

**VALUTAZIONE DELL'INDICE GALLIGENO SULLA COLTURA PRECEDENTE
COME METODO AFFIDABILE PER UN CORRETTO POSIZIONAMENTO DI
PROVE SPERIMENTALI SUI NEMATODI DEL GENERE *MELOIDOGYNE***

S. LEOCATA

Studio tecnico ASA - Via S. Tomaselli, 33, 95124 Catania

www.studiotecnicoasa.it

RIASSUNTO

E' stata valutata una metodologia operativa, applicata in 91 prove sperimentali nel periodo 2011-2018, basata sul rilievo dell'indice galligeno (scala 0-10) delle radici a fine ciclo colturale, per conoscere intensità di attacco e uniformità di distribuzione dei nematodi galligeni, *Meloidogyne* spp.. Ciò allo scopo di valutare l' idoneità di un terreno a essere adibito a prove di lotta e poter stabilire il corretto posizionamento in esso delle parcelle sperimentali nel successivo ciclo colturale al fine di garantire risultati di elevata attendibilità. Nel 94 % dei casi una frequenza di radici infette del 90 ÷ 100% sulla coltura precedente è stata poi confermata sui testimoni della prova. Un indice galligeno medio superiore a 5 nella coltura precedente ha confermato nel 76% dei casi valori medi superiori a 5 nelle parcelle testimoni della prova e nel 88 % dei casi valori medi di indice galligeno superiori a 4. L' attacco di nematodi è risultato più elevato durante il ciclo primaverile-estivo quando nel 60% dei casi si è manifestato un indice galligeno medio superiore a 7 e nel 90% dei casi un indice superiore a 5, rispetto a valori decisamente più bassi rilevati durante il ciclo autunno-vernino.

Parole chiave: nematodi galligeni, colture protette, prove di efficacia nematocida

SUMMARY

**EVALUATION OF GALLING INDEX ON THE PREVIOUS CROP AS RELIABLE
METHOD FOR A CORRECT POSITIONING OF CONTROL TRIALS ON NEMATODES
OF *MELOIDOGYNE* GENUS**

A working methodology, based on the root galling index, was evaluated in 91 experimental trials in the period 2011-2018. It was based on the assessment of the galling index (0-10 scale) of the previous crops, to ascertain evenness of distribution and infestation density of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp.. The aim of this work was to evaluate the suitability of a soil for establishing, during the succeeding crop cycle, control trials against nematodes that could guarantee very reliable results. In 94 % of cases, a frequency of affected roots of 90 ÷ 100% on the previous crop, was confirmed on the untreated plots of the following trials. When the average galling index in the previous crop was higher than 5, in the check plots of the trial, in 76% of the cases, mean values were higher than 5 and, in 88 % of cases, higher than 4. The nematodes attack on the roots was more severe on the spring-summer crop cycle when an average galling index higher than 7 was observed in 60% of cases and higher than 5 in 90% of the cases, compared to significantly lower galling degrees during the autumn-winter crop cycle.

Keywords: root-knot nematodes, protected crops, nematicide efficacy trials

INTRODUZIONE

I nematodi sono oggi tra i parassiti chiave per le colture orticole protette in molti areali. In talune condizioni, infatti, se non opportunamente controllati nel tempo, possono diventare un fattore limitante la produttività di diverse specie orticole costringendo gli agricoltori a rinunciare alla coltivazione di talune specie o a cercare di passare alla coltivazione in fuori suolo. In genere, in tutti gli areali interessati da colture protette la problematica è particolarmente sentita e tutte

le colture possono essere attaccate anche se con severità differente in funzione delle condizioni ambientali (Colombo 2012). In Sicilia, e soprattutto nelle aree costiere con terreni particolarmente sabbiosi, il pericolo della infestazione di nematodi è talmente grave e il timore talmente sentito che è ormai raro trovare aziende in cui non si effettui un trattamento fumigante per garantire alla coltura da trapiantare una buona riuscita. Durante i cicli colturali che si susseguono, inoltre, l'uso ripetuto di nematocidi in copertura è prassi ormai consolidata.

Per decidere se un terreno sia idoneo ad essere destinato a prova di lotta nematocida è necessario conoscere uniformità di distribuzione e densità del nematode. Queste informazioni potrebbero essere ottenute effettuando un adeguato campionamento del terreno del campo o serra in oggetto e successiva analisi dei nematodi. Tale metodologia, oltre a richiede un enorme dispendio di energie, talvolta risulta non applicabile e frequentemente non fornisce indicazioni attendibili in un tal senso. In considerazione della crescente rilevanza della problematica del controllo dei nematodi delle serre e delle notevoli difficoltà che si riscontrano nel posizionamento di prove sperimentali che forniscano risultati attendibili, è stata utilizzata una metodologia operativa alternativa al campionamento e analisi del terreno basata sul rilievo dell'indice galligeno (IG) delle colture a fine ciclo. L'esito di tali rilievi ha permesso di posizionare nel ciclo colturale successivo, delle prove sperimentali di efficacia contro i nematodi su aree uniformemente e adeguatamente infestate in modo da garantire risultati di elevata attendibilità. Come ben noto, i nematodi si presentano spesso nel terreno con una notevole disomogeneità che frequentemente non permette una corretta valutazione dei risultati ottenuti da trattamenti parcellari proprio perché tali dati si presentano tra loro molto variabili a seconda della localizzazione delle diverse repliche sul terreno. Proprio per superare tali difficoltà, si valutano ancora possibili strategie che permettano di superare l'aleatorietà della realizzazione delle prove in campo. Utilizzo di parcelle elementari con dimensioni maggiori, adozione di schemi sperimentali a randomizzazione totale piuttosto che il tradizionale blocco randomizzato, aumento del numero delle ripetizioni a cinque o sei, prove con inoculazioni artificiali, conta nematica su campioni di terreno prelevati da diverse zone della serra e altro. Tali strategie nella maggior parte dei casi comportano un enorme aggravio di costi per l'effettuazione delle prove, non solo in termini di forza lavoro ma anche per i costi molto elevati nei casi in cui si opera con prodotti non autorizzati ed è quindi richiesta la distruzione delle produzioni.

Nell'attesa di metodologie ufficiali più attendibili e condivise, dovendo far fronte alla esigenza molto pratica di soddisfare i committenti effettuando prove sui nematodi con elevata percentuale di risultati attendibili e quindi ufficialmente spendibili, è stata utilizzata la metodologia descritta di seguito. Nell'ambito dell'attività di sperimentazione conto terzi condotta (sin dal 1986) dal centro di saggio ARA s.r.l.¹ di Catania, sin dal 2008 si è iniziato a testare una nuova procedura per la selezione dei campi di prova. L'ambiente serra, certamente, facilita notevolmente le cose, in quanto operando in ambiente confinato, con colture che succedono ripetutamente a loro stesse, è possibile immaginare una certa evoluzione delle infestazioni a seguito del rilevamento di certi quadri sintomatologici.

Avendo ottenuto, quindi, ottimo riscontro dall'utilizzo di tale metodo, dal 2011, si è stabilito di effettuare le prove sui nematodi selezionando preventivamente i campi prova grazie al rilievo effettuato sugli apparati radicali della coltura precedente (Leocata e al. 2014).

Si riportano quindi gli esiti delle esperienze condotte, analizzando i dati ottenuti da 91 prove sperimentali posizionate con tale strategia nelle serre in Sicilia nel periodo 2011 – 2018.

¹ Il centro di Saggio ARA s.r.l. ha cessato l'attività nel maggio 2018.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state condotte in Sicilia interessando prevalentemente la coltura del pomodoro (55), ma anche quelle di cetriolo (14), melone (8), peperone (5), melanzana (5) e zucchini (4), nelle province di Ragusa, Siracusa e Caltanissetta, in agro di Acate, Ragusa, Santa Croce Camerina, Vittoria, Scicli e Gela. Si è operato in serre tipiche dell'areale serricolo siciliano, in legno-cemento o in ferro, sempre con copertura in plastica, con colture sempre disposte in file binate e terreni di tipo sabbioso. Gli esperimenti sono stati condotti in diversi periodi dell'anno, sommariamente raggruppati in ciclo colturale primaverile-estivo e ciclo autunno-vernino e per tutti è stata confermato il genere e in molti casi anche la specie di nematodi presenti. Tutte le informazioni disponibili sono state raccolte in tabelle per permetterne lo studio comparato (tabella 1).

Tabella 1. Esempio delle tabelle con le caratteristiche salienti delle prove per anno (2016) (ciascuna prova identificata sempre dal proprio codice univoco)

Coltura in prova	Distanza piante - file	Tipo di suolo		Irrigazione portata - intervallo	Ciclo colturale	Specie
		S-L-A	pH-S.O.			
peperone	30-80/120	86-11-3	7,8-1,3	1,8 L/h-10 cm	apr.-ago.	<i>Meloidogyne</i> spp.
pomodoro	35-75/120	85-11-4	7,7-1,2	2 L/h-15 cm	apr.-ago.	<i>M.incognita</i>
pomodoro	40-80/120	86-9-5	8,1-0,6	2,1 L/h-10 cm	mag.-lug	<i>M.incognita</i>
cetriolo	30-80/120	84-12-4	7,5-0,8	1,4 L/h-10 cm	apr.-lug.	<i>Meloidogyne</i> spp.
cetriolo	30-80/120	83-13-4	7,4-0,9	2 L/h-10 cm	mar.-lug.	<i>M.incognita</i>
pomodoro	30-80/120	79-16-5	7,9-1,1	2,1 L/h-10 cm	ott.-gen.	<i>Meloidogyne</i> spp.
pomodoro	30-80/120	80-13-7	7,5-0,8	2,1 L/h-10 cm	set.-mar.	<i>M.incognita</i>
pomodoro	30-80/120	84-12-4	8,1-1,9	2 L/h-10 cm	ott.-apr.	<i>M.incognita</i>
pomodoro	35-80/120	74-20-6	7,4-0,9	2,1 L/h-10 cm	ott.-mag.	<i>M.incognita</i>
cetriolo	30-80/120	79-16-5	7,9-1,1	1,3 L/h-10 cm	ott.-gen.	<i>Meloidogyne</i> spp.

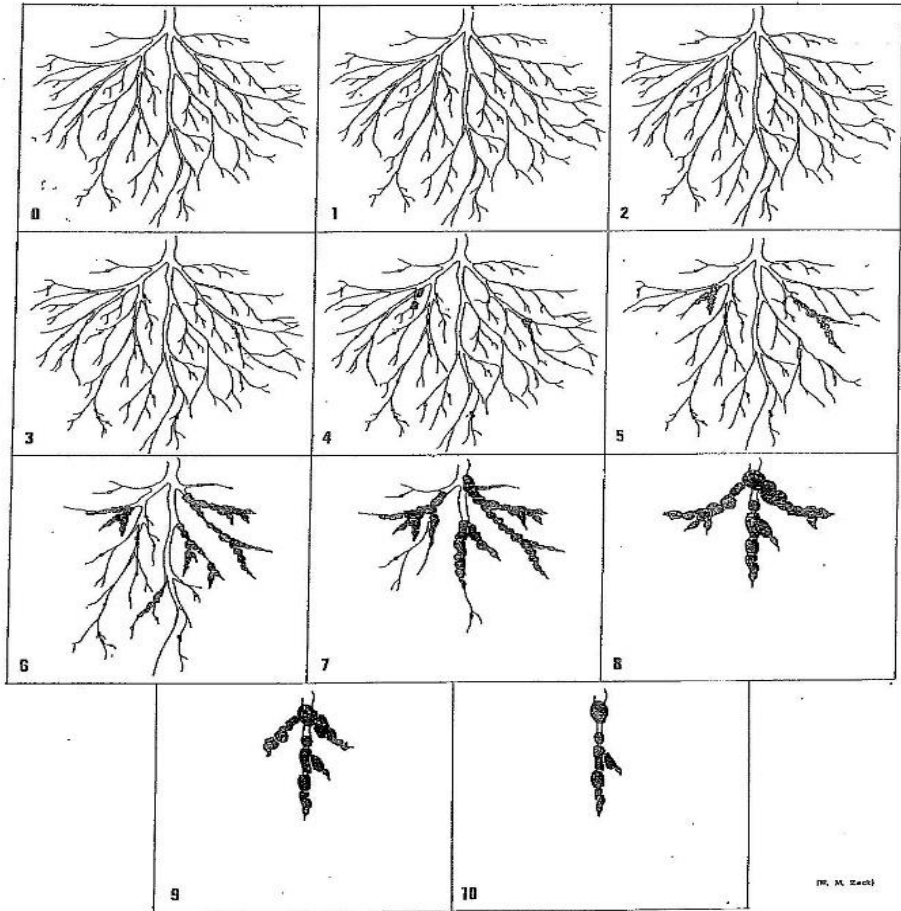
S - L - A: Sabbia - Limo - Argilla (%) - S.O.: Sostanza organica (%)

Ciclo	Coltura precedente	% sabbia	Frequenza PRE	Intensità PRE	Data esame	Giorni da impianto	Data prelievo	N° J2 (100 cc)	Coltura TEST	Ciclo (gg)	Frequenza POST	Intensità POST
estivo	pomodoro	86	72	1,5	14/3	43	na	na	peperone	110	88	4,4
	melanzana	86	95	2,6	15/3	43	27/4	29	pomodoro	110	100	8,7
	pomodoro	84	100	6,5	6/3	46	21/4	25	cetriolo	90	100	4,8
	zucchini	83	98	3,8	28/2	25	25/3	31	cetriolo	101	100	9,2
	pomodoro	86	93	3,0	7/4	32	9/5	28	pomodoro	115	100	7,5
autunnale	pomodoro	79	100	4,9	17/5	135	1/10	11	cetriolo	100	100	6,5
	pomodoro	80	96	3,8	28/7	45	13/9	5	pomodoro	180	100	4,9
	pomodoro	81	100	6,8	14/7	53	7/9	0	pomodoro	170	100	7,5
	pomodoro	82	87	1,8	24/6	88	21/9	71	pomodoro	190	99	6,2
	pomodoro	77	98	3,9	28/7	88	24/10	51	pomodoro	215	98	3,9
	pomodoro	74	100	6,7	15/7	94	na	na	pomodoro	218	100	7,9

Studio della coltura precedente

Per selezionare le serre in cui effettuare le prove, sono state individuate delle colture con evidenti sintomi di attacco di nematodi e si è attesa la fine del ciclo colturale. Si è proceduto quindi alla valutazione dell'indice galligeno sul maggior numero di apparati radicali possibile, operazione, questa, che viene realizzata al meglio sfruttando la pratica molto diffusa dell'estirpazione ed eliminazione di tutte le radici a fine coltivazione. Grazie ad abbondante irrigazione precedentemente somministrata, sono stati estirpati con opportuna accuratezza gli apparati radicali, lasciando tutte le piante in situ senza alcuno spostamento e subito dopo, le infestazioni dei nematodi sulle radici sono state valutate attribuendo a ciascuna radice un valore di indice galligeno (IG) secondo la scala di Zeck modificata (0-10) (figura 1).

Figura 1. Scala del danno alle radici da *Meloidogyne* (da Zeck 1971, modificata)



Qualora non fosse stato possibile operare le osservazioni su tutte le piante, è stata ipotizzata la distribuzione delle future parcelle sperimentali sulla superficie in studio ed è stato estirpato a caso un congruo numero di piante per ciascuna fila, in modo tale da ottenere un rilievo quanto

più rappresentativo possibile dell'infestazione di ciascuna parcella. Un numero di apparati radicali variabile tra il 30 e il 40 % è stato singolarmente valutato per ciascuna prova sperimentale dipendentemente dal numero di tesi messe a confronto e dalla larghezza della serra. È stata quindi calcolata la percentuale media di radici infette e il valore medio dell'indice galligeno della coltura espantata così da avere una idea generale della situazione del sito per poter valutare al meglio la tipologia di prova da poter posizionare al ciclo successivo. Cosa che si ritiene di notevole rilevanza, se si considerano le differenti condizioni ritenute più idonee per testare un fumigante piuttosto che un prodotto di copertura. Il valore elementare rilevato per ciascun apparato radicale è stato riportato su una mappa schematica con gradiente di colorazione rappresentante la serra esaminata, indicando così la distribuzione dei sintomi e la relativa intensità. È stato così possibile tracciare su mappa le future parcelle sperimentali valutando al meglio il posizionamento dei blocchi randomizzati o comunque delle diverse parcelle da trattare con i diversi prodotti da saggiare (figura. 2).

Nella valutazione complessiva del sito, altri fattori sono stati presi in considerazione, quali la storia dei trattamenti nematocidi della coltura, la successione colturale negli anni precedenti, il ciclo colturale interessato dall'indagine e la relativa lunghezza, le caratteristiche del terreno, l'intervallo di tempo intercorrente tra l'espanto della coltura e il trapianto della successiva.

Figura 2. Esempio di classe di indice galligeno rilevata su 16 piante per fila sulla coltura precedente. Il colore scuro indica un più elevato indice galligeno, il colore chiaro indica un indice inferiore

6	5	4	7	7	6	5	5	6	4	3	4	7	6	5	4	5	4	5	6	3	4	5	6	4	5	3	4	6	5	6	6
7	3	7	2	6	7	6	4	7	5	6	7	6	7	7	7	4	6	5	6	4	3	3	4	5	6	5	4	5	4	7	6
5	4	8	6	5	4	5	3	5	6	7	5	4	4	4	3	4	5	7	5	5	4	3	3	6	4	4	3	5	7	6	5
5	7	4	8	4	3	6	4	4	5	4	5	2	7	6	2	5	6	6	4	4	4	3	5	3	4	3	4	4	3	5	6
6	5	3	4	7	4	5	6	6	5	3	4	2	3	4	6	5	4	4	5	4	5	6	5	5	4	3	3	7	6	6	5
4	4	4	4	6	7	6	4	2	3	8	6	5	5	7	5	6	4	6	4	4	7	3	3	5	4	3	3	5	7	4	5
2	3	4	5	5	7	4	3	4	4	7	3	4	6	4	5	4	4	5	6	3	2	2	4	3	4	3	4	3	5	4	4
6	6	5	6	4	6	5	5	2	3	4	5	3	2	3	4	3	4	5	5	2	6	5	3	4	6	5	4	5	4	4	4
5	4	7	6	5	4	5	4	5	6	4	3	7	7	6	7	7	4	5	6	2	3	4	4	6	5	4	3	4	3	5	4
5	5	4	3	6	3	7	7	7	6	8	7	5	7	5	5	4	7	5	6	3	2	5	2	4	4	4	3	7	6	4	5
2	5	6	7	4	3	4	8	4	5	5	4	3	4	5	4	6	4	4	4	2	4	3	3	4	7	4	5	6	8	6	5
6	6	5	5	5	6	5	5	3	3	2	3	3	3	4	4	5	5	4	7	5	4	5	3	5	5	6	5	3	4	5	4
7	8	7	8	5	4	4	6	8	4	3	5	5	5	5	6	6	5	4	6	3	4	2	4	7	6	5	4	4	5	4	3
6	5	8	6	5	7	6	7	4	3	4	3	6	7	7	5	5	4	6	5	6	5	3	5	4	7	7	6	3	5	2	5
4	5	7	6	7	4	4	4	4	5	5	3	3	6	5	4	3	4	4	6	3	5	4	4	2	3	2	4	4	5	5	6
5	4	5	4	3	2	2	3	2	4	5	3	5	3	4	5	4	5	6	4	4	4	3	4	4	5	3	2	6	5	3	3

Posizionamento delle prove sperimentali

Dopo aver scelto la serra in cui allestire una determinata prova, si è proceduto a organizzare le attività in funzione del protocollo ricevuto. Le prove sono state condotte secondo le *EPPO guidelines*, e si è operato in genere predisponendo uno schema a blocchi randomizzati con 4 o 5 (per lo più, ormai) ripetizioni. Ad eccezione delle prove con fumiganti in cui si è operato con parcelle elementari di grandi dimensioni (circa 200 mq) e le applicazioni sono state condotte da ditte a ciò specificamente autorizzate, per le altre prove si è proceduto in genere con applicazioni parcellari grazie alla realizzazione di impianti parcellari disposti su due bine contigue (4 file) riproducenti il sistema di irrigazione aziendale. È stato quindi utilizzato lo stesso tipo di ala gocciolante utilizzata dall'azienda (portata e passo) posizionandola in modo tale che i gocciolatoi dell'impianto sperimentale coincidessero con quelli aziendali.

La dimensione delle parcelle è stata preferibilmente mantenuta intorno ai 20 mq, in quanto, a seguito delle esperienze di tanti anni, si reputa tale dimensione come la minima che permetta di effettuare i rilievi necessari in modo attendibile, in considerazione dei sestri di impianto generalmente utilizzati nelle serre in Sicilia. Ad eccezione, infatti, di prove particolari e in accordo con la biologia dei nematodi e delle colture, si ritiene necessario effettuare almeno due rilievi intermedi dell'indice galligeno (nei cicli di coltivazione lunghi, almeno tre), oltre a quello a fine ciclo, e sono ormai divenuti di essenziale importanza i rilievi sulla produzione. Si ritiene, poi, che per la valutazione dell'indice galligeno il numero minimo di piante da valutare per parcella sia otto (ma a fine ciclo conviene poterne esaminare il maggior numero possibile in funzione delle piante residue) e che per i rilievi sulla produzione il numero minimo di piante da valutare per parcella sia dieci.

I rilievi dell'indice galligeno sono stati effettuati in media su 8 – 10 piante per parcella ai rilievi intermedi e su 15 – 20 piante al rilievo finale, utilizzando come riferimento la scala di Zeck modificata (0-10) o la scala di Bridge and Page (0-10), (Bridge and Page 1980). In taluni casi, per semplicità di elaborazione dei dati, il protocollo richiedeva di esprimere il sintomo in percentuale di apparato radicale interessato da galle, pur tenendo come riferimento generale lo schema di Zeck alle cui classi veniva quindi attribuita una semplice percentuale di infestazione.

Quando il protocollo della prova lo prevedeva, è stato anche prelevato a inizio prova un campione di terreno dalle parcelle testimoni su cui un laboratorio specializzato ha effettuato la conta nematica. In tal caso, il campione da sottoporre ad analisi era costituito da 10 singoli sub-campioni prelevati in ciascuna parcella e quindi omogeneizzati.

Verifica della rispondenza della metodologia

Al fine di poter valutare l'affidabilità della strategia di selezione dei campi, a fine ciclo della coltura in prova si è proceduto alla valutazione della percentuale di radici infette e dell'indice galligeno (IG) sulle parcelle testimone e sono stati quindi calcolati i valori medi. Tali valori sono stati poi confrontati con gli stessi parametri rilevati a fine ciclo della coltura precedente intesi come valori medi dell'intero sito di prova. I rilievi espressi in percentuale di apparato radicale sintomatico sono stati ri-trasformati in classi di indice secondo la scala Zeck per renderli confrontabili. Ritenendo le scale utilizzate per il rilievo dell'indice galligeno molto simili tra loro, pur accettando qualche piccola approssimazione non sostanziale per l'argomento di cui trattasi, tutti i dati disponibili sono stati assimilati alla scala Zeck (0 – 10).

Altre elaborazioni hanno messo in correlazione i risultati ottenuti con il periodo dell'anno in cui è stato realizzato il ciclo colturale e la lunghezza dello stesso, la successione tra le colture, le caratteristiche del terreno, la specie nematica e la relativa presenza di forme giovanili ad inizio prova.

RISULTATI

Delle 91 prove studiate, due prove (nel 2013 e 2017) sono state escluse dalle elaborazioni poiché le aziende avevano effettuato un trattamento fumigante prima della nuova coltura ma lo avevano tenuto nascosto. Di fatto, quindi, l'analisi comparata dei dati ha riguardato in realtà 89 prove.

Influenza della frequenza e della intensità di attacco

Dall'esame dei dati ottenuti sembra che la frequenza di radici sintomatiche nella coltura in prova vari molto poco al variare della percentuale di radici attaccate nella coltura precedente. Nel 94 % dei casi (78 prove) una frequenza di radici infette del 90 ÷ 100% sulla coltura precedente ha confermato sui testimoni a fine prova una frequenza del 90 ÷ 100% di radici

sintomatiche (tabella 2). Nelle 5 prove i cui era stata rilevata sulla coltura precedente una percentuale di radici infette di 80 ÷ 89 %, sui testimoni di tutte le prove è stata comunque rilevata a fine ciclo una percentuale del 90 ÷ 100%. Solo in un caso, sulle 89 prove analizzate, era stata rilevata una frequenza iniziale del 72 % che alla fine del ciclo successivo era divenuta del 88%. È possibile quindi affermare che valori medi di frequenza compresi tra 80 e 100 % nella precedente coltura hanno comunque portato sui testimoni della coltura in prova nel 93,2% dei casi una percentuale di radici sintomatiche del 90 ÷ 100%.

Tabella 2. Correlazione (%) per numero di siti tra frequenza (%) di radici sintomatiche rilevate nella coltura precedente e frequenza (%) sui testimoni delle colture-test a fine prova

Coltura - PRECEDENTE		Coltura - TEST		
Frequenza (%)	N° siti	Frequenza (%)	N° siti	% siti
90 ÷ 100	83	90 ÷ 100	78	94
		96 ÷ 100	73	88
		90 ÷ 95	5	6
80 ÷ 89	5	90 ÷ 100	5	100
		96 ÷ 100	4	80
		90 ÷ 95	1	20
80 ÷ 100	88	90 ÷ 100	82	93,2
		96 ÷ 100	75	85,2
		90 ÷ 95	7	8
72	1	88	1	---

Elaborazioni effettuate sui dati relativi a 89 siti

Con riferimento all'indice galligeno (IG), non è stata riscontrata una correlazione direttamente proporzionale tra indice medio rilevato sulle radici della coltura precedente e valore dell'indice medio rilevato sulle radici dei testimoni della coltura in prova. A titolo esemplificativo infatti si riporta che un indice medio > 7 nella coltura precedente ha portato a un indice medio >7 nella coltura in prova solo nel 35% dei casi quando un indice medio 5 ÷ 5,9 ha portato a un indice medio > 7 nel 36,4% dei casi e un indice medio 3 ÷ 3,9 ha portato a un indice medio >7 nel 46,7 % dei casi (tabella 3). Indipendentemente da correlazioni, comunque, è possibile rilevare che un indice galligeno medio superiore a 5 nella coltura precedente (50 prove) ha confermato nel 76% dei casi valori medi superiori a 5 nelle parcelle testimone della prova e nel 88 % dei casi valori medi di indice galligeno superiori a 4. In 63 prove, in cui si era rilevata una percentuale di radici infette del 90 ÷ 100% con indice galligeno medio superiore a 4 sulla coltura precedente, nel 88,9 % dei casi è stato rilevato sulle parcelle testimone della coltura oggetto di prova il 90 ÷ 100% di radici infette con indice medio uguale o superiore a 4. Stesso risultato (IG > 4) è stato rilevato nel 88,9 % dei casi (su 79 prove) considerando situazioni in cui sulla coltura precedente si rilevava l'80 ÷ 100 % di radici infette con un indice galligeno medio uguale o superiore a 3.

Tabella 3. Correlazione (%) per numero di siti tra severità di attacco alle radici (IG) rilevata nella coltura precedente e severità di attacco a fine prova sui testimoni delle colture-test; elaborazioni effettuate sui dati relativi a 89 siti

Coltura PRE		Coltura TEST			Coltura PRE		Coltura TEST		
Classe (IG)	N° siti	Classe (IG)	N° siti	% siti	Classe (IG)	N° siti	Classe (IG)	N° siti	% siti
> 7	20	> 7	7	35	4 ÷ 4,9	13	> 7	5	38,5
		> 5	13	65			> 5	10	76,9
		> 4	17	85			> 4	13	100
		3 - 3,9	0	---			3 - 3,9	0	---
		1,5-2,9	3 ⁽¹⁾	15			1,5-2,9	0	---
6 ÷ 7	20	> 7	9	45	3 ÷ 3,9	15	> 7	7	46,7
		> 5	15	75			> 5	11	73,3
		> 4	18	90			> 4	13	86,7
		3 - 3,9	0	---			3 - 3,9	2	13,3
		1,5-2,9	2	10			1,5-2,9	0	---
5 ÷ 5,9	11	> 7	4	36,4	1 ÷ 2,9	10	> 7	2	20
		> 5	10	90,9			> 5	7	70
		> 4	10	90,9			> 4	8	80
		3 - 3,9	0	---			3 - 3,9	2	20
		1,5-2,9	1	9,1			1,5-2,9	0	---

(1): siti (tutti) in cui la specie di pianta oggetto di prova non era mai stata coltivata precedentemente

Dalle varie esperienze condotte negli anni si ritiene che al fine di poter effettuare delle valutazioni attendibili, con possibilità di evidenziare differenze statisticamente significative tra trattati e testimoni, sarebbe auspicabile poter rilevare sui testimoni un indice galligeno medio almeno pari o superiore 4. In considerazione di ciò si rileva che passando da un indice medio nella coltura precedente superiore rispettivamente a 2, 3, 4, 5, è stato riscontrato nella coltura in prova un indice galligeno medio superiore a 4 rispettivamente nel 94%, 89,9%, 88,9% e 88% dei casi. Indici medi maggiori di 1 e maggiori di 7 hanno portato a valori superiori a 4 rispettivamente nel 87,6% e nel 80% dei casi. Pur essendo tante le variabili che giocano un ruolo importante nella individuazione delle correlazioni di cui si tratta, quanto sopra sembra, comunque, indicare che il buon esito di una prova dipenda maggiormente da una elevata ed omogenea diffusione dei nematodi nel terreno piuttosto che dalla intensità dei sintomi che si osservano sulle radici della coltura precedente. Da molteplici osservazioni effettuate, comunque, si ritiene preferibile destinare le serre in cui è stato rilevato un elevato indice galligeno medio a prove con prodotti da cui si attende un elevato controllo di nematodi e lasciare quelle in cui l'indice rilevato è apparso medio-basso a quelle prove con prodotti da cui si attende una efficacia nematocida meno marcata.

Influenza di altri fattori sul grado di attacco alle colture in successione

Dall'esame dei risultati, è apparso evidente che l'attacco risulta più elevato nei casi in cui la specie coltivata oggetto di prova sia uguale a quella precedente su cui sono state effettuate le osservazioni sugli apparati radicali. Inoltre, assume rilevanza ancora maggiore il fatto che una specie venga coltivata per la prima volta (o dopo diversi anni) in una determinata serra. In

particolare, infatti, è stato rilevato che sul totale delle prove esaminate, in quattro siti la specie di pianta oggetto di prova non era mai stata coltivata precedentemente. In tali casi, nonostante una presenza molto elevata di sintomi sulla coltura precedente, a fine prova sono stati rilevati indici non superiori a 2 o 3. Escludendo quindi tali casi, più un caso di molto probabile interferenza dei trattamenti nematocidi effettuati nel resto della serra, ed analizzando così le 83 prove rimaste, si rileva che un indice medio superiore a 2 nella coltura precedente ha portato nella coltura in prova valori superiori a 4 nel 94,9 ÷ 100% dei casi. Indici medi maggiori di 1 nella precedente coltura hanno portato a valori superiori a 4 nel 92,9% dei casi.

Il periodo dell'anno in cui sono state realizzate le coltivazioni ha mostrato certamente notevole influenza sull'evoluzione degli attacchi di nematodi. I casi analizzati sono stati infatti esaminati anche per ciclo di coltivazione, primaverile-estivo e autunno-vernino. Nel primo, più favorevole allo sviluppo dei nematodi, su 40 prove effettivamente analizzate, i testimoni hanno mostrato a fine ciclo nel 60% dei casi un indice galligeno medio superiore a 7 e nel 90% dei casi superiore a 5. Diversamente, nel ciclo autunno-vernino, su 42 prove effettivamente analizzate, i testimoni a fine ciclo hanno mostrato un indice galligeno medio superiore a 7 solo nel 23 % dei casi e superiore a 5 nel 69 % dei casi.

Nonostante si sia operato prevalentemente in condizioni di terreno sabbioso, è stato verificato se potessero rilevarsi correlazioni tra percentuale di sabbia nel terreno e frequenza e severità di attacco, pur ben sapendo che certamente tale parametro da solo non può costituire di certo fattore determinante. Sono state raggruppate le prove in tre gruppi per contenuto in sabbia del terreno, 70 ÷ 80%, 81 ÷ 90% e > 91% e pur non potendo stabilire correlazioni certe, si è potuto osservare che a fine prova la percentuale di casi con indice galligeno medio superiore a 5 è stata maggiore nei terreni con più elevato contenuto in sabbia. Si è passato quindi dal 100 % di casi con IG >5 nei terreni con contenuto in sabbia > 90% (7 prove), al 82,7% nei terreni con 81 ÷ 90% di sabbia (52 casi) e al 63,6% nei terreni con 70 ÷ 80% di sabbia (22 casi).

In tutte le prove è stata riscontrata presenza di nematodi del genere *Meloidogyne*. Circa la specie di nematode riscontrata, *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, è stata certamente la specie più rappresentata, seguita da *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, ma non è stato possibile evidenziare alcuna correlazione tra specie e severità di attacco. La conta nematica, effettuata da laboratori specializzati, ha dato esiti estremamente variabili con valori medi per sito variabili da poche unità di esemplari di secondo stadio giovanile (J2) per 100 cc di terreno a diverse centinaia di esemplari, con, in rari casi estremi, anche a qualche migliaio di J2. Tale variabilità non ha reso possibile individuare correlazioni tra numero di stadi giovanili a inizio del ciclo e intensità di attacco sui testimoni a fine ciclo.

Rimane di fondamentale importanza verificare se e quali trattamenti nematocidi siano stati effettuati sulla coltura precedente, poiché questi, soprattutto se effettuati nella fase terminale del ciclo di coltivazione, potrebbero influire fortemente, insieme agli altri fattori sopra riportati, sulla manifestazione dell'attacco dei nematodi galligeni sulla coltura in prova.

CONCLUSIONI

La valutazione dei dati analizzati permette di affermare che l'indagine preliminare basata sull'indice galligeno della coltura precedente, unitamente alla conoscenza della storia della serra in cui si opera e degli altri fattori minori di interferenza, meglio di altri metodi, permette un appropriato posizionamento di prove sperimentali sui nematodi delle serre con probabilità di riuscita molto elevate. Infatti, pur con una inevitabile piccola percentuale di aleatorietà, dovuta a fattori imponderabili, la metodologia ha dimostrato una elevatissima affidabilità.

Nel 94 % dei casi una frequenza di radici infette del 90 ÷ 100% sulla coltura precedente ha confermato sui testimoni a fine prova una frequenza del 90 ÷ 100% di radici sintomatiche, ma

è possibile comunque affermare che valori medi di frequenza compresi tra 80 e 100 % hanno portato nel 93,2% dei casi a una percentuale di radici sintomatiche del $90 \div 100\%$.

Pur non essendo stata riscontrata una correlazione direttamente proporzionale tra indice galligeno medio rilevato sulle radici della coltura precedente e valore dell'indice medio rilevato sulle radici dei testimoni della coltura in prova, è stato possibile riscontrare che un indice galligeno medio superiore a 5 nella coltura precedente ha confermato nel 76% dei casi valori medi superiori a 5 nelle parcelle testimone della prova e nel 88 % dei casi valori medi di indice galligeno superiori a 4. Indice galligeno medio superiore a 4 è stato rilevato nel 88,9 % dei casi in cui sulla coltura precedente si rilevava l'80 \div 100 % di radici infette con un indice galligeno medio uguale o superiore a 3. Appare evidente che l'attacco è risultato più elevato nei casi in cui la specie vegetale oggetto di prova era uguale a quella precedente su cui erano state effettuate le osservazioni sugli apparati radicali e sembra assolutamente da evitare l'impianto di una prova con una specie mai coltivata prima in un determinato terreno.

Il ciclo primaverile-estivo, è risultato più favorevole allo sviluppo dei nematodi. Infatti, ha favorito il manifestarsi nel 60% dei casi un indice galligeno medio superiore a 7 e nel 90% dei casi superiore a 5, rispetto a valori decisamente più bassi rilevati per il ciclo autunno-vernino (IG >7: 23 %; IG >5: 69 %). In tutte le prove è stata riscontrata presenza di nematodi del genere *Meloidogyne* con prevalenza di *M. incognita* rispetto a *M. javanica*, ma non è stato possibile evidenziare alcuna correlazione tra specie e intensità di attacco. La conta nematica (J2/100 cc) ha dato esiti estremamente variabili non permettendo di individuare correlazioni tra numero di stadi giovanili a inizio del ciclo e severità di attacco sui testimoni a fine ciclo. Rimane di fondamentale importanza la conoscenza dei trattamenti nematocidi effettuati sulla coltura precedente, per la forte influenza che questi potrebbero manifestare sulla manifestazione dei sintomi nella prova.

Pur senza trascurare l'entità del danno alle radici, l'omogeneità di distribuzione dei sintomi sulla coltura precedente è da ritenersi, quindi, l'elemento fondamentale per poter ottenere dati attendibili e significativi dal punto di vista statistico.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dott. Nicola Greco (ex ricercatore CNR - Bari) per la revisione critica del lavoro. Si ringraziano le società Bayer CropScience, Certis Europe e DuPont de Nemours Italiana per la fiducia accordata all'autore nel corso di tanti anni di sperimentazioni.

LAVORI CITATI

- Bridge J. & S. L. J. Page (1980). Estimation of Root-knot Nematode Infestation Levels on Roots Using a Rating Chart, *Tropical Pest Management*, 26:3, 296-298,
- Colombo, A. (2002). Le problematiche nematologiche delle colture ortive in Sicilia. *Nematologia Mediterranea (Suppl.)* 30: 17-20.
- Leocata S., Pirruccio G., Medico E., Myrta A. and Greco N. (2014). Dimethyl disulfide (DMS): A new soil fumigant to control root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., in protected crops in Sicily, Italy. Proceedings of the VIIIth IS on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation. *Acta Horticulturae*, 1044, 415–420.
- Zeck W.M., (1971). A rating scheme for field evaluation of root-knot infestations. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer AG*, 24, 141-144.