

## USO COMBINATO DELLA SOLARIZZAZIONE CON AMMENDANTE ORGANICO O CON DOSE RIDOTTA DI FUMIGANTE PER IL CONTROLLO DEI NEMATODI GALLIGENI DELLA MELANZANA

M. BASILE<sup>(1)</sup>, V. CANDIDO<sup>(2)</sup>, G. GATTA<sup>(3)</sup>, V. MICCOLIS<sup>(2)</sup>,  
T. D'ADDABBO<sup>(1)</sup>, N. SASANELLI<sup>(1)</sup>, A.C. BASILE<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Istituto per la Protezione delle Piante, Sezione di Bari, CNR  
via G. Amendola 165/A, 70126 Bari - nemans13@area.ba.cnr.it

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Produzione Vegetale, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

<sup>(3)</sup> Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali, Chimica e Difesa Vegetale,  
Università degli Studi di Foggia

### RIASSUNTO

Presso l'Azienda Agricola Sperimentale "Pantanello" di Metaponto (MT) è stata realizzata una prova sperimentale in serra con l'obiettivo di verificare l'azione soppressiva della solarizzazione del terreno per sei settimane (dal 24/07 al 05/09/2000), da sola o in combinazione con l'incorporazione di sostanza organica o di un nematocida di sintesi, sul nematode galligeno *Meloidogyne javanica* su una coltura di melanzana impiantata nella primavera del 2001. Il trattamento di solarizzazione, sia da solo che con l'aggiunta del nematocida o della sostanza organica, ha determinato un significativo incremento delle produzioni (in media del 108%) rispetto al testimone non trattato. È stata inoltre riscontrata una riduzione della percentuale di piante infestate dal fitoparassita, del grado medio d'infestazione sugli apparati radicali e della densità di popolazione del nematode nel terreno. La combinazione della solarizzazione con il nematocida di sintesi ha determinato un significativo incremento della produzione rispetto all'aggiunta di sostanza organica.

**Parole chiave:** solarizzazione, sostanza organica, nematocidi, *Meloidogyne javanica*, *Solanum melongena*

### SUMMARY

#### SOIL SOLARIZATION PLUS ORGANIC MATTER OR LOW RATE NEMATOCIDE FOR CONTROL OF ROOT-KNOT NEMATODES OF EGGPLANT

The suppressive effect of six weeks soil solarization (from July 24 to September 5, 2000), alone or in combination with an organic amendment or a nematicide, on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on an eggplant crop (conducted in 2001, March-November period) was tested in a greenhouse experimental trial carried out at Metaponto, in Southern Italy, close to "Pantanello" farm (40°20'N; 16°48'E). Solarization, either alone or combined with the amendment or the nematicide, resulted in a significant crop yield increase (+108 %) compared to the untreated control. Moreover, percent infested plants, root gall index and soil nematode population density were significantly reduced. Combining soil solarization with low dosage nematicide increased yield compared to the addition of an organic amendment, but no significant difference was found in nematode infestation parameters.

**Key words:** solarization, organic matter, nematicides, *Meloidogyne javanica*, *Solanum melongena*

## INTRODUZIONE

Nelle condizioni pedoclimatiche dell'Italia meridionale i nematodi galligeni del genere *Meloidogyne* arrecano gravi danni alle colture orticole sia in pieno campo che in ambiente protetto. Particolarmente suscettibili risultano cucurbitacee e solanacee e tra queste ultime anche la melanzana (Basile *et al.*, 2002a). La lotta contro tali parassiti è in genere basata sull'impiego di nematocidi di sintesi il cui uso si rende particolarmente necessario nelle annate di intensi attacchi per evitare perdite di produzione. Peraltro, i risultati di prove sperimentali eseguite mostrano che l'impiego di tali molecole non risulta accettabile per gli effetti negativi sull'ambiente e per gli aspetti tossicologici connessi al loro impiego. Sono stati osservati, infatti, accumuli di residui tossici in parti eduli di piante oltre ai rischi ambientali derivanti dall'inquinamento delle falde, dalla diffusione nell'atmosfera ed effetti tossici sugli operatori agricoli preposti alla loro applicazione. Il pesante impatto di tali prodotti sull'ambiente impone, pertanto, il ricorso a strategie di lotta alternative.

La solarizzazione del terreno con film plastico trasparente durante i mesi estivi e l'interramento di residui agricoli ed agroindustriali di natura organica, possono esercitare un'azione soppressiva sulle popolazioni di nematodi fitoparassiti presenti nel terreno. L'uso combinato delle suddette pratiche può incrementare l'azione nematocida (Gamliel *et al.* 1989; Hoitink *et al.*, 1991; Besri, 1998).

Si è ritenuto utile, pertanto, verificare nelle condizioni pedoclimatiche dell'Italia meridionale, se l'uso combinato della solarizzazione con dose ridotta di un nematocida o con un ammendante organico possa ridurre le cariche di nematodi a livelli non dannosi per le colture. Allo scopo è stata realizzata una prova in ambiente protetto combinando la solarizzazione con un ammendante organico o con una dose ridotta di dazomet contro il nematode galligeno *Meloidogyne javanica* su melanzana.

## MATERIALI E METODI

L'attività sperimentale è stata condotta presso l'Azienda Agricola Sperimentale Dimostrativa "Pantanello", sita in agro di Metaponto (MT), in una serra-tunnel in metallo e plastica (LDPE di 0,2 mm) su di un terreno sabbioso, povero in sostanza organica (3,3 g/kg), pesantemente infestato dal nematode galligeno *Meloidogyne javanica* (70 uova e larve/cm<sup>3</sup> di terreno). Nel luglio del 2000 il terreno, dopo essere stato arato a 40 cm di profondità, fresato e livellato, è stato suddiviso in 12 parcelle di 30 m<sup>2</sup>, intervallate da un interspazio di 1 m, corrispondenti a 4 tesi sperimentali ripetute 3 volte distribuite secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati. Le suddette tesi comprendevano: 1) solarizzazione; 2) solarizzazione + ammendante organico; 3) solarizzazione + nematocida a dose ridotta; 4) testimone scoperto (non solarizzato).

La solarizzazione del terreno, preventivamente umettato fino alla capacità idrica di campo attraverso un impianto irriguo a microportata di erogazione con ali gocciolanti poste a 50 cm tra loro e con gocciolatori a 20 cm, si è protratta dal 24 luglio al 5 settembre 2000. Per la copertura è stato impiegato un film plastico trasparente a base di EVA (0,03 mm di spessore). Il nematocida, dazomet granulare, è stato uniformemente distribuito alla dose di 50 g/m<sup>2</sup> su tutta la superficie delle parcelle ed interrato nel terreno con una fresatura nei primi 20 cm di profondità. L'ammendante organico è stato somministrato alla dose di 40 t/ha, incorporandolo nel terreno, una settimana prima della solarizzazione. L'ammendante, con titolo 2-1-2 (N-P-K) + microelementi, era costituito da letame avicolo, vinacce fermentate, sansa esausta e farina di vinaccioli. Durante la solarizzazione in serra chiusa sono state monitorate le

temperature del terreno solarizzato e non mediante sonde termiche di precisione "PT 100" a 3 differenti profondità (10 - 20 e 30 cm) registrando i valori ogni 30 minuti con un data-logger "CR 10" (Campbell). Il 20 marzo 2001 è stato effettuato il trapianto della melanzana (*Solanum melongena* L. cv Mission Bell), su terreno pacciamato con film nero (LPDE da 50 µm), collocando le piantine (3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> foglia vera) a 0,4 m di distanza sulle file poste a 1,0 m tra loro (2,5 piante/m<sup>2</sup>). La coltivazione è stata condotta seguendo le agrotecniche comunemente adottate dagli orticoltori del Metapontino. In particolare, la concimazione è stata effettuata in copertura somministrando per fertirrigazione complessivamente, e in più interventi, 250 kg/ha di N, 150 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 300 kg/ha di K<sub>2</sub>O mediante un impianto a microportata di erogazione con ali gocciolanti sistemate lungo le file. Sulle piante sono state effettuate alcune operazioni di potatura verde (spollonatura e sfogliatura). Inoltre, durante il ciclo colturale sono state realizzate due fasi produttive: la prima, denominata 'estiva', è iniziata l'11/06 e si è conclusa il 23/07/2001 effettuando complessivamente 7 raccolte ad intervallo settimanale; la seconda fase, 'autunnale', si è protratta dal 21 settembre al 2 novembre 2001 con 5 raccolte intervallate di 10 giorni. Alla fine della produzione 'estiva' è seguito un periodo di 'riposo' indotto dalla sospensione degli interventi irrigui e da una drastica potatura con riduzione a circa 20 cm degli steli principali (Miccolis, 1989). A fine agosto è avvenuto il "risveglio" della coltura con la ripresa degli interventi fertirrigui a cui hanno fatto seguito nuovi interventi di potatura verde. Ad ogni raccolta è stata rilevata la produzione (numero e peso dei frutti commerciabili e di scarto) su aree di saggio di 4 m<sup>2</sup> per parcella, corrispondenti a 10 piante. In laboratorio, su 10 bacche, sono stati rilevati: peso medio, diametro, lunghezza e contenuto (%) in sostanza secca dopo aver essiccato campioni di esse in stufa ventilata. I rilievi nematologici sono stati effettuati il 27 luglio ed il 4 novembre 2001, rispettivamente, alla fine della prima e della seconda fase produttiva. In particolare, dopo aver ispezionato gli apparati radicali di 10 piante di melanzana per parcella, è stata determinata la percentuale di piante infestate ed è stato rilevato il grado medio d'infestazione (G.I.) seguendo una scala di valutazione da 0 a 5 (Di Vito *et al.*, 1979). Inoltre, nello stesso momento, sono stati prelevati campioni di terreno (strato 0-30 cm di profondità) per la determinazione della popolazione finale di *M. javanica*, espressa in uova e larve per cm<sup>3</sup> di terra, secondo il metodo di Coolen (1979). Tutti i dati sono stati elaborati statisticamente (ANOVA) separando le medie con il test di Duncan.

## RISULTATI

### Effetti termici della solarizzazione

In figura 1 è riportato il numero di ore in cui la temperatura del terreno solarizzato e del testimone, alle profondità di 10 - 20 e 30 cm, si è mantenuta superiore ai 40 °C. I livelli di temperatura ottenuti durante il periodo di prova sono stati suddivisi in otto classi ognuna di ampiezza pari a 2 °C, a partire da un livello minimo di 40 °C che rappresenta la soglia termica al di sopra della quale possono essere "disattivati" numerosi agenti patogeni del terreno tra cui i nematodi galligeni (Sasanelli, dati inediti).

Nelle tesi solarizzate si sono ottenute temperature "efficaci" in tutte le classi individuate ed in modo particolare in quelle comprese tra i 42-43 °C e tra 44-45 °C. In quest'ultime due classi si sono rilevate ben 1319 ore in cui la temperatura ha superato i 40 °C, pari a circa il 58 % del numero totale delle ore riscontrate nella tesi solarizzata. Inoltre, relativamente allo strato di terreno superficiale (10 cm), si sono ottenute complessivamente 250 ore durante le quali la temperatura si è mantenuta costantemente superiore ai 50 °C. Nel terreno non solarizzato è stato rilevato che le ore in cui la temperatura del suolo ha superato la soglia dei 40 °C sono state pari solo a 49; inoltre, è importante sottolineare come tale soglia termica del terreno non

sia stata mai raggiunta, durante tutto il periodo di prova, alla profondità di 30 centimetri. Infine i picchi termici di 51 °C, utili per determinare la fine della microflora e microfauna più resistente, sono stati raggiunti per 5 ore a 20 cm di profondità nel terreno solarizzato.

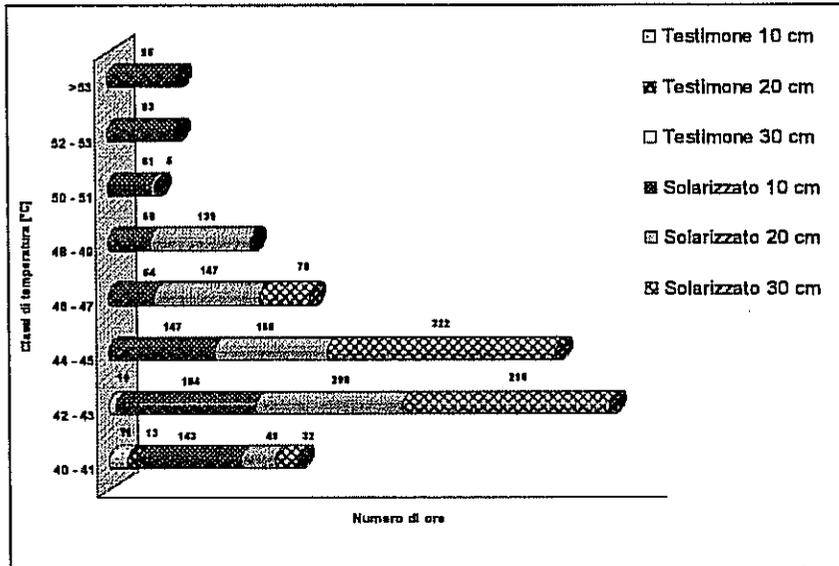


Figura 1 – Permanenza (ore) delle temperature uguali o superiori ai 40°C nel terreno (solarizzato e non) a tre diverse profondità (10 - 20 e 30 cm) durante la solarizzazione

### Caratteri produttivi

Le produzioni di melanzana sono state positivamente influenzate dalla solarizzazione del terreno (tabella 1). In particolare, la produzione commerciabile nelle tesi solarizzate è risultata superiore al testimone mediamente di 40 t/ha con un incremento del 108%, risultato più evidente (+257%) nel periodo autunnale. In tale periodo la produzione del testimone è risultata molto bassa (9,7 t/ha) a causa della riduzione delle piante produttive per unità di superficie in quanto solo il 53,3% di esse ha ripreso a vegetare dopo la potatura di fine luglio. Nello stesso periodo la solarizzazione ha determinato incrementi produttivi variabili da un minimo del 36% ad un massimo del 79%. Nelle parcelle solarizzate è stato inoltre osservato un maggior numero di bacche per pianta, sebbene sia il peso medio che le dimensioni (diametro e lunghezza) ed il contenuto in sostanza secca siano risultati statisticamente invariati.

### Rilievi nematologici

Nel terreno solarizzato la percentuale di piante attaccate da *M. javanica*, il grado medio d'infestazione sulle radici e la popolazione del fitoparassita sono risultati, al termine di entrambi i cicli produttivi, significativamente inferiori rispetto al testimone (tabella 1). La combinazione con l'ammendante organico (A.O.) o il nematocida dazomet non ha determinato significative differenze rispetto alla sola solarizzazione. In particolare, nelle parcelle non trattate l'attacco di *M. javanica* ha interessato tutte le piante, con un grado d'infestazione pari a 4,5 e 5 rispettivamente nel primo e nel secondo rilievo. Nel terreno solarizzato, invece, le piante sono risultate completamente esenti da galle nel primo rilievo, mentre, nel secondo la

percentuale di attacco è risultata in media del 15 % con un grado d'infestazione di 0,3 - 0,5 (tabella 2). La popolazione del nematode nel terreno non trattato è risultata pari a 40,5 e 117 uova e larve/cm<sup>3</sup> di terreno, rispettivamente al termine del primo e del secondo ciclo produttivo. Nelle parcelle solarizzate, è stata invece rilevata una densità di popolazione di *M. javanica* variabile tra 3,1 e 7,4 uova e larve/cm<sup>3</sup> di terreno al termine del primo periodo produttivo e tra 13 e 37 uova e larve/cm<sup>3</sup> di terreno a conclusione del secondo.

Tabella 1 – Effetti della solarizzazione su alcuni caratteri morfo-produttivi della melanzana allevata in ambiente protetto

Trattamenti al terreno	C A R A T T E R I <sup>(1)</sup>						
	Produzione commerciabile			Piante <sup>(2)</sup>	Frutti per pianta		
	Totale	estiva	autunnale	produttive in autunno (%)	Totale	estate	autunno
	(t/ha)				(n.)		
Testimone	37,3 c	27,6 c	9,7 B	53,3 B	7,6 B	4,9 c	2,7 B
Solarizzazione	78,2 ab	40,8 ab	37,3 A	100 A	13,0 A	7,4 ab	5,6 A
Solarizzaz. + A.O.	68,8 b	37,8 b	31,0 A	100 A	11,1 A	6,6 b	4,5 A
Solarizzaz. + Dazomet	85,1 a	49,5 a	35,7 A	100 A	13,6 A	8,2 a	5,4 A

<sup>(1)</sup> I dati nelle colonne non aventi in comune alcuna lettera sono statisticamente differenti allo 0,05 P (lettere minuscole) ed allo 0,01 P (lettere maiuscole) secondo il test di Duncan

<sup>(2)</sup> Piante ricacciate dopo la potatura di fine luglio 2001

Tabella 2 – Effetti della solarizzazione sulla percentuale di piante di melanzana infestate, sul grado d'infestazione delle radici e sulla popolazione di *M. javanica* nel terreno

Trattamenti al terreno <sup>(1)</sup>	Piante infestate (%)		Grado d'infestazione radici (0-5)		Popolazione terreno (uova e larve/cm <sup>3</sup> )	
	27/07	04/11	27/07	04/11	27/07	04/11
Testimone	100 A	100 A	4,1 A	5,0 A	40,5 A	117,0 A
Solarizzazione	0 B	16,6 B	0 B	0,3 B	7,4 B	22,0 B
Solarizzaz. + A.O.	0 B	12,3 B	0 B	0,5 B	5,4 B	13,0 B
Solarizzaz. + Dazomet	0 B	16,7 B	0 B	0,5 B	3,1 B	37,0 B

<sup>(1)</sup> I dati nelle colonne non aventi in comune alcuna lettera sono statisticamente differenti per P = 0,01 (test di Duncan)

## CONCLUSIONI

I risultati ottenuti confermano gli effetti positivi della solarizzazione, da sola o combinata con sostanza organica o con un nematocida a dose ridotta, su colture orticole in ambiente protetto, già osservati in precedenti prove (Basile *et al.*, 2002a e 2002b).

I livelli termici raggiunti sono in accordo con quelli registrati in terreni solarizzati durante precedenti prove volte al contenimento dei nematodi galligeni (Basile *et al.*, 2001; Miccolis, 2001). Le elevate temperature nel terreno solarizzato e le relative somme termiche hanno consentito, in media, di raddoppiare le produzioni della coltura grazie alla drastica riduzione della popolazione di *M. javanica* nel terreno, della percentuale di piante attaccate e del grado d'infestazione sulle radici. La maggiore produzione precoce ('estiva') rilevata con l'aggiunta

del dazomet rispetto all'ammendante organico è forse spiegabile con la maggior disponibilità di azoto solubile determinato dall'aggiunta del nematocida (Scopa *et al.*, 2002).

L'integrazione della solarizzazione con la sostanza organica o con dose ridotta di nematocida potrebbe risultare necessaria quando l'andamento climatico stagionale presenta un decorso termico non sufficiente per il controllo dei nematodi fitoparassiti o quando si opera in pieno campo per migliorare l'esito della sola solarizzazione.

### LAVORI CITATI

- BASILE M., D'ADDABBO T., CANDIDO V., MICCOLIS V., GATTA G., MANERA C., 2002a. La solarizzazione del terreno con film plastici biodegradabili in ambiente protetto. *Atti giornate Fitopatologiche* 2002, 1, 541-546.
- BASILE M., D'ADDABBO T., CANDIDO V., SABINO G., GATTA G., MELE G., MICCOLIS V. 2002b. Impiego della solarizzazione e della sostanza organica contro *Meloidogyne javanica* in ambiente protetto. *Italus Hortus*, 9(6), 96-100.
- BASILE M., GATTA G., MANERA C., MARGIOTTA S., 2001. Prove di solarizzazione in serra con film plastici innovativi. *Atti Convegno POP-FESR: Impiego in agricoltura di plastiche innovative biodegradabili per la solarizzazione del terreno*. Matera 14-17 giugno 2000. L'Aquilone/la Bottega della stampa Potenza, 31-39.
- BESRI M., 1998. Integrated management of soilborne pests in protected cultivation: constraints and perspectives. In : *Proceeding of the Second International Conference on Soil Solarization Management of Soilborne Pest*. Stapleton J.J., De Vay J.E. and Elmore C.E. Eds. FAO Plant Production and Protection Paper 147, 391-410.
- COOLEN W. A., 1979. Methods for extraction of *Meloidogyne* spp and other nematodes from roots and soil. In: *Root-knot Nematodes (Meloidogyne species). Systematics, Biology and Control*. Lamberti F. and Taylor C.E. (ed), UK Academic Press London, 317-329.
- DI VITO M., LAMBERTI F., e CARELLA A., 1979. La resistenza del pomodoro nei confronti dei nematodi galligeni: prospettive e possibilità. *Rivista di Agronomia*, 13, 313-322.
- GAMLIEL A., KATAN J., CHEN Y., GRINSTEIN A., 1989. Solarization for the recycling of container media. *Acta Horticulturae*, 255, 181-187.
- HOITINK H.A.J., FAHY P.C., 1986. Basis for the control of soilborne pathogens with composts. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 24, 93-114.
- MICCOLIS V., 1989. Potatura della Melanzana: sistema per il controllo del ciclo produttivo. *Notiziario di Ortofloricoltura*, 15(5), 203-205.
- MICCOLIS V., 2001. Impiego di film plastici innovativi per la pacciamatura e la solarizzazione del terreno in ambiente protetto. *Atti Convegno POP-FESR: "Impiego in agricoltura di plastiche innovative biodegradabili per la solarizzazione del terreno"*, Matera 14-17 giugno 2000. L'Aquilone/la Bottega della stampa Potenza. 21 -30.
- SCOPA A., MAZZATURA A., DUMONTET S., CANDIDO V., MICCOLIS V., 2002. La solarizzazione del suolo: effetti su alcuni parametri microbiologici e produttivi. *Italus Hortus*, 9(6), 91-95.

Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto di ricerca "Tecnologie innovative ecocompatibili per produzioni orticole extrastagionali di qualità", Programma Operativo Multiregionale "Attività di sostegno ai servizi di sviluppo per l'agricoltura" – Misura 2 "Innovazioni tecnologiche e trasferimento dei risultati della ricerca" (Coordinatore Vito V. Bianco).

Il lavoro è da attribuirsi in parti uguali agli autori.