizado para el ensayo (1000 m<sup>2</sup>), se les efectuaron dos pases de rastra y luego se instaló un sistema de riego por goteo. Se establecieron 52 parcelas experimentales con dimensiones de 3 m × 5,5 m de largo (16,5 m<sup>2</sup>), separadas por 1 m para la vialidad de servicio, trece tratamientos (Tabla I), distribuidos en bloques completamente al azar y repetidos cuatro veces.

Para los tratamientos de solarización se utilizaron láminas de polietileno transparente (PE) de 30 µm de espesor como cobertura. Esta película de polietileno es de baja densidad y contiene aditivos EVA (etileno-acetato de vinilo) y anti UV (ultra violeta) (Cassanello y Núñez, 1999). Una vez cubiertas las parcelas con el polietileno, se enterraron y compactaron los bordes (Figs 1A y B). Luego, se aplicó el riego por goteo al terreno para humedecer el suelo hasta capacidad de campo y no se disturbó hasta alcanzar las semanas de tratamiento establecidas (Katan *et al.*, 1976; Katan, 1980; Chauchan *et al.*, 1988).

**Tabla I.** Poblaciones promedio de juveniles de segundo estadio de *Meloidogyne incognita*/100 cm<sup>3</sup> suelo, observadas antes de establecer los tratamientos (*Pi*), población pre-siembra (*Pps*), población a los 30 días de sembrado el melón (*Pint*) y al finalizar el ciclo del cultivo (*PF*), Índice de Agallamiento (IA) y rendimiento del cultivo de melón (kg/16,5 m<sup>2</sup>) en el estado Falcón.

Tratamiento	<i>Pi</i>	<i>Pps</i>	<i>Pint</i>	<i>PF</i>	IA (1-5)	Rendimiento
Testigo absoluto	10,0 a <sup>(1)</sup>	4,0 b	21,3 ab	3,8 a	3,4 ef	
Solarización durante 15 días a.s. <sup>(2)</sup>	0,5 c	5,0 b	36,3 a	3,0 bc	4,8 def	
Solarización durante 30 días a. s.	1,8 c	3,5 b	5,5 b	2,5 cd	6,1 cde	
Solarización durante 60 días a. s.	0,0 c	1,5 c	13,3 b	3,0 bc	7,7 bcd	
Incorporación 5000 kg/ha <i>C. procera</i> 15 días a. s.	6,5 ab	4,0 b	13,0 b	3,0 bc	1,4 f	
Incorporación 10000 kg/ha <i>C. procera</i> 15 días a. s.	8,0 ab	2,0 c	7,8 b	3,3 ab	1,0 f	
Solarización durante 15 días a. s. + 5000 kg/ha <i>C. procera</i> .	23,7	3,8 bc	4,0 b	13,5 b	3,3 ab	6,7 bcde
Solarización durante 30 días a. s. + 5000 kg/ha <i>C. procera</i>	0,5 c	4,0 b	16,3 b	2,3 d	10,1 bc	
Solarización durante 60 días a. s. + 5000 kg/ha <i>C. procera</i>	0,5 c	8,3 a	14,0 b	2,3 d	14,6 a	
Solarización durante 15 días a. s. + 10000 kg/ha <i>C. procera</i>	1,5 c	4,5 b	14,0 b	2,8 bcd	4,6 def	
Solarización durante 30 días a. s. + 10000 kg/ha <i>C. procera</i>	0,5 c	3,0 bc	16,0 b	2,8 bcd	9,5 bc	
Solarización durante 60 días a. s. + 10000 kg/ha <i>C. procera</i>	0,0 c	4,5 b	10,8 b	2,8 bcd	10,5 b	
Carbofuran (Furadan 10 G) 20 kg/ha aplicados 30 días a. s.	10,3 a	8,3 a	10,8 b	3,0 bc	1,9 f	

<sup>(1)</sup>Los valores señalados con la misma letra minúscula en cada columna no presentan diferencias significativas entre si, según la prueba de Rango Múltiple de Duncan (P<0,05).

<sup>(2)</sup>a.s.= antes de la siembra.

Para la incorporación del algodón de seda como abono verde, las hojas fueron trituradas en una trituradora de pasto (Fig. 1B) y luego incorporadas y mezcladas con el suelo en cada unidad experimental hasta una profundidad de 25 cm, según la dosis establecida (González *et al.*, 2001). Luego de la incorporación del algodón de seda al suelo, éste se humedeció a capacidad de campo. En las parcelas tratadas con *C. procera* como abono verde combinado con solarización, primero se incorporaron las hojas desmenuzadas de *C. procera* al suelo, se mezclaron con el mismo, luego se cubrieron con polietileno transparente y finalmente se humedecieron hasta capacidad de campo (Figs 1C y D). El carbofuran se aplicó sobre el hilo de siembra en una banda de aproximadamente 30 cm.

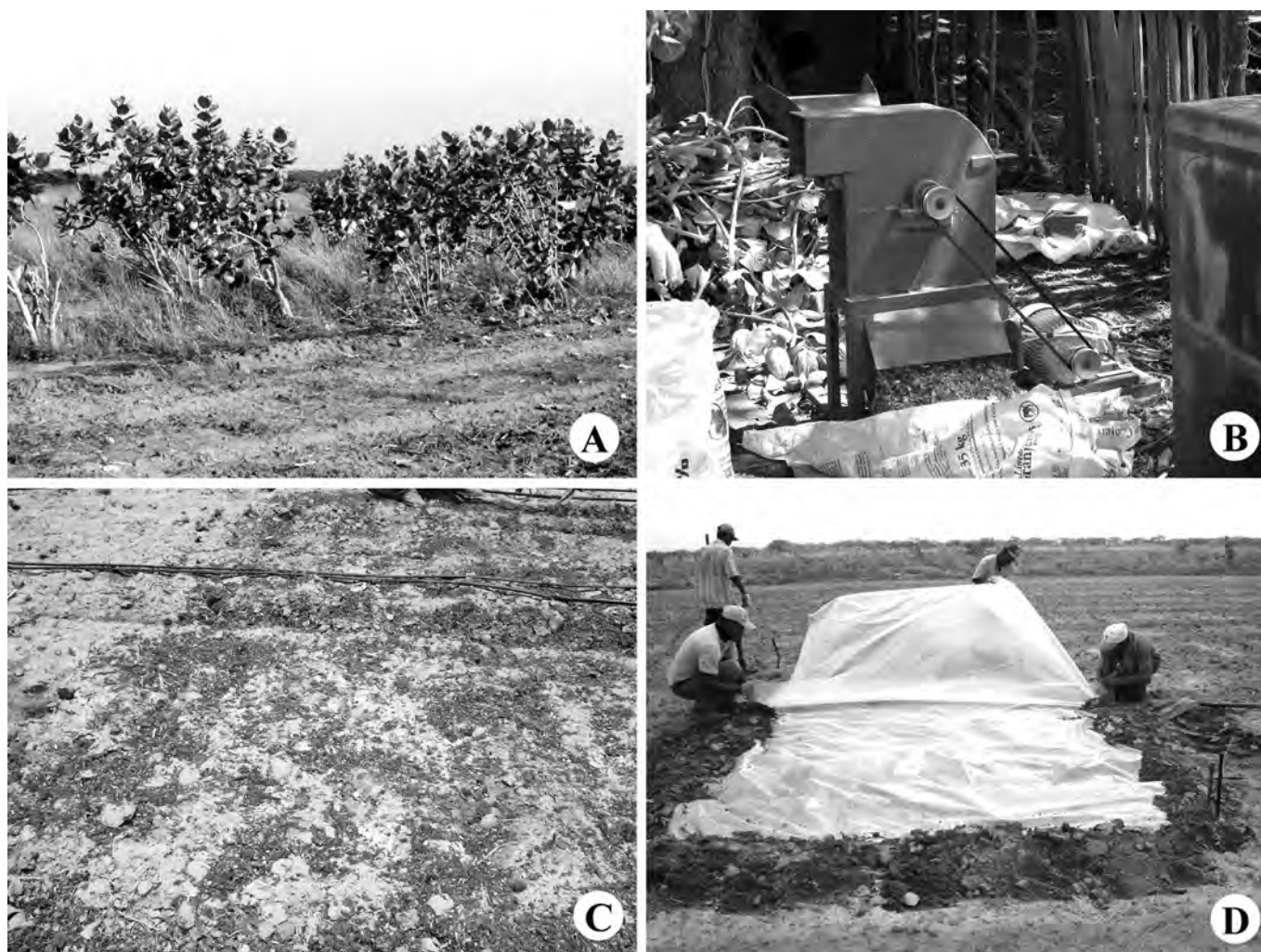
Se registraron temperaturas de suelo a 7,5 cm de profundidad con sensores analógicos TST. Los sensores fueron conectados a un equipo automático programable (Modelo DL2 Data Logger, marca AT-Delta T Devices) y colocados en cada una de las parcelas de los tratamientos anteriormente descritos.

Al finalizar el periodo de tratamiento, en cada unidad

experimental, se removió la capa de polietileno (los que la poseían) y se dejaron transcurrir 6 días para la aireación del suelo y el arreglo de las parcelas. Luego, se sembraron semillas de melón híbrido "Ovation", espaciados a 0,3 m × 2 m (27 plantas por parcela). La fertilización se realizó por ferti-irrigación de acuerdo a los requerimientos, aplicando los fertilizantes hidrosolubles Solub 13-40-13 y Solub 15-5-30.

Para determinar las poblaciones del nematodo durante el ensayo se realizaron cuatro muestreos en cada repetición de cada tratamiento: *i*) antes del tratamiento, *ii*) antes de la siembra del melón, *iii*) a los 35 días de sembrado el cultivo y *iv*) al momento de la cosecha. Las muestras fueron tomadas a una profundidad de entre 5 y 25 cm; cada muestra compuesta se obtuvo de la mezcla de seis submuestras tomadas al azar en cada parcela. Los nematodos fueron extraídos del suelo utilizando el levigador de Oostenbrink (S' Jacob y van Bezooijen, 1971) y se contaron los juveniles de segundo estadio presentes en 100 cm<sup>3</sup> de suelo en cada unidad experimental.

Setenta y cinco días más tarde, al culminar el ciclo del cultivo, se midió el rendimiento, cosechando la tota-



**Fig. 1.** A) Plantas de *Calotropis procera* en campo. B) Plantas de *C. procera* desmenuzadas en la trituradora de pastos. C) *C. procera* antes de ser incorporado al suelo. D) Láminas de polietileno colocadas sobre el terreno y compactadas en los bordes.

lidad de los frutos comerciales y se tomaron muestras de suelo y de raíces. Se examinó el sistema radical de tres plantas de melón por cada unidad experimental y se estimó el índice de agallamiento con una escala de 0 a 5, donde 0 = ausencia de agallas, 1 = 1-2 agallas, 2 = 3-10 agallas, 3 = 11-30 agallas, 4 = 31-100 agallas y 5 = >100 agallas (Taylor y Sasser, 1978).

Los datos fueron procesados estadísticamente por análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS<sup>R</sup>, Institute Inc., Versión 8 y las medias fueron comparadas usando la prueba de rango múltiple de Duncan. Se realizó análisis de regresión empleando modelos lineal y no lineal según ajuste de datos, empleando el programa JMP versión 4.

## RESULTADOS

La mayoría de los tratamientos lograron reducir las poblaciones de *M. incognita* y esto se reflejó en un incremento del rendimiento. La información de temperatura del suelo está basada en cinco semanas de registro, desde el 20/06/2006 al 25/07/2006. No fue posible registrar la temperatura durante todo el tiempo que duraron los tratamientos debido a un defecto de calibración del equipo.

La temperatura ambiente promedio más elevada (36,8 °C) fue alcanzada a las 14 h del día. La temperatura promedio del suelo a 7,5 cm de profundidad más elevada (41,3 °C) fue alcanzada a las 14 h del día en los tratamientos incorporación de *C. procerca* + solarización en todas las dosis y tiempo de duración, seguida por la temperatura (39,6 °C) alcanzada en los tratamientos de solarización sola. La menor temperatura (35,7 °C) fue alcanzada por el tratamiento testigo o suelo no solarizado (Fig. 2).

Los tratamientos solarización (todos los lapsos) + incorporación de *C. procerca* (ambas dosis), alcanzaron las temperaturas más elevadas durante el ensayo y muy similares entre sí; al igual que los tratamientos solarización (todos los lapsos) y los tratamientos incorporación de *C. procerca* (ambas dosis). Esto permitió graficar las temperaturas en cinco grandes grupos, quedando identificados como: solarización (todos los tratamientos sometidos a solarización), solarización + incorporación de *C. procerca* en ambas dosis (todos los tratamientos sometidos a solarización y adición de *C. procerca*), *C. procerca* (ambas dosis), testigo y temperatura ambiente (Fig. 2). Este criterio se tomó siguiendo la metodología reportada por Di Vito *et al.* (1998), Lamberti *et al.* (2000) y Di Vito *et al.* (2005).

Las poblaciones de nematodos y los resultados obtenidos en el ensayo de control se resumen en la Tabla I. No se evaluaron las poblaciones de huevos en el suelo en ningún caso al no disponer de equipos adecuados para su extracción. Las mayores reducciones de las poblaciones de *M. incognita*, para el momento de la siembra, se lograron en los tratamientos con solarización du-

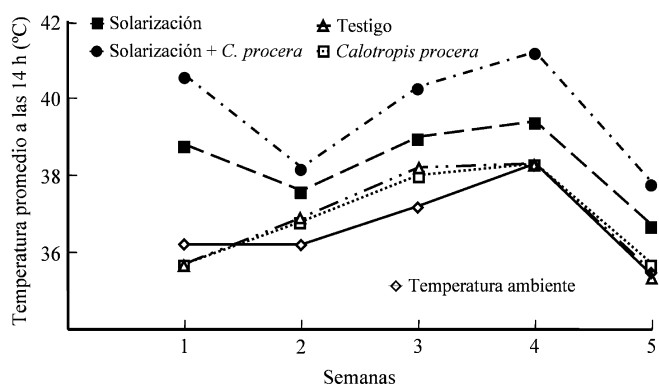


Fig. 2. Temperatura promedio del suelo registrada a las 14 h a 7,5 cm de profundidad para los tratamientos testigo absoluto, solarización, solarización + incorporación de *Calotropis procerca*, *C. procerca* y temperatura del ambiente en el sector El Limoncito, estado Falcón.

rante 60 días con o sin la aplicación de *C. procerca*. Los tratamientos solarización 60 días antes de la siembra, solarización 60 días antes de la siembra + incorporación de 10000 kg de *C. procerca* y solarización 60 días antes de la siembra + incorporación de 5000 kg de *C. procerca* redujeron las poblaciones de *M. incognita* de 100%, 100% y 97,9%, respectivamente.

Un efecto muy similar se observó en los tratamientos de solarización 30 días antes de la siembra con o sin la aplicación de *C. procerca*. Los tratamientos 30 días de solarización antes de la siembra, solarización con plástico 30 días antes de la siembra + incorporación de 5000 kg de *C. procerca* y solarización 30 días antes de la siembra + incorporación de 10000 kg de *C. procerca*, para el momento de la siembra, redujeron las poblaciones de *M. incognita* de 92,4%, 97,9% y 97,9%, respectivamente.

Los tratamientos solarización 15 días antes de la siembra, solarización 15 días antes de la siembra + incorporación de 5000 kg de *C. procerca* y solarización 15 días antes de la siembra + incorporación de 10000 kg de *C. procerca* redujeron las poblaciones de *M. incognita* de 78,9%, 83,9% y 93,7%, respectivamente.

La incorporación de 5000 y 10000 kg/ha de *C. procerca* 15 días antes de la siembra y sin solarización, mostraron menor capacidad de control de *M. incognita*, reduciendo las poblaciones de 72,6% y 66,2%, respectivamente.

En el tratamiento control absoluto también se redujeron las poblaciones de *M. incognita* al igual que el tratamiento con carbofuran; sin embargo, al momento de la siembra, en estas parcelas las poblaciones alcanzaron 10 y 10,3 juveniles/100 cm<sup>3</sup> de suelo, respectivamente.

Al relacionar la población inicial y la población pre siembra de *M. incognita*, se observa una notable reducción de las poblaciones de juveniles de segundo estadio en los distintos tratamientos, la cual osciló entre 56,4 y 100%. Los tratamientos que ejercieron el mayor control fueron solarización del suelo sola durante 60 días y sola-

rización del suelo durante 60 días + incorporación de 10000 kg/ha de *C. procera*.

Las poblaciones de *M. incognita* observadas en la fase intermedia del cultivo se incrementaron un poco en todos los tratamientos, con excepción del testigo absoluto y del tratamiento con carbofuran. Las poblaciones oscilaron entre 1,5 y 8,3 juveniles/100 cm<sup>3</sup> de suelo. En general, las poblaciones del nematodo en el suelo al final del ciclo de cultivo parecen bajas. Probablemente debido al método utilizado en la extracción de los nematodos el cual no extrae los huevos que se encuentran en gran cantidad al final del cultivo. Además, en raíces gruesas, como son las de melón, mucha masas de huevos se encuentran en el interior de las mismas (Greco, datos no publicados; Tzortzakakis, 2010). Por lo tanto, el criterio más adecuado para evaluar la eficacia de los tratamientos en nuestro ensayo es el índice de agallamiento de las raíces. Este fue afectado por los tratamientos, y osciló entre 2,3 para los tratamientos solarización durante 30 días + incorporación de 5000 kg *C. procera* y solarización durante 60 días + incorporación de 5000 kg *C. procera* y 3,8 para el tratamiento testigo. Este último fue estadísticamente superior a todos los tratamientos con excepción de la incorporación de *C. procera* (10000 kg/ha) y solarización + incorporación de *C. procera* (5000 kg/ha) 15 días antes de la siembra, que alcanzaron un índice de agallamiento de 3,3.

La incorporación de abono verde de *C. procera* no incrementó el rendimiento del melón. La solarización del suelo por 15 días antes de la siembra incrementó el rendimiento pero no de manera significativa, incluso cuando se acompañó con *C. procera* en ambas dosis. El incremento de rendimiento que se logró con la solarización durante 30 días antes de la siembra igualmente no fue significativo respecto al testigo, pero sí lo fue cuando se combinó con las dos dosis de *C. procera*. Incrementos significativos de rendimiento se lograron con la solarización por 60 días antes de la siembra sola y cuando

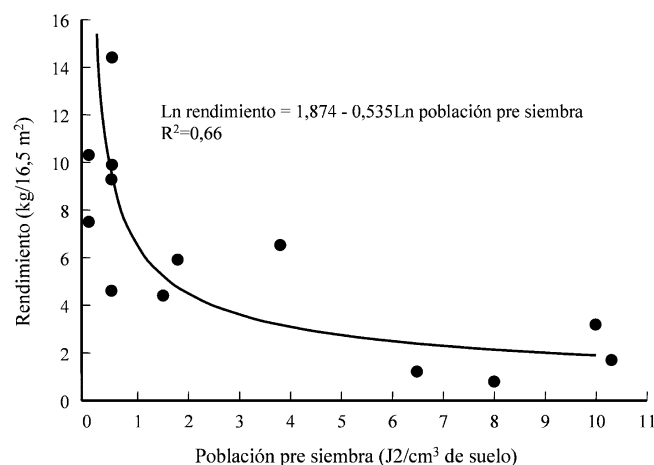


Fig. 3. Relación entre la población pre siembra de juveniles de segundo estadio (J2) de *Meloidogyne incognita* y el rendimiento de melón en el sector El Limoncito, estado Falcón.

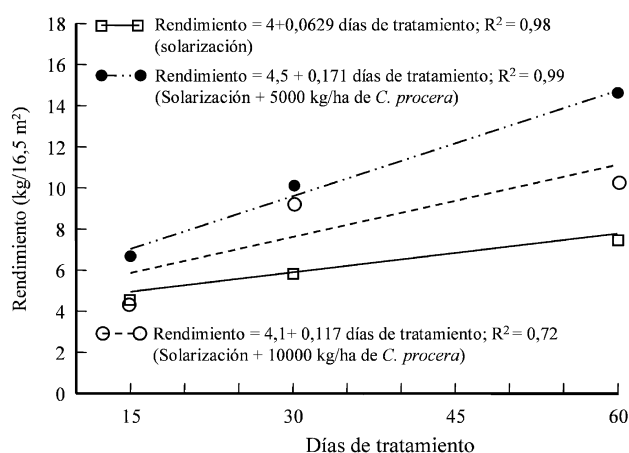


Fig. 4. Relación entre los días de tratamiento y el rendimiento de melón en el sector El Limoncito, estado Falcón.

do se agregó abono verde, especialmente con 5000 kg/ha, siendo el mayor y estadísticamente diferente en comparación con todos los otros tratamientos. Parece que hay una interacción entre solarización por 60 días y abono verde de *C. procera*, siendo el incremento de rendimiento mayor que la suma de los tratamientos aplicados separadamente. Esta interacción, sin embargo, no se observó en el índice de agallamiento de las raíces ni en el nivel poblacional del nematodo en el suelo. El carbofuran no incrementó el rendimiento.

Se pudo relacionar la *Pi* del nematodo con el rendimiento, quedando los resultados representados por la ecuación  $\text{Ln rendimiento} = 1,874 - 0,535 \text{Ln población pre siembra}$  ( $R^2=0,66$ ), donde se observa que a medida que aumenta la población pre siembra disminuye significativamente el rendimiento (Fig. 3).

Se comprobó que existe una correlación positiva y estadísticamente significativa entre el rendimiento y días de solarización del suelo combinado con 5000 kg de *C. procera*, rendimiento y días de solarización del suelo combinado con 10000 kg de *C. procera* y rendimiento y días de solarización del suelo, con un coeficiente de correlación ( $R^2$ ) de 0,99; 0,72 y 0,98, respectivamente (Fig. 4).

## DISCUSION

Las mayores temperaturas en el suelo fueron alcanzadas en los tratamientos solarización y solarización + incorporación de *C. procera*, reflejándose esto en la reducción de la población pre-siembra de *M. incognita*. Esto coincide con los resultados de Stapleton y De Vay (1983), quienes lograron reducciones considerables de la densidad de *Meloidogyne* spp. en suelos solarizados durante 6 semanas.

Todos los tratamientos evaluados alcanzaron promedios de temperatura mayores a 35,7 °C a las 14 h, y la temperatura más alta fue alcanzada en los tratamientos incorporación de *C. procera* + solarización (41,3°C) y

solarización sola (39,6 °C). Las menores temperaturas promedios fueron alcanzadas por el tratamiento testigo (35,7 °C). En trabajos similares se señala que la temperatura más elevada del suelo es alcanzada entre las 13 y 15 horas del día (Greco *et al.*, 1992; Lamberti *et al.*, 2000; Di Vito *et al.*, 2005; Saha *et al.*, 2007), lo cual coincide con esta investigación. Temperaturas superiores a 35 °C por periodos prolongados, son letales para el nematodo. Además, se debe tomar en cuenta que el incremento de la temperatura del suelo por solarización es considerado como la razón principal de los cambios biológicos en el suelo (Katan, 1981), lo que probablemente contribuye a un incremento en la actividad de los microorganismos, algunos de los cuales son antagonistas de nematodos, y aumento en la disponibilidad de nutrientes por parte de la planta.

También se observó una relación entre las variables temperatura del suelo y rendimiento, ya que este último fue mayor en los tratamientos donde se alcanzaron las temperaturas más elevadas, como son la solarización + incorporación de *C. procera* durante 30 y 60 días, en comparación con los tratamientos donde solo se aplicó *C. procera* o la solarización sola, coincidiendo con lo señalado por Mian y Rodríguez-Kabana (1982) y Haynes (1984). La elevada temperatura durante la solarización no solo reduce la población de nematodos, sino que favorece la descomposición de la materia orgánica incrementando la población microbiana saprofítica, lo que induce la producción de ácidos orgánicos por parte de esos organismos contribuyendo de esta forma a la disponibilidad de nutrientes para la producción de las plantas (McSorley y Parrado, 1986; Baptista *et al.*, 2006; Saha *et al.*, 2007).

El rendimiento de melón fue mayor en los tratamientos donde hubo una notable reducción de la población inicial de *M. incognita*, tal es el caso de los tratamientos solarización del suelo durante 15, 30 y 60 días y solarización del suelo durante 15, 30 y 60 días + incorporación de *C. procera* (5000 y 10000 kg/ha). Los menores rendimientos fueron alcanzados en los tratamientos donde las poblaciones pre-siembra fueron más elevadas. Resultados similares han sido reportados por Lamberti *et al.* (2000, 2000a). Es importante señalar que a paridad de días de solarización, el rendimiento fue menor con las cantidades mayores de *C. procera*, lo cual sugiere un posible efecto fitotóxico de la planta, como ya destacado por Sánchez *et al.* (2006). De igual manera, en los tratamientos con *C. procera* sin solarización, se alcanzaron rendimientos similares al tratamiento testigo, probablemente, el ácido cianhídrico que se libera de la hidrólisis del heterósidos cianógenos, considerada la sustancia nematicida (González *et al.*, 2001) se evapora y no surte el efecto deseado, lo que si hace cuando es retenido por el plástico.

En la fase intermedia del cultivo las poblaciones de *M. incognita* de todos los tratamientos, incluyendo al testigo absoluto, no mostraron diferencias significativas, esto puede atribuirse al poco desarrollo del cultivo para el momento del muestreo y a la presencia de pocas raíces de la planta de melón para la fecha, lo que hace que

la tasa de reproducción del nematodo sea baja.

Al finalizar el ciclo del cultivo de melón se observó un incremento de la población de J2 de *M. incognita* con respecto a la población presiembra. En el tratamiento solarización durante 15 días, alcanzó la población más elevada (36,3 J2/100 cm<sup>3</sup> de suelo) siendo, junto al testigo absoluto, los únicos tratamientos que difieren estadísticamente del resto. Resultados similares han sido reportados por Mian y Rodríguez-Kabana (1982) y Rosado (2005), quienes relacionan el hecho del reestablecimiento de las densidades poblacionales una vez sembrado un cultivo huésped, con una mayor cantidad de raíces.

Igualmente, en la fase final del cultivo de melón se encontraron diferencias significativas en el índice de agallamiento inducido por *M. incognita* en las raíces de las plantas. A mayor temperatura del suelo, se corresponden los menores índices de agallamiento. Resultados similares fueron reportados por Baptista *et al.* (2006), quienes señalaron una reducción del número de agallas en raíces de plantas de tomate creciendo en suelos donde se aplicó solarización en comparación a las que crecieron en suelos donde no se aplicó.

Con esta investigación se concluye que la práctica de la solarización durante 60 días combinada con 5000 kg de *C. procera*/ha es la más efectiva para el control de *M. incognita* e incrementa significativamente el rendimiento del cultivo de melón en el estado Falcón. Es necesario seguir realizando trabajos relacionados utilizando otras plantas o residuos orgánicos.

A pesar de no observarse diferencias significativas en cuanto a las poblaciones finales del nematodo entre los tratamientos con solarización sola, *C. procera* solo y solarización + *C. procera*, el rendimiento de los tratamientos solarización (30 y 60 días) + 5000 Kg/ha de *C. procera* fue superior en hasta más de 50% respecto a los tratamientos individuales por lo que pareciera que la solarización por si sola al igual que *C. procera* solo no son convenientes. Es necesario un estudio económico para evaluar la factibilidad del uso de ambas medidas conjuntamente así como de mantener disponibilidad de plantas de *C. procera* para este uso. En la zona donde se realizó el ensayo esta maleza es muy abundante, arbustiva y de rápido crecimiento, se podría pensar en mantenerla en las borduras de las unidades de producción para un uso, quizás anual.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre Y., 2000. Efecto de diferentes densidades poblacionales de *Meloidogyne incognita* (Nematoda: Tylenchida) sobre el rendimiento de tres especies hortícolas. Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela, 103 pp.
- Baptista M., De Souza R., Pereira W., Carrijo O., Vidal M. e Charchar J., 2006. Solarização do solo e biofumigação no cultivo protegido de tomate. *Horticultura Brasileira*, 24: 47-52.
- Basile M., D'Addabbo T.D., Candido V., Miccolis V., Gatta

- G. y Manera C., 2002. La solarizzazione del terreno con film plastici biodegradabili in ambiente protetto. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1: 541-546.
- Cassanello M. y Nuñez C., 1999. Manejo racional de patógenos en suelos en invernáculos mediante solarización. Proyecto Prova. *Facultad de Agronomía. Revista del PRE-DEG*, 2: 13-14.
- Chellemi D.O., Olson S.M., Scott J.W. y Mitchell D.J., 1994. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in northern Florida. *Plant Disease*, 78: 1167-1172.
- Crozzoli R., 2002. Especies de nematodos fitoparasíticos en Venezuela. *Interciencia*, 27: 354-364.
- Di Vito M., Lamberti F., Zaccheo F. y Campanelli R., 1998. Il bromuro di metile e la solarizzazione del terreno nella lotta contro i nematodi galligeni su lattuga e melone. *Nematologia Mediterranea*, 26S: 23-32.
- Di Vito M., Zaccheo G. y Catalano F., 2005. Management of the root knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on artichoke (*Cynara cardunculus*) with soil solarization and low doses of nematicides. *Nematologia Mediterranea*, 33: 29-33.
- Ghini R., Fra P., Souza M., Sinigaglia C., Barros B., Lopes M., Tessarioli N. y Cantarella H., 2003. Efeito da solarizacao sobre as propriedades fisicas, quimicas e biologicas de solos. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 27: 71-79.
- Gommers F.J., 1981. Biochemical interaction between nematodes and plants and their relevance to control. *Helminthological Abstracts, Series B, Plants Nematology*, 50: 9-24.
- González K., Crozzoli R. y Greco N., 2001. Utilización de enmiendas orgánicas en el control de *Meloidogyne incognita*. *Nematologia Mediterranea*, 29: 41-45.
- Greco N., Brandonisio A. y Elia F., 1985. Control of *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera carotae* and *Meloidogyne javanica* by solarization. *Nematologia Mediterranea*, 13: 191-197.
- Greco N., Brandonisio A. y Elia F., 1992. Efficacy of SIP 5561 and soil solarization for management of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on tomato. *Nematologia Mediterranea*, 20: 13-16.
- Haynes R., 1984. Lime and phosphate in the soil-plant system. *Advances in Agronomy*, 37: 249-315.
- S' Jacob J.J. y Van Bezooijen J., 1971. *A manual for practical work in nematology*. Wageningen, Agricultural University. The Netherlands, 65 pp.
- Katan J., 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: Status and prospects. *Plant Disease*, 64: 450-454.
- Katan J., 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review of Phytopathology*, 19: 211-236.
- Katan J., Greenberger A., Alon H. y Grinstein A., 1976. Solar heating by polythene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, 66: 683-688.
- Lamberti F. y Greco N., 2000. Effectiveness of soil solarization for control of plant parasitic nematodes. Pp. 167-172. In: Soil Solarization (DeVay J.E., Stapleton J.J. and Elmore C.L., eds). FAO Plant Production and Protection Paper 109, FAO, Roma, Italia.
- Lamberti F., D'Addabbo T., Greco P., Carella A. y De Cosmis P., 2000. La solarizzazione del terreno ed il fenamiphos nella lotta contro i nematodi galligeni. *Nematologia Mediterranea*, 28: 121-126.
- Lamberti F., D'Addabbo T., Greco P., Carella A. y De Cosmis P., 2000a. Management of root-knot nematodes by combination of soil solarization and fenamiphos in southern Italy. *Nematologia Mediterranea*, 28: 31-45.
- Lugo Z., Crozzoli R., Perichi G., Medina R. y Castellano G., 2007. Nematodos fitoparasíticos asociados a plantas cultivadas y no cultivadas, en el municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. *Fitopatología Venezolana*, 20: 15-20.
- Martínez D. y Zamora F., 1985. Climatología-Manejo de Agroecosistemas. Caracterización edafoclimática de los sistemas de producción agrícola prioritarios en la unidad 1A28 sector El Cebollal, estado Falcón. FONAIAP, Coro, Venezuela, 30 pp.
- McSorley R. y Parrado J., 1986. Application of soil solarization to rockdale soils in a subtropical environment. *Nematropica*, 16: 125-140.
- Mian I.H. y Rodríguez-Kabana R., 1982. Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica*, 12: 221-234.
- Naveda Y., Crozzoli R., Greco N. y Zambrano B., 1999. Nematodos fitoparasíticos asociados con cucurbitáceas en la Península de Paraguaná, estado Falcón. *Fitopatología Venezolana*, 12: 14-17.
- Reina Y., Crozzoli R. y Greco N., 2002. Efecto nematicida del extracto acuoso de hojas de algodón de seda (*Calotropis procera*) en diferentes especies de nematodos fitoparasíticos. *Fitopatología Venezolana*, 15: 44-49.
- Saha S.K., Wang K.H., McSorley R., McGovern R.J. y Kokalis-Burelle N., 2007. Effect of solarization and cowpea cover crop on plant-parasitic nematodes, pepper yields, and weeds. *Nematropica*, 37: 51-63.
- Sánchez V., Crozzoli R. y Greco N., 2006. Uso de *Calotropis procera* para el control de *Meloidogyne incognita* en pepino. *Fitopatología Venezolana*, 19: 5-9.
- Stapleton J.J. y De Vay J.E., 1983. Response of phytoparasitic and free-living nematodes to soil solarization and 1,3 dichloropropene in California. *Phytopathology*, 73: 1429-1436.
- Taylor A.L. y Sasser J.N., 1978. *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. North Carolina State University Graphics, Raleigh, USA, 111 pp.

