

*Istituto di Nematologia Agraria, CNR, 70126 Bari, Itália*¹
Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral, Laboratório de Sanidade Vegetal,
*3020-201 Coimbra, Portugal*²
Departamento de Zoologia e Instituto do Ambiente e Vida, Universidade de Coimbra,
*7004-517 Coimbra, Portugal*³
*e Divisão de Protecção das Plantas, Bayer Portugal SA, 2795-653 Carnaxide, Portugal*⁴

EFEITO DE ALGUNS NEMATODICIDAS SOBRE OS NEMÁTODES-DAS-GALHAS-RADICULARES (*MELOIDOGYNE* SPP.) EM HORTÍCOLAS, EM PORTUGAL

por

F. LAMBERTI¹, R. M. LEMOS², N. SASANELLI¹, S. MOLINARI¹, I. M. DE O. ABRANTES³, J. SILVA⁴ e A. VILLALOBOS⁴

Resumo. Realizaram-se, em Portugal, ensaios para avaliar o efeito de alguns nematodocidas sobre os nemátodes-das-galhas-radiculares *Meloidogyne incognita* raça 3, em pepino, numa estufa, em Torres Vedras e *M. arenaria* raça 3, em tomate de ar livre, em Azambuja. Os resultados obtidos demonstraram que houve um aumento significativo na produção de pepino, com a aplicação de metame-sódio, um mês antes da plantação. Em tomate, os melhores resultados foram obtidos quando se aplicou o methame-potássio, um mês antes e fenamifos 240 CS, um dia antes da plantação. Em ambos os casos houve ainda um incremento da produção com aplicações das formulações granulada e micro-encapsulada de fenamifos, um dia antes ou um mês após a plantação.

Summary. Effect of some nematocides on root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*) on vegetable crops in Portugal. Nematode control trials were carried out in Portugal, against *Meloidogyne incognita* race 3 on cucumber in a plastic house in Torres Vedras, and against *M. arenaria* race 3 on outdoor tomato in Azambuja. The results showed significant yield increases on cucumber with metham sodium applied one month before planting; and on tomato with metham potassium applied one month before planting or fenamiphos 240 CS applied one day before planting. In both trials, yields were further increased by applications of either the granular or the microcapsulated formulation of fenamiphos, one day before or one month after planting.

Os nemátodes do género *Meloidogyne* Goeldi, vulgarmente designados por nemátodes-das-galhas-radiculares, constituem um grupo particularmente importante dos nemátodes fitoparasitas e até dos inimigos das plantas em geral. Estes nemátodes são responsáveis, frequentemente, por grandes prejuízos na agricultura, tanto pelo seu efeito patogénico e pela grande diversidade de culturas com importância económica que parasitam, como também por ser difícil combatê-los eficazmente.

Em Portugal, apesar de se saber que uma grande parte das plantas cultivadas e algumas espontâneas são plantas hospedeiras daqueles nemátodes, pouco se conhece sobre a verdadeira dimensão dos prejuízos que causam nas culturas.

Ao longo dos anos, têm sido desenvolvidos estudos que permitiram conhecer a distribuição e biologia das espécies e raças das populações portuguesas dos nemátodes-das-galhas-radiculares (Macara, 1971; Santos, 1978, 1980, 1982; Abrantes

et al., 1985, 1994, 1998; Santos *et al.*, 1987; Pais e Abrantes, 1989; Abrantes e Santos, 1991).

Nos últimos anos, em Portugal, detectou-se o declínio da produção de tomateiro, em estufa, em Torres Vedras, e em meloeiro, no campo, em Azambuja. Em ambos os casos, as raízes das plantas estavam altamente infectadas, apresentando um grande número de galhas (Fig. 1).

O objectivo, deste trabalho, foi avaliar o efeito de alguns nematocidas sobre os nemátodes-das-galhas-radiculares, nas condições pedoclimáticas locais.

Materiais e métodos

Foram colhidas amostras de solo e raízes infectadas de tomateiro e meloeiro, cultivados em

estufa, em Torres Vedras, e no campo, em Azambuja, respectivamente.

As duas populações de *Meloidogyne* foram identificadas com base na morfologia dos padrões perineais, nas reacções induzidas em plantas diferenciadoras e nos fenótipos de esterasas e superóxido-dismutases (Hartman e Sasser, 1985; Pais *et al.*, 1986; Santos *et al.*, 1987; Molinari *et al.*, 1997; Molinari, 2001).

Os ensaios para avaliação dos efeitos dos nematocidas foram realizados em Torres Vedras, numa estufa com cobertura plástica, e em Azambuja no campo. Na estufa, o solo arenoso foi mobilizado e preparado para a cultura de pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. Jazzer, seguindo os procedimentos normais na região. A área da estufa foi dividida em 40 parcelas de 4x3,5 m, distanciadas de 50 cm. A distribuição das



Fig. 1 Sistema radicular do tomateiro, cultura precedente à do ensaio de pepino, na estufa de Torres Vedras.



Fig. 2. Aplicação da formulação granulada de fenamifos 10 GR, pós-plantação, na estufa de Torres Vedras.

parcelas foi casualizada em quatro blocos com oito modalidades que incluíam uma testemunha não tratada por bloco. Neste ensaio, foram utilizadas duas formulações de fenamifos: granulada (10 GR), com 10% de substância activa (s.a.), aplicada a lanço (Fig. 2) sobre toda a superfície da parcela e incorporada no solo, com fresa, a uma profundidade de cerca de 10 cm; e uma suspensão aquosa de microcápsulas, contendo 24% de s.a. (240 CS). Foram ainda utilizados: metame-sódio com 33% de s.a. e aplicações combinadas das duas formulações de fenamifos e das duas substâncias activas. As doses e as épocas de aplicação estão indicadas na Tabela I. Os produtos líquidos foram diluí-

dos em água e a calda aplicada com regador manual, a 10 l/m² (Fig. 3).

As sementes de pepino foram semeadas em vasos e transplantadas no estado de duas folhas verdadeiras, no dia 12 de Março de 1998, tendo-se estabelecido um compasso de plantação de 30 cm na linha e 1 m na entrelinha. Foi efectuado um total de 24 colheitas, repartidas entre 29 de Abril e 29 de Junho. Os frutos foram colhidos nas dez plantas centrais de cada parcela, correspondendo a uma área de 3 m². No final da colheita, os índices de galhas radiculares foram determinados, de acordo com uma escala de 0 (ausência de galhas) a 5 (sistema radicular deformado por galhas volumosas), nas mesmas dez plantas.

TABELA I - Efeito de nematocidas sobre *Meloidogyne incognita* raça 3 na produção de pepino, numa estufa, em Torres Vedras.

Modalidade	Dose comercial do produto	Época de aplicação	Produção				Índice de galhas radiculares		
			Por parcela (kg/3 m ²)		% em relação à testemunha				
Testemunha			23,3	ab	AB	100,0	4,4	a	A
Fenamifos 10 GR	300 kg/ha	1 dia antes da plantação (11.03.98)	23,4	ab	AB	100,4	4,2	a	AB
Fenamifos 10 GR + fenamifos 240 CS	100 kg/ha	1 dia antes da plantação	27,5	bc	AB	118,3	4,0	ab	AB
Fenamifos 240 CS	10 l/ha	1 mês após a plantação (14.04.98)							
Fenamifos 240 CS	30 l/ha	1 dia antes da plantação	24,6	ab	AB	105,9	4,1	a	AB
Fenamifos 240 CS + fenamifos 240 CS	20 l/ha	1 dia antes da plantação	25,9	abc	AB	111,4	4,1	ab	AB
Fenamifos 240 CS	10 l/ha	1 mês após a plantação							
Fenamifos 240 CS	30 l/ha	1 mês após a plantação	18,1	a	A	77,9	4,0	ab	AB
Metame-sódio	1.000 l/ha	1 mês antes da plantação	33,7	cd	BC	144,7	3,3	b	AB
Metame-sódio + fenamifos 240 CS + fenamifos 240 CS	1.000 l/ha	1 mês antes da plantação (10.02.98)	38,9	d	C	167,1	3,4	b	B
Fenamifos 240 CS	15 l/ha	1 dia antes da plantação							
Fenamifos 240 CS	15 l/ha	1 mês após a plantação							

Em cada coluna, os valores seguidos pela mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Duncan (letras minúsculas para $P = 0,05$; letras maiúsculas para $P = 0,01$).



Fig. 3. Aplicação da formulação suspensão aquosa de microcápsulas de fenamifos 240 CS, na estufa de Torres Vedras.



Fig. 4. Aspecto dos camalhões no campo de ensaio de Azambuja.

O ensaio da Azambuja, com tomate de ar livre, foi conduzido num solo de aluvião. Este foi preparado segundo a metodologia adoptada na região. A área do ensaio foi dividida em 96 parcelas de 5x3 m cada, com três camalhões (Fig. 4). As aplicações dos produtos foram efectuadas um mês antes da plantação com metame-potássio, contendo 50% de s.a. As formulações de fenamifos, granulada (10 GR), concentrado para emulsão (40% 400 EC) ou suspensão aquosa de microcápsulas (240 CS), foram aplicadas um dia antes da plantação. Algumas modalidades incluíram, também, aplicações de todas as formulações de fenamifos um mês após a plantação (Tabela II). Os produtos líquidos foram diluídos em água e as respectivas caldas aplicadas com um regador manual, a 10 l/m² (Fig. 5). O dispo-

sitivo experimental era constituído por seis blocos casualizados e 16 modalidades, incluindo uma testemunha por bloco.

As sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Sunpeel, do tipo S. Marzano, foram semeadas em tabuleiros. As plântulas foram transplantadas mecanicamente, no dia 6 de Maio de 1998, numa única linha por camalhão (Fig. 6). Os frutos foram colhidos, consoante o seu estado de maturação, em duas datas, 5 e 25 de Agosto. A colheita incidiu sobre a totalidade da área da parcela (15 m²). Para a determinação dos índices de galhas radiculares foi seguida a mesma escala, incidindo as observações em dez plantas do camalhão central.

Os ensaios foram conduzidos de acordo com as práticas agrícolas locais.

TABELA II - *Efeito de nematodocidas sobre Meloidogyne arenaria raça 3 na produção de tomate de ar livre, em Azambuja.*

Modalidade	Dose comercial do produto	Época de aplicação	Produção				Índice de galhas radiculares		
			Por parcela (kg/15 m ²)		% em relação à testemunha				
Testemunha	—	—	64,6	a	A	100,0	4,5	ab	ABC
Fenamifos 10 GR	300 kg/ha	1 dia antes da plantação (05.05.98)	83,4	abcd	ABCD	129,1	3,5	e	D
Fenamifos 10 GR	200 kg/ha	1 dia antes da plantação	82,2	abcd	ABCD	127,2	3,8	de	CD
Fenamifos 10 GR	100 kg/ha	1 dia antes da plantação	82,1	abcd	ABCD	127,1	4,1	bcd	BCD
Fenamifos 400 EC	8 l/ha	1 dia antes da plantação	80,1	abc	ABCD	124,0	4,4	abcd	ABC
Fenamifos 400 EC + fenamifos 400 EC	4 l/ha 4 l/ha	1 dia antes da plantação 1 mês após a plantação (05.06.98)	75,4	ab	AB	116,7	4,6	ab	ABC
Fenamifos 10 GR + fenamifos 400 EC	100 kg/ha 6 l/ha	1 dia antes da plantação 1 mês após a plantação	76,3	ab	ABC	118,1	3,8	cde	CD
Fenamifos 240 CS	30 l/ha	1 dia antes da plantação	86,3	bcde	ABCD	133,6	4,4	abcd	ABC
Fenamifos 240 CS + fenamifos 240 CS	20 l/ha 10 l/ha	1 dia antes da plantação 1 mês após a plantação	90,4	bcde	ABCD	139,9	4,6	ab	ABC
Fenamifos 10 GR + fenamifos 240 CS	100 kg/ha 10 l/ha	1 dia antes da plantação 1 mês após a plantação	91,1	bcde	ABCD	141,0	4,5	abc	ABC
Metame-potássio	1000 l/ha	1 mês antes da plantação (09.04.98)	86,3	bcde	ABCD	133,6	4,9	a	A
Metame-potássio + fenamifos 10 GR	1000 l/ha 100 kg/ha	1 mês antes da plantação 1 dia antes da plantação	110,1	e	D	170,4	4,6	ab	ABC
Metame-potássio + fenamifos 10 GR + fenamifos 240 CS	1000 l/ha 100 kg/ha 10 l/ha	1 mês antes da plantação 1 dia antes da plantação 1 mês após a plantação	105,1	de	CD	162,7	4,4	abcd	ABC
Metame-potássio + fenamifos 240 CS + fenamifos 240 CS	1000 l/ha 10 kg/ha 10 l/ha	1 mês antes da plantação 1 dia antes da plantação 1 mês após a plantação	100,6	cde	BCD	155,7	4,6	ab	ABC
Metame-potássio + fenamifos 240 CS	1000 l/ha 30 l/ha	1 mês antes da plantação 1 mês após da plantação	96,3	bcde	BCD	149,1	4,6	ab	ABC
Metame-potássio + fenamifos 400 EC	1000 l/ha 8 l/ha	1 mês antes da plantação 1 mês após da plantação	94,0	bcde	BCD	145,5	4,6	ab	ABC

Em cada coluna, os valores seguidos pela mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com o teste de Duncan (letras minúsculas para $P = 0,05$; letras maiúsculas para $P = 0,01$).

Os resultados obtidos foram sujeitos a análise estatística e, os respectivos valores médios, comparados pelo teste de Duncan.

Resultados e discussão

A análise da morfologia dos padrões perineais e dos fenótipos dos dois sistemas enzimáticos, juntamente com os resultados obtidos nas reacções induzidas pelas populações de nemátodes nas plantas diferenciadoras, permitiu-nos verificar que as populações presentes em Torres

Vedras e Azambuja pertencem, respectivamente, a *Meloidogyne incongita* raça 3 (Kofoid *et* Whittle) Chitw. e *M. arenaria* raça 3 (Neal) Chitw. (Fig. 7).

Os ataques de nemátodes na estufa de Torres Vedras foram muito severos e quase todas as plantas das parcelas não tratadas com metame-sódio ficaram fortemente debilitadas, acabando por dessecar (Fig. 8).

A nível estatístico, verificaram-se aumentos significativos da produção entre as parcelas testemunhas e as tratadas com metame-sódio. Os resultados sugerem que poderá haver um au-

mento de produção quando se adiciona fenamifos 240 CS a metame-sódio (Tabela I).

Aquela mesma tendência foi verificada relativamente ao índice de galhas, elevado em todas as parcelas. Tais valores são indicativos da virulência da população de *M. incognita* raça 3 (Tabela I).

No ensaio de Azambuja, nas modalidades correspondentes às aplicações simples del fenamifos 10 GR ou 400 EC, às aplicações em doses repartidas de fenamifos 400 EC, um dia ante da plantação e um mês após a plantação, ou a fenamifos 10 GR, aplicado um dia antes da plantação seguido de fenamifos 400 EC, um mês após a plantação, os aumentos de produção não foram estatisticamente significativos relativamente à testemunha (Tabela II). Por outro lado, o fe-

namifos 240 CS, aplicado um dia antes da plantação, ou o metame-potássio, aplicado um mês antes da plantação, conduziram a diferenças significativas nos aumentos de produção relativamente à testemunha. De realçar ainda que os dados indicam que, nas modalidades com aplicações de metame-potássio, um mês antes da plantação, seguidas das aplicações de fenamifos, um dia antes da plantação, ou um mês após a plantação, se puderam obter acréscimos de produção, apesar da variabilidade dos dados não conduzir a diferenças significativas sob o ponto de vista estatístico.

Os índices de galhas radiculares foram muito elevados em todas as parcelas. No entanto, nas modalidades em que a formulação granulada de fenamifos foi aplicada um dia antes da plan-



Fig. 5. Aplicação do metame-potássio no ensaio de Azambuja.

tação obtiveram-se índices ligeiramente inferiores. Tal pode ficar a dever-se à maior persistência de acção desta formulação.

Em conclusão, os resultados obtidos, embora preliminares, indicam que, em estufa, foi conseguido um bom controlo de *M. incognita* raça 3, nos casos em que foi aplicado o metame-sódio ou metame-sódio seguido de duas aplicações de fenamifos, um dia antes da plantação e um mês após a mesma. Na cultura ao ar livre, o fenamifos 240 CS e o metame-potássio, com uma única aplicação, conduziram a resultados aceitáveis. No entanto, a eficácia destes nematocidas pode ser melhorada com a aplicação, um dia antes da palntação ou um mês depois desta, de fenamifos 10 GR ou fenamifos 240 CS.

Em termos práticos, aconselham-se os agricultores a aplicar o fenamifos 240 CS (ou o fenamifos 10 GR, caso estivesse homologado para a cultura do tomateiro) de uma semana antes da plantação até à plantação, dadas as características específicas do fenamifos e do ciclo vegetativo da cultura do tomate.

Agradecimentos. Os autores agradecem aos proprietários eng. Luís Trindade (Torres Vedras) e sr. Miguel Ribeiro (Azambuja) que gentilmente cederam os seus terrenos para a realização dos ensaios referidos neste trabalho. Um agradecimento aos técnicos des experimentação Jorge Viçoso e Vítor Dias, da Bayer Protugal, SA, pelo trabalho realizado.



Fig. 6. Plantação do tomate no ensaio de Azambuja.

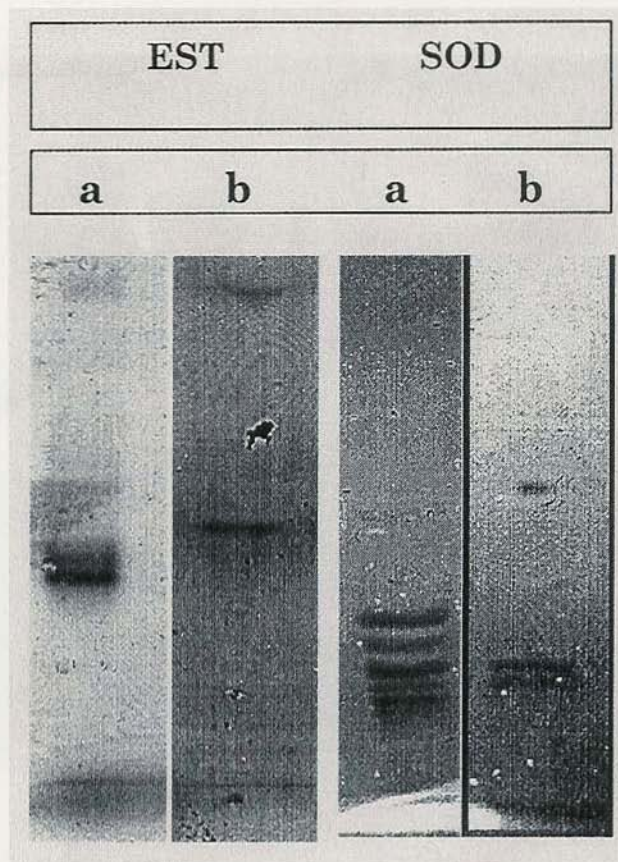


Fig. 7. Fenótipos de esterases (EST) e superóxido-dismutase (SOD) detectados, por electroforese, nas populações de *Meloidogyne*: a, *M. arenaria* e b, *M. incognita*.



Fig. 8. Aspecto das plantas de pepino dessecadas na estufa de Torres Vedras (as plantas verdes, visíveis na fotografia, correspondem à parcela tratada com metame-sódio).

Literatura citada

- ABRANTES I. M. DE O. e SANTOS M. S. N. DE A., 1991. *Meloidogyne lusitanica* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing olive tree (*Olea europaea* L.). *Journal of Nematology*, 23: 210-224.
- ABRANTES I. M. DE O., PAIS C. S. e SANTOS M. S. N. DE A., 1985. Studies on a root-knot nematode from tomato in Portugal. *International Nematology Network Newsletter*, 2: 20-21.
- ABRANTES I. M. DE O., RODRIGUES A. C. F. DE O. e SANTOS M. S. N. DE A., 1994. Identification of root-knot nematodes by isozyme analysis. Proceedings of the 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, 18-24 September 1994, Kuşadasi, Turkey, pp. 17-18.
- ABRANTES I. M. DE O., SANTOS M. S. N. DE A., ALMEIDA M. T. M. DE e VOVLAS V., 1998. Nemátodes fitoparasitas associados à oliveira, em Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, 21: 279-285.
- HARTMAN K. M. e SASSER J. N., 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology, pp. 69-77. In: K. R. Barker, C. C. Carter & J. N. Sasser (Eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. I., Raleigh, U.S.A.: North Carolina State University Graphics.
- MACARA A. M., 1971. A importância agrícola dos nemátodos *Meloidogyne* spp. no espaço português. *Boletim Agronómico Nitratos de Portugal Agram*, 9: 3-15.
- MOLINARI S., 2001. Polymorphism of esterase isoenzyme zymograms of *Meloidogyne* populations detected by phastsystem. *Nematologia Mediterranea*, 29: 63-66.
- MOLINARI S., DE LUCA F., LAMEBRTI F. e DE GIORGI C., 1997. Molecular methods for the identification of longidorid nematodes. *Nematologia Mediterranea*, 25: 55-61.
- PAIS C. S., ABRANTES I. M. DE O., FERNANDES M. F. M. e SANTOS M. S. N. DE A., 1986. Técnica de electroforese aplicada ao estudo das enzimas dos nemátodes-das galhas-radulares, *Meloidogyne* spp. *Ciência Biológica, Ecology and Systematics*, 6: 19-34.
- SANTOS M. S. N. DE A., 1978. Report on the state of knowledge concerning root-knot nematodes in Portugal. Proceedings of the Research Planning Conference on Root-knot Nematodes, *Meloidogyne* spp., 29 January-2 February 1978, Giza, Egipto, pp. 10-15.

SANTOS M. S. N. DE A., 1980. Identificação de populações portuguesas de *Meloidogyne* spp. pelas reacções induzidas em plantas diferenciadoras. Actas do I Congresso Português de Fitiatria e Fitofarmacologia, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, pp. 147-150.

SANTOS M. S. N. DE A., 1982. Identificação de populações portuguesas de *Meloidogyne* spp. pelas reacções indu-

zidas em plantas diferenciadoras - II. *Garcia de Orta, Série Estudos Agronômicos, Lisboa, 9: 305-308.*

SANTOS M. S. N. DE A., ABRANTES I. M. DE O. e FERNANDES M. F. M., 1987. Identificação de populações portuguesas de *Meloidogyne* spp. (Nematoda: Meloidogynidae) pelas reacções induzidas em plantas diferenciadoras - III. *Ciência Biológica, Ecology and Systematics, 7: 37-42.*