

Nematodos patógenos de los árboles frutales

A. BELLO

Se ha planteado este estudio teniendo en cuenta la importancia económica que los nematodos parásitos tienen en el rendimiento de los árboles frutales, cuyo porcentaje de pérdidas, debido a estos patógenos, se ha calculado entre el 5 y el 15%. Porcentaje éste que, aplicado a los cultivos españoles, supone 9.807,5 millones de ptas. de pérdidas anuales, que se deben, no sólo a la acción directa, sino también a su interacción con otros agentes patógenos, especialmente hongos, bacterias y virus. Por otra parte, los trabajos sobre nematodos de los cultivos de árboles frutales son relativamente escasos, no superando, en el período 1970-82, el 2,9% de las publicaciones existentes sobre los nematodos del suelo y parásitos de plantas.

Se hace un trabajo de síntesis, con el fin de conocer las principales especies causantes de problemas fitonematológicos que afectan a estos cultivos. Como resultado de este estudio, se encuentran 239 especies de nematodos asociadas a frutales, que pertenecen a 62 géneros diferentes, de ellas 30 se han encontrado relacionadas con sistemas de patogenicidad. Al mismo tiempo, se recogen las referencias existentes sobre patología, relación huésped-parásito, interacción con virus, bacterias y hongos, así como los estudios sobre biología y ecología de las especies patógenas. Se da a continuación su posición sistemática, claves para su determinación, una breve descripción morfométrica y se resaltan las características más importantes de su biología, ecología, interacción con otros organismos, sintomatología, etiología, epidemiología y control, con el fin de conocer mejor los problemas fitonematológicos que plantean en cada cultivo y encontrar soluciones a los mismos.

Por último, se hace una clasificación de los problemas fitonematológicos existentes en los cultivos de árboles frutales atendiendo, a la acción de los nematodos sobre las plantas y a las características ecológicas de las especies patógenas. Se analizan, también, las técnicas para la planificación de muestreos, toma de muestras, métodos de extracción y estudio, se dan perspectivas para trabajos futuros de investigación sobre el tema, tanto desde el punto de vista básico como aplicado, y se analizan los métodos de lucha.

A. BELLO. *Instituto de Edafología y Biología Vegetal, C.S.I.C. Serrano, 115 dupdo, Madrid (6).*

INTRODUCCION

Los nematodos de los cultivos de árboles frutales han sido relativamente poco estudiados, si se comparan con los trabajos realizados en otros cultivos, especialmente hortícolas, industriales, leguminosas y cereales. Si tomamos como base las reseñas

bibliográficas sobre nematodos en el período 1970-1982, sólo el 2,9% de las publicaciones corresponden a nematodos asociados a los cultivos de árboles frutales. Por otra parte, son muy escasos los tratados de Fruticultura que incluyen entre los agentes patógenos a los nematodos, aunque, por el contrario, suelen incluir varios apartados sobre otros

grupos animales, entre ellos, incluso, los moluscos y vertebrados.

Sin embargo, existen buenos trabajos de síntesis que han recogido el interés que los nematodos tienen en el rendimiento de los árboles frutales. En este sentido el catálogo de GOODEY *et al.* (1965) señala la existencia de 24 especies patógenas de nematodos y hace referencia a 80 publicaciones sobre frutales. MCELROY (1972) centra su estudio en los frutales de las regiones templadas, especialmente melocotoneros, cerezos, manzanos, perales y nogales, haciendo referencia a un total de 53 publicaciones, al mismo tiempo que destaca el interés de 19 especies de nematodos.

En el aspecto económico, la «Sociedad Americana de Nematología» ha estimado en 1970 un porcentaje de pérdidas por nematodos en frutales comprendido entre el 5 y 15%, porcentajes que aplicados a la producción de los cultivos españoles (Tabla I) supone unas pérdidas anuales de 9.807,5 millones de pesetas, tomando como base la información recogida en el Anuario de Estadística Agraria (1980), estas pérdidas están sólo por detrás de los cultivos hortícolas, viñedos y cereales de invierno, encontrándose el almendro, melocotonero y manzano entre los quince cultivos que sufren mayores pérdidas totales por nematodos en nuestro país.

Tabla I.—Estimación de pérdidas anuales en los principales cultivos de árboles frutales en España

Cultivos	Producción			Pérdidas	
	Miles de ha.	Millones de ptas.	%	Millones de ptas.	Ptas./ha.
Manzano	59,5	17.756,0	10	1.775,6	29.842
Peral	34,6	11.030,0	5	551,5	15.939
Níspero (1978)*	1,7	576,8	7,5	43,2	25.412
Membrillero (1977)	0,7	124,4	7,5	9,3	13.286
Melocotonero	44,5	16.810,3	15	2.521,5	56.663
Albaricoquero	19,3	2.528,6	5	126,4	6.549
Ciruelo	13,1	2.752,4	10	275,2	21.008
Cerezo-guindo	13,4	7.396,1	10	739,6	55.194
Higuera (1979)	23,4	1.491,3	15	223,7	9.560
Granado (1979)	1,4	284,0	10	28,4	20.286
Chirimoyo (1979)	1,2	929,0	10	92,9	77.417
Palmera datilera (1979)	0,4	245,0	10	24,5	61.250
Almendro	515,6	19.357,7	15	2.903,6	5.631
Avellano (1979)	35,1	3.504,0	10	350,4	9.983
Nogal	3,8	945,0	15	141,7	37.289
Total	767,7	85.730,6		9.807,5	

* La información no corresponde al año 1980.

Todo ello, nos lleva a destacar en este trabajo el interés que los nematodos tienen para los cultivos de árboles frutales, no sólo por su acción directa sobre los mismos, sino también por su interacción con otros agentes

patógenos, especialmente hongos, bacterias y virus. El hecho de que la mayor parte de las veces su interés haya pasado inadvertido, se debe, fundamentalmente, a las características de las especies arbóreas, con un sistema

radicular bien desarrollado, cuya funcionalidad total sólo es necesaria cuando se produce cambios extremos de temperatura y sequía, considerándose, en estos casos, la muerte o enfermedad de los árboles, se debe a los factores ambientales. Por otra parte, su interrelación con otros agentes patógenos, hacen que muchas veces se centren los problemas patológicos en otros agentes y no en los nematodos, que son, en la mayoría de los casos, la causa originaria del proceso. A esto se suman las dificultades que presenta su estudio, por ser organismos microscópicos, que se encuentran en el suelo, distribuidos en focos, cuya localización, extracción y determinación es difícil, al mismo tiempo que presenta grandes problemas de tipo taxonómico.

Ante el estado actual de las investigaciones sobre los nematodos de los cultivos de árboles frutales, queremos centrar nuestro estudio en el análisis y caracterización de los nematodos patógenos de las especies arbóreas, sin olvidar el interés del resto de los nematodos parásitos que han sido encontrados asociados a las especies frutales, puesto que su estudio nos permitirá, en un futuro, ampliar y conocer mejor los problemas patológicos planteados en estos cultivos, asimismo no hay que olvidar las especies saprófagas y depredadores por su interés para mantener el equilibrio biológico del suelo. Conviene, además, considerar el cultivo como un sistema en el que los elementos que lo constituye no está representado únicamente por las especies frutales, sino que hay que tener en cuenta también las malas hierbas, que juegan un papel importante en el conocimiento de la estructura y función de la nematofauna.

Por último, es necesario definir qué entendemos por árboles frutales. En este sentido se han eliminado todas las especies arbustivas, especialmente frambuesa y zarzamora, así como las herbáceas, con unas técnicas de cultivo muy diferentes que influyen, indis-

cutiblemente, sobre las características de su nematofauna. Por otra parte, no se incluyen el olivo, cítricos, vid y platanera, por ser cultivos lo suficientemente importantes por sí solos como para constituir un estudio aparte. Se han excluido también cultivos de escasa difusión como el pistacho, azufaifo, acerolo y grosellero y entre las plantas de fruto exótico: Aberia, aximina, chumbera, eugenia, feijoa, holboelia, hovenia, pachira, pasionaria y pavia dulce, así como las plantas de bosque con fruto comestible: Agra-cejo, almez, haya, mirtillo y encina. Por último, se eliminan también las plantas con fruto seco: Pino piñonero y algarrobo.

Pasamos a continuación a hacer un análisis de los estudios existentes sobre los nematodos de los árboles frutales elegidos, con el fin de conocer las principales especies causantes de los problemas fitonematológicos que afectan a estos cultivos, para dar a continuación sus principales características morfológicas, con una breve descripción que permita su identificación, así como otras características sobre su biología, hospedadores, ecología, interacción con otros organismos patógenos, sintomatología, etiología, epidemiología, control, etc., que nos permitan conocer mejor los problemas que plantean dentro de cada cultivo y encontrar soluciones a los mismos.

2. ANTECEDENTES

Como hemos indicado en la introducción, GOODEY *et al.* (1965) en un trabajo de síntesis, donde analizan los resultados recogidos en un total de 80 publicaciones, consideran nematodos de interés para los árboles frutales las siguientes especies: *Cacopaurus pestis*, *Hemicriconemoides squamosus*, *Heterodera fici*, *Longidorus máximus*, *Macroposthonia sphaerocephala*, *M. xenoplax*, *Meloidogyne arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Paratylenchus amblycephalus*, *P. epa-*

cris, *Pratylenchus brachyurus*, *P. coffeae*, *P. crenatus*, *P. penetrans*, *P. scribneri*, *P. thornei*, *P. vulnus*, *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis*, *Trichodorus sylvestris*, *Xiphinema americanum* y *X. diversicaudatum*. No se consideran las referencias hechas por autores anónimos; ni las citas en kaki de *Tylenchus semipenetrans* por ser un nematodo específico de los cítricos, se consideran dudosas las citas de *Pratylenchus pratensis* en frutales y no se incluyen, por razones obvias, las citas de *Tylenchorhynchus dubius*, *Criconemoides* sp., *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Xiphinema* sp., *Anguillulina* sp., *Tyloaimophorus rotundicauda*, *Rhadinaphelenchus cocophilus*, *Aphelenchoides ritzemabosi* y *Ditylenchus dipsaci*.

La mayor parte de las publicaciones analizadas en el trabajo de GOODEY *et al.* (1965) se limitan a citar las especies que han aparecido asociadas a los árboles frutales, aunque hay una serie de trabajos sobre el estudio de su acción patógena: COLBRAN (1953) señala la influencia de *P. coffeae* sobre el crecimiento de los manzanos en Australia; OOSTENBRINK (1954, 1956 y 1961) estudia la acción de *P. penetrans* sobre manzano en Holanda; la acción de *P. penetrans* en cerezo ha sido estudiada por PARKER y MAI (1956); *P. vulnus* en nogal (LONNSBERRY y SERR, 1963); DUCHARME y SUIT (1953) estudian *R. similis* en aguacate y YOUNG y RUEHLE (1955) en mango; *R. reniformis* en mango (VAN WEERDT *et al.*, 1960); por último la acción patógena de *C. pestis* en nogal es estudiada por THRONE (1943) y *M. xenoplax* en melocotonero por LONNSBERRY (1961) y, sobre todo, debemos destacar los trabajos realizados sobre *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica*.

MCELROY (1972) en un trabajo de síntesis sobre los nematodos de los árboles frutales, estudia los problemas fitonematológicos en cerezo, melocotonero, manzano, peral y nogal. Tras una introducción donde se

resalta el interés y características de estos cultivos, relaciona los problemas fitonematológicos en frutales con los problemas de «replantación», siguiendo las ideas de SAVORY (1966).

En los cultivos de cerezos, los problemas de «replantación» son de gran importancia económica y han sido atribuidos a las especies del género *Pratylenchus*, especialmente *P. penetrans*, *P. pratensis* y *P. vulnus*, aunque sólo se considera a *P. penetrans* como la verdaderamente importante, siendo la causa fundamental de la reducción del crecimiento y muerte de los árboles jóvenes (MAI y PARKER, 1967). Se ha demostrado en invernadero que la inoculación con 6.000 individuos de *P. penetrans* produce una coloración verde pálida en las hojas, las raíces obscurecen, tienen pobre crecimiento y una gran parte mueren (PARKER y MAI, 1956), también se ha observado que los árboles atacados por este nematodo son más susceptibles al daño por frío que los sanos (EDGERTON y PARKER, 1958). *P. penetrans*, *X. americanum* y *Paratylenchus* spp. también han sido nematodos asociados a cerezo, pero sólo la primera se considera un factor que influye en su crecimiento (WILSON y HEDDEN, 1967). Se recogen también citas de otros nematodos, especialmente *Meloidogyne* sp., *Xiphinema* y *Longidorus*, de ellos: *X. diversicaudatum*, *X. vuittenezi* y *L. profundorum* se encuentran en plantas afectadas de virus. Se indica también la posible existencia de variedades resistentes a *P. penetrans* y *Meloidogyne* spp.

En los cultivos de melocotonero, destacan en primer lugar los nematodos del género *Meloidogyne* (SHARPE *et al.*, 1969), especialmente *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*, existiendo una serie de variedades de melocotones resistentes. También *P. penetrans*, *P. vulnus* y *P. brachyurus* son especies de interés para este cultivo, habiéndose citado otras como *P. coffeae*, *P. scribneri*, *P. zae*, aunque se piensa que tie-

nen una importancia relativa para este cultivo (BARKER y CLAYTON, 1969). Tres especies de *Criconemoides* han sido consideradas que atacan melocotoneros: *C. xenoplax*, *C. simile* y *C. curvata*, pero es realmente *C. xenoplax* la única de interés, llegando a causar daños en las raíces la presencia de 12 individuos por gramo de suelo (LONNSBERY, 1959). Se ha citado también *X. americanum* como transmisor de virus (TELIZ *et al.*, 1967), y la existencia de interacción entre *Agrobacterium tumefaciens* y *M. javanica* (NIGH, 1966).

En manzano se ha citado varios géneros asociados, pero sólo las especies del género *Pratylenchus* parecen tener verdadero interés, variando la importancia de cada especie con las características biogeográficas y con el tipo de suelo: *P. penetrans* es la especie más importante, seguida por *P. coffeae* y *P. vulnus*. Existen también dos especies del género *Paratylenchus* asociados con manzanos que presentan poco vigor: *P. neoamblycephalus* en Australia reduce el crecimiento de las raíces, cuando se inoculan 10.000 individuos (FISHER, 1967) y *P. curvatus* fue el nematodo parásito más numeroso en los cultivos de manzano en Estados Unidos (PALMITER *et al.*, 1966).

En peral se ha encontrado *P. coffeae*, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. crenatus*, *P. thornei* y *P. vulnus* pero sólo *P. penetrans* ha sido considerado como causante de enfermedades en peral en Holanda (OOSTENBRINK, 1954) y Alemania (DECKER, 1960). El peral es también atacado por *M. incognita*, aunque presenta resistencia a otras especies de *Meloidogyne* spp., siendo también resistente a *C. xenoplax* (LONNSBERY *et al.*, 1964). Se ha encontrado también *X. americanum*, *X. diversicaudatum* y *Paratylenchus hamatus*, pero no se han asociado con síntomas de daño.

Por último en nogal, la mayor parte de la información existente sobre este cultivo corresponde a los Estados Unidos, se ha citado

P. vulnus (LONNSBERY, 1959) que produce una disminución del contenido de potasio en las hojas de los árboles afectados. *C. pestis* se ha encontrado asociado con síntomas de decaimiento, defoliación y muerte de los árboles, también se ha citado el género *Meloidogyne*.

En general, se resalta la influencia de las características del suelo y la temperatura sobre las poblaciones de *P. penetrans*, así como el interés de la presencia de malas hierbas, debido al carácter polífago de las especies del género *Pratylenchus*. Se estudia su relación con el estado nutricional de la planta, observando que cuando el fósforo es alto y el potasio es bajo se favorece el aumento de las poblaciones de *P. penetrans* (KIRKPATRICK *et al.*, 1964).

Los problemas fitonematológicos son más frecuentes en aquellos cultivos que anteriormente estaban plantados de frutales, requiriéndose al menos dos años para que las condiciones del suelo sean satisfactorias para realizar de nuevo la replantación de frutales.

Los nematodos endoparásitos como *Meloidogyne* y *Pratylenchus* son transportados por las raíces, incluso en el caso de ausencia total del suelo. Tiene también importancia en la dispersión de nematodos el agua de riego que los transportan a grandes distancias.

El control de los nematodos se puede lograr mediante la desinfección del suelo con un nematicida antes de realizar la plantación, la desinfección del suelo cuando la plantación está establecida o tratamiento de los patrones con el fin de matar a los nematodos que se encuentran adheridos a sus raíces. La eficacia de estos métodos depende de la clase de árbol, especie de nematodos, técnicas de cultivos y condiciones ambientales. La aplicación de DBCP en California en cultivos de melocotonero y nogal ha dado lugar a un aumento en un 64% de la producción (LONNSBERY *et al.*, 1968), también se

puede lograr el control de los nematodos en los patrones por tratamiento con agua caliente (BOSHER y ORCHARD, 1963). Se utiliza también variedades resistentes, pero ello sólo alcanza resultados positivos en el control de *Meloidogyne*.

Resumiendo, en cuanto a las especies de nematodos patógenos incluidos en el trabajo de McELROY (1972), a diferencia del catálogo de GOODEY *et al.* (1965), llama la atención especialmente los longidóridos: *X. americanum*, *X. diversicaudatum*, *X. vuittenezi* y *L. profundorum*, y las especies del género *Paratylenchus* (*P. neamblycephalus*, *P. curvatus* y *P. hamatus*).

SCOTTO LA MASSESE (1971) hace una revisión de los problemas fitonematológicos en árboles frutales, centrando su trabajo en el estudio de las fuentes y mecanismos que conducen a la infestación, clase de daños, agrupando los nematodos patógenos en endoparásitos (sedentarios, migratorios y semiendoparásitos) y ectoparásitos, incluyendo en éstos los vectores de virus. Entre los métodos de lucha señala el control fitosanitario de patrones y viveros, rotaciones, patrones resistentes y tratamiento del suelo.

MILNE (1973) revisa los aspectos más importantes de los nematodos patógenos de los frutales tropicales, especialmente de *Carica papaya*, *Litchi chinensis*, *Mangifera indica* y *Passiflora edulis*, dando medidas para su control.

GAUTIER (1975) revisa los trabajos existentes sobre los viveros de los árboles frutales y da las principales especies que atacan a los frutales, indicando sus plantas huésped, hábitat, distribución geográfica y acción patógena, señalando tipo de daño, síntomas y la patología de la infestación. Se da también el comportamiento de los nematodos, ciclo biológico y desarrollo, los mecanismos de la transmisión de virus y distribución en el suelo. Se dan instrucciones para los muestreos y toma de muestras de suelo y raíz. Finalmente se analizan diversos métodos de

control: preventivos, por técnicas de cultivo y métodos químicos, haciendo comentarios acerca de su eficacia.

RACKHAM *et al.* (1975) hacen una revisión sobre el control de los nematodos patógenos de los manzanos, destacando en primer lugar los pertenecientes al género *Pratylenchus*.

CHILDERS (1975) en un libro sobre los melocotoneros, dedica cuatro secciones a los nematodos: C. N. CLAYTON revisa el problema de las replantaciones, señalando que *Meloidogyne* es la principal causa en los suelos arenosos; J. K. SPRINGER y L. A. MILLER indican que el decaimiento de los melocotones se debe a infecciones por virus que han sido transmitidos por *X. americanum*; S. H. SMITH y R. F. STOFFER estudian también las virosis de los melocotoneros y dan métodos de control; E. I. WEHUNT y J. M. GOOD estudian el efecto de los nematodos sobre las raíces de melocotonero y dan medidas para su control.

DECKER y MANNINGER (1977) revisan los nematodos parásitos encontrados asociados a los almendros, indicando su posible patogeneidad.

En un análisis de las publicaciones existentes sobre los nematodos de árboles frutales, pertenecientes al período comprendido entre 1970-82, encontramos un total de 593 trabajos: En primer lugar, 28 que hacen referencia a árboles frutales en general, 75 sobre determinados frutales, 75 sobre nematodos, 39 son trabajos sobre cultivos en general, que incluyen además frutales, 88 sobre taxonomía (describiéndose 102 nuevas especies), 94 sobre patología, 44 estudian la interacción con otros organismos (virus 22, hongos 10 y bacterias 12), 12 sobre biología, 18 de ecología (donde se incluye los estudios relacionados con malas hierbas), 60 sobre variedades resistentes y 10 sobre aspectos bioquímicos de la relación huésped parásitos, 6 estudios de viveros, 118 de control (químico 88, biológico, 15, con métodos

físicos 2, prácticas culturales 4 y control integrado 9), 5 sobre técnicas de estudio y 9 revisiones de carácter general.

Si tenemos en cuenta los trabajos realizados sobre un cultivo determinado, encontramos estudios sobre albaricoquero (VERNEAU y SCOGNAMIGLIO, 1976), almendro (DECKER y MANNINGER, 1977), avellano (D'ERRICO y RAGOZZINO, 1975), ciruelo (ERBENOVA, 1977), higuera (LÓPEZ, 1979), manzano (TURAEV y KHURRAMOV, 1981), melocotonero (SCOTTO LA MASSESE y JUSTE, 1975), morera (TOIDA *et al.*, 1978) y nogal (LONNSBERY *et al.*, 1969); entre los frutales tropicales y subtropicales se han estudiado el aguacate (JIMÉNEZ MILLÁN y GÓMEZ BARCINA, 1980), guayabo (DUGGAL *et al.*, 1979), kiwi (TALAME, 1976), litchi (MILNE, 1973), mango (McSORLEY *et al.*, 1981) y palmera (LAMBERTI, 1975).

Por otra parte, la mayoría de los estudios realizados en frutales están incluidos en trabajos de tipo general, donde se estudian los nematodos de un determinado país o región, así encontramos estudios de este tipo en Arabia Saudita (MARTÍN, 1971), Argentina (VEGA, 1971), Australia (SAUER, 1981), Brasil (PONTE *et al.*, 1976), Bulgaria (KATALAN GATEVA, 1980), Canadá (OLTHOF *et al.*, 1972), Cuba (SHAFIEE *et al.*, 1975), Checoslovaquia (ERBENOVA, 1976), España (BELLO y LABORDA, 1976), Estados Unidos (WALLACE y MACDONALD, 1979), Francia (GAUTIER, 1975), Grecia (KOLIOPANOS y VOVLAS, 1977), Japón (YOKOO, 1970), Hungría (FARKAS, 1977), India (MUKHOPADHYAYA y HAQUE, 1974), Israel (PALTÍ *et al.*, 1977), Italia (SCOGNAMIGLIO y VARMA, 1979), Líbano (TAYLOR *et al.*, 1972), Noruega (HUSABØ, 1972), Omán (WALLER y BRIDGE, 1978), Pakistán (MAQBOOL *et al.*, 1982), Panamá (TARTE, 1970), Polonia (KOZŁOWSKA y WASILEWSKA, 1972), Rusia (NESTEROV, 1972), Sudán (YASSIN *et al.*, 1971) y Sudáfrica (MEYER, 1975).

Se han encontrado 239 especies de nematodos asociados a los cultivos de frutales. Estas especies pertenecen a 62 géneros dife-

rentes, observándose que de ellos *Hemicriconemoides*, *Radopholus* y *Rotylenchulus* aparecen con más frecuencia en los cultivos de frutales tropicales, *Pratylenchus* en los de clima templado y existe una cierta especificidad de *H. fici* con la higuera y de *M. xenoplax* con las especies del género *Prunus*, unas 102 especies han sido descritas como nuevas para la ciencia asociadas a frutales, entre estas últimas hay que destacar: *Globodera mali* y *Meloidogyne mali* en manzano y *Heterodera amygdali* en almendro y cerezo, por pertenecer a géneros que agrupan especies que son altamente patógenas.

De las especies asociadas a los cultivos de frutales sólo se ha demostrado en 30 de ellas relación con síntomas de patogeneidad (Tabla II), el resto de las especies constituye temas de investigación para un futuro con el fin de conocer su función en el cultivo, aunque muchas de ellas están asociadas a las plantas acompañantes del mismo, y un gran número pertenecen a la nematofauna representativa de la vegetación natural existentes antes de la introducción del cultivo.

Entre las especies cuya acción patógena ha sido demostrada, hay que citar, por orden alfabético: *C. pestis* que produce daño sobre las raíces de nogal en Italia (INSERRA, 1973), produciendo necrosis y predisponiendo a la planta al ataque por otros agentes patógenos (INSERRA y VOVLAS, 1981); *Gracilacus audriellus* causa microlesiones en las raíces y es considerado como el agente primario causante de la marchitez del avellano (MANCINI *et al.*, 1975); *Hemicriconemoides mangiferae* produce en litchi en Sudáfrica, clorosis y seca de puntas de hojas, pobre floración, excesiva caída de fruto y deformación de raíces (MILNE *et al.*, 1971); *Heterodera fici* es patógeno de la higuera (LORDELLO *et al.*, 1975); *Longidorus elongatus* se ha estudiado en Polonia sobre cerezo, ciruelo, manzano y peral (SZCZYGIEL, 1975), encontrando que produce necrosis en las raíces y reduce su

crecimiento, afectando más al cerezo, manzano y peral, siendo el ciruelo el más resistente; *L. profundorum* es el causante del decaimiento de los manzanos (WINFIELD, 1982); *M. xenoplax* es patógeno del ciruelo (MOJTAHEDI y LOWNSBERY, 1974), en melocotonero reduce el crecimiento y aumenta la susceptibilidad a *Pseudomonas syringae* (LOWNSBERY *et al.*, 1973), y afecta al nogal, reduciendo el crecimiento y produciendo necrosis en las raíces (LOWNSBERY *et al.*, 1978); *Meloidogyne arenaria* afecta al melocotonero produciendo marchitamiento de las hojas y clorosis (SCOTTO LA MASSESE, 1971) en kiwi produce necrosis en las raíces y pobre crecimiento (LORDELLO, 1974) y produce reducción del número de hojas en moral, conjuntamente con *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica* (CAMPOS *et al.*, 1974); *M. hapla* se ha estudiado su patogenicidad en cerezo, manzano y peral en Polonia (SZCZYGIEL, 1980) encontrando que no ataca al peral y manzano, esta especie causa sobre kiwi un irregular crecimiento de las raíces y formación de pequeñas agallas, produciendo lesiones que podrían permitir la entrada de hongos (TALAME, 1976) y reduce el crecimiento del cerezo (NDUBIZU, 1977); *M. incognita* afecta al melocotonero (BAKER y CLAYTON, 1973) y a la palmera, junto con *M. javanica* (LAMBERTI *et al.*, 1977); *M. javanica* en melocotonero (MEYER, 1974); *Litchi chinensis* (MILNE, 1973), papaya (INSERRA y CARTIA, 1977) y palmera (LAMBERTI *et al.*, 1977); *M. mali* produce reducción del número de hojas y baja calidad de la fruta en manzano (INAGAKI, 1978); *M. thamesi* influye en el crecimiento en morera (TOIDA, 1973); *Paratrichodorus lobatus* reduce el sistema radicular en melocotonero y albaricoquero (STIRLING, 1976); *Paratylenchus neoamblycephalus* reduce el sistema radicular en albaricoquero, cerezo, ciruelo y melocotonero (BRAUN y LOWNSBERY, 1974); *P. projectus* produce mayor daño en manzano que en peral y cerezo (MAI y ABAWI, 1978); *P. pene-*

trans en palmera (LAMBERTI, 1973), 6.900 individuos reducen el crecimiento en manzano (JAFEE y MAI, 1977), causa daño en las raíces de cerezo, manzano y melocotonero (MAI y ABAWI, 1978) y en melocotonero (JOHNSON *et al.*, 1978); *P. vulnus* produce pobre crecimiento y daños en las raíces de melocotonero (LEMBRIGHT, 1976), produce necrosis en las raíces de ciruelo (MOODY y LOWNSBERY, 1976), reduce la concentración de potasio en las hojas de ciruelo (MOODY, 1975) y en nogal (LOWNSBERY *et al.*, 1969); *Pseudhalenchus anchilispomus* en castaño (YAMAMOTO *et al.*, 1973); *Rotylenchulus macrodoratus* en níspero (INSERRA y VOVLAS, 1980); *R. reniformis* en papaya (SINGH y FARREL, 1972); *Scutellonema brachyurum* en melocotonero (NESMITH *et al.*, 1981); *Trichodorus viruliferus* se alimenta en manzano (PITCHER y MCNAMARA, 1971); *X. americanum* influye en el crecimiento de las plantas de manzano, peral y cerezo (MAI y ABAWI, 1978); *X. brevicolle* se observó asociado con el marchitamiento de *Litchi chinensis* (MILNE *et al.*, 1975); *X. index* en higuera (WYSS, 1977); *X. pachticum* en melocotonero (GIUNCHEDI y TACCONI, 1974) y *X. vuittenezi* reduce el sistema radicular y produce deformación en las raíces de albaricoquero, manzano, melocotonero y peral (JENSER y SIMÓN, 1980).

En los últimos años se han iniciado una serie de trabajos encaminados a conocer los cambios bioquímicos producidos por los nematodos patógenos en frutales, entre ellos hay que destacar los estudios sobre *X. index* en higuera (POEHLING y WYSS, 1980); *M. incognita* en papaya (AHMAD y NAQVI, 1980) y guayabo (BADRA *et al.*, 1980); en melocotonero *M. incognita* y *M. javanica* (NASR *et al.*, 1980) y *M. xenoplax* (NYCZEPIR y LEWIS, 1980).

Desde el punto de vista patológico es de interés la interacción de los nematodos con otros agentes patógenos, especialmente virus (LAMBERTI *et al.*, 1974) que, por sus características e interés merecen un estudio aparte,

Tabla II.—Principales nematodos patógenos de los árboles frutales

Nematodos	Cultivos
1. <i>Cacopaurus pestis</i>	Nogal
2. <i>Gracilacus audriellus</i>	Avellano
3. <i>Hemicriconemoides mangiferae</i>	Guayabo, litchi, mango, palmera, papaya
4. <i>H. fici</i>	Higuera
5. <i>Longidorus elongatus</i>	Cerezo, manzano, melocotonero, peral
6. <i>L. profundorum</i>	Cerezo, manzano
7. <i>Macroposthonia xenoplax</i>	Almendro, cerezo, ciruelo, mango, melocotonero, nogal
8. <i>Melcidogyne arenaria</i>	Guayabo, higuera, kiwi, melocotonero, moral, nogal, palmera, papaya
9. <i>M. hapla</i>	Almendro, cerezo, granado, kiwi, manzano, melocotonero, moral, nogal, palmera, papaya
10. <i>M. incognita</i>	Albaricoquero, almendro, ciruelo, granado, guayabo, higuera, melocotonero, moral, nogal, palmera, papaya, peral
11. <i>M. javanica</i>	Albaricoquero, almendro, cerezo, granado, litchi, melocotonero, moral, nogal, palmera, papaya
12. <i>M. mali</i>	Higuera, manzano, moral
13. <i>M. thamesi</i>	Moral
14. <i>Paratrichodorus lobatus</i>	Melocotonero
15. <i>Paratylenchus neoamblycephalus</i>	Albaricoquero, cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero
16. <i>Paratylenchus projectus</i>	Manzano
17. <i>Pratylenchus coffeae</i>	Albaricoquero, manzano, nogal, peral
18. <i>P. penetrans</i>	Cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero, palmera, peral
19. <i>P. vulnus</i>	Aguacate, albaricoquero, almendro, cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero, nogal, palmera, peral
20. <i>Pseudhalenchus anchilisposomus</i>	Castaño
21. <i>Radopholus similis</i>	Aguacate, guayabo, mango, papaya
22. <i>Rotylenchulus macrodoratus</i>	Albaricoquero, almendro, ciruelo, higuera, mango y níspero
23. <i>R. reniformis</i>	Aguacate, melocotonero, papaya
25. <i>Trichodorus viruliferus</i>	Manzano
26. <i>Xiphinema americanum</i>	Cerezo, ciruelo, mango, manzano, melocotonero, moral, moral nogal, peral
27. <i>X. brevicolle</i>	Higuera, litchi, mango, manzano, melocotonero
28. <i>X. index</i>	Higuera, moral
29. <i>X. pachtaicum</i>	Albaricoquero, avellano, higuera, melocotonero
30. <i>X. vuittenezi</i>	Albaricoquero, almendro, cerezo, manzano, melocotonero, peral

habiéndose considerado como transmisores de virus: *Longidorus attenuatus*, *L. elongatus*, *L. leptcephalus*, *L. macrosoma* y *Xiphinema americanum*, *X. coxi*, *X. diversicaudatum* y *X. vuittenezi*.

La interacción de nematodos y bacterias se ha encontrado entre *Pseudomonas syringae* y *M. xenoplax* en melocotonero (LOWNSBERRY *et al.*, 1972) y en ciruelo (MOJTAHEDI *et al.*, 1975), así como con *M. xenoplax* y *P. neoamblycephalus* en cerezo (ENGLISH *et al.*, 1982); *M. xenoplax* y *Pythium* puede predisponer al melocotonero a la infección por *P. syringae* (LOWNSBERRY *et al.*, 1973); *Agrobacterium tumefaciens* y *M. javanica* en almendro (ORION y ZUTRA, 1970) y *M. hapla* en melocotonero (DHANVANTARI *et al.*, 1975).

En la interacción con hongos encontramos que *Fusarium oxysporum* ha aparecido asociado en melocotonero con *Hoplolaimus galeatus*, *Tylenchorhynchus claytoni*, *P. vulnus*, *M. xenoplax* y *M. incognita* (WEHUNT y WEAVER, 1972); *Thielaviopsis basicola* con *P. penetrans* en cerezo (HARR y KLINGER, 1976); *Pseudhalenchus anchilispomus* está asociado con *Botrytis cinerea* y *Sclerotinia sclerotiorum* en castaño (YAMAMOTO *et al.*, 1973).

Los estudios sobre la biología de los nematodos en árboles frutales no superan los quince trabajos, perteneciendo la mayoría de ellos a estudios experimentales de *X. index* en higuera, especialmente de WYSS (1977 y 1978), quien estudia su comportamiento alimentario; PROTA *et al.* (1977) estudian la duración del ciclo biológico de una población de Sardinia y otra de Apulia (Italia), observando que en la primera el ciclo dura 120 días y en la segunda 63 días, estimándose que cada hembra pone de 25 a 45 huevos en 9 a 10 semanas. COIRO y LAMBERTI (1978) estudian la reproducción en diferentes condiciones ambientales, observándose que se desarrollan mejor en higuera que en vid. INSERRA y VOVLAS (1980) estudian *R. macrodoratus* encontrando que completa su desarrollo embrionario de 16 a 19

días y su ciclo biológico de 45 a 55 días, pone un máximo de 55 huevos y el macho no es parásito. Por todo ello, al hacer referencia a la biología de las especies patógenas tenemos que basarnos en los estudios realizados en otros cultivos.

En ecología los trabajos son escasos (no superiores a 18) y, en su mayoría, se centran en el estudio de la distribución espacial de la nematofauna. El mayor número de los nematodos del género *Paratylenchus* (*P. aciculus* y *P. morius*) aparecen en suelo entre los 5-30 cm. de profundidad en moral (YOKOO, 1970). En manzano en Canadá los nematodos aparecen en capas más profundas durante los periodos fríos del año (OGIGA y ESTEY, 1973). Entre los trabajos sobre la distribución temporal encontramos los estudios sobre *P. vulnus* en melocotonero que presenta una menor abundancia en primavera y en otoño en el Lacio (Italia), según AMICI y LALATTE (1971). Las especies de mayor interés en moral (*Paratylenchus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Xiphinema*) presenta en Japón una abundancia mayor en otoño, seguido por la de primavera y verano (IKEDA y ARATAKE, 1972). Las poblaciones en manzano en Canadá de *Xiphinema* spp. presentan dos periodos de alta población, uno en septiembre, cuando el suelo es húmedo, con una media de pH y temperatura de 7,0 y 20,2°C respectivamente, y otra en mayo con 6,9 y 15°C; para *Pratylenchus* spp. con una mayor abundancia en junio, en suelo húmedo y una media de pH y temperatura de 7,0 y 18°C respectivamente, la población de ambos géneros es baja en invierno (OGIGA y ESTEY, 1973). Las variaciones estacionarias de la nematofauna en manzano en Rusia está condicionada por las características del suelo, humedad, temperatura y estado de los árboles RAZZHIVIN y ZHANAKBAEV (1971) y ZARUDNEVA (1980). Se ha observado que *M. incognita* fue capaz de sobrevivir las condiciones moderadas bajas de invierno en melocotonero en Canadá y no en alfalfa y

trébol, mientras que *M. hapla* sobrevive cuando parasita a los otros hospedadores (JOHNSON y POTTER, 1980). Se observa que la distribución espacial y estacional de *P. hamatus*, *M. incognita* y *M. javanica* en melocotonero está influenciada por la distribución de raíces, edad del árbol y las prácticas de cultivo (FERRIS *et al.*, 1976). En mango las poblaciones de *H. indicus*, *H. mangiferae* y *H. erythrinae* en la India, están condicionadas por la humedad y la temperatura, las lluvias de abril a junio y la baja temperatura durante diciembre y enero ejerce un efecto negativo sobre los nematodos (KHAN *et al.*, 1971), *M. xenoplax* presenta las poblaciones mayores en suelo con pH 6,4 que en los de 5,6 (WEAVER y WEHUNT, 1975). Con relación al suelo KOZLOWSKA y WASILEWSKA (1972) encuentran en Polonia que *Trichodorus*, *P. penetrans* y *P. crenatus* aparecen en suelos ligeros, *Tylenchorhynchus brevidens* y *H. digonicus* en suelos pesados, *Aglenchus costatus* y *H. digonicus* en suelos no ácidos, *Tylenchus ditisimus*, *T. davainei* y *P. crenatus* en suelos ácidos, *Trichodorus* y *T. davainei* en suelos pobres en humus y *T. exiguus* en suelos ricos en materia orgánica. *M. xenoplax* presenta una densidad baja en los suelos arcillosos (WEHUNT *et al.*, 1976). Los efectos de los factores agronómicos y ecológicos sobre la nematofauna de los manzanos se han estudiado comparativamente en áreas no cultivadas y cultivos por RAZZHIVIN (1970 y 1974) encontrando una mayor diversidad en las áreas no cultivadas.

Sobre técnicas aplicadas al estudio de los nematodos en los árboles frutales, hemos encontrado que en *M. incognita* para el almacenamiento de las muestras la temperatura óptima está alrededor de los 10°C, decreciendo después de 16 días (GOLDEN *et al.*, 1972). Se han comparado los resultados de la aplicación de diferentes métodos de extracción (embudo de Baermann, centrifugación y Seinhorst), siendo el método óptimo

para la extracción de *M. mali* y *P. elachistus* el embudo de Baermann (TOIDE, 1978). Se han aplicado sensores en la fotodetección de los árboles afectados por nematodos (TARJAN *et al.*, 1975). Por último SCOTTO LA MASSESE (1979) propone la representación por curvas isopatológicas que unan los puntos con la misma densidad de nematodos.

DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES PATOGENAS

Para cada una de las especies patógenas se da una breve descripción que facilite su identificación, características de su ciclo biológico, hospedadores, ecología, interacción con otros organismos patógenos, etc., que nos permitan tener un mejor conocimiento de los problemas que plantean. Para ello, comenzaremos por agrupar las especies según su clasificación sistemática, que nos permita estudiarlas de acuerdo con sus semejanzas morfológicas, que condicionan su biología y comportamiento ecológico.

Posición sistemática.—Hemos seguido el sistema de clasificación de ANDRASSY (1976), ya que se basa no sólo en las semejanzas morfológicas, sino también en las relaciones filogenéticas de las especies, así como los criterios de ARIAS (1972) para el orden *Tylenchida*, introduciendo aquellas modificaciones que han surgido posteriormente, especialmente, las ideas de SIDDIQI (1980) y POINAR (1983). Según estos criterios, los nematodos se ordenan sistemáticamente del modo siguiente:

Phyllum *NEMATODA*

Clase: *Secernentea* Dougherty, 1958.

Orden: *Tylenchida* Thorne, 1949.

Suborden: *Tylenchina* Chitwood, 1933.

Superfamilia: *Anguinoidea* Siddiqi, 1980.

Familia: *Anguinidae* Nicoll, 1935.

Subfamilia: *Anguininae* Nicoll, 1935.
 Género: *Pseudhalenchus* Tarjan, 1958.
P. anchilisposomus Tarjan, 1958.

Superfamilia: *Tylenchoidea* Orley, 1880.
 Familia: *Pratylenchidae* Thorne, 1949.
 Subfamilia: *Pratylenchinae* Thorne, 1949.
 Género: *Pratylenchus* Filipjev, 1936.
P. coffeae (Zimmermann, 1898) T. Goodey, 1951.
P. penetrans Chitwood et Oteifa, 1952.
P. vulnus Allen et Jensen, 1951.

Superfamilia: *Hoplolaimoidea* Filipjev, 1934.
 Familia: *Hoplolaimidae* Filipjev, 1934.
 Subfamilia: *Hoplolaiminae* Filipjev, 1934.
 Género: *Scutellonema* Andrassy, 1958.
S. brachyurum Andrassy, 1958.
 Subfamilia: *Radopholinae* Allen et Sher, 1967.
 Género: *Radopholus* Thorne, 1949.
R. similis (Cobb, 1893) Thorne, 1949.
 Género: *Rotylenchulus* Linford et Oliveira, 1940.
R. macrodoratus Dasgupta et al., 1968.
R. reniformis Linford et Oliveira, 1940.

Superfamilia: *Heteroderoidea* (Filipjev, 1934) Golden, 1971.
 Familia: *Heteroderidae* Filipjev, 1934.
 Género: *Heterodera* Schmidt, 1871.
H. fici Kirjanova, 1954.
 Familia: *Meloidogynidae* (Skarvilovich, 1959) Wouts, 1972.
 Subfamilia: *Meloidogyninae* Skarbilovich, 1959.
 Género: *Meloidogyne* Goeldi, 1887.
M. arenaria (Neal, 1889) Chitwood, 1949.
M. hapla Chitwood, 1949.
M. incognita (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949.
M. javanica (Treub, 1885) Chitwood, 1949.
M. mali Ito, Ohshima et Ichinohe, 1969.
M. thamesi Chitwood in Chitw. et al., 1982.

Suborden: *Criconematina* Siddiqi, 1980.

Superfamilia: *Criconematoidea* Taylor, 1936.

Familia: *Criconematidae* Taylor, 1936.
 Subfamilia: *Macroposthoniinae* Skarbilovich, 1959.
 Género: *Macroposthonia* de Man, 1880.
M. xenoplax (Raski, 1952) De Grisse et Loof, 1965.
 Subfamilia: *Hemicriconematinae* Andrassy, 1979.
 Género: *Hemicriconemoides* Chitwood et Birchfield, 1957.
H. mangiferae Siddiqi, 1961.
 Familia: *Paratylenchidae* Thorne, 1949.
 Subfamilia: *Paratylenchinae* Thorne, 1949.
 Género: *Cacopaurus* Thorne, 1943.
C. pestis Thorne, 1943.
 Género: *Gracilacus* Raski, 1962.
G. audriellus (Brown, 1959) Raski, 1962.
 Género: *Paratylenchus* Micoletzky, 1922.
P. neoamblycephalus Geraert, 1965.
P. projectus Jenkins, 1956.

Clase: *Adenophorea* (Von Linstow, 1905) Chitwood, 1958.

Orden: *Dorylaimida* Pearse, 1942.
 Suborden: *Dorylaimina* Pearse, 1942.

Superfamilia: *Dorylaimoidea* de Man, 1876.
 Familia: *Longidoridae* Thorne, 1935.
 Subfamilia: *Xiphinematinae* Dalmasso, 1969.
 Género: *Xiphinema* Cobb, 1913.
X. americanum Cobb, 1913.
X. brevicolle Lordello et Da Costa, 1961.
X. index Thorne et Allen, 1950.
X. pachtaicum (Tulaganov, 1938) Kirjanova, 1951.
X. vuittenezi Luc et al., 1964.
 Subfamilia: *Longidorinae* Thorne, 1935.
 Género: *Longidorus* Thorne et Swanger, 1936.
L. elongatus (de Man, 1876) Thorne et Swanger, 1936.
L. profundorum Hooper, 1966.

Suborden: *Diphthephorina* Coomans et Loof, 1970.

Superfamilia: *Diphtherophoridae* Micoletzky, 1922.

Familia: *Trichodoridae* Thorne, 1935.

Subfamilia: *Trichodorinae* Thorne, 1935.

Género: *Paratrichodorus* Siddiqi, 1973.

P. lobatus (Colbran, 1965) Siddiqi, 1974.

Género: *Trichodorus* Cobb, 1913.

T. viruliferus Hooper, 1963.

Claves para la determinación de los géneros.—Se han utilizado fundamentalmente las claves de ANDRASSY (1976), adaptándolas a las modificaciones posteriores:

Phyllum *NEMATODA*

- Campos laterales presentes. Cutícula generalmente estriada. Anfidios localizados sobre los labios, con pequeños poros o hendiduras, que no se ven fácilmente al microscopio, generalmente se encuentra en posición oral. Fasmidios presentes. Esófago provisto de uno o dos bulbos. Alas caudales y gubernáculo presente en los machos Clase *SECERNENTEA*: Estoma con un estilete protáctil. Esófago con un bulbo medio muscular y el basal glandular. Fasmidios patentes Orden *TYLENCHIDA*
- Campos laterales oscuros. Cutícula lisa. Anfidios localizados detrás de la región labial, consistiendo en una abertura oval o una raja y una bolsa subcuticular. Fasmidios ausentes. Esófago generalmente cilíndrico. Las gónadas femeninas generalmente pares. Alas caudales y gubernáculo sólo aparecen excepcionalmente Clase *ADENOPHOREA*: Orden *DORYLAIMIDA*.

Orden *TYLENCHIDA*

- Estriación de la cutícula fina y bulbo medio oval. La glándula esofágica dorsal desemboca detrás de la base del estilete; machos normales con alas caudales presentes

Suborden *TYLENCHINA*.

- Bulbo medio alargado, estilete largo y con fuertes nódulos; anillaciones cuticulares más o menos patentes; ovarios impares; machos raros, estilete reducido; más delgados que las hembras; cutícula con frecuencia ornamentada con escamas o espinas Suborden *CRICONEMATINA*: Superfamilia *CRICONEMATOIDEA*.

Suborden *TYLENCHINA*

1. Estructura cefálica no fuertemente cuticularizada. Estilete corto, débil. Bulbo medio moderadamente desarrollado, bulbo terminal lobulado, cola corta, conoide con el término puntiagudo, no se ven los fasmidios Superfamilia *ANGUINOIDEA*: Familia *ANGUINIDAE*: Subfamilia *ANGUININAE*: Género *PSEUDHALENCHUS*.
2. Estructura cefálica cuticularizada. Estilete bien desarrollado, con nódulos patentes. Esófago terminado en grandes lóbulos. Gónadas impares. Alas caudales siempre presentes, alcanzando el extremo de la cola. Cola cónica con el extremo redondeado Superfamilia *TYLENCHOIDEA*: Familia *PRACTYLENCHIDAE*: Subfamilia *PRATYLENCHINAE*: Género *PRATYLENCHUS*.
3. Cuerpo generalmente alargado, vermiforme, algunos géneros presentan hembras con el cuerpo hinchado, cola cónica. Alas caudales presentes. Ovarios pares Superfamilia *HOPLOLAIMOIDEA*: Familia *HOPLOLAIMIDAE*.
4. Cuerpo con gran dimorfismo sexual con hembras esféricas, o en forma de limón. Machos vermiformes con la cola muy corta, ala caudal reducida. Vulva terminal Superfamilia *HETERODEROIDEA*.

Familia *HOPLOLAIMIDAE*

- Cabeza alta, convexa, lóbulos esofágicos cortos. Fasmidios grandes (escutelas) Subfamilia *HOPLOLAIMINAE*: Género *SCUTELLONEMA*.
- Cabeza baja; lóbulos del esófago muy largos Subfamilia *RADOPHOLINAE*.

Subfamilia *RADOPHOLINAE*

- Hembras vermiformes Género *RADOPHOLUS*.
- Hembras hinchadas Género *ROTYLENCHULUS*.

Superfamilia *HETERODEROIDEA*

- Las hembras después de la muerte se transforman en quistes: Familia *HETERODERIDAE*: Subfamilia *HETERODERINAE*: Género *HETERODERA*.
- Las hembras no forman quistes Familia *MELOIDOGYNIDAE*: Subfamilia *MELOIDOGYNINAE*: Género *MELOIDOGYNE*.

Superfamilia *CRICONEMATOIDEA*

- Estriación cuticular muy patente en forma de anillos, estilete largo con nódulos robustos. Cuerpo robusto Familia *CRICONEMATIDAE*.
- Estriación del cuerpo normal, estilete largo y delgado Familia *PARATYLENCHIDAE*: Subfamilia *PARATYLENCHINAE*.

Familia *CRICONEMATIDAE*

- Cutícula simple, anillos dirigidos hacia atrás Subfamilia *MACROPOSTHONIINAE*: Género *MACROPOSTHONIA*.

- Cutícula doble, anillos dirigidos hacia atrás, larvas con escamas Subfamilia *HEMICRICONEMATIMAE*. Género *HEMICRICONEMOIDES*.

Subfamilia *PARATYLENCHINAE*

1. Hembras engrosadas, con ornamentación cuticular peculiar: Género *CACOPAURUS*.
2. Hembras alargadas, estilete largo, generalmente flexible, al menos de 48 μm de longitud, larva con estilete bien desarrollado Género *GRACILACUS*.
3. Hembras alargadas, sin ornamentación característica, estilete robusto, de 36 μm o más. Larvas sin estilete o con él degenerado Género *PARATYLENCHUS*.

Orden *DORYLAIMIDA*

- Cuerpo alargado, generalmente de 4 a 6 mm. de longitud. Cavidad bucal estrecha, con un estilete protáctil de origen dental muy largo. Testículos dobles; con papilas adanales especiales, sin alas caudales Suborden *DORYLAIMINA*: Superfamilia *DORYLAIMOIDEA*: Familia *LONGIDORIDAE*.
- Cavidad bucal tubular con estilete sin lumen complicado, asimétrico, curvado ventralmente y con elementos accesorios. Testículos simples, con escasas papilas suplementarias y sin papilas adanales, espículas delgadas, con alas caudales .. Suborden *DIPHATHEROPHORINA*: Superfamilia *DIPHATHEROPHOROIDEA*: Familia *TRICHODORIDAE*: Subfamilia *TRICHODORINAE*.

Familia *LONGIDORIDAE*

- Estilete con la base ensanchada («Flan-

ges») Subfamilia: *XIPHINEMATINAE*: Género *XIPHINEMA*.

- Estilete sin extensión basal Subfamilia *LONGIDORINAE*: Género *LONGIDORUS*.

Subfamilia *TRICHODORINAE*

- Ala caudal presente en los machos, cola recta, vagina pobremente esclerotizada, cuerpo engrosado Género *PARATRICHODORUS*.
- Ala caudal ausente en los machos, cola curvada ventralmente, vagina fuertemente esclerotizada, cuerpo no engrosado Género *TRICHODORUS*.

Características de los géneros y especies patógenos.—Siguiendo el orden establecido en la clasificación sistemática de las especies patógenas, pasamos a continuación a dar una breve descripción de cada uno de los géneros. Cuando dentro de un mismo género figuran varias especies se dan claves para su diferenciación. Se incluye, en cada nematodo, sus características biológicas y ecológicas de mayor interés, así como los árboles frutales en que se han encontrado asociadas, distribución geográfica, su acción patógena e interacción con otros agentes.

Pseudhalenchus Tarjan, 1958

Descripción: Cuerpo de tamaño pequeño, de alrededor de 1 mm., delgado. Región labial no diferenciada del resto del cuerpo. Estructura labial ligeramente esclerotizada. Estilete con nódulos basales (8-10 μ m de longitud). Campos laterales con seis líneas. Bulbo medio esofágico dilatado, con valvas centrales. Glándula basal formando un lóbulo sobre el intestino, saco postvulvar presente.

Cola en los dos sexos alargada, cónica a filiforme con la punta redondeada. Machos con espículas pares, parte anterior ensanchada, con gubernáculo pequeño y ala caudal que no llega hasta la punta de la cola (subcaudal).

P. anchilisposomus Tarjan, 1958

Se ha encontrado en castaño (YAMAMOTO y NASUDA, 1971, YAMAMOTO *et al.*, 1973 y YAMAMOTO, 1974) en Japón, presentando asociación con *Botrytis cinerea* y *Sclerotinia sclerotiorum*. GERAERT y KHEIRI (1970) sugirieron que es similar a *Ditylenchus destructor* y que debe ser transferida al género *Ditylenchus*.

Pratylenchus Filipjev, 1936

Descripción: Cuerpo cilíndrico, pequeño (0,32 a 0,88 mm. de longitud), región labial bien patente, apertura anfidal sobre los labios. Campos laterales con líneas. Estilete bien desarrollado, corto (20 μ m de longitud), con los nódulos basales grandes. Bulbo esofágico oval, glándulas esofágicas lobuladas que se extienden sobre el intestino por la parte ventral. Las hembras con la vulva posterior, ovario recto, anterior y con saco postvulvar. Machos con las alas caudales rodeando la punta de la cola, espículas pares y gubernáculo presente, los machos son escasos y en algunas especies no se conocen. Los adultos y las larvas pueden permanecer en el suelo y su ciclo dura de 54 a 64 días. Son cosmopolitas y polífagos. Utilizando el estilete pasan a través de la epidermis de las plantas, entrando en las células corticales, emigran a través de las raíces, se alimentan de las células del córtex. Producen manchas necróticas en las raíces de las plantas, que pasan del color castaño al negro, y clorosis en las partes aéreas, algunas especies están en interac-

ción con hongos. Se trata de un nematodo endoparásito migratorio.

Clave de las especies parásitas de frutales:

1. Región labial con dos anillos
P. coffeae
 Región labial con cuatro anillos
2. Espermateca esférica
- P. penetrans*
- Espermateca oval
- P. vulnus*

P. coffeae Filipjev et Stekhoven, 1941

Se ha encontrado en albaricoquero, nogal y peral, considerándose patógena del manzano en Australia (COLBRAN, 1953). Su ciclo biológico dura alrededor de 27 días a la temperatura de 25°C-30°C, siendo 29,5°C la óptima para su reproducción. En ausencia de planta huésped puede sobrevivir en suelo húmedo hasta 8 meses.

P. penetrans Filipjev et Stekhoven, 1941

Es un nematodo endoparásito migratorio cosmopolita que se ha encontrado parasitando cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero y palmera, siendo patógeno del manzano y peral en Holanda (OOSTENBRINK, 1954). En cerezo, una población de 6.000 individuos, produce una coloración verde pálida en las hojas, las raíces obscurecen, tienen un crecimiento pobre y en gran parte mueren (PARKER y MAI, 1956), los árboles parasitados son más susceptibles al frío que los sanos (EDGERTON y PARKER, 1958), causa daño en cerezo y melocotonero (MAI, 1972) y en palmera (LAMBERTI, 1973). Cuando el fósforo es alto y el potasio bajo se favorece el aumento de las poblaciones de *P. penetrans* (KIRPATRICK *et al.*, 1964); por su carácter de

polípagos tiene importancia el estudio de su asociación con las malas hierbas. Se difunde principalmente a través de las plantas de vivero. Se ha encontrado con *Thielaviopsis basicola* en cerezo (HARR y KLINGER, 1976). Después de 6 semanas en el suelo muchos nematodos pasan al interior de la raíz, desplazándose paralelamente a su eje axial. Aparece en suelos arcillosos, llegando incluso a profundidades superiores a los 40 cm.

P. vulnus Allen et Jensen, 1951

Es una de las plagas más importantes de frutales. Está ampliamente distribuido, pero es más frecuente en las áreas de clima cálido, siendo la reproducción óptima a los 25°C. No sobrevive al aire libre en el norte de Europa o en las áreas de clima frío. Parasita especialmente las especies arbóreas, alimentándose de las raíces más pequeñas, que son atacadas y mueren, produciendo clorosis en las hojas y reduciendo la concentración de potasio, hierro, cobre, cinc, calcio y magnesio. Se ha encontrado parasitando aguacate, albaricoquero, cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero, nogal, palmera y peral. Se considera patógeno del nogal (LLOWNSBERY, 1959), melocotonero (STIRLING, 1975), produce necrosis en ciruelo (MOODY y LLOWNSBERY, 1976), se ha encontrado asociado a *Pythium* en melocotonero. Ha sido citado en Argelia, Brasil, Bulgaria, Estados Unidos, Francia, Italia y Rusia.

Scutellonema Andrassy, 1958

Descripción: Región labial diferenciada del resto del cuerpo, anillada. Nódulos del estilete redondeados, orificio de la glándula dorsal a 1/4 o más de longitud del estilete a partir de la base de éste. La parte basal del esófago se superpone sobre el intestino. Ovarios dobles y opuestos. Campos laterales

con cuatro líneas, fasmidios grandes, alrededor del nivel del ano. Alas caudales rodeando la cola de los machos. La cola de la hembra es redondeada y aproximadamente tan larga como ancha.

S. brachyurum (Steiner, 1938) Andrassy, 1958

Es un ectoparásito cosmopolita, polífago, se ha encontrado parasitando albaricoquero, melocotonero y papaya. Es patógeno del melocotonero (LOWNSBERY *et al.*, 1978 y NESMITH *et al.*, 1981).

Radopholus Thorne, 1949

Descripción: Presentan dimorfismo sexual. Machos con un estilete y esófago reducido, región labial y separada del resto del cuerpo. Hembras con región labial plana y baja, lóbulos del esófago extendidos sobre el intestino dorsalmente, y dos ovarios. Cola cónica con el borde redondeado irregularmente.

R. similis (Cobb, 1893) Thorne, 1949

Es un endoparásito migratorio, se pueden encontrar en el suelo, tanto las larvas, como los adultos, pero sólo las larvas y las hembras se alimentan. El ciclo biológico dura de 18 a 20 días, a la temperatura de 24 a 27°C. Produce cavidades y túneles en las raíces, su acción induce la producción de clorosis en las partes aéreas, defoliación y reducción del crecimiento. Es el nematodo parásito de plantas más importante en los trópicos, habiéndose encontrado en Europa sólo en invernadero. Se considera patógeno del aguacate (DUCHARME y SUIT, 1953) y en mango (YOUNG y RUEHLE, 1955), se ha citado además en guayabo y papaya. Existen varias razas.

Rotylenchulus Linford *et* Oliveira, 1940

Descripción: Presenta dimorfismo sexual, con hembras engrosadas en forma de riñón, machos vermiformes. Orificio de la glándula dorsal cerca de la mitad de distancia de la base del estilete al bulbo medio. Hembras con dos ovarios y glándulas esofágicas sobre el intestino. Machos con el estilete débil y esófago reducido.

Claves de especies:

- Nódulos del estilete en forma de ancla, longitud del estilete 22 μm o más *R. macrodoratus*
- Nódulos esféricos, longitud del estilete menor de 22 μm *R. reniformis*

R. macrodoratus Dasgupta *et al.*, 1968

Se ha encontrado en albaricoquero, ciruelo e higuera (VOVLAS y LAMBERTI, 1974), almendro y níspero (INSERRA y VOVLAS, 1980) en Italia y en mango. Su ciclo biológico dura de 45 a 55 días.

R. reniformis Linford *et* Oliveira, 1940

Es un nematodo polífago, que presenta su distribución por los países tropicales y subtropicales. Las hembras adultas son sedentarias y semi-endoparásitas, mientras que los machos no son parásitos. Tarda de 24 a 29 días en completar su ciclo biológico. Las larvas de las hembras, después de infectar las raíces se alimentan, engruesan y comienzan a poner de 45 a 66 huevos.

Se ha encontrado parasitando aguacate, mango y papaya en Australia, Estados Unidos, Hawai, India, Pakistán y Trinidad.

Heterodera Schmidh, 1871

Descripción: Presentan dimorfismo sexual, las hembras adultas engruesan tomando forma subesférica o de limón, la cutícula se endurece y se transforma en quiste, que generalmente encierra los huevos. La región labial está separada del cuerpo, presentando un disco labial prominente. Los machos son vermiformes y tienen una estructura labial más desarrollada que las hembras. Estilete fuerte con nódulos basales redondeados. Bulbo medio oval muy desarrollado, glándula esofágica en forma de un gran lóbulo que se extiende sobre el intestino. Las hembras presentan dos ovarios, la vulva es terminal, encontrándose generalmente sobre una prominencia, el cono vulvar. Los machos tienen una cola muy corta, con la apertura cloacal casi terminal, no presentan alas caudales, las espículas son pares y existe gubernáculo.

H. fici Kirjanova, 1954

Es un nematodo específico del género *Ficus*, habiéndose demostrado que es patógeno de la higuera (LORDELLO *et al.*, 1975), se ha citado en Brasil, España, Italia, Rusia, Sudáfrica y Turquía.

Meloidogyne Goeldi, 1887

Descripción: Dimorfismo sexual, hembras adultas engrosadas, en forma de pera, con una proyección a modo de cuello, que contiene el esófago. Labios laterales grandes no separados del resto del cuerpo, aperturas anfidiales más grandes que en *Heterodera*. Vulva terminal, con formaciones cuticulares en la región perineal, con gran valor taxonómico. Los huevos no permanecen dentro del cuerpo, los ponen formando una masa rodeada por una matriz gelatinosa que los

protege de la desecación. Los machos son vermiformes, con la estructura labial bien desarrollada. Estilete fuerte, con nódulos basales redondeados. Cola muy corta, sin ala caudal; espículas y gubernáculo presentes. Son endoparásitos, las larvas, con una longitud que está comprendida entre 0,3 y 0,6 milímetros, entra en las raíces a través de los pelos radiculares, la base de las raíces laterales o la punta de las mismas. Las larvas en 2.^a fase pueden alimentarse de las células epidérmicas, atraviesan la pared y entran en el córtex, después de un período migratorio se sitúan en el periciclo, transformando los tejidos que le rodean en células gigantes, formando agallas, hecho al que se debe el nombre de nematodos «formadores de nódulos». Las masas de huevo pueden aparecer sobre la superficie de las raíces o en el interior de las agallas.

Los factores ambientales influyen en la determinación del sexo, en condiciones normales la proporción de sexos es igual, pero cuando esto no ocurre las hembras se transforman en machos. Pueden producir cientos y miles de huevos. Son polífagos.

Clave para la determinación de las especies
(Basada en el dibujo perineal):

1. Fasmidios grandes *M. mali*
Fasmidios pequeños 2
2. Arco bajo 3
Arco alto *M. incognita*
3. Campos laterales con surcos bien marcados *M. javanica*
Campos laterales sin surcos. 4
4. Arco aplanado dorsalmente, en forma de meseta *M. thamesi*
Arco redondeado 5
5. Con granulaciones entre el *terminus* y el arco *M. hapla*
Sin granulaciones entre el *terminus* y el arco, con lóbulos laterales *M. arenaria*

M. arenaria (Neal, 1889) Chitwood, 1949

Es una especie cosmopolita, lo mismo que *M. incognita* y *M. javanica* se ha encontrado en la mayor parte de las áreas de clima cálido, desde Canadá, Estados Unidos, América Central y del Sur, países de la Cuenca Mediterránea, África Central y del Sur, países del cercano Oriente, India, Malasia, Japón, y Australia. En los países de clima frío es frecuente en invernaderos. Parasita higuera, guayabo, nogal, palmera y papaya, considerándose patógena del melocotonero (SHARPE *et al.*, 1969), donde produce marchitamiento de las hojas y clorosis (SCOTTO LA MASSESE, 1971); necrosis en las raíces y disminuye el crecimiento en kiwi (LORDELLO, 1974) y reduce el número de hojas en moral (CAMPOS *et al.*, 1974).

SCOTTO LA MASSESE (1961) obtiene nueve generaciones en un año, durando el ciclo de 18 días en verano a 54 en invierno. La temperatura óptima va de 20 a 30°C., mientras que *M. incognita* y *M. javanica* continúa reproduciéndose a los 35,5°C.

M. hapla Chitwood, 1949

Es la especie del género *Meloidogyne*, más representativa de las áreas de clima fríos, se caracteriza por producir numerosas agallas pequeñas. Es cosmopolita, habiendo sido la patata uno de los medios que ha servido para su dispersión, pudiéndose encontrar en las zonas más altas de las regiones tropicales y subtropicales. Las masas de huevo presentan un número comprendido entre 25 y 1.337 (con una media de 467). En el suelo se pueden desplazar alrededor de 100 cm por año.

Parasita almendro, granado, kiwi, manzano, morera, nogal, palmera y papaya, habiendo sido considerada patógena en melocotonero (SHARPE *et al.*, 1969) y cerezo (SZCZYGIEL, 1980). Se ha encontrado asociado

con *Agrobacterium tumefaciens* en melocotonero (DHANVANTARI *et al.*, 1975).

M. incognita (Kofold *et al.*, 1919) Chitwood, 1949

Nematodo endoparásito polífago, las larvas en 2.^a fase penetran en la raíz, pudiendo durar su ciclo de 30-60 días, variando según la planta huésped y la temperatura. Existen diferentes razas biológicas, presentando, las plantas atacadas una reducción del crecimiento e incluso la muerte. Con frecuencia se encuentra asociado con hongos y bacterias. Es una especie cosmopolita, que tiene repercusión económica principalmente en las áreas subtropicales y de clima cálido. Su distribución en el suelo está condicionada por las características de las raíces, edad del árbol y prácticas de cultivos, las larvas pueden llegar hasta 120 cm de profundidad.

Se ha encontrado en albaricoquero, almendro, ciruelo, granado, guayabo, higuera, melocotonero, moral, nogal, palmera, papaya y peral. Es patógena de melocotonero (SHARPE *et al.*, 1969), moral (CAMPOS *et al.*, 1974) y palmera (LAMBERTI *et al.*, 1977). Se ha encontrado asociado a *Fusarium oxysporum* en melocotonero (WEHUNT y WEAVER, 1972).

M. javanica (Traub, 1885) Chitwood, 1949

Especie ampliamente distribuida en áreas cálidas y tropicales, donde a menudo predominan en las zonas más altas sobre las otras especies de nematodos del género *Meloidogyne*.

Se ha encontrado en albaricoquero, almendro, cerezo, granado, nogal y litchi. Es patógeno del melocotonero (SHARPE *et al.*, 1969), palmera (LAMBERTI, *et al.*, 1977), litchi (MILNE, 1973), moral (CAMPOS *et al.*, 1974) y papaya (INSERRA y CARTIA, 1977). Suele pre-

sentar asociación con *Agrobacterium tumefaciens*, en melocotonero (NIGH, 1966) y almendro (ORION y ZUTRA, 1970).

M. mali Itoh et al., 1969

Se ha descrito asociada al manzano, y se ha encontrado en moral e higuera (TOIDA et al., 1979) en el Japón. Produce reducción del número de hojas y baja calidad de frutos en manzano (INAGAKI, 1978).

M. thamesi (Chitwood et al., 1952)
Goodey, 1963

Se ha observado que influye en el crecimiento de la morera en el Japón (TOIDA, 1973). Durante muchos años se ha considerado una subespecie de *M. arenaria*.

Macroposthonia de Man, 1880

Descripción: El cuerpo de las hembras, con estrías muy patentes llamadas «anillos», que están dirigidos hacia detrás, pueden presentar anastomosis. Parte anterior del cuerpo redondeada, con la región labial bien patente y desarrollada, con lóbulos submedianos y típicamente cuatro placas labiales bien separadas y diferenciadas, que alternan con los lóbulos submedianos, pudiendo presentar una gran variabilidad, fusión de las placas, reducción en número o tamaño. El primer anillo es entero o invaginado lateralmente. Vulva perfectamente abierta, con el labio anterior portando dos lóbulos de forma variable, sólo visibles en visión central. Cola desde fuertemente redondeada a más o menos conoide, *terminus* generalmente simple y redondeado, aunque puede estar lobulado. Machos poco frecuentes, cuerpo no anillado, estilete ausente, campos laterales con cuatro líneas, espículas curvadas. Larvas semejantes a las hembras.

M. xenoplax (Raski, 1974) De Grisse et Loof, 1965

Se caracteriza por presentar una vagina sigmoidea y las larvas con el borde posterior de los anillos estriados. Hembras de tamaño medio (0,2-0,8 mm). Son ectoparásitos y se han encontrado asociados a cerezo, nogal y mango, siendo patógeno del melocotonero (LONSBERRY, 1961), ciruelo (MOJTAHEDI y LONSBERRY, 1974) y almendros (DECKER y MANNINGER, 1977), produciendo síntomas de clorosis.

Prefiere los suelos arenosos, y se desarrolla mejor en los suelos que presentan pH 6,4 que en los de 5,4 (WEAVER y WEHUNT, 1975). Los árboles de melocotonero con altas poblaciones de este nematodo son más susceptibles al ataque de *Pseudomonas syringae* (LONSBERRY et al., 1973) y al ataque del frío (ZEHR et al., 1976). Se ha encontrado interacción con *Fusarium oxysporum* en melocotonero (WEHUNT y WEAVER, 1972).

Hemicriconemoides Chitwood et Birchfield, 1957

Descripción: Hembras de forma cilíndrica, alargada, provista de una vaina cuticular (cutícula doble), que permanece unida a la cutícula interna en la región cefálica, en la vulva y algunas veces en la cola. Anillos de la vaina cuticular y del cuerpo semejantes, muy marcados, ligeramente redondeados, no dirigidos hacia atrás y generalmente en número menor de 150. Región labial con dos anillos (algunas veces con tres, de forma variable). Nódulos basales del estilete con la parte anterior cóncava, nunca con los bordes dirigidos hacia atrás, raramente redondeados. Vulva a veces con membranas cuticulares. Macho con campos laterales, generalmente con cuatro líneas, algunas veces con dos; espículas alargadas y delgadas, ligeramente curvadas en su parte ventral; gubernáculo

simple, en forma de artesa; alas caudales, si existen, estrechas, con márgenes ligeramente anillados, casi cubriendo la cola. Larvas con cutícula simple provistas de escamas dentadas formando bandas, estilete bien desarrollado, con nódulos basales semejantes a los de la hembra.

H. mangiferae Siddiqi, 1961

Presenta en la cutícula de 133 a 148 anillos. La región labial es plana anteriormente, con dos anillos, de los cuales el anterior es angular. El estilete de 70-81 μm de longitud. Región postvulvar con 7-11 anillos.

Es una especie cosmopolita de las áreas de clima cálido, siendo un parásito importante de los cultivos tropicales y subtropicales, especialmente guayabo, mango, palmera y papaya; produce, en litchi, clorosis, seca de puntas de hojas, pobre floración, caída de frutos y deformación en las raíces (MILNE *et al.*, 1971). La mayor parte de las veces los individuos se encuentran en la rizosfera, aunque en algunos casos el nematodo puede encontrarse dentro de las raíces. En algunos cultivos puede causar la muerte del 40% de los árboles y un 35% presentan síntomas de decaimiento, clorosis, floración pobre y caída de frutos, que están asociados con la destrucción de las raíces. La temperatura favorable para su desarrollo está entre 19-22°C y los niveles de humedad entre 12-16%, los nematodos mueren al 10% de humedad y se reduce su número cuando alcanza el 30%.

Cacopaurus Thorne, 1943

Descripción: Cuerpo de la hembra engrosado, inmóvil, con un estilete muy largo y flexible. Cutícula con anillos ornamentados por pequeños tubérculos. Esófago con el bulbo medio con valvas patentes y el basal piriforme, ovario simple prodélfico. Poro

excretor opuesto al bulbo medio o en la base del estilete. Machos alargados, sin estilete, con alas caudales reducidas.

C. pestis Thorne, 1943

Es un nematodo ectoparásito sedentario, que debido a su pequeño tamaño (0,20-0,26 milímetros) no son fáciles de localizar. Las larvas permanecen en el suelo por un corto período. Parasita el sistema radicular del nogal, produciendo necrosis y predisponiendo a la planta a la acción de otros agentes patógenos, así como al hielo y la sequía (THORNE, 1943 e INSERRA y VOVLAS, 1981). Se ha citado en España, Estados Unidos, Francia, Irán e Italia.

Gracilacus Raski, 1962

Descripción: Nematodos de pequeño tamaño inferior a 0,50 mm. hembras de alargadas a gruesas, con un estilete de 48-119 μm de longitud. Parte postvulvar alargada. Cutícula finamente estriada, con ornamentación. Poro excretor generalmente en la región del bulbo medio, cerca de las valvas. Machos alargados, activos, estilete ausente o reducido, ovarios simples. Larvas con estilete alargado, bien desarrollado.

G. audriellus (Brown, 1959) Raski, 1962

Hembras con una longitud media de 0,34 milímetros, campos laterales con 4 líneas, espermateca presente, estilete de 48-71 μm de longitud, cola en forma de clava.

Se considera que causa microlesiones en las raíces y es el responsable de la marchitez del avellano en Italia (MANCINI *et al.*, 1975).

Paratylenchus Micoletzky, 1922

Descripción: Son los nematodos parásitos de

plantas más pequeños (0,18 a 0,65 mm de longitud). Las hembras pueden engrosar ligeramente volviéndose inmóviles. Cabeza cónica o redondeada, generalmente sin anillos. Estilete fuerte, nódulos basales redondeados. Bulbo medio amalgamado, con valvas bien patentes. Cuerpo con estriaciones patentes, campos laterales con cuatro líneas. Vulva posterior, ovario anterior sin saco post-vulvar, ano generalmente difícil de ver. Cola cónica cuyo término presentan una gran variabilidad. Machos alargados, con estilete y esófago degenerado, espículas largas y puntiagudas, gubernáculo corto. Están ampliamente distribuidos, especialmente en los países de clima templado, son polífagos.

Claves para la diferenciación de especies:

- Cabeza de la hembra conoide-truncada, ligeramente separada del resto del cuerpo ..
..... *P. projectus*.
- Cabeza de la hembra redondeada truncada, no separada del resto del cuerpo ... *P. neamblycephalus*.

P. neamblycephalus Geraert, 1965

Hembras con una longitud superior a 0,26 mm, con una cola conoide con el término fuertemente redondeado y un estilete inferior a 35 μm . Machos conocidos y con estilete.

Se considera patógeno del manzano, reduciendo el crecimiento de sus raíces cuando se inoculan 10.000 individuos (FISHER, 1967), así como del albaricoquero, cerezo, ciruelo y melocotonero (BRAUN y LOWNSBERY, 1974). Se ha encontrado en Alemania, Argelia, Australia, Estados Unidos, Holanda, Israel y México.

P. projectus Jenkins, 1956

La hembra presenta campos laterales con

cuatro líneas, espermateca vacía, cola conoide, digitada, con un término redondeado liso, estilete 25-39 μm .

Su ciclo biológico dura 30-31 días. Los adultos pueden resistir temperaturas hasta de -19°C y pueden permanecer en el suelo en ausencia de plantas huésped de 2-3 años, estando su temperatura óptima comprendida entre 17 y 25°C . Las hembras se alimentan de las células epidérmicas o de la base de los pelos absorbentes. Se han encontrado en los suelos pesados, a un pH 7,2. Produce un mayor daño en manzano que en cerezo y peral (MAI y ABAWI, 1978), se ha encontrado en melocotonero y en frutales de Alemania, Estados Unidos y Sudáfrica.

Xiphinema Cobb, 1913

Descripción: Las especies de este género se encuentran entre las que se reconocen con mayor facilidad dentro de los nematodos fitoparásitos, debido a su estilete muy largo (odontostilo), con una parte basal ensanchada (odontóforo). Por otra parte la cola de los machos y de las hembras son similares. Dentro de las especies patógenas de este género se han considerado, además, transmisores de virus en frutales: *X. americanum* y *X. vuittenezi*. Sólo recogeremos en el presente trabajo la acción patógena de estas especies.

Claves de las especies patógenas:

1. Longitud superior a 3 mm 2
Longitud de 2 mm o menos 3
2. Cola hemisférica, con un mucrón muy corto; $V > 47$ *X. vuittenezi*
Cola hemisférica a ligeramente conoide, con un mucrón patente; $V < 47$
X. index
3. Cola conoide, se estrecha paulatinamente hasta el término que es ligeramente di-

gitado; cuerpo delgado (*a* alrededor de 50); $V=55$ o más *X. pachtaicum*
Cola conoide corta, con un término redondeado, cuerpo grueso (*a* menor de 50); $V<55$ 4

4. Región labial separada del resto del cuerpo.

Cuerpo más largo ($c = 78-86$) y mayor estilete ($93 \mu\text{m}$); y cola más corta ($c' = 0,8-1,1$) *X. brevicolle*
Región labial no separada del resto del cuerpo, $c = 49-60$, estilete = $67-80 \mu\text{m}$ y $c'=1,5-2$ *X. americanum*

X. americanum Cobb, 1913

Se considera patógeno del manzano y melocotonero (ADAMS y EICHENMULLER, 1964), peral y cerezo (MAI y ABAWI, 1978), reduciendo su sistema radicular y crecimiento, se ha encontrado también en ciruelo, mango, moral y nogal. Es un nematodo transmisor de virus en frutales.

X. brevicolle Lordello et da Costa, 1961

Se ha encontrado en manzano, higuera, mango y melocotonero y se la considera causante del marchitamiento en litchi (MILNE et al., 1975). Se ha citado en Checoslovaquia, España, Italia, Rumanía, Rusia y Sudáfrica.

X. index Meyl, 1953

Su distribución está relacionada, especialmente, con la vid, su huésped más importante. Se ha encontrado en moral y se ha demostrado que parasita la higuera (WYSS, 1977), parasita mejor a la higuera que la vid (COIRO y LAMBERTI, 1978). Produce en sus plantas huésped, necrosis y pequeñas agallas. Se ha demostrado que es transmisor de virus, especialmente en la vid.

X. pachtaicum (Tulaganov, 1938) Kirjanova, 1951

Se ha encontrado en albaricoquero, avellano e higuera, siendo patógeno del melocotonero (GUNCHADI y TACONI, 1974). Su distribución es fundamentalmente por los países de la cuenca del Mediterráneo.

X. vuittenezi Luc et al., 1964

Reduce el sistema radicular y produce deformaciones de las raíces en albaricoquero, almendro, manzano, melocotonero y peral (JENSER y SIMÓN, 1979), se ha encontrado también en cerezo en Checoslovaquia.

Longidorus (Microletzky, 1922) Thorne et Swanger, 1936

Descripción: Cuerpo muy largo superior a 2 milímetros de longitud; cutícula lisa, marcada por estrías transversales, muy finas. Región labial redondeada, lisa, continua o separada del resto del cuerpo. Anfidios grandes, con una abertura en forma de poro o hendidura muy pequeña, situados en la base de los labios laterales. Estilete alargado, sin reborde basal, con un anillo guía situado a una distancia del extremo anterior igual de 2 a 4 veces la anchura labial. De las especies consideradas patógenas *L. elongatus* es transmisor de virus.

Clave para la separación de especies:

- Región labial continua con el resto del cuerpo *L. profundorum*
- Región labial separada por una ligera constricción *L. elongatus*

L. elongatus (de Man, 1876) Thorne et Swanger, 1936

Se ha citado principalmente en las regio-

nes de clima templado, es un transmisor de virus. Produce necrosis en las raíces y reduce el crecimiento del cerezo, manzano y peral, siendo el ciruelo el más resistente (SZCZYGIEL, 1975), se ha encontrado también en melocotonero.

L. profundorum Hooper, 1966

Al contrario de la mayoría de las especies del género, aumenta la densidad de sus poblaciones con la profundidad, hasta un máximo de 70-80 cm. Su vida adulta dura de 5 a 6 años. Se ha citado en raíces de manzanas que presentaban síntomas de marchitez en suelos cálcicos, formando colonias alrededor de las raíces, se alimentan de raicillas pequeñas en las que producen agallas (WINFIELD, 1982). Se ha encontrado también en cerezo y es la especie del género *Longidorus* que está más ampliamente distribuida en España (ARIAS, 1977).

Paratrichodorus Siddiqi, 1973

Descripción: Hembras sin poros laterales en una distancia de la vulva igual a una anchura del cuerpo. La esclerotización de la vulva pobremente desarrollada. Machos con alas caudales y cola recta.

P. lobatus (Colbran, 1965) Siddiqi, 1974

Se caracteriza porque la parte basal del esófago se extiende sobre la parte anterior del intestino una longitud similar a una anchura del cuerpo. Se ha encontrado que reduce el sistema radicular del albaricoquero y melocotonero (STIRLING, 1976).

Trichodorus Cobb, 1913

Descripción: Las hembras presentan un par

de poros laterales en las proximidades de la vulva. Las glándulas esofágicas ventrosublaterales no se extienden sobre la parte anterior del intestino. Esclerotización de la vagina fuertemente desarrollada. Machos numerosos, con la cola curvada ventralmente, sin aletas caudales, espículas arqueadas.

Estos nematodos se alimentan sobre la superficie de las raíces, siendo nematodos ectoparásitos migratorios, con un ciclo biológico que dura alrededor de un mes. Son polífagos, produciendo la muerte de los extremos de las raíces, influyendo en el crecimiento de las plantas parasitadas, que presentan deficiencias nutricionales. Sus poblaciones pueden reducirse con la aplicación de nitrógeno y transmite TOBRavirus.

T. viruliferus Hooper, 1963

Hembras con dos ovarios, vulva situada alrededor del 50-60% de la longitud del cuerpo, estilete con una longitud de 40-48 μm , sin poros ventromedianos por detrás de la vulva, que es una hendidura transversal. Machos con tres papilas cervicales ventromedianas en la región anterior al poro excretor, espículas no estriadas y contraídas en la parte media, cola claramente curvada.

Se ha encontrado principalmente en Europa, especialmente en suelos arenosos, en la capa profunda (10-40 cm). Su ciclo biológico dura 45 días. Se ha encontrado parasitando manzano en Inglaterra (PITCHER y McNAMARA, 1971).

PROBLEMAS FITONEMATOLÓGICOS

Como hemos indicado en la introducción, los problemas fitonematológicos en árboles frutales no son bien conocidos y muy pocas veces se han tenido en cuenta en los estudios sobre protección fitosanitaria de estos culti-

vos. Ello, a pesar de existir trabajos importantes de síntesis y de que se haya calculado en un 5 a 10% las pérdidas producidas por nematodos, además de ser, por otra parte, la causa originaria de un gran número de enfermedades producidas por otros organismos patógenos (virus, bacterias y hongos), al mismo tiempo que las plantas atacadas por nematodos son más sensibles a los cambios climáticos, especialmente a la humedad y temperatura.

En gran parte esto se debe al hecho de que los síntomas producidos por nematodos en las plantas: estados carenciales, crecimiento pobre, marchitamiento, floración pobre, caída de frutos, secas de puntas de hojas, necrosis, agallas y muertes de raíces e incluso la muerte, pueden confundirse en una primera fase con problemas relacionados con la fertilidad del suelo, pudiendo, en una fase más avanzada, cuando se han introducido otros agentes patógenos, confundirse con enfermedades producidas por virus, hongos o bacterias.

Todo ello se centra en las dificultades que tiene el estudio de los nematodos parásitos de plantas, por ser organismos microscópicos que se encuentran en el suelo en focos, siendo difícil su extracción y localización, al mismo tiempo que presentan problemas taxonómicos para su determinación.

Clasificación de los problemas fitonematológicos atendiendo al tipo de acción de los nematodos sobre las raíces

Una vez conocidas las principales características morfológicas de las especies patógenas y tomando como base la reciente clasificación de los nematodos parásitos de plantas, atendiendo a su modo de alimentación, de SIDDIQI (1983), pueden agruparse las especies patógenas de árboles frutales del modo siguiente:

I. *Ectoparásitos*: Nematodos que se encuentran en el suelo, sobre las raíces de las plantas, aunque algunas especies introducen en ellas la parte anterior del cuerpo. Están sometidos constantemente a las variaciones ambientales del suelo (humedad, pH y temperatura), presentando por ello una gran movilidad y buen desarrollo de los órganos quimiorreceptores. Se pueden distinguir los grupos siguientes:

a) *Migratorios que se alimentan de la superficie de las raíces*: Estos nematodos poseen un estilete corto y un movimiento rápido que les permite desplazarse de un lugar a otro. Se alimentan durante un período corto de tiempo de los pelos radiculares y células epidérmicas. Pueden sobrevivir sin planta huésped durante períodos largos, dependiendo de las reservas alimenticias existentes en el intestino, aunque pueden además alimentarse de hongos, algas u otros organismos. Estos nematodos pueden incluso estimular, a través de su parasitismo, la producción de raíces y el aumento de crecimiento de las plantas. Dentro de este grupo se han considerado patógenas de los árboles frutales las siguientes especies: *P. lobatus*, *P. anchilispomus*, *S. brachyurum* y *T. viruliferus*.

b) *Migratorios que se alimentan de tejidos profundos*: Poseen un estilete relativamente largo y robusto, no tienen una capacidad considerable para la locomoción, permanecen alimentándose durante períodos largos, reducen el sistema radicular, produciendo necrosis y formación de pequeñas agallas terminales. A este grupo pertenecen los nematodos de la familia *Longidoridae*, habiéndose citado como patógenos de árboles frutales los siguientes: *L. elongatus*, *L. profundorum*, *X. americanum*, *X. brevicolle*, *X. index*, *X. pachticum* y *X. vuittenezi*.

c) *Ectoparásitos sedentarios*: Estos nematodos introducen la parte anterior del cuerpo en los tejidos de las plantas, mientras que la parte libre del cuerpo, que a menudo se pre-

senta engrosada, se apoya sobre las raíces, las fluctuaciones de la humedad y temperatura del suelo afectan menos su actividad y desarrollo que el de los nematodos anteriores, a este grupo pertenecen: *R. macrodorus*, *R. reniformis*, *C. pestis*, *G. audriellus*, *H. mangiferae*, *M. xenoplax*, *P. amblycephalus* y *P. projectus*.

II. **Endoparásitos:** Se encuentran totalmente en el interior de los tejidos, que pueden romper a posteriori. Algunos completan su ciclo biológico en el interior de los tejidos, pero otros pueden tener varias fases en el suelo durante períodos largos. La relación íntima que existe entre estos nematodos y las plantas huésped ha influido en ellos, dando origen a diversas formas de adaptación.

a) *Endoparásitos migratorios:* Se caracterizan por su movilidad y cola más larga que en las especies sedentarias, presentando un estilete fuerte, con estructura labial bien patente y aplanada en su parte anterior. Destruyen las células corticales, causando necrosis de color castaño oscuro en las raíces. Cuando las lesiones producidas por estos nematodos son invadidas por hongos y bacterias, el nematodo se traslada a otras raíces sanas. Pertenecen a este grupo: *P. coffeae*, *P. penetrans*, *P. vulnus* y *R. similis*.

b) *Endoparásitos sedentarios:* Los nematodos parásitos de árboles frutales de este grupo, pertenecen en su mayoría, a la familia *Heteroderidae*, cuyas larvas, en segunda fase, penetran en las raíces y se desarrollan dentro de ellas para dar lugar al estado adulto, que son las hembras engrosadas del género *Heterodera*. Estas rompen los tejidos e introducen su parte posterior en el suelo, los machos son vermiformes, salen al exterior, fecundan a las hembras y mueren. El género *Meloidogyne* produce hipertrofias en los tejidos, que dan lugar a la formación de agallas. Pertenecen a este grupo: *H. fici*, *M.*

arenarina, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. mali* y *M. thamesi*.

Clasificación según sus características ecológicas

Podemos agrupar las especies patógenas del suelo, atendiendo a su distribución y cultivos que parasitan, del modo siguiente:

a) *Especies de climas templados:* *L. elongatus*, *L. profundorum*, *P. neoamblycephalus*, *P. projectus*, *P. penetrans*, *P. vulnus*, *S. brachyurum*, *X. americanum* y *X. vuittenzei*.

b) *Especies de áreas y cultivos tropicales y subtropicales:* *H. mangiferae*, *R. similis*, *R. macrodorus* y *R. reniformis*.

c) *Especies de áreas mediterráneas:* *X. index* y *X. pachtaicum*.

d) *Especies que sólo se han encontrado en determinados cultivos y países:* *C. pestis* en nogal, *G. audriellus* en avellano, *H. fici* en higuera, *M. xenoplax* fundamentalmente en frutales de hueso, *M. mali* en manzano, higuera y moral, *M. thamesi* en moral, *P. lobatus* en melocotonero, *P. anchilissopus* en castaño; *T. viruliferus* en manzano; *P. coffeae* solamente ha sido considerado como patógeno de frutales en Australia.

e) *Especies fundamentalmente polífagas y cosmopolitas:* *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica*.

Técnicas de estudio

En primer lugar la planificación de *muestreos y toma de muestras* debe hacerse teniendo en cuenta las características de cada cultivo y las especies de nematodos representativas. Es necesario, para ello, el conocimiento en el espacio y el tiempo de las variaciones de la nematofauna, con el fin de conocer en cada momento su distribución en profundidad y a distancias diferentes del

tronco del árbol, así como a lo largo de las estaciones del año y con los cambios ambientales.

Por otro lado, es necesario que la toma de muestras se realice tanto en árboles aparentemente sanos como en los enfermos, puesto que debemos tener en cuenta que los procesos patológicos producidos por nematodos presentan una primera fase en la que los árboles sólo manifiestan una sintomatología de tipo carencial, pasando a un estado más avanzado con destrucción del sistema radicular y la sustitución de las especies patógenas por saprófagas y depredadoras, por ello si sólo se muestrean los enfermos, puede ocurrir que nos encontremos con la ausencia total de especies patógenas, que han sido sustituidas por las saprófagas al descomponerse las raíces, atribuyéndose así la enfermedad a otros agentes patógenos secundarios.

Por último, hay que tener en cuenta las características del sistema radicular de los patrones utilizados en la plantación, puesto que son los que van a influir más sobre las especies parásitas. También es necesario, en la toma de muestras, tener en cuenta las características biológicas de los nematodos que se pretende estudiar, partiendo de muestras de suelo cuando se trate de especies ectoparásitas y de raíz para las endoparásitas, recomendándose, por el hecho de que se encuentran en focos, la toma de varias muestras, que después se mezclan uniformemente y se elige una muestra media representativa. Es de sumo interés que durante el almacenamiento de la muestra la temperatura esté comprendida entre 0 y 5°C, y que la extracción se realice lo antes posible.

Para la elección de *métodos de extracción* adecuados, hay que tener en cuenta, en primer lugar, las características morfométricas de los nematodos, especialmente su longitud y anchura, que nos van a permitir elegir la luz de malla adecuada de los tamices. En

segundo lugar, es importante su biología con el fin de elegir para las especies móviles, los métodos que se basan en esta característica para la extracción, como es el embudo de BAERMANN (1917), y, para las especies sedentarias y huevos, los métodos que utilizan la densidad de los nematodos, especialmente el de centrifugación en azúcar (DE GRISSE, 1969).

Después de la extracción se procede al *aislamiento, fijación y montaje* de los nematodos, para ello se recomiendan los métodos de DE GRISSE (1969).

Principales problemas fitonematológicos y perspectivas de futuros trabajos de investigación sobre el tema

Según lo anteriormente expuesto los problemas fitonematológicos se pueden centrar en los cultivos tropicales en especies de los géneros *Hemicriconemoides*, *Radopholus* y *Rotylenchulus*; en los de climas templados, especialmente manzano, nogal y peral en el género *Pratylenchus*, en los frutales de hueso además *M. xenoplax*, y sobre todo, los nematodos del género *Meloidogyne*. Se consideran problemas de la mayoría de los árboles frutales en todos los países: los Longidóridos que son responsables de la transmisión de virosis; *M. xenoplax* y *P. penetrans* que presentan interacción con hongos y *M. xenoplax* y *Meloidogyne* spp. con bacterias.

Desde el punto de vista ecológico hay que indicar que los problemas planteados por los nematodos del género *Pratylenchus* son más frecuentes en los suelos arcillosos, mientras que los del género *Meloidogyne* se presentan más en los arenosos.

Por último, siguiendo las ideas de SAVORY (1966), debemos destacar el papel de los nematodos en los problemas de «replantación» que con tanta frecuencia se presentan en frutales, indicando que se requiere, en

este caso, al menos 2 años para poder realizar una nueva plantación de frutales.

Como *investigaciones de futuro* desde el punto de vista básico, hay que profundizar en los estudios morfológicos de los grupos de nematodos a los que pertenecen las especies patógenas, con el fin de resolver los problemas taxonómicos y sistemáticos existentes y conocer mejor su comportamiento biológico y ecológico en los cultivos de árboles frutales, así como los mecanismos de dispersión, dinámica de poblaciones y factores que influyen en el equilibrio del suelo dando lugar a los problemas fitonematológicos.

Desde el punto de vista agrícola, es de interés: Estudiar mejor las relaciones huésped-parásitos a un nivel bioquímico, los fenómenos de resistencia (que hasta el momento sólo han dado buenos resultados para el género *Meloidogyne* en melocotoneros) y el estudio de la función en el cultivo de los restantes nematodos y malas hierbas que aparecen asociadas a los frutales, con el fin de encontrar alternativas de lucha integrada.

ALTERNATIVAS DE LUCHA

La importancia de las pérdidas producidas por nematodos en los cultivos de árboles frutales han inducido a la elaboración de diferentes medios de lucha, entre ellos hay que destacar en primer lugar las *medidas preventivas* —aunque es difícil convencer al agricultor de que tome precaución contra un problema que aún no se ha planteado en su cultivo, por ello desgraciadamente, en la mayoría de los casos, hay que comenzar la lucha después de que los nematodos comienzan a causar pérdidas importantes—. Entre las principales medidas de lucha que se utilizan contra los nematodos patógenos de los árboles frutales, encontramos: Prácticas culturales, lucha biológica, métodos físicos, control químico y por último el control integrado.

Prácticas culturales

En primer lugar, aunque pueden considerarse dentro de las medidas preventivas, nos encontramos con la necesidad de un conocimiento profundo de la nematofauna de *los viveros*, con el fin de destruir las plantas de aquellos donde aparecen especies patógenas e impedir su propagación. A pesar del interés de realizar este tipo de estudios, estos son casi inexistentes y únicamente conviene destacar el trabajo de KOZLOWSKA y WASILENWSKA (1972) en Polonia, quienes desde 1968 a 1970 estudiaron 22 viveros distribuidos por 7 provincias, encontrando 49 especies de nematodos. De ellas la única considerada patógena fue *P. penetrans*, que aparece frecuentemente en suelo arcillosos, hecho de interés a la hora de elegir las zonas más apropiadas para la implantación de los viveros; un estudio similar se ha realizado sobre viveros de manzano en Rusia (ZARUDNEVA, 1976), donde se cita entre otras especies la presencia de *M. incognita*; en Brasil (SHARMA y SHER, 1975) estudian 20 frutales diferentes y encuentran 13 especies de nematodos, entre ellos *Rotylenchulus reniformis*, *P. brachyurus* y *Trichodorus porosus*. Se han aplicado también algunos métodos de control en viveros, debiendo destacar en primer lugar los resultados obtenidos por KAURI-PAASUKE (1973) en Suecia para el control por métodos biológicos de *P. penetrans* en viveros de manzano, mediante la aplicación de estiércol verde o turba al suelo, activando el primero el aumento de hongos nematófagos y el segundo la de tardígrados depredadores. Por último, se han encontrado trabajos sobre control químico de *Meloidogyne* en viveros de melocotonero en Australia (MAGGENTI y HART, 1970) y en Argentina VEGA y GATICA (1970) al aplicar D-D, Vapam y DI-trapex reduce el número de agallas de *Meloidogyne*, cuando se emplean los nematicidas 60 días antes de la siembra y a una temperatura del suelo de alrededor de 15°C.

Según MOJTAHEDI y LOWNSBERY (1976) la fertilización con NH_3 es letal contra *M. xenoplax in vitro*, disminuyendo su densidad en cultivos de ciruelo «Myrobolan» y «Mariana», la acción es más rápida a pH 8 que a 7, asimismo WEHUNT y WEAVER (1980) han estudiado el efecto de altas proporciones de calcio y magnesio sobre *M. xenoplax* en cultivos de melocotonero.

HENDRIX y POWEL (1970) estudian comparativamente la aplicación de nematicidas y *prácticas de cultivos* en el control de nematodos en melocotonero, observando la reducción de pérdidas con la aplicación de determinadas prácticas de cultivos (deshierbe mecánico); un trabajo similar ha sido realizado por COLBRAN (1976) en un cultivo de manzano, observando una disminución de los problemas producidos por *P. penetrans* después de cultivo de altramuz y gramíneas.

Por otra parte en una serie de trabajos se han estudiado *la importancia de las malas hierbas* en el cultivo (RATANAWORABHAN y SMART, 1970; MCSORLEY y CAMPBELL, 1980 y MCSORLEY *et al.*, 1981) MARKES *et al.* (1973) han encontrado, en melocotonero, que el uso de *Festuca rubra* entre las líneas de árboles seguido de tratamientos con herbicidas en los árboles frutales es efectivo en la reducción de las poblaciones de *P. penetrans*, el mantener el cultivo libre de hierbas hasta julio seguido de una cubierta de hierbas aumenta claramente el número de *P. penetrans*, por otra parte *Sorghum vulgare* no fue efectivo en la reducción de las poblaciones de este nematodo. Según KAURI-PAASUKE (1973) en Suecia, el empleo de un buen hospedador de *P. penetrans* para cubrir el suelo de un cultivo de frutales, reduce la densidad de este nematodo en suelo, las especies del género *Lolium* fueron un hospedador malo del nematodo y las leguminosas aumentan su número, asimismo el nematodo se controla con el aumento de la materia orgánica que induce el crecimiento de hongos nematófagos.

Desde el punto de vista de la dispersión de los nematodos por el agua, es de gran interés el conocimiento de los sistemas de riego.

Lucha biológica

Se han descrito diferentes hongos nematófagos de interés en el control biológico de los nematodos patógenos. En esta línea destacan los trabajos de MANKAU y MCKENRY (1976), quienes encuentran 13 especies de hongos nematófagos de interés en el control de *M. incognita*; STOKES (1973) encuentra el hongo *Arthrobotya anchonia* contra *P. brachyurus* en melocotonero; STIRLING y MANKAU (1977) descubren tres hongos parásitos de los huevos de *Meloidogyne*; STIRLING (1978) en melocotonero encuentra a *Dactylella oviparasitica* parasitando los huevos de *Meloidogyne* en melocotonero, que ha sido utilizado en el control de este nematodo (STIRLING *et al.*, 1978 y 1979 y KUHLMAN, 1980); *Gigaspora margarita* es una micorriza que reduce la reproducción de *M. incognita* (STROBEL *et al.*, 1982). Según WILHEMS (1973), *Crotalaria spectabilis* controla los nematodos del género *Meloidogyne* en melocotonero.

Por otra parte, se conoce que el abonado con materia orgánica incrementa el número de hongos nematófagos, (MOBIN y KHAN, 1969); este método se ha empleado en viveros por KAURI-PAASUKE (1973); asimismo se ha comprobado que tiene efecto nematicida las hojas de manzano (SKARBILOVICH, 1970) y las de mango (KUMAR y NAIR, 1976); se ha observado también acción tóxica de las raíces en descomposición del melocotonero (ISRAEL *et al.*, 1973). La savia de *Tagetes minuta* tiene acción letal sobre huevos y larvas de *Meloidogyne* sp. (TOIDA, 1972), habiéndose observado su efecto sobre *M. mali* y *Xiphinema bakeri* (TOIDA y MARIYAMA, 1978).

La obtención de variedades resistentes constituye uno de los métodos de lucha más eficaz y económico, existiendo unos 63 trabajos sobre esta línea de investigación, pero la mayoría se centra en la obtención de resistencia a *Meloidogyne* en albaricoquero, almendro, ciruelo y melocotonero, que se revisan por SCOTTO LA MASSESE *et al.* (1980). Hay que destacar además el trabajo de revisión de ZYL y STRYDON (1971) sobre la resistencia de la variedad de melocotonero «Nemaguard» a *M. incognita* y *M. javanica*; WEHUNT (1972) encuentra que la temperatura influye sobre la resistencia de la variedad «Nemaguard» a *M. incognita*; KOCHBA y SAMISH (1971) observan que determinadas auxinas tienen efecto positivo sobre la resistencia del melocotonero a *M. javanica*, al inhibir el crecimiento de las raíces y FRESNO (1975) que la resistencia a *M. incognita* y *M. javanica* disminuye cuando se aplica ácido giberélico.

Con respecto a los otros cultivos y nematodos encontramos en nogal resistencia a *M. incognita* y *M. javanica* (SHAGALINA y ARUTYUNOV, 1971); resistencia del peral (LAYNE y QUAMME, 1975) y la higuera (STOREY, 1975) a *Meloidogyne*; resistencia del guayabo a *M. incognita* y *M. arenaria* (FERNÁNDEZ DÍAZ SILVEIRA, 1975); estudio de resistencia a *Meloidogyne* en palmera (LAMBERTI *et al.*, 1977); resistencia del nogal a *P. vulnus* (LONNSBERY *et al.*, 1974); del manzano a *P. penetrans* (PARKER y MAI, 1974); de nogal, cerezo y melocotonero a *P. vulnus* (SCOTTO LA MASSESE, 1975); melocotonero a *Pratylenchus* (STOKES, 1973); resistencia de melocotonero a *P. penetrans*, *M. javanica* y *M. incognita* (LAYNE, 1974). En melocotonero la variedad «Lovell» presentó mayor resistencia a *M. xenoplax* que «Nemaguard» (LEMBRIHT, 1976 y ZEHR *et al.*, 1976). Por último, BADRA y KHATTAB (1982) han logrado inducir por métodos químicos resistencia del mango a *R. reniformis*, mediante la aplicación de auxinas.

Control por métodos físicos

Se ha aplicado fundamentalmente la fitotermoterapia en el control de *P. penetrans* y *M. javanica* en patrones de manzano (WAY, 1973). Se ha establecido la temperatura de 55°C durante 10 minutos para la muerte por calor de *P. anchilispomus* (YANAMOTO, 1974).

Control químico

En el período comprendido entre el año 1970 y 1982 han aparecido unas 88 publicaciones sobre el control químico, de estos 21 corresponden al nematocida Nemagon (DBCP), que ha sido retirado del mercado por su acción tóxica, por ello no vamos a considerarlo como alternativa de control.

Gran parte de los trabajos (24) se han centrado en el control de *P. penetrans*, entre ellos los resultados de MAI y PARKER (1970) y MAI *et al.* (1970) quienes demuestran que la aplicación de Telone aumenta el 90% del crecimiento en manzanos y duplica la producción de fruto en cerezo; ABAWI y MAY (1971) utilizan D-1410 mediante pulverización foliar en melocotonero, manzano, peral y cerezo; HICHEY (1971) hace una revisión de los nematocidas aplicados al control de nematodos en cerezo y DICKSON (1976) en manzano; (MAI y PARKER, 1972) aplican 1,3-dicloropropano en cerezo y (DUNN y MAI, 1972) en manzano; ABAWI y MAY (1972 y 1975) aplican Oxamyl en melocotonero, peral y manzano y STARR y MAI (1975) lo aplican en manzano; ABAWI y MAI (1978) controlan los nematodos al sumergir las raíces en un nematocida; BUNT (1973) estudia el efecto de la temperatura sobre la acción del D-1410, decreciendo el número de nematodos a baja temperatura, pero aumenta a 25°C; MAI (1972) estudia la acción de Telone en cerezo, manzano y melocotonero, aumentando el 10% de la circunferencia del tronco,

los tratamientos con fertilización el 26%, la producción de fruto fue del 43% para los árboles que reciben fertilizante, 91% para los árboles tratados y 172% para los tratados y que reciben además fertilizantes, la aplicación de nematicidas aumentaba la resistencia al frío; HERNE *et al.* (1973) aplican el nematicida sistémico Aldicarb en manzano, que elimina al mismo tiempo las plagas de insectos; MARKS y DAVIDSON (1973) indican la acción positiva en manzano de los tratamientos con Vorlex antes de la plantación; ARNESON y MAI (1976) observan que el rendimiento en manzano es alto después de 10 años de cultivo en un suelo que había sido tratado antes de la plantación; ALLEN y MARKS (1977) estudian el control con Aldicarb y Oxamyl en albaricoquero, cerezo, ciruelo, manzano, melocotonero y peral, que controla al mismo tiempo los áfidos y ácaros; VIGLIERCHIO *et al.* (1977) inyectan nematicidas en el tronco de nogal y manzano, dando resultados positivos en el control de *P. penetrans* y *P. vulnus*, observándose fitotoxicidad en altas concentraciones; MAI y ABAWI (1978) estudian el control por D-D en cerezo, manzano y peral; BOOTSMA (1979) utiliza en manzano el control con Cloropirrina; JOHNSON *et al.* (1982) aplican nematicidas sistémicos en manzano COLBRAN (1970) estudia el efecto de D-D sobre *P. coffeae* y *P. penetrans* en manzano.

Por otra parte sólo existe un número escaso de trabajos sobre el control de *P. vulnus*, especialmente con D-D en melocotonero (D'ESCLAPON, 1971; AMICI y LALATTE, 1971 y MANZO, 1978); ZEHR (1972) hace una revisión de los sistemas para el control de *Pratylenchus*; HUSALVØ (1972) controla *P. penetrans* y *P. crenatus* con D-D, DI-Trapex y cloropirrina.

Sobre *M. arenaria* han trabajado SCOTTO LA MASSESE (1971) quien estudia la susceptibilidad del Dicloropropano en siete patrones de melocotoneros e INSERRA y O'BANNON (1974) aplican Fenamifos en higuera; *M.*

hapla se controla en kiwi con Tionazin y Profos (DALE *et al.*, 1972); *M. incognita* en viveros de melocotonero con diversos nematicidas (MAGGENTI y HART, 1970), con D-D, Vapam y DI-Trapex en melocotonero (VEGA y GATICA, 1970 y 1972) y con Oxamyl, Profos y Tionazin (PONCHILLIA, 1973); *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* y *M. thamesis* con nematicidas sistemáticos en papaya (PONTE, 1968); FOSTER *et al.*, (1972) comparan el efecto de Dowfume W-85 y una variedad resistente de melocotonero sobre *Meloidogyne* spp., encontrando que el efecto del nematicida dura un año y la variedad resistente permanece libre de *Meloidogyne*.

Control de *M. xenoplax* en melocotonero (ZEHR, 1976 y RIES *et al.*, 1980) y en nogal mediante la aplicación después de realizada la plantación de Oxamyl y Dicloropropano no aumenta la supervivencia del árbol (LONNSBERY *et al.*, 1977). Control de *X. diversicaudatum* con D-D en melocotonero (SCOTTO LA MASSESE *et al.*, 1973); revisión del control de *X. americanum* en manzano (DUNN, 1980 y HOWARD, 1979); *X. brevicolle* y *Hemicriconemoides mangiferae* (MILNE *et al.*, 1975). SCOTTO LA MASSESE (1975) aplica Cloropirrina en el control de *P. vulnus*, *X. diversicaudatum* y *M. xenoplax* en melocotonero; MAI y ABAWI (1981) hacen una revisión del control de *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Macroposthonia*, *Paratylenchus* y *Meloidogyne*. LECOMTE y PAGUE (1969) revisan el control de *Meloidogyne* y *Pratylenchus* recomendando el tratamiento del suelo antes de la plantación. DERN (1971) encuentra que el Terracur granulado es eficaz en el control de *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Longidorus* y *Xiphinema* entre otros y HENDRIX y POWELL (1970) estudian el control de *Criconemoides* y *Pratylenchus* con Vorlex, Trizone y Telone resultando eficaces.

Por último, encontramos una serie de estudios generales que no hacen referencia al tratamiento de determinados cultivos o nematodos, entre ellos hay que destacar los

resultados de JOHNSON (1974) quien estudia la influencia de las características del suelo sobre el efecto del nematicida; BLISSARD y ADAMS (1976) el control de nematodos en manzano; HOWARD (1978) el control en aguacate con varios nematicidas; ZEHR (1975) y WEHUNT (1980) en melocotonero; HULL (1978) aplica antes de la plantación Vorlex, Dowfume W-85, Telone y D-D después de la plantación con Fumazone y DUN (1982) estudia la acción de varios nematicidas sobre melocotonero.

Control integrado

Hay que destacar el trabajo de MAI (1972) quien elabora un programa para el control de *P. penetrans*, combinando la aplicación de nematicidas con prácticas culturales: variedades resistentes, cultivos de plantas de cobertura durante 2 ó 3 años antes de la plantación, tratamiento con nematicidas antes de la plantación, uso de patrones libres de enfermedades y el mantener unos determinados niveles de fertilizantes y pH.

SCOTTO LA MASSESE (1974) hace una revisión de los métodos para el control de nematodos en manzano y cerezo, incluyendo: rotación de cultivos, patrones resistentes, tratamiento con nematicidas antes de la plantación y tratamiento con agua caliente de los patrones.

WEHUNT *et al.* (1975) indican la posibilidad del control de nematodos mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados. BLIZZARD (1975) utiliza las variaciones de humedad, abonado orgánico y tratamiento

con Furadan en el control de nematodos. COLBRAN (1979) estudia el efecto de las prácticas culturales y el tratamiento con nematicidas en manzano.

NESMITH y DOWLER (1974 y 1975) indican que la aplicación en nematicidas para el control de *M. xenoplax* actúa a su vez en el control de *Xanthomonas pruni*. ALLEN y MARKS (1977) encuentran que el Oxamyl aplicado por pulverización foliar controla además los pulgones y ácaros.

Por último, WEHUNT *et al.* (1980) observan en melocotonero que el 75% de los árboles mueren después de cinco años de su plantación, cuando no se han tratado con nematicidas, sin cal y con el control de las malas hierbas por métodos de cultivos; la mortalidad se reduce al 29% con la aplicación de antes y después de la plantación de un nematicida junto con la aplicación de un herbicida; la aplicación del nematicida sólo antes de la plantación no es efectiva en la reducción de la mortalidad y en el aumento del crecimiento, la aplicación de cal acelera el rendimiento pero no afecta al crecimiento o supervivencia de los árboles. La supervivencia fue mayor con la aplicación de herbicidas que con la eliminación de las malas hierbas con técnicas de cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María ARIAS y Lcda. Gloria NOMBELA por su colaboración, así como a las Ayudantes Diplomados de Investigación Trinidad SANZ y M.^a del Carmen ROBLES por su ayuda en la estructuración y mecanografiado del trabajo.

ABSTRACT

BELLO, A. 1984: Nematodos patógenos de los árboles frutales. *Bol. Serv. Plagas*, 9: 131-165.

A study on the economical interest of plant parasitic nematodes on fruit trees crops yield has been carried out. The losses due to such pathogenus has been estimated between the 5 and 15% of their production, rate that applied to the Spanish crops reach 9.807,5 millions of pesetas of annual losses. Such losses are due not only to their direct action but also to their interaction with other pathogenic agents, mainly fungi, bacteria and viruses. On the other hand, papers on plant parasitic nematodes on fruit trees crops are limited only the 2,9% of the papers on plant parasitic and soil nematodes in the period between 1970 and 1982.

A analysis of these papers is done to know the main especies that represented problems in those crops. 239 nematode species from 62 genera have been found in relation to fruit trees crops, 30 of them are involved in pathogenic problems to these crops. The records on plant pathology, host parasitic relationships, nematode-virus, nematode-bacteria and nematode-fungi interactions are also gathered as well as the studies on biology and ecology of the pathogenic species. Systematic position identification keys and a brief morphometric description of these nematodes and the most important characteristic of their biology, ecology, interaction with other pathogenus, sintomatology, etiology, epidemiology and control are given in order to know better the problems that represented to every crop and its possible solutions.

Finally, a clasification of phytonematological problems in these crops are made according to their direct damage in the plant-roots and also the ecological characteristics of pathogenic species. Techniques for sampling planning, sampling, and extraction are analysed, as well as the interest of future studies from basic and practical point of view. Control methods, preventive measurements, biological, phisical, chemical and integrated pest management are also discussed.

REFERENCIAS (1)

- ANDRASSY, I., 1976. *Evolution as a Basis for the systematization of Nematodes*. London, UK., Pitman Publishing Ltd., 288 pp.
- ANON, 1971. Estimated crop losses due to plant parasitic nematodes in the United States. *Spec. Publ. Soc. Nematod. U.S.A.*, 1: 7 pp.
- ARIAS María, 1972. Claves para la determinación de nematodos del suelo del orden *Tylenchida*. *Cuadernos de Biología*, 1: 31-59.
- BAERMANN, G., 1917. Eine einfache Methode zur Auf-findung von *Anchylostomum* Larven in Erdproben. *Geneesk. Tijdschr. Ned. Indie*, 57: 131-137.
- CHILDERS, N. F., 1975. Plant Nematology. En, *The peach. Varieties, culture, pest control, storage, marketing*. New Brunswick, New Jersey, USA; Horticultural Publications: 139-145, 186-189, 377-387 y 387-396 pp.
- DECKER, H. and MANNINGER, G. A., 1977. Zur Nematodenfauna Von *Prunus amygdalus* Batsch. 3 *Vortrags-tagung Zu Aktuellen Problemen der Phytonematologie am 2.6.1977 in Rostock, DDR*: 140-150.
- GAUTIER, M., 1975: Les nématodes en arboriculture fruitière. *Arboriculture Fruitière*, 252: 17-25.
- GOODEY J. B., FRANKLIN M. T. and HOOPER D. J., 1965: *The T. Goodey's Nematode Parasites of Plants Catalogued under their Host*. Comm. Agric. Bur. Farnham Royal Bucks, England: 214 pp.
- GRISSE A. De, 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des nematodes phytoparasitaires. *Meded. Rijksla. Gent*, 34: 351-369.
- MCLEROY F. D., 1972. Nematodes of tree fruits and small fruits. In, WEBSTER, J. M. (Editor), *Economic nematology*. London, U. H. Academic Press: 335-376 pp.
- MILNE, D. L., 1973: Strategies against nematodes in subtropical fruit crops. *World Farming*, julio: 4-7.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1980. *Anuario de Estadística Agraria*. Secretaría General Técnica, Madrid: 66P pp.
- POINAR G. O. Jr., 1983: *The Natural History of Nematodes*. Prentice Hall, New Jersey: 323 pp.
- RACKMAN R., RADEWALD J. D., HEMSTREET C. L. and SHIBUYA F., 1975. Lesion nematode control in apples. *California Agriculture*, 29: 14-15.
- SCOTTO LA MASSESE C., 1971: Les nématodes nuisibles en pépinières fruitières et forestières. *Pépiniéristes-Horticulteurs Maraîchers, Special Pépinières*, 115: 11 pp.
- SIDDIQI, M. R., 1980: The origin and phylogeny of the nematode orders *Tylenchida* Thorne, 1949 and *Aphelenchida* n. ord. *Helminthological Abstracts, Series B*, 49: 143-170.
- SIDDIQI, M. R., 1983. Ecological adaptation of plant-parasitic nematodes. *Pak. J. Nematol.*, 1: 63-77.

(1) Para evitar que la bibliografía sea muy extensa, sólo se incluye los trabajos de revisión general; los restantes pueden encontrarse consultando el *Helminthological Abstracts*.