

ORESTE TRIGGIANI - EUSTACHIO TARASCO<sup>1</sup>

Dipartimento di Biologia e Chimica Agro-forestale ed Ambientale Sez. Entomologia e Zoologia -  
Università degli Studi di Bari.

## **Indagini sui nematodi entomopatogeni (Rhabditida: Steinernematidae e Heterorhabditidae) in pinete e querceti dell'Italia meridionale\***

### ABSTRACT

OCCURRENCE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES (RHABDITIDA: STEINERNEMATIDAE AND  
HETERORHABDITIDAE) IN PINE AND OAK WOODS IN SOUTHERN ITALY.

Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) were isolated from southern Italian wood soils using the *Galleria mellonella* baiting technique.

Six % of pine woods and 15.5% of oak woods were positive for the presence of nematodes. *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) was the most common species reaching 47% of the total.

*S. feltiae*, *S. arenarium* (= *anomali*) Artyukhovsky, 1967 and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 were the species collected in pine woods; *S. feltiae* and *S. affine* (Bovien, 1937) in oak woods.

The presence of *S. arenarium* seems to depend on the soil structure since it was recovered from pine wood sand soils with alkaline pH in the provinces of Taranto, Lecce and Matera.

*S. affine* was the most common species in silty loam and clay loam soils with neutral and alkaline pH and rich of organic content. This species seems to prefer oak soils as widely confirmed by its recovery in Puglia, Basilicata and Calabria regions. The distribution of *S. affine* comprises in addition to north Europe also the south Europe and southern Italy in particular.

The confirmation of *S. arenarium* (= *anomali*) in coastal soils of pine woods is of remarkable importance; in fact, the recently recovered species also from orchards of southern Italy have been known only in central Russia and Spain.

Key words: *Steinernema feltiae*, *S. affine*, *S. arenarium* (= *anomali*), *Heterorhabditis bacteriophora*, Mediterranean areas, soil.

### INTRODUZIONE

I Nematodi appartenenti alle famiglie Steinernematidae e Heterorhabditidae sono parassiti obbligati e letali per gli insetti, essi si trovano prevalentemente nel terreno in cui si muovono attivamente per localizzare ed uccidere un elevato numero di specie di esapodi. Poiché non risultano pericolosi per gli

---

<sup>1</sup> Il Primo autore ha programmato la ricerca e partecipato alla raccolta dei campioni. Il secondo autore ha collaborato nella estrazione, moltiplicazione e determinazione dei nematodi entomopatogeni. Ambedue gli autori hanno collaborato nella elaborazione, interpretazione dei dati e nella stesura del lavoro.

\* Ricerca finanziata dal MURST "Innovazioni nella lotta integrata a insetti defogliatori forestali" e 60%.

animali superiori né per l'uomo, non hanno effetti negativi per le piante e sono facilmente riproducibili in laboratorio e nelle biofabbriche, essi si configurano come candidati molto promettenti per il controllo biologico di insetti dannosi (POINAR, 1990).

Sia *Steinernema* che *Heterorhabditis* per arrivare allo stadio adulto passano attraverso quattro stadi giovanili di sviluppo, dei quali il terzo (I<sub>J</sub>= third-stage infective juvenile) è quello infettivo. Caratteristica peculiare di questi nematodi è la presenza di batteri simbiotici nel loro intestino: *Xenorhabdus* spp. per gli Steinernematidae e *Photorhabdus* spp. per gli Heterorhabditidae. Gli I<sub>J</sub>s penetrano nell'ospite attraverso le aperture naturali (stigma, ano, bocca) (TRIGGIANI e POINAR, 1976) o anche attraverso le membrane intersegmentali (BEDDING e MOLYNEUX, 1982; PETERS e EHLERS, 1994), rilasciano i batteri nell'emocele della vittima uccidendola in 24-48 ore (AKHURST e BOEMARE, 1990; FORST e NEALSON 1996). Nell'emocele i batteri riducono i tessuti interni in un "brodo nutritivo" (SIMOES *et al.*, 1992) e producono sostanze antibiotiche che ostacolano la putrefazione dei tessuti favorendo lo sviluppo di successive generazioni di nematodi (AKHURST, 1990).

Nell'ambito delle specie e dei ceppi esistono numerose variabili le quali regolano le attività vitali a differenti livelli di temperatura, le percentuali di parassitizzazione, le strategie comportamentali per la ricerca delle vittime. Per questo motivo le ricerche sulle popolazioni selvatiche di nematodi entomopatogeni condotte in vari Paesi, rivestono notevole importanza in quanto mirate a identificare le peculiarità di specie e ceppi. Caratteristiche queste che devono essere prese in considerazione in funzione degli insetti da controllare e degli habitat in cui andranno testati (TARASCO e TRIGGIANI, 1997; TARASCO, 1997). Numerosi isolamenti sono stati e sono tutt'oggi eseguiti dal suolo, in aree a clima temperato e freddo dell'Europa: Irlanda (GRIFFIN *et al.*, 1991, DOWNES e GRIFFIN, 1991), Cecoslovacchia (MRÁČEK, 1980), Svezia (BURMAN *et al.*, 1986), Ungheria (MRÁČEK e JENSER 1988), Finlandia (VANNINEN *et al.*, 1989), Inghilterra (HOMINICK e BRISCOE, 1990), Germania (EHLERS *et al.*, 1991), Scozia (BOAG *et al.*, 1992), Norvegia (HAUKELAND, 1993) Olanda (HOMINICK *et al.*, 1995), Svizzera (STEINER, 1996), Ungheria, Estonia e Danimarca (GRIFFIN *et al.*, 1999), Repubblica Slovacca (STURHAN e LISKOVÁ, 1999). Nel Nord America (AKHURST e BROOKS, 1984; LIU e BERRY, 1995) e Canada (MRÁČEK e WEBSTER, 1993), come anche nelle aree temperate della Australia (AKHURST e BEDDING, 1986) ed in quelle tropicali e sub tropicali di Porto Rico (ROMAN e BEAVERS, 1982), Hawaii (HARA *et al.*, 1991), Israele (GLAZER *et al.*, 1991), Sri Lanka (AMARASINGHE *et al.*, 1994). Essi sono stati rinvenuti anche in cinque regioni climatiche del Giappone (YOSHIDA *et al.*, 1998).

Per l'area del Bacino del mediterraneo invece, le informazioni sono piuttosto carenti: sono da ricordare i rinvenimenti di *Steinernema* e *Heterorhabditis* in Italia (DESEÖ *et al.*, 1988; EHLERS *et al.*, *l.c.*; TARASCO e TRIGGIANI, *l.c.*), Spagna (DOUCET e GABARRA, 1994; DEL PINO e PALOMO, 1996,1997), Grecia (MENTI *et al.*, 1997) e Egitto (SHAMSELDEAN e ABD-ELGAWAD, 1994).

Scopo della seguente indagine è quello di mettere in evidenza la presenza di Steinernematidae e Heterorhabditidae nelle pinete e nei querceti dell'Italia meridionale per fornire un ulteriore contributo alla conoscenza della distribuzione delle specie nell'area del Bacino del mediterraneo.

I nematodi rinvenuti nel corso dell'indagine saranno successivamente oggetto di ulteriori studi miranti a identificare i ceppi più idonei alle elevate fluttuazioni climatiche, tipiche dell'ambiente mediterraneo, per prove di controllo di defogliatori forestali.

#### MATERIALI E METODI

In totale sono stati prelevati 132 campioni dalle pinete e 71 dai querceti di Puglia, Basilicata, Molise e Calabria. Da ciascuna area di saggio di circa 100 m<sup>2</sup>, sono stati raccolti 3-4 campioni di terreno di 100 cm<sup>3</sup> di volume, alla profondità di 10-20 cm.

Questi sono stati trasportati in buste di polietilene in laboratorio e all'interno di ciascun campione sono state collocate in un filtro per tè di retina metallica, cinque larve dell'ultimo stadio di *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera, Galleriidae) a 25°±1°C per 5-7 giorni (TARASCO e TRIGGIANI, *l.c.*). Dopo due settimane si è proceduto al controllo per verificare la presenza di larve morte; la procedura è stata ripetuta per quei campioni nei quali non si era riscontrata mortalità.

Successivamente le larve sono state collocate in trappole ad acqua (WHITE, 1927) a temperatura ambiente (~ 24°C) per raccogliere gli stadi infettivi dei nematodi.

Le specie dei nematodi sono state identificate in base alle caratteristiche morfologiche del terzo stadio giovanile, degli adulti e tramite incroci (KAYA e STOCK, 1997; POINAR, *l.c.*). Le determinazioni sono state successivamente confermate da Poinar G.O. (Corvallis, Oregon U.S.A.).

Per ciascun campione di terreno sono state annotate la località, la data del prelievo, l'altitudine, e determinata in laboratorio la struttura del suolo, il pH e la percentuale di sostanza organica presente.

RISULTATI

Sono stati trovati positivi alla presenza dei nematodi i terreni provenienti dal 6% di pinete e dal 15,5% di querceti. Tutti i nematodi isolati appartenevano al genere *Steinernema* ad eccezione di un sito ove è stato rinvenuto un *Heterorhabditis* (tab.1).

Nelle pinete sono state individuate due specie di *Steinernema*: *S. feltiae*, e *S. arenarium* (= *anomali*) Artyukhovsky, 1967 e una di *Heterorhabditis*: *H. bacteriophora* Poinar 1975. Nei querceti si sono rinvenute due specie di *Steinernema*: *S. feltiae* e *S. affine* (Bovien, 1937) (fig. 1).

*S. feltiae* (Filipjev, 1934) è risultata la specie più comune costituendo il 47% del totale dei nematodi raccolti; la sua distribuzione peraltro non risulta vincolata alla altitudine, alla struttura del terreno, al pH o alla percentuale di sostanza organica. La presenza di *S. arenarium* sembrerebbe invece dipendere dalla struttura del terreno, essendo essa stata rinvenuta solo nelle pinete con terreno sabbioso e pH alcalino nelle provincie di Taranto, Lecce e Matera.

In una sola pineta con suolo sabbioso è stato rinvenuto *H. bacteriophora*. Si deve rimarcare che questa pineta era prospiciente il mare a conferma di quanto riportato in Irlanda (GRIFFIN *et al.*, 1994) e nello Sri Lanka (AMARASINGHE, *l.c.*), ove l'habitat di elezione della specie è costituito da terreni costieri non lontani dal mare.

Tab. 1 – Specie di nematodi e caratteristiche delle località e degli habitat in cui sono state rinvenute.

Ceppo	Nematode	Data	Località	Habitat	m s.l.m.	pH	Struttura suolo	% s.o.
ItS-CZ19	<i>S. feltiae</i>	19-V-98	Giamberga (Cs)	Pineta	800	6.8	Francosabbioso	2.8
ItS-CZ23	<i>S. feltiae</i>	19-V-98	Lago Cecita (Cs)	Pineta	1100	6.8	Sabbiosofranco	5.9
ItS-G16	<i>S. feltiae</i>	18-III-99	Gravina (Ba)	Pineta	380	7.2	Limosofranco	3.8
ItS-B6	<i>S. feltiae</i>	16-IX-99	Bitonto (Ba)	Pineta	118	7.6	Limoso	6.1
ItS-OT3	<i>S. arenarium</i>	04-IV-00	Alimini (Le)	Pineta	25	7.4	Sabbioso	5.3
ItS-LD3	<i>S. arenarium</i>	21-X-96	Metaponto (Mt)	Pineta	50	7.9	Sabbioso	0.58
ItS-C31	<i>S. arenarium</i>	01-V-00	Castellaneta (Ta)	Pineta	50	8	Sabbioso	6.56
ItS-C6	<i>H. bacteriophora</i>	10-IX-96	Castellaneta (Ta)	Pineta	50	7.8	Sabbioso	1.66
ItS-TR1	<i>S. affine</i>	08-X-95	Trivigno (Pz)	Querceto	350	7.6	Francoargilloso	5.15
ItS-ST12	<i>S. affine</i>	30-IV-98	Santeramo (Ba)	Querceto	400	7.7	Francolimoso	5.59
ItS-CZ10	<i>S. affine</i>	19-V-98	S.P.Albanese (Cs)	Querceto	800	7.4	Francoargilloso	5.44
ItS-CZ7	<i>S. affine</i>	19-V-98	Cersosino (Cs)	Querceto	250	7.7	Francosabbioso	2.33
ItS-LP3	<i>S. affine</i>	21-I-00	Lagopesole (Pz)	Querceto	700	6.9	Limoso	6.2
ItS-Q3	<i>S. affine</i>	04-XII-93	Quasano (Ba)	Querceto	150	8	Francolimoso	5.1
ItS-Q1	<i>S. feltiae</i>	27-V-99	Quasano (Ba)	Querceto	150	7.9	Francolimoso	4.7
ItS-MSA3	<i>S. feltiae</i>	03-XII-99	M.S.Angelo (Fg)	Querceto	787	8	Limoso	3.41
ItS-LE1	<i>S. feltiae</i>	08-X-97	Tricase (Le)	Querceto	50	7.4	Francolimoso	0.19
ItS-MF1	<i>S. feltiae</i>	23-III-98	M. Franca (Ta)	Querceto	350	7.3	Francolimoso	2.4
ItS-BQ1	<i>S. feltiae</i>	03-XII-99	M.S.Angelo (Fg)	Querceto	787	7.4	Francolimoso	1.99

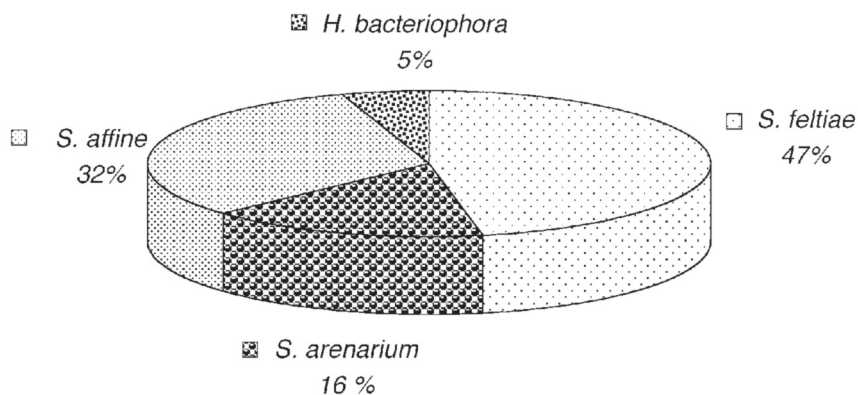


Fig. 1 – Nematodi entomopatogeni rinvenuti in pinete e querceti dell'Italia meridionale.

Nei querceti, oltre a *S. feltiae*, è stato accertato anche *S. affinis*, più comunemente nei querceti con terreni franco-limosi e franco-argillosi ricchi di sostanza organica e con pH neutro o alcalino. *S. affinis* risulta diffuso in diversi biotopi dell'Europa settentrionale e centrale: Alpi Svizzere (STEINER, *l.c.*), Germania (EHLERS *et al.*, *l.c.*), Irlanda (GRIFFIN *et al.*, *l.c.*; DOWNNESS e GRIFFIN, *l.c.*), Norvegia (HAUKELAND, *l.c.*); nei paesi dell'area del Mediterraneo è stato segnalato da DEL PINO e PALOMO (*l.c.*) nei pascoli della Spagna a 1200-1600 m s.l.m. Sempre nello stesso anno, è stato individuato ad altitudini più basse (350 e 650 m s.l.m.) in frutteti dell'Italia meridionale (TARASCO e TRIGGIANI, *l.c.*) e, più recentemente, nei boschi fino a 800 m s.l.m. In particolare, la specie sembra avere anche una spiccata preferenza per i querceti, come ampiamente confermato dai rinvenimenti in Puglia, Basilicata e Calabria.

#### CONCLUSIONI

I risultati di questa ricerca mettono in evidenza come il tipo di habitat rivesta notevole influenza sulle specie ed emerge una interessante disparità tra nematodi entomopatogeni nei querceti e nelle pinete dell'Italia meridionale non solo come specie rinvenute, ma anche percentualmente. Infatti, nei querceti i nematodi sono quasi il triplo di quelli rinvenuti nelle pinete.

*S. feltiae*, segnalato in numerosi paesi dell'Europa, Australia e Nuova Zelanda caratterizzati dal clima temperato, è risultato molto comune anche in querceti e pinete dell'Italia meridionale. La sua presenza sembra legata più alle caratteristiche climatiche che a quelle del suolo. In realtà i dati e le notizie sui rinvenimenti della specie nei suoli boschivi sono pochi e ricavabili nella maggioranza dei casi da lavori non specifici. In Gran Bretagna CHANDLER, *et al.* (1997) non rinviene *S. feltiae* in boschi di *Quercus robur* e *Corylus avellana* ma viene segnalato uno *Steinernema* sp.C1 nel 6% dei campioni, mentre GEORGIS e HAGUE (1991) lo ritrovano nei suoli di alcune foreste inglesi. HOMINICK e BRISCOE (*l.c.*) sempre in Gran Bretagna nei boschi di conifere e in quelli decidui rinvencono oltre il 40% di *S. bibionis* (= *feltiae*) e *Steinernema* sp.; la percentuale si riduce al 31,3% in boschi misti. In Grecia esso viene rinvenuto in brughiere con *Pinus sylvestris* (MENTI *et al.*, *l.c.*).

Rinvenimenti di *S. feltiae* sono riportati da AKHURST e BEDDING (*l.c.*) nelle foreste della Tasmania. Secondo gli autori non si tratterebbe di popolazioni autoctone ma introdotte dall'Europa con piante con terreno o con la zavorra dei bastimenti.

Per altri *Steinernema* i dati sulla determinazione delle specie e la loro distribuzione in terreni boschivi, sono molto carenti e le notizie sulla frequenza dei rinvenimenti in boschi e foreste sono contrastanti. Ad esempio MRÁČEK (*l.c.*) osserva un numero più elevato di nematodi entomopatogeni nelle foreste cecoslovacche rispetto a quello dei campi coltivati mentre AKHURST e BROOKS, (*l.c.*) riportano una presenza nettamente inferiore di *S. glaseri* e *Steinernema* sp. nelle foreste rispetto ad altri biotopi della Carolina del nord. In Norvegia HAUKELAND (*l.c.*) rinviene *Steinernema* in foreste ma in numero inferiore che in altri habitat.

Riguardo a *S. affine* i dati ottenuti ci inducono ad ampliarne l'areale di diffusione dal nord Europa anche all'Europa meridionale e più particolarmente all'Italia meridionale.

Di notevole importanza è la conferma di *S. arenarium* (= *anomali*) anche nelle pinete costiere; infatti, è da rimarcare che la specie rinvenuta recentemente in aree coltivate del mezzogiorno d'Italia era nota soltanto per la Russia centrale (ARTYUKHOVSKY *et al.* 1997) e la Spagna (DEL PINO E PALOMO, 1994)\*.

---

\*Nuovi rinvenimenti di questa specie sono in atto in tutta l'Europa, Palestina, Marocco (Ehlers, comunicazione personale).

## RIASSUNTO

Nematodi entomopatogeni (*Steinernematidae* e *Heterorhabditidae*) sono stati isolati dai terreni di boschi dell'Italia meridionale utilizzando larve di *Galleria mellonella* come insetto esca.

La presenza dei nematodi è stata accertata nel 6% delle pinete e nel 15,5% dei querceti. *S. feltiae* (Filipjev, 1934) è risultata la specie più comune costituendo il 47% del totale dei nematodi rinvenuti.

Nelle pinete sono stati individuati *Steinernema feltiae*, *S. arenarium* (= *anomali*) Artyukhovsky, 1967 e *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976. Nei querceti sono stati rinvenuti *S. feltiae* e *S. affine* (Bovien, 1937).

La presenza di *S. arenarium* parrebbe essere dipendente dalla struttura del terreno, infatti è stata rinvenuta solo nelle pinete con suolo sabbioso e pH alcalino nelle provincie di Taranto, Lecce e Matera.

*S. affine* è risultata la specie più comune in terreni franco-limosi e franco-argillosi a pH neutro o alcalino, ricchi di sostanza organica. La specie sembra avere una spiccata preferenza per i querceti, come ampiamente confermato dai rinvenimenti in Puglia, Basilicata e Calabria. L'areale di diffusione di *S. affine* oltre al nord Europa include quindi anche l'Europa meridionale e più particolarmente l'Italia meridionale.

Di notevole importanza è la conferma di *S. arenarium* (= *anomali*) anche nelle pinete costiere, infatti, la specie rinvenuta recentemente in aree coltivate del mezzogiorno d'Italia era nota soltanto per la Russia centrale e la Spagna.

Parole chiave: *Steinernema feltiae*, *S. affine*, *S. arenarium* (= *anomali*), *Heterorhabditis bacteriophora*, Bacino del mediterraneo, terreno.

## BIBLIOGRAFIA

- AKHURST R.J., 1990 - Antibiotic activity of *Xenorhabdus* spp., bacteria symbiotically associated with insect pathogenic nematodes of the families *Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*. *Journal of General Microbiology*, 128: 3061-3065.
- AKHURST R.J., BEDDING R.A., 1986 - Natural occurrence of insects pathogenic nematodes (*Steinernematidae* and *Heterorhabditidae*) in soil in Australia. *J. Aust. Ent. Soc.*, 25: 241-244.
- AKHURST R.J., BOEMARE N.E., 1990 - Biology and taxonomy of *Xenorhabdus*. In: "Entomopathogenic Nematodes in Biological Control". Gaugler R.D., Kaya H.K. Eds. CRC Press, Raton Fl pp. 75-90.
- AKHURST R.J., BROOKS W.M., 1984 - The distribution of Entomophilic nematodes (*Heterorhabditidae* and (*Steinernematidae*) in North Carolina. *Journal of Invertebrate Pathology*, 44: 140-145.
- AMARASINGHE I.D., HOMINICK W.M., BRISCOE B.R., REID A.P., 1994 - Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes in Sri Lanka. *Journal of Helminthology*, 68: 277-286.
- ARTYUKHOVSKY A.K., KOZODOI E.M., REID A.P., SPIRIDONOV S.E., 1997 - Redescription of *Steinernema arenarium* (Artyukhovsky, 1967) topotypes from Central Russia and a proposal for *S. anomalae* (Kozodoi, 1984) as a junior synonym. *Russian Journal of Nematology*, 5: 31-37.
- BEDDING R.A., MOLYNEUX A.S., 1982 - Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (*Heterorhabditidae*: Nematoda). *Nematologica*, 28: 354-359.

- BOAG B., NEILSON R., GORDON S.C., 1992 - Distribution and prevalence of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* in Scotland. *Annals of Applied Biology*, 121(2): 355-360.
- BURMAN M., ABRAHAMSSON K.K., ASCARD J., SJOBERG A., ERIKSON B., 1986 - Distribution of insect parasitic nematodes in Sweden, p.312. In R.A. Samson, J.M. Vlak & D. Peters (eds.) Fundamentals and applied aspects of invertebrate pathology. Foundation Fourth International Colloquium on Invertebrate Pathology 18-22 August 1986, Wageningen, Netherlands.
- CHANDLER D., HAY D., REID A.P., 1997 - Sampling and occurrence of entomopathogenic fungi and nematodes in UK soils. *Applied Soil Ecology*, 5(2): 133-141.
- DESEÖ K.V., FANTONI P., LAZZARI G.L., 1988 - Presenza di Nematodi entomopatogeni (*Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp. nei terreni agricoli in Italia. *Atti Giornate Fitopatol.*, 2: 269-280.
- DEL PINO G.F., PALOMO A., 1994 - A new strain of *Steinernema anomali* (Kozodoi, 1984) from Spain. Cost Symposium on Ecology and Symbiosis of Nematodes. Hungary 1994.
- DEL PINO G.F., PALOMO A., 1996 - Natural occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Spanish soils. *J. Invert. Pathol.*, 68: 84-90.
- DEL PINO G.F., PALOMO A., 1997 - Temporal study of natural populations of Heterorhabditid and Steinernematid nematodes in horticultural crop soils. *Fundam. Appl. Nematol.* 20(5): 473-480.
- DOUCET DE M.M., GABARRA R., 1994 - On the occurrence of *Steinernema glaseri* (Steiner, 1929) (Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Heterorhabditidae) in Catalogne, Spain. *Fundam. Appl. Nematol.*, 17: 441-443.
- DOWNES N.J., GRIFFIN C.T., 1991 - Recovery of Heterorhabditid nematodes from Irish and Scottish soils. In" Proceedings third European Meeting Microbial control of pests" Ed. Smiths P.H. Wageningen 24-27 february 1991. *IOBC/WPRS Bulletin XIV-7*: 216-218.
- EHLERS R.U., DESEÖ K.V., STACKEBRANDT E., 1991 - Identification of *Steinernema* spp. (Nematoda) and their symbiotic bacterio *Xenorhabdus* spp. from Italian and German soils. *Nematologica*, 37: 360-666.
- FORST S., NEALSON K., 1996 - Molecular biology of the symbiotic-pathogenic bacteria *Xenorhabdus* spp. and *Photorhabdus* spp. *Microbiological Rev.*: 21-43.
- Georgis R., Hague N.G.M., 1991 - Nematodes as biological insecticides. *Pesticide Outlook* 2(3): 29-32.
- GLAZER I., LIRAN N., STEINBERGER Y., 1991 - A survey of entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in the Negev desert. *Phytoparasitica*, 19(4): 291-300.
- GRIFFIN C.T., MOORE J.F., DOWNES M.J., 1991 - Occurrence of insect-parasitic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in the Republic of Ireland. *Nematologica*, 37: 92-100.
- GRIFFIN C.T., JOYCE S.A., DIX I., BURNELL A.M., DOWNES M.J., 1994 - Characterisation of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis* (Nematoda: Heterorhabditidae) from Ireland and Britain by molecular and cross-breeding techniques, and the occurrence of the genus in these islands. *Fundamental and Applied Nematology*, 17 (3): 245-253.
- GRIFFIN C.T., DIX I., JOYCE S.A., BURNELL A.M., DOWNES M.J., 1999 - Isolation and characterisation of *Heterorhabditis* spp. (Nematoda: Heterorhabditidae) from Hungary, Estonia and Denmark. *Nematology*, 1(3): 321-332.



- HARA A.H., GAUGLER R., KAYA H.K., LEBECK L., 1991 - Natural populations of entomopathogenic nematodes (Rhabditida, Heterorhabditidae, Steinernematidae) from the Hawaiian Islands. *Environmental Entomology*, 20(1): 211-216.
- HAUKELAND S., 1993 - Entomopathogenic nematodes found in Norway. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 7: 17-27.
- HOMINICK W.M., BRISCOE B.R., 1990 - Occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in British soils. *Parasitology*, 100: 295-302.
- HOMINICK W.M., REID A.P., BRISCOE B.R., 1995 - Prevalence and habitat specificity of steinernematid and heterorhabditid nematodes isolated during soil surveys in the UK and the Netherlands. *Journal of Helminthology*, 69: 1-6.
- KAYA H.K., STOCK P., 1997 - Techniques in insect nematology. In "Manual of Techniques in Insect Pathology" Ed. Lacey L. Academic Press Inc. San Diego, Cal. USA., 281-324 pp.
- LIU J., BERRY R.E., 1995 - Natural distribution of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) in Oregon soils. *Environ. Entomol.*, 24 (1): 159-163.
- MENTI H., WRIGHT D.J., PERRY R.N., 1997 - Dessication survival of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* from Greece and the U.K. *Journal of Helminthology*, 71: 41-46.
- MRÁČEK Z., 1980 - The use of "Galleria traps" for obtaining nematode parasites of insects in Czechoslovakia (Lepidoptera: Nematoda, Steinernematidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 77: 378-382.
- MRÁČEK Z., JENSER G., 1988 - First report of entomogenous nematodes of the families of Steinernematidae and Heterorhabditidae from Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 23: 153-156.
- MRÁČEK Z., WEBSTER J.M., 1993 - Survey of Heterorhabditidae and Steinernematidae (Rhabditida, Nematoda) in western Canada. *Journal of Nematology*, 25(4): 710-717.
- PETERS A., EHLERS R.U., 1994 - Susceptibility of leatherjackets (*Tipula paludosa* and *T. oleracea*; Tipulidae: Nematocera) to the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. *J. Invert. Pathol.* 63: 163-171.
- POINAR G.O. JR., 1990 - Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In "Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. Eds. Gaugler R.D, Kaya H.K. Boca Raton FL. USA. CRC Press; pp. 23-61.
- ROMAN J., BEAVERS J.B., 1982 - A survey of Puerto Rican soils for entomogenous nematodes which attack *Diaprepes abbreviatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, 9: 311-316.
- SHAMSELDEAN M.M., ABD-ELGAWAD M.M., 1994 - Natural occurrence of insect pathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae) in Egyptian soils. *Afro Asian Journal of Nematology*, 4(2): 151-154.
- SIMOES N. BETTENCOURT R., LAUMOND C., BOEMARE N., 1992 - Studies on immunoinhibitor released by *Steinernema carpocapsae*. In: "Proceedings of the European Society of Nematology 21th Meeting. Albufeira, Portugal , 123-127.
- STEINER W.A., 1996 - Distribution of entomopathogenic nematodes in the Swiss Alps. *Riv. Suisse de Zool.*, 103(2): 439-452.
- STURHAN D., LISKOVÁ M., 1999 - Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes in the Slovak Republic. *Nematology*, 1(3): 273-277.
- TARASCO E., TRIGGIANI O., 1997 - Survey of *Steinernema* and *Heterorhabditis* (Rhabditida: Nematoda) in Southern Italian soils. *Entomologica*, Bari, 31: 117-123.

- TARASCO E., 1997 - Confronto di patogenicità fra otto ceppi di *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) (Rhabditida: Steinernematidae) rinvenuti in terreni dell'Italia meridionale. *Entomologica*, Bari 31: 171-179.
- TRIGGIANI O., POINAR G.O. JR., 1976 - Infection of adult Lepidoptera by *Neoaplectana carpocapsae* (Nematoda) *Journal Invertebrate Pathology*, 27: 413-414.
- VÄNNINEN I., HUSBERG G.B., HOKKANEN U.M.T., 1989 - Occurrence of entomopathogenic fungi and entomoparasitic nematodes in cultivated soils in Finland. *Acta Entomologica Fennica*, 53: 65-71.
- YOSHIDA M., REID A.P., BRISCOE B.R., HOMINICK W.M., 1998 - Survey of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Japan. *Fundam. Appl. Nematol.*: 185-198.
- WHITE G.F., 1927 - A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science (Washington, D.C.)*, 66: 302-303.