

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 115

## **TRICHODORIDAE, FAMÍLIA DE NEMATÓIDES VETORES DE VÍRUS**

**Maria Teresa S. C. M. Almeida**

*Departamento de Biologia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar,  
4710-057 Braga, Portugal.  
mtalmeida@bio.uminho.pt*

**Wilfrida Decraemer**

*Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Vautierstraat 29,  
B-1000 Brussels, Belgium  
University of Gent (UGent), Department of Biology, Ledeganckstraat 35,  
B-9000 Ghent, Belgium*

### **RESUMO**

Os *Trichodoridae* são nematóides ectoparasitas de plantas, polípagos, que ocorrem com uma ampla distribuição mundial. Apesar da família ser pequena em número de gêneros e espécies quando comparada com outros taxons de nematóides parasitas das plantas, o grupo não é menos importante. Os *Trichodoridae* incluem não só espécies que podem causar danos diretos em numerosas plantas, como também, várias espécies que atuam como vetores naturais de tobnavírus às plantas. Estes nematóides vetores de vírus têm recebido maior atenção por parte dos especialistas nas últimas décadas. A família *Trichodoridae* consiste em apenas cinco gêneros: *Trichodorus*, *Paratrichodorus*, *Monotrichodorus*, *Allotrichodorus* e *Ecuadorus*. As espécies vetoras de vírus têm sido registradas apenas nos gêneros didélficos, *Trichodorus* e *Paratrichodorus*, os quais têm uma ampla distribuição mundial. Os três gêneros monodélficos têm sido referidos, até hoje, apenas nas regiões neotropicals da América Central e do Sul. Na família *Trichodoridae* as espécies podem ser endêmicas, tal como a maioria das espécies da África do Sul, enquanto outras, como *Paratrichodorus minor*, se encontram amplamente distribuídas. Atualmente, no Brasil são conhecidas apenas 13 espécies (*P. anthurii*, *P. minor*, *P. porosus*, *P. renifer*, *M. monohystera*, *M. samericus*, *A. brasiliensis*, *A. campanullatus*, *A. guttatus*, *A. longispiculis*, *A. loofi*, *A. sharmai* e *E. westindicus*), apesar das numerosas referências acerca da ocorrência destes nematóides no País. A maioria dos registros refere-se apenas ao gênero ou refere *Trichodorus* em sentido lato. Das 13 espécies brasileiras, nove pertencem aos gêneros monodélficos e são

consideradas endêmicas. Os *Trichodoridae* podem ser diferenciados facilmente dos outros nematóides parasitas das plantas principalmente pelo tipo de estilete e pela forma do corpo pós-morte. Enquanto os nematóides fitoparasitas em geral possuem um estilete oco, um estomatostilo ou um odontóforo, os nematóides tricodorídeos possuem um dente dorsal estiletiforme curvo, fechado na extremidade, que funciona apenas para perfurar a parede das células vegetais. Os tricodorídeos são nematóides relativamente roliços, arredondados em ambas as extremidades, o que levou os investigadores a atribuí-los a designação comum de nematóides em forma de charuto. Neste artigo, são fornecidas chaves politômicas pictóricas para machos e fêmeas, que ilustram e codificam os caracteres diagnósticos. Os aspectos mais importantes são a forma e ornamentação dos espículos no macho e as peças da vagina esclerotizadas, nas fêmeas. Em seguida, apresenta-se também uma chave dicotômica ilustrada, para a identificação das espécies da América do Sul e Central. Uma vez que a identificação dos *Trichodoridae* nem sempre é fácil, as técnicas complementares, tais como dados sobre seqüências moleculares, parecem fornecer dados adicionais extremamente úteis. O conhecimento destes nematóides é valioso não só na prevenção da entrada de novas espécies no país, mas, também, para se evitar a dispersão de espécies já existentes. As medidas de quarentena conhecidas para os nematóides vetores de vírus da família *Longidoridae* não se encontram estabelecidas para os tricodorídeos. Deveriam ser implementadas algumas medidas para o controle da troca de material eventualmente contaminado por estes nematóides ou tobravírus. As medidas de controle dos *Trichodoridae* são quer preventivas ou curativas. Além disso, o uso de alguns produtos químicos para o controle de parasitas das plantas está cada vez mais sujeito à regulamentação e sob restrição, por razões de natureza ambiental.

Em geral, os prejuízos diretos causados por nematóides tricodorídeos são apenas severos quando as populações presentes são elevadas, enquanto a infecção por vírus necessita apenas de um espécime sendo, por isso, economicamente mais importante. As estratégias de controle em geral não visam especificamente os nematóides tricodorídeos. O controle genético ao nível da planta hospedeira através da produção de culturas resistentes ainda está pouco desenvolvido. O controle genético do nematóide tem sido dificultado pelo fato dos nematóides tricodorídeos serem polípagos, de se alimentarem do seu hospedeiro apenas por períodos muito curtos e por induzirem a formação de locais de alimentação pouco desenvolvidos.

## SUMMARY

### **TRICHODORIDAE, FAMILY OF NEMATODES VECTORS OF PLANT VIRUS**

*Trichodoridae* are polyphagous ecto plant-parasitic nematodes occurring world-wide. Although the family is small in number of genera and species compared to other plant-parasitic nematode taxa, the group is not less important. The **Trichodoridae** include not only species which cause direct damage to numerous plants but also several species which act as natural vectors of tobra plant viruses. These virus vector nematodes have been receiving greater attention from specialists in the last decades. The family *Trichodoridae* consists of only five genera: *Trichodorus*, *Paratrichodorus*, *Monotrichodorus*, *Allotrichodorus*, and *Ecuadorus*. Virus vector species have only been recorded from the didelphic genera *Trichodorus* and *Paratrichodorus* which have a world-wide distribution. The three monodelphic genera have till now only been referred from the Neotropical Regions of Central and South America. Within the family *Trichodoridae*, species may be endemic such as most *Trichodorus* species of South Africa, other species such as *Paratrichodorus minor* are widely distributed. Currently, only thirteen species (*P. anthurii*, *P. minor*, *P. porosus*, *P. renifer*, *M. monohystera*, *M. samericus*, *A. brasiliensis*, *A. campanullatus*, *A. guttatus*, *A. longispiculis*, *A. loofi*, *A. sharmai*, and *E. westindicus*) are known from Brazil in spite of numerous reports on the occurrence of these nematodes in the Country. Most reports refer to genus level or very generally to *Trichodorus* as representative of the family *Trichodoridae*. Nine of the thirteen Brazilian species belong to the monodelphic genera and are considered endemic. *Trichodoridae* can easily be distinguished from other plant-parasitic nematodes mainly by the type of stylet and the habitus. While plant-parasitic nematodes in general possess a hollow stylet either a stomatostyle or odontostyle, trichodorid nematodes possess a curved stylet form dorsal tooth, closed at the tip just functioning to puncture plant cell walls. Trichodorid nematodes are rather plump nematodes, rounded at both ends, which lead researchers to use the common designation of cigar-shaped nematodes. Pictorial polytomous identification keys for male and females are provided, with illustration and coding the diagnostic characters; the most important features are the spicule shape and ornamentation in male and the sclerotized pieces at the vagina in females. Following, an illustrated dichotomous key is also provided for the identification of Central and South American species. Since identification of *Trichodoridae* is not always easy, complementary techniques, such as sequence data, appear to provide very helpful additional data. Knowledge about trichodorid nematodes is of great value not only to prevent entrance of new species in the country but also to avoid spreading of already occurring species. Quarantine measures known for

longidorid virus vector nematodes are not established for trichodorids. Some measures for the control of changing of eventually contaminated material by these nematodes or tobra viruses should be implemented. The control measures of *Trichodoridae* are either preventive or curative. The use of some chemicals to control parasites of plants is more and more under regulation and restrictive for environmental reasons. Direct damage caused by trichodorid nematodes in general cause only severe damage when large populations are present. Virus infection needs only one specimen and is therefore an economically more important pest. Control strategies in general do not specifically target trichodorid nematodes. Genetic control at level of the host plant with the production of resistant crops is still not largely developed. Genetic control of the nematode is largely hindered by trichodorid nematodes being polyphagous, feeding for only very short time on its host and not inducing well developed feeding sites.

## INTRODUÇÃO

Os nematóides da família *Trichodoridae* (Thorne, 1935) Clark, 1961 constituem um grupo que, embora não seja dos maiores entre os fitoparasitas, tem uma importância relevante. Os danos causados por ação direta destes nematóides, ao alimentarem-se, podem ser consideráveis, mas a sua capacidade de atuação como vetores de vírus faz aumentar a sua importância e tem estimulado em grande medida o interesse pelo seu conhecimento (Ploeg & Decraemer, 1997). A transmissão de vírus por nematóides tricodoriídeos passou a ser conhecida quando Sol et al. (1960) publicaram a transmissão do tobravírus “tobacco rattle vírus” (TRV) pela espécie *P. pachydermus*, o que aconteceu dois anos após a descoberta de que um nematóide, *Xiphinema index* (da família *Longidoridae*), transmitia o nepovírus “grapevine fanleaf virus” (GFLV) (Hewitt et al., 1958). Os tricodoriídeos encontram-se distribuídos por todo o mundo, apesar de alguns gêneros e espécies terem uma distribuição geográfica mais confinada a algumas regiões e/ou continentes (Decraemer, 1995). Os estudos sobre a distribuição e ecologia dos tricodoriídeos, bem como sobre os mecanismos envolvidos na transmissão de vírus, podem eventualmente resultar em novas estratégias para o controle e prevenção de doenças nas culturas (Ploeg & Decraemer, 1997). Devido às medidas ambientais restritivas, aos níveis governamentais, europeus e mundial, será cada vez mais necessário encontrar alternativas ao uso de produtos químicos com ação nematicida. Para que se possa fazer uma correta avaliação dos riscos da combinação espécies de tricodoriídeos “compatíveis” - estirpe de tobravírus, é indispensável um conhecimento completo da ocorrência das espécies de tricodoriídeos, tal como das estirpes de tobravírus, em diferentes áreas geográficas (Ploeg &

Decraemer, 1997). É assim, indispensável, uma correta identificação destes nematóides. Tal como para outros nematóides, algumas características morfométricas podem sofrer variações sob o efeito de fatores bióticos e abióticos (Wondirad et al., 2003). A distinção de espécies de tricodorídeos nem sempre é fácil, sobretudo quando são morfologicamente idênticas. Por outro lado, é conhecida e relativamente comum a ocorrência de mistura de populações de espécies diferentes destes nematóides, tendo sido já referida a mistura de quatro espécies numa mesma localidade (Almeida, 1993). A situação pode ser ainda mais complicada quando ocorrem em número reduzido, aumentando a probabilidade de apenas se poder dispor de fêmeas ou de machos. Deverá, no entanto evidenciar-se que um número reduzido de indivíduos não retira qualquer importância à sua presença no solo com plantas, quando estão em causa as espécies transmissoras de vírus.

Para além da identificação clássica com base na morfobiometria, deverá recorrer-se, sempre que possível, a dados fornecidos pela microscopia eletrônica e, ainda, as características fisiológicas, ecológicas incluindo a biogeografia, sorologia e técnicas moleculares.

No presente capítulo são referidos diversos aspectos dos nematóides da família *Trichodoridae*, realçando-se, no entanto a identificação das espécies dos cinco gêneros atualmente reconhecidos e as espécies conhecidas na América do Sul e Central.

## MORFOLOGIA GERAL

Os tricodorídeos são nematóides relativamente pequenos, com um comprimento que pode variar entre 0,35 e 1,8 mm, sendo facilmente reconhecidos se atentarmos às suas características mais genéricas. A morfologia geral dos tricodorídeos, a seguir descrita, está representada nas figuras 1 e 2, evidenciando-se as principais características que devem ser observadas nestes nematóides. O corpo é basicamente cilíndrico, por vezes com aspecto dilatado, mais ou menos arredondado ou truncado nas extremidades, lembrando freqüentemente a forma de charuto; após morte o corpo pode apresentar-se reto (ou praticamente reto), ligeiramente arqueado ventralmente ou, ainda, em forma de J. A região dos lábios é arredondada, contínua com o corpo; os lábios apresentam-se amalgamados. *Sensillas* anteriores papiliformes dispostos em dois círculos pequenos de 10 papilas, formando as duas papilas labiais externas subventrais e subdorsais e quatro papilas cefálicas, uma espécie de papilas duplas salientes. A fovea anfídial pós-labial possui a forma de taça e tem a abertura em forma de fenda de

**Figura 1.** Morfologia básica de machos de trichodorídeos. A. região anterior em vista lateral; B. macho inteiro, em vista lateral; C, D. região posterior, respectivamente em vista ventral e lateral; E, F. aparelho copulador; G, H. espículos. (Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers).

**Figura 2.** Morfologia básica de fêmeas de tricodorídeos. A. fêmea inteira; B, D, G. sistema genital didélfico; C. sistema genital monodélfico; E, F. região vulvar-vaginal, respectivamente em vista ventral e lateral. (Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers; D., segundo Decraemer & Chaves, 1988).

tamanho médio. O onquioestilete, relativamente longo, é uma espécie de dente dorsal maciço, em forma de estilete, encurvado ventralmente, consistindo em duas partes: uma parte dentiforme livre, o ônquio (onchium) e uma parte posterior, ou onquióforo, formada pela parede dorsal do faringostoma; o anel-guia é simples, ao nível da extremidade posterior do onquioestilete. O esôfago tem o bulbo glandular posterior dilatado; estão presentes cinco núcleos glandulares: um par ventro-sublateral posterior (núcleos grandes), um par ventrosublateral anterior menor e um só núcleo dorsal, grande. O intestino não possui pré-reto, sendo o reto praticamente paralelo ao eixo longitudinal do corpo; na fêmea o ânus é subterminal.

O macho possui um só testículo, distendido anteriormente, variando as células espermáticas na forma e tamanho; possui 1-3 suplementos e um par (menos comum 2 ou 4) de papilas pós-cloacais; quando presentes, as asas caudais são relativamente pouco desenvolvidas podendo também estar ausentes; os espículos são retos ou ventralmente curvos, com forma e ornamentação variáveis. Os músculos protratores dos espículos estão transformados numa cápsula dos músculos suspensores que envolvem a bolsa espicular. Os músculos copuladores podem apresentar diferentes graus de desenvolvimento.

A fêmea pode ter um sistema reprodutor do tipo didélfico-anfidélfico ou monodélfico-prodélfico, com o(s) ovário(s) recurvados e o oviduto consiste em duas células finamente granuladas; a(s) espermateca(s) pode(m), ou não, estar presente(s). Vagina com forma e comprimento variáveis, vulva também variável e em especial as peças esclerotizadas (par de peças vulvo-vaginais refringentes), de tamanho e forma variáveis, em seção ótica lateral; podem estar presentes poros corporais laterais (raramente ventrais) adeniforme. A cauda é curta, com um comprimento máximo de uma largura do corpo ao nível do ânus, no macho.

Embora a grande maioria das espécies inclua fêmeas e machos, em alguns casos os machos não são conhecidos, ou nunca foram referidos, ou têm sido registrados apenas esporadicamente.

## TAXONOMIA

A posição sistemática da família *Trichodoridae* é a seguinte, segundo Siddiqi (1983) e seguida por De Ley & Blaxter (2002):

Subclasse *Enoplia* Pearse, 1942  
Ordem *Triplonchida* Cobb, 1920  
Subordem *Diphtherophorina* Coomans & Loof, 1970  
Superfamília *Diphtherophoroidea* Micoletzky, 1922  
Família *Trichodoridae* Thorne, 1935

As 98 espécies de *Trichodoridae* (ver lista das espécies atuais) encontram-se distribuídas pelos cinco gêneros aqui reconhecidos:

- Trichodorus* Cobb, 1913 (54 espécies)
- Paratrichodorus* Siddiqi, 1974 (32 espécies)
  - Sin. *Atlantadorus* Siddiqi, 1974
  - Sin. *Nanidorus* Siddiqi, 1974
- Monotrichodorus* Andrassy, 1976 (4 espécies)
- Allotrichodorus* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978 (6 espécies)
- Ecuadorus* Siddiqi, 2002 (2 espécies)

Para além da criação recente do gênero *Ecuadorus*, este grupo de nematóides passou por algumas propostas taxonômicas, embora sem aceitação unânime por parte dos especialistas, referindo-se as principais: em 1974, Siddiqi propôs a divisão do gênero *Paratrichodorus* em três sub-gêneros: *Paratrichodorus*, *Atlantadorus* e *Nanidorus*. Posteriormente, o mesmo autor elevou estes três sub-gêneros ao nível genérico (Siddiqi, 1980); no entanto os gêneros *Atlantadorus* Siddiqi, 1974 e *Nanidorus* Siddiqi, 1974 foram rejeitados por diversos autores (Decraemer, 1980; Decraemer & De Waele, 1981; Sturhan, 1985; Baujard & Decraemer, 2000), apesar de terem sido repostos mais tarde ao nível de sub-gênero, por Ahmad (1989) e Jairajpuri & Ahmad (1992) mas aqui não reconhecidos.

## LISTA DAS ESPÉCIES DOS GÊNEROS DA FAMÍLIA *TRICHODORIDAE*

### GÊNERO *Trichodorus* Cobb, 1913

#### Espécies de *Trichodorus*:

- T. aequalis* Allen, 1957
- T. altaicus* De Waele & Brzeski, 1995
- T. aquitanensis* Baujard, 1980
- T. azorensis* Almeida, De Waele, Santos & Sturhan, 1989
- T. beirensis* Almeida, De Waele, Santos & Sturhan, 1989
- T. borai* Rahman, Jairajpuri & Ahmad, 1985
- T. borneoensis* Hooper, 1962
- T. californicus* Allen, 1957
- T. carlingi* Bernard, 1992
- T. cedarus* Yokoo, 1964: sin. *T. kurumeensis* Yokoo, 1966; sin. *T. longistylus* Yokoo, 1964
- T. complexus* Rahman, Jairajpuri & Ahmad, 1985

- T. coomansi* De Waele & Carbonell, 1983  
*T. cottieri* Clark, 1963  
*T. cylindricus* Hooper, 1962  
*T. dilatatus* Rodriguez-M. & Bell, 1978  
*T. eburneus* De Waele & Carbonell, 1983  
*T. elefjohnsoni* Bernard, 1992  
*T. elegans* Allen, 1957  
*T. giennensis* Decraemer, Roca, Castillo, Peña-Santiago & Gomez-Barcina, 1993  
*T. gilanensis* Maafi & Decraemer, 2002  
*T. guangzhouensis* Xie, Feng & Zhao, 2000  
*T. hooperi* Loof, 1973  
*T. intermedius* Rodriguez-M. & Bell, 1978  
*T. iuventus* Decraemer & Marais, 2000  
*T. jeonjuensis* Baek & Choi, 1995  
*T. kilianae* Decraemer & Marais, 1993  
*T. lusitanicus* Siddiqi, 1974  
*T. magnus* Decraemer & Marais, 1993  
*T. minzi* De Waele & Cohn, 1992  
*T. nanjingensis* Liu & Cheng, 1990  
*T. obscurus* Allen, 1957: sin. *T. primitivus* apud Thorne, 1939 e Goodey, 1951  
*T. obtusus* Cobb, 1913: sin. *T. proximus* Allen, 1957  
*T. orientalis* De Waele & Hashim, 1984  
*T. pakistanensis* Siddiqi, 1962: sin. *T. litchi* Edward & Misra, 1970  
*T. paracedarus* Xu & Decraemer, 1995  
*T. parorientalis* Decraemer & Kilian, 1992  
*T. paucisetosus* Bernard, 1992  
*T. persicus* De Waele & Sturhan, 1987  
*T. petrusalberti* De Waele, 1988  
*T. philipi* De Waele, Meyer & Van Mieghem, 1990  
*T. primitivus* (de Man, 1880) Micoletzky, 1922: sin. of *Dorylaimus primitivus* de Man, 1880; sin. *T. castellanensis* Arias Delgado, Jiménez Millán & López Pedregal, 1965; sin. *T. mirabilis* Ivanova, 1977  
*T. reduncus* Siddiqi & Sharma, 1995  
*T. rinae* Vermeulen & Heyns, 1984  
*T. sanniae* Vermeulen & Heyns, 1984  
*T. similis* Seinhorst, 1963  
*T. sparsus* Szczygiel, 1968  
*T. taylora* De Waele, Mancini, Roca & Lamberti, 1982  
*T. tricaulatus* Shishida, 1979  
*T. vandenbergae* De Waele & Kilian, 1992  
*T. variabilis* Roca, 1998  
*T. variopapillatus* Hooper, 1972  
*T. velatus* Hooper, 1972  
*T. viruliferus* Hooper, 1963  
*T. yokooi* Eroshenko & Teplyakov, 1975  
*T. henanica* Wang & Wu, 1991: *nom.nud.*

GÊNERO *Paratrichodorus* Siddiqi, 1974

Sin. *Atlantadorus* Siddiqi, 1974

Sin. *Nanidorus* Siddiqi, 1974

Espécies de *Paratrichodorus*:

- P. acaudatus* (Siddiqi, 1960) Siddiqi, 1974: sin. *T. acaudatus* Siddiqi, 1960; sin. *P. (P.) acaudatus* (Siddiqi, 1960) Siddiqi, 1974
- P. acutus* (Bird, 1967) Siddiqi, 1974: sin. *T. acutus* Bird, 1967; sin. *P. (N.) acutus* (Bird, 1967) Siddiqi, 1974; *Nanidorus acutus* (Bird, 1967) Siddiqi, 1974
- P. alleni* (Andrássy, 1968) Siddiqi, 1974; sin. *T. alleni* Andrásy, 1968; sin. *P. (P.) alleni* (Andrássy, 1968) Siddiqi, 1974
- P. allius* (Jensen, 1963) Siddiqi, 1974: sin. *T. allius* Jensen, 1963; sin. *P. (P.) allius* (Jensen, 1963) Siddiqi, 1974; sin. *P. tansaniensis* Siddiqi, 1974
- P. anemones* (Loof, 1965) Siddiqi, 1974: sin. *T. anemones* Loof, 1965; syn. *P. (A.) anemones* (Loof, 1965) Siddiqi, 1974; sin. *Atlantadorus anemones* (Loof, 1965) Siddiqi, 1974
- P. anthurii* Baujard & Germani, 1985 (*P. anthuriae* in Hunt, 1993), n. sin. *N. anthurii* (Baujard & Germani, 1985) Siddiqi, 1974
- P. atlanticus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974: sin. *T. atlanticus* Allen, 1957; sin. *P. (A.) atlanticus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974; sin. *A. atlanticus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974
- P. caribbensis* Marais, Decraemer & Quénéhervé, 1996
- P. catharinae* Vermeulen & Heyns, 1983: sin. *P. (A.) catharinae* Vermeulen & Heyns, 1983
- P. delhiensis* (Khan, Saha & Lal, 1993): sin. *Atlantadorus delhiensis* Khan, Saha & Lal, 1993
- P. grandis* Rodriguez-M. & Bell, 1978: sin. *P. (A.) grandis* Rodriguez-M. & Bell, 1978; sin. *Atlantadorus grandis* (Rodriguez-M. & Bell, 1978) Siddiqi, 1974
- P. hispanus* Roca & Arias, 1986
- P. lobatus* (Colbran, 1965) Siddiqi, 1974: sin. *T. lobatus* Colbran, 1965; sin. *T. clarki* Yeates, 1967; sin. *P. (P.) lobatus* (Colbran, 1965) Siddiqi, 1974
- P. macrostylus* Popovici, 1989
- P. mexicanus* Siddiqi, 2002: n. sin. *Nanidorus mexicanus* Siddiqi, 2002
- P. meyeri* De Waele & Kilian, 1992
- P. minor* (Colbran, 1956) Siddiqi, 1974: sin. *T. minor* Colbran, 1956; sin. *P. (N.) minor* (Colbran, 1956) Siddiqi, 1974; sin. *N. minor* (Colbran, 1956) Siddiqi, 1974; sin. *T. christiei* Allen, 1957; sin. *P. (N.) christiei* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974; sin. *N. christiei* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974; sin. *P. obesus* (Razjivin & Penton, 1975); sin. *T. obesus* Razjivin & Penton, 1975
- P. mirzai* (Siddiqi, 1960) Siddiqi, 1974: sin. *T. mirzai* Siddiqi, 1960; sin. *P. (P.) mirzai* (Siddiqi, 1960) Siddiqi, 1974; sin. *T. musambi* Edward & Misra, 1970; sin. *P. faisalabadensis* Nasira & Maqbool, 1994; sin. *P. psidii* Nasira & Maqbool, 1994
- P. namibiensis* Marais & Botha-Greef, 1997
- P. nanus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974: sin. *T. nanus* Allen, 1957; sin. *P. (N.) nanus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974; sin. *N. nanus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974
- P. (N.) obesus* (Razjivin & Penton, 1975) Rodriguez-M. & Bell, 1978
- P. orrae* Decraemer & Reay, 1991

- P. paramirzai* Siddiqi, 1991  
*P. pachydermus* (Seinhorst, 1954) Siddiqi, 1974: sin. *T. pachydermus* Seinhorst, 1954; sin. *P. (A.) pachydermus* (Seinhorst, 1954) Siddiqi, 1974; sin. *A. pachydermus* (Seinhorst, 1954) Siddiqi, 1974  
*P. paraporosus* Khan, Jairajpuri & Ahmad, 1989  
*P. porosus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974: sin. *T. porosus* Allen, 1957; sin. *P. (A.) porosus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974; sin. *A. porosus* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974; sin. *T. bucrius* Lordello & Zamith, 1958  
*P. queenslandensis* Decraemer & Reay, 1991  
*P. renifer* Siddiqi, 1974: sin. *P. (N.) renifer* Siddiqi, 1974; sin. *N. renifer* Siddiqi, 1974  
*P. rhodesiensis* (Siddiqi & Brown, 1965) Siddiqi, 1974: sin. *T. rhodesiensis* Siddiqi & Brown, 1965; sin. *P. (P.) rhodesiensis* (Siddiqi & Brown, 1965) Siddiqi, 1974  
*P. sacchari* Vermeulen & Heyns, 1983: sin. *P. (A.) sacchari* Vermeulen & Heyns, 1983  
*P. teres* (Hooper, 1962) Siddiqi, 1974: sin. *T. teres* Hooper, 1962; sin. *P. (P.) teres* (Hooper, 1962) Siddiqi, 1974; sin. *T. flevensis* Kuiper & Loof, 1962  
*P. tunisiensis* (Siddiqi, 1963) Siddiqi, 1974: sin. *T. tunisiensis* Siddiqi, 1963; sin. *P. (P.) tunisiensis* (Siddiqi, 1963) Siddiqi, 1974  
*P. weischeri* Sturhan, 1985: sin. *P. (P.) weischeri* Sturhan, 1985

GÊNERO *Monotrichodorus* Andrassy, 1976

Espécies de *Monotrichodorus*:

- M. monohystera* (Allen, 1957) Andrassy, 1976: sin. *T. monohystera* Allen, 1957; sin. *M. acuparvus* Siddiqi, 1991; sin. *M. parvus* Siddiqi, 1991; sin. *M. proporifer* Siddiqi, 1991  
*M. monohystera vangundyi* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978: sin. *M. vangundyi* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978  
*M. muliebris* Andrassy, 1989  
*M. sacchari* Baujard & Germani, 1985  
*M. samericus* Marais, Swart & Heyns, 1995

GÊNERO *Allotrichodorus* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978

Espécies de *Allotrichodorus*:

- A. brasiliensis* Rashid, De Waele & Coomans, 1986  
*A. campanullatus* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978  
*A. guttatus* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978  
*A. longispiculis* Rashid, De Waele & Coomans, 1986  
*A. loofi* Rashid, De Waele & Coomans, 1986  
*A. sharmai* Rashid, De Waele & Coomans, 1986

GÊNERO *Ecuadorus* Siddiqi, 2002

Espécies de *Ecuadorus*:

*Ecuadorus equatorius* Siddiqi, 2002

*Ecuadorus westindicus* (Rodríguez-M., Sher & Siddiqi, 1978) Siddiqi, 2002: *sin. A. westindicus* (Rodríguez-M., Sher & Siddiqi, 1978) Rashid, De Waele & Coomans, 1986: *sin. P. (N.) westindicus* Rodríguez-M., Sher & Siddiqi, 1978; *sin. N. westindicus* Rodríguez-M., Sher & Siddiqi, 1978

Observação: Siddiqi, em 2002, reconheceu o gênero *Nanidorus*, para onde transferiu *Paratrichodorus anthurii* e descreveu uma nova espécie deste gênero: *Nanidorus mexicanus* Siddiqi, 2002.

## IDENTIFICAÇÃO

### IDENTIFICAÇÃO DOS GÊNEROS

A um nível genérico a distinção entre estes nematóides é baseada em vários caracteres morfológicos e morfométricos, alguns dos quais se encontram ilustrados (figura 3).

Na fêmea:

- tipo de sistema genital (didélfico ou monodélfico)
- dimensão das peças esclerotizadas da vagina
- orientação e dimensão da vagina relativamente ao diâmetro do corpo
- presença e posição de poros corporais

No macho:

- presença ou ausência de asas caudais
- forma do corpo, relacionado com o grau de desenvolvimento dos músculos copuladores
- forma geral e ornamentação dos espículos
- nº de papilas cervicais ventromedianas
- nº de suplementos pré-cloacais ventromedianos
- cápsula dos músculos suspensores dos espículos

Apesar de menos óbvios, dada a sobreposição em alguns gêneros, indicam-se a seguir outros caracteres morfológicos, para fêmeas e machos, que também podem ser úteis na identificação.

**Figura 3.** Gêneros de *Trichodoridae*. Região anterior do macho: (A) *Trichodorus velatus*, (D) *Monotrichodorus m. vangundyi*, (G) *Paratrichodorus weischeri*. Região posterior do macho: (B) *T. velatus*, (E) *M. m. vangundyi*, (H) *P. pachydermus*, (J) *Allotrichodorus campanulatus*. Sistema reprodutor da fêmea: (C) *T. taylori*, (F) *M. m. vangundyi*, (K) *A. campanulatus*, região da vulva, (I) *P. weischeri* (segundo Decraemer, 1991, autorizado por Marcel Dekker Inc.), (L) *Ecuadorus mexicanus* (segundo Siddiqi, 2002).

Na fêmea e no macho:

- aspecto da cutícula do corpo após morte/fixação (dilatada ou não)
- tipo de células espermáticas
- junção esôfago-intestino (com ou sem sobreposição acentuada)

Estes e outros caracteres, utilizados na diferenciação de espécies encontram-se codificados mais adiante, para as chaves politômicas. Alguns caracteres são considerados mais estáveis e têm sido os mais utilizados para a diferenciação dos gêneros e das espécies. No entanto, chama-se a atenção para o fato de alguns caracteres usados normalmente ao nível da espécie podem sofrer alguma variação. A influência em alguns caracteres por fatores como a origem geográfica, os hospedeiros, a temperatura dominante durante o crescimento ou, ainda, a temperatura/umidade, foi referida para algumas espécies, nomeadamente *P. minor*, *P. rhodesiensis*, *T. pakistanensis*, por diversos autores (Bird & Mai, 1968; Wondirad et al., 2003; Malek et al., 1965; Srivastava et al., 2000).

Apesar do número relativamente pequeno de taxons, a identificação dos gêneros e das espécies nem sempre é fácil, como já foi referido anteriormente. Ao nível genérico, por exemplo, mesmo os caracteres diagnósticos mais importantes podem sobrepor-se entre os gêneros e, especialmente nas fêmeas, diversos caracteres nem sempre são conclusivos, devido as numerosas exceções as situações mais comuns (Decraemer & Baujard, 1998b).

## IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

Para a identificação das espécies da família *Trichodoridae* foram elaboradas chaves politômicas pictóricas (figuras 6 e 7), separadamente para machos (tabela 1) e fêmeas (tabela 2). Estas chaves constituem uma atualização e adaptação das chaves politômicas de Decraemer & Baujard (1998b) e podem ser informatizadas usando, por exemplo, um programa "Excel". Os caracteres diagnósticos mais importantes, ou caracteres primários, encontram-se indicados por códigos evidenciados a negrito (tipo gráfico). Os caracteres primários permitem uma diferenciação prévia fácil, em grupos de espécies menores. Os caracteres considerados são caracteres morfológicos e morfométricos. Encontram-se codificados numericamente de forma a possibilitar a ordenação numérica na chave informatizada. Um caráter pode ter vários estados de caráter numa espécie, de tal forma que cada código tem um a vários dígitos, dependendo do número de estados deste caráter. No caso do caráter ter vários estados de caráter, o mais freqüente é colocado em primeiro lugar; quando estão presentes mais de dois dígitos, o menos freqüente pode ser separado por um 0, o qual não corresponde a qualquer

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 130

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 131

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 132



*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 134

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 135



*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 137

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 138

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 139

estado de caráter. Um estado de caráter que ocorra raramente é indicado entre parêntesis numa coluna separada. Se numa dada espécie um caráter tem apenas um único estado, o código desta espécie é composto pelo mesmo dígito repetido. Relativamente aos caracteres morfométricos tal como o comprimento do corpo, o primeiro dígito do código representa o valor médio, seguido do código dos valores mínimo e máximo; no caso de repetição do mesmo estado (dígito) é substituído por 0 (zero). Por exemplo, um comprimento do corpo com um valor médio de 1 e também valores mínimo e máximo de 1, é codificado com 100.

#### CARACTERES E CÓDIGOS USADOS NA CHAVE POLITÔMICA PARA MACHOS

- A. Comprimento do corpo ( $\mu\text{m}$ ):
  - 1. < 700
  - 2. 700-1000
  - 3. > 1000
- B. Comprimento do onquioestilete ( $\mu\text{m}$ ):
  - 1. < 40
  - 2. 40-60
  - 3. 61-90
  - 4. >90
- C. Comprimento da espícula ( $\mu\text{m}$ ):
  - 1. <40
  - 2. 40-60
  - 3. 61-80
  - 4. >80
- D. Número de papilas cervicais ventromedianas (figura 5)
  - 1. Nenhuma
  - 2. Uma
  - 3. Duas
  - 4. Três
  - 5. Quatro
- E. Número de papilas cervicais ventromedianas na região do onquioestilete (figura 5)
  - 1. Nenhuma
  - 2. Uma
  - 3. Duas
- F. Número de suplementos pré-cloacais ventromedianos
  - 1. Um
  - 2. Dois
  - 3. Três
  - 4. Quatro

5. Cinco
- G. Número de suplementos ventromedianos ao nível dos espículos retraídas
  1. Nenhum
  2. Um
  3. Dois
  4. Três
- H. Posição do poro secretor-excretor:
  1. Próximo da base do onquioestilete (figura 5D)
  2. Oposto ao istmo (figura 5A)
  3. Ao longo dos 2/3 anteriores do bulbo esofágico (figura 5A-D)
  4. Próximo da base do esôfago (terço posterior) ou ao longo da parte anterior do intestino (figura 5E)
- I. Junção esôfago-intestino (apenas pode ser determinada com segurança em espécimes com o esôfago não comprimida devido a uma fixação imperfeita):
  1. Direita (figura 4F)
  2. Sobreposição ventral-subventral (figura 4C)
  3. Sobreposição antero-dorsal (figura 4D)
  4. Sobreposição tanto esofageal como intestinal (figura 4E)
- J. Espículo, forma geral:
  1. Praticamente direita (figura 6G)
  2. Ligeiramente curva (figura 6E)
  3. Extremidade proximal claramente curva e restante lâmina claramente arqueada, restante parte da lâmina mais ou menos direita (figura 6K)
  4. Extremidade distal claramente curva (figura 6D)
  5. Marcada e regularmente curva (figura 6F)
- K. Espículo - tipo de manúbrio ou capitulum:
  1. Longo e largo, destacado da haste (figura 6H)
  2. Nodoso ou curto e alargado (não destacado por falta de estrias), destacado da haste (figura 6F)
  3. Manúbrio sem extensão capitular, não destacado da haste (figura 6G)
  4. Manúbrio com extensão capitular, não destacado da haste
- L. Espículo - forma da haste:
  1. Cônica (figura 6C)
  2. Mais ou menos cilíndrica, fina ou larga (figura 6G)
  3. Alargada na parte posterior (figura 6S)
  4. Constrição ou parte mais estreita presente, geralmente a meio (figura 6A)
  5. Septo presente a meio da haste, anterior à constricção (figura 6B)
  6. Extremidade distal bifida (dividida por um septo) (figura 6E)
  7. Parte anterior com contorno irregular (torcido) (figura 6Q)
- M. Espículo - ornamentação:
  1. Haste lisa, sem qualquer estria (figura 6J)
  2. Haste com estria fina contínua, exceto na extremidade (figura 6G)
  3. Haste com estria, exceto a meio (figura 6O)

4. Haste com estria apenas na metade distal (figura 6H)
  5. Haste com estria apenas na metade proximal (figura 6M)
  6. Haste com cerdas (figura 6L)
  7. Haste sem cerdas (figura 6J)
  8. Haste com velum ventral (figura 6D)
- N. Célula espermática:
1. Grande com núcleo grande em forma de salsicha (figura 7T)
  2. Pequena com núcleo pequeno oval ou esférico (figura 7U)
  3. Filiforme sem núcleo distinto (célula degenerada) (figura 7V)
  4. Muito longa (fusiforme) com núcleo alongado (figura 7W)
  5. Pequena com núcleo pequeno, com aspecto fibrilar (figura 7X)
  6. Esférica de tamanho médio a grande com núcleo esférico ou oval (figura 7Y)
- O. Distribuição geográfica:
1. Europa
  2. África
  3. América do Norte
  4. América do Sul e Central
  5. Ásia (excluindo o Oriente Médio)
  6. Oceania
  7. Oriente Médio
  8. Mundial
- P. Forma do corpo:
1. Direita ou ligeira e regularmente arqueada (figura 4B)
  2. Em forma de J (figura 4A)
  3. Apenas a região da cauda arqueada ventralmente (apenas em *P. orrae*)

Nas espécies *P. acutus*, *P. anthurii*, *P. renifer*, *E. westindicus*, *M. muliebris* não são conhecidos machos.

Os caracteres primários para os machos são F (número de suplementos pré-cloacais ventromedianos), D (número de papilas cervicais ventromedianas) e P (forma do corpo), que são fáceis de observar, na maior parte das vezes constantes para a espécie e conhecidos em todas as espécies. Selecionando os três caracteres primários em conjunto, resulta numa chave politômica com quatorze grupos, quatro dos quais contêm uma só espécie. Excepcionalmente em algumas espécies, um caráter primário é polimórfico intraspecificamente, tendo a mesma probabilidade de ocorrer. Em tais casos, a espécie é colocada em ambos os grupos correspondentes. Por exemplo, o número de papilas cervicais ventromedianas é variável (duas ou três) em *T. lusitanicus* e *T. variopapillatus*. Dentro de cada grupo de espécies são usados caracteres adicionais para uma seleção posterior. Os mais importantes estão relacionados com os espículos (C, J, K, M) e o esperma (N). Outros caracteres adicionais envolvem a região do onquioestilete (B, comprimento do onquioestilete e E,

número de papilas cervicais ventromedianas nesta região) e o tipo de junção esôfago-intestino (I).

#### CARACTERES E CÓDIGOS USADOS NA CHAVE POLITÔMICA PARA FÊMEAS

- A. Comprimento do corpo (como no macho)
- B. Comprimento do onquioestilete (como no macho)
- C. Posição da vulva (%):
  - 1. <75
  - 2. ≥75
- D. Sistema genital:
  - 1. Didélfico (figura 2B, D, G)
  - 2. Monodélfico (figura 2C)
- E. Posição do poro secretor-excretor (como no macho)
- F. Junção esôfago-intestino (como no macho)
- G. Forma da vulva (em vista ventral):
  - 1. Poro
  - 2. Fenda transversal
  - 3. Fenda longitudinal (figura 2E)
- H. Forma da vagina (quando os músculos constritores estão relaxados):
  - 1. Piriforme (conoidal) (figura 7A)
  - 2. Rômbica (figura 7B)
  - 3. Em forma de barril / cilíndrica / retangular (figura 7C)
  - 4. Quadrangular (figura 7D)
  - 5. Arredondada grande/oval (figura 7E)
  - 6. Fortemente denteada a meio, com a fixação (figura 7F)
  - 7. Grandemente cilíndrica mas claramente alargada ao nível do anel esclerotizado (figura 7G)
  - 8. Trapezoidal (figura 7H)
  - 9. Aproximadamente rômbica, dilatada a meio (figura 7I)
- I. Comprimento da vagina como percentagem da correspondente largura do corpo (%):
  - 1. 33
  - 2. 34-50
  - 3. >50
- J. Forma das peças vaginais esclerotizadas em seção ótica lateral:
  - 1. Triangular/triangular arredondada (figura 7K)
  - 2. Arredondada (figura 7L)
  - 3. Bastonete (= triangular estreita, oval longa) (figura 7M)
  - 4. Reniforme (figura 7N)
  - 5. Quadrangular (figura 7O)
  - 6. Retangular/ trapezoidal (figura 7P)

7. Em forma de manguito (figura 7Q)
8. Bipartida\* (figura 7R)
9. Ovais pequenas (figura 7S)
- K. Tamanho das peças vaginais esclerotizadas, com base na maior dimensão, *i.e.*, comprimento ou diâmetro ( $\mu\text{m}$ ):
  1.  $<1$
  2. 1-1,9
  3. 2-2,9
  4. 3-3,9
  5.  $\geq 4$
- L. Posição das peças vaginais esclerotizadas:
  1. Próximas, distanciadas 1  $\mu\text{m}$  uma da outra
  2. Ligeiramente separadas, distanciadas 1-2  $\mu\text{m}$
  3. Bastante separadas, distanciadas 2,5 - 3,5  $\mu\text{m}$
- M. Orientação das peças vaginais esclerotizadas:
  1. Oblíqua (se triangulares, as extremidades dirigidas para a vulva) (figura 7K)
  2. Paralela ao eixo longitudinal do corpo (figura 7D)
  3. Paralela ao lúmen vaginal (figura 7M)
  4. Sem orientação (quando as peças são esféricas) (figura 7L)
- N. Ocorrência de machos:
  1. Comum
  2. Rara
  3. Ausente
- O. Localização do esperma:
  1. Na espermateca ou concentrado junto ao oviduto (figura 2B)
  2. Disperso ao longo do útero (figura 2D)
  3. Na extremidade da curvatura do ramo genital (figura 2G)
  4. Ausente
- P. Célula espermática (como no macho)
- Q. Posição dos poros corporais:
  1. (Sub)lateral (figura 2C, E)
  2. Subventral

---

<sup>1</sup> As esclerotizações bipartidas não são na realidade muito diferentes das esclerotizações de outros tricodóridos; a impressão de uma estrutura dupla deve-se a uma parte adicional (interna) da vagina que aparece como sendo mais refractiva/esclerotizada.

**Figura 4.** Forma do corpo do macho. A. em J (*Trichodorus similis*), B. reto (*Paratrichodorus teres*). Tipo de junção esôfago-intestino. C. Sobreposição ventral das glândulas esofagianas, D. Sobreposição dorsal pelo intestino, E. Sobreposição ventral das glândulas esofagianas juntamente com a sobreposição dorsal do intestino, F. Bulbo esofágico reto. C-F. *Paratrichodorus teres*; G. cauda cônica, *P. acutus* (A, B, G: segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers; C-F; segundo Decraemer, 1991).

**Figura 5.** Região da faringe no macho evidenciando diferenças no número e posição das papilas cervicais ventro-medianas (PC) relativamente ao poro secretor-excretor (S-E). A. três PC anteriores ao poro S-E, duas PC na região do onquioestilete (*T. viruliferus*); B. três PC anteriores ao PE mas nenhuma na região do onquioestilete (*T. paracedarus*); C. duas PC, com o poro S-E entre elas (*T. parorientalis*); D. uma PC anterior ao poro S-E e localizada anteriormente, na região do onquioestilete (*M. samericus*); E. PC ausentes e apenas o poro S-E presente (*P. minor*). (A-C, E: Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers; D: segundo Marais et al., 1995).

**Figura 6.** Diferentes tipos de espículos nos *Trichodoridae*. A. lâmina denteada, provida de cerdas; B lâmina denteada a meio, com septo; C. lâmina denteada, septada na extremidade, D. lâmina com velum; E. espículo com extensão/capitular/manúbrio (seta); F. espículo arqueado ventralmente, com manúbrio nodoso; G. espículo praticamente reto, a lâmina com estrias; H. manúbrio grande, destacado, a lâmina com estrias na metade posterior; I. manúbrio longo, largo, não destacado, J. lâmina praticamente com a mesma largura, lisa; K. espículo curvo apenas anteriormente, manúbrio destacado; L. espículo com cerdas. M. lâmina mais larga posteriormente, com cerdas presentes apenas na parte anterior; N, O. lâmina com estriação interrompida a meio; P. manúbrio não destacado, lâmina lisa, afilada; Q. haste de contorno irregular (seta), estrias presentes; R, S. lâmina do espículo denteada em diferentes níveis e graus. (Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers).

**Figura 7.** Forma da vagina (código H). A. piriforme (H1); B. romboidal (H2); C. em forma de barril (H3); D. quadrangular (H4); E. oval larga (H5); F. denteada a meio (H6); G. cilíndrica, distalmente alargada (H7); H. trapezoidal (H8); I. saliente, a meio (H9). J. variabilidade possível da região vaginal em *Trichodorus primitivus*. Forma e orientação das peças vaginais esclerotizadas (códigos J, M). K. peças triangulares (J1), orientação oblíqua (M1); L. esféricas (J2), independentes (M4); M. em forma de bastonetes (J3), paralelos ao lúmen vaginal (M3); N. reniformes (J4); O. quadrangulares (J5); P. rectangulares (J6), paralelas ao eixo longitudinal do corpo (M2); Q. em forma de manguitos (J7); R. bipartidas (J8); S. ovais, pequenas (J9). Forma das células espermáticas (código N). T. grande, com núcleo em forma de salsicha (N1); U. pequeno, com núcleo esférico, pequeno (N2); V. filiforme, sem núcleo distinto (N3); W. fusiforme longo, com núcleo alongado. (N4); X. pequeno, de aspecto fibrilhar, com núcleo pequeno (N5); Y. de tamanho médio, com núcleo esférico (N6). (Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers). Escala 10 µm.

- 3. Medioventral (figura 2F)
  - 4. Ausente
- R. Poros corporais pós ad-vulvares (= poros dentro de uma distância igual a uma largura do corpo, posteriormente à vulva):
  - 1. Presentes
  - 2. Ausentes
- S. Distribuição geográfica (como no macho)

Em *T. alleni* não são conhecidas fêmeas. Os caracteres primários para as fêmeas são D (tipo de sistema genital) e C (posição da vulva), que são facilmente observáveis, constantes e conhecidos para todas as espécies. A seleção feita através destes caracteres dá origem a uma chave politômica com três grupos. Dentro de cada grupo podem ser definidos vários subgrupos com base em caracteres adicionais, estando os mais importantes relacionados com as peças vaginais esclerotizadas (J, K, L, M). Outros caracteres distintivos usados para uma seleção seqüente são, por exemplo, a forma da vagina (H), os poros corporais (Q) e o esperma (P).

### **ESPÉCIES DE NEMATÓIDES *TRICHODORIDAE* QUE OCORREM NO BRASIL**

As espécies de nematóides da família *Trichodoridae* ocorrem em quatro das cinco regiões do Brasil (tabela 3). Na região Sul, não são conhecidos registros de espécies destes nematóides.

### **IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *TRICHODORIDAE* QUE OCORREM NA AMÉRICA DO SUL E CENTRAL**

No sentido de facilitar um pouco mais a tarefa de identificação das espécies que podem ocorrer no Brasil, foram elaboradas chaves dicotômicas ilustradas, para machos (figuras 8 e 9) e fêmeas (figuras 10 e 11) das espécies até agora conhecidas na América do Sul e Central.

#### **CHAVE DICOTÔMICA PARA OS MACHOS**

Os registros brasileiros encontram-se assinalados com \*; (<sup>1</sup> difícil de distinguir no macho)

- 1. Asas caudais ausentes; forma do corpo mais ou menos em J (figuras 1B, 4A).....2
  - Asas caudais presentes; forma do corpo direita (figura 4B).....7

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 150

*Trichodoridae*, família de nematóides vetores de vírus - 151

2. Três papilas cervicais ventromedianas (figura 6A) .....3  
Uma papila cervical ventromediana (figura 6D) .....4
3. Uma ou duas papilas cervicais ventromedianas na região do onquioestilete; espículo mais largo anteriormente, terminando posteriormente numa lâmina muito fina (figura 8C) ..... ***Trichodorus primitivus***  
Sem papilas cervicais ventromedianas na região do onquioestilete; espículo com manúbrio marcado, lâmina praticamente com igual largura ..... ***Trichodorus cedarus***
4. Uma papila cervical ventromediana na região do onquioestilete; poro secretor-excretor próximo da base da região do onquioestilete (figura 9J) ..... ***Monotrichodorus samericus***\*  
Nenhuma papila cervical ventromediana na região do onquioestilete; poro secretor-excretor situado mais posteriormente .....5
5. Dois suplementos pré-cloacais (SP) claramente na região dos espículos retraídas .....6  
Arranjo diferente dos suplementos, com SP2 imediatamente anterior ou ao nível do manúbrio, com os espículos retraídas (figura 9H) .....  
..... ***Monotrichodorus monohystera monohystera***\*
6. Papilas cervicais ventromedianas e poro secretor-excretor ao nível do anel nervoso (figura 9K) ..... ***Monotrichodorus monohystera vangundyi***<sup>1</sup>  
Papilas cervicais ventromedianas e poro secretor-excretor mais posteriores (figura 9I) ..... ***Monotrichodorus sacchari***<sup>1</sup>
7. Um suplemento pré-cloacal ventromediano .....8  
Mais de um suplemento pré-cloacal ventromediano .....9
8. Papilas cervicais ventromedianas ausentes; poro secretor-excretor ao nível da junção esôfago-intestino (figura 8G) ..... ***Paratrichodorus minor***\*  
Uma papila cervical ventromediana; poro secretor-excretor mais anterior (figura 8F) ..... ***Paratrichodorus mexicanus***
9. Dois suplementos pré-cloacais ventromedianos ..... 10  
Três suplementos pré-cloacais ventromedianos ..... 12
10. Uma papila cervical ventromediana; células espermáticas com núcleo em forma de salsicha (figura 9I) ..... ***Paratrichodorus porosus***\*  
Papilas cervicais ventromedianas ausentes; esperma diferente ..... 11
11. Espículos com manúbrio destacado, com 30,5-31 µm de comprimento,

- células espermáticas com núcleo globular pequeno; pequena sobreposição ventral das glândulas esofagianas (figura 8D) ..... ***Paratrichodorus allius***  
Manúbrio do espículo não destacado, espículos longos (46-76 µm); esperma fibrilar; grande sobreposição ventral das glândulas esofagianas (figura 8E) ..... ***Paratrichodorus lobatus***
12. Espículos com extensão do manúbrio ..... 13  
Espículos sem extensão do manúbrio ..... 14
13. Uma papila cervical ventromediana (figura 9B) .....  
..... ***Allotrichodorus campanullatus***\*  
Nenhuma papila cervical ventromediana (figura 9C) .....  
..... ***Allotrichodorus guttatus***\*
14. Papilas cervicais ventromedianas ausentes ..... 15  
Uma papila cervical ventromediana ..... 16
15. Suplemento pré-cloacal mais anterior (SP3) menos desenvolvido e bastante mais anterior aos espículos retraídos; SP1 e SP2 opostos à metade posterior dos espículos retraídos; espículos praticamente retos; geralmente com sobreposição ventral pronunciada das glândulas esofagianas (figura 9J) ..... ***Paratrichodorus teres***  
Suplemento pré-cloacal mais anterior (SP3) próximo da cabeça do espículo; SP1 e SP2 opostos ao terço posterior dos espículos retraídos; espículos estreitos, ligeiramente curvos; bulbo esofágico reto (figura 9A) ..... ***Allotrichodorus brasiliensis***\*
16. Espículos mais ou menos sigmóides e extremidade distal claramente curva (figura 9D) ..... ***Allotrichodorus longispiculis***\*  
Espículos diferentes, mais ou menos retos ou ligeiramente curvos ..... 17
17. Três suplementos pré-cloacais ventromedianos na região dos espículos retraídos; espículos ornamentados com estrias transversais e cerdas (figura 9E) ..... ***Allotrichodorus loofi***\*  
Dois suplementos pré-cloacais ventromedianos na região dos espículos retraídos; ornamentação sem cerdas ..... 18
18. Cauda mais curta do que uma largura do corpo ao nível da cloaca; SP1 e SP2 opostos à metade posterior dos espículos retraídos; espículos mais estreitos, lisas, ligeiramente curvos (figura 9G) .....  
..... ***Allotrichodorus sharmai***\*  
Cauda com a medida de uma largura do corpo ao nível da cloaca; SP1 e SP2 mais afastada; espículos fortes, com estrias transversais e

praticamente retas (figura 9H) ..... *Paratrichodorus pachydermus*

#### CHAVE DICOTÔMICA PARA AS FÊMEAS

Os registros brasileiros encontram-se assinalados com \*

1. Sistema reprodutor feminino monodélfico-prodélfico (figuras 2A, B, D) .2  
Sistema reprodutor feminino didélfico-anfidélfico (figura 2C)..... 14
2. Vulva a menos de 70 % do comprimento total do corpo a partir da extremidade anterior ..... 3  
Vulva a mais de 70 % do comprimento total do corpo a partir da extremidade anterior ..... 4
3. Cauda curta (com cerca de metade de uma largura do corpo na região anal), hemisférica; peças vaginais esclerotizadas arredondadas, em vista lateral (figuras 3L, 11A) ..... *Ecuadorus equatorius*  
Cauda mais longa (com cerca de uma largura do corpo na região anal), cônica, com a extremidade arredondada a subdigitada; peças vaginais esclerotizadas triangulares arredondadas, retangulares ou em forma de lágrima/gota (figura 11B) ..... *Ecuadorus westindicus*\*
4. Poros ad vulvares laterais presentes .....5  
Poros ad vulvares laterais ausentes ..... 10
5. Peças vaginais esclerotizadas grandes ( $\geq 4 \mu\text{m}$ ), paralelas ao lúmen vaginal .....6  
Peças vaginais esclerotizadas menores ( $< 4 \mu\text{m}$ ); orientação diferente .....7
6. Peças vaginais esclerotizadas em forma de manguito (figura 11H) .....  
..... *Allotrichodorus brasiliensis*\*
- Peças vaginais esclerotizadas diferentes, bipartidas (figura 11M) .....  
..... *Allotrichodorus sharmai*\*
7. Peças vaginais esclerotizadas paralelas ao eixo longitudinal do corpo .....8  
Peças vaginais esclerotizadas orientadas obliquamente .....9
8. Onquioestilete com 60-61  $\mu\text{m}$  de comprimento; peças vaginais esclerotizadas com 3  $\mu\text{m}$  na sua maior medida (figura 11K) .....  
..... *Allotrichodorus longispiculis*\*
- Onquioestilete com 51-63  $\mu\text{m}$  de comprimento; peças vaginais esclerotizadas semelhantes ou ligeiramente maiores (figura 11L) .....  
..... *Allotrichodorus loofi*\*

9. Onquioestilete com 61-72  $\mu\text{m}$  de comprimento; peças esclerotizadas vaginais triangulares a trapezoidais (figura 11I) ..... *Allotrichodorus campanullatus*\*  
Onquioestilete mais curto (45-65.5  $\mu\text{m}$ ); peças esclerotizadas vaginais mais ou menos triangulares (figura 11J) ..... *Allotrichodorus guttatus*\*
10. Poro secretor-excretor bastante anterior, próximo da base do onquioestilete (figura 11G) ..... *Monotrichodorus samericus*\*  
Poro secretor-excretor mais posterior ..... 11
11. Peças vaginais esclerotizadas bastante separadas (distanciadas entre si 2.5-3.5  $\mu\text{m}$ ) ..... 12  
Peças vaginais esclerotizadas próximas, afastadas 1  $\mu\text{m}$  ..... 13
12. Comprimento do corpo com mais de 1000  $\mu\text{m}$  (figura 11E) ..... *Monotrichodorus muliebris*  
Comprimento do corpo com menos de 1000  $\mu\text{m}$  (figura 11F) ..... *Monotrichodorus sacchari*
13. Poros cervicais laterais presentes imediatamente posteriores a abertura anfideal (figura 11D) ..... *Monotrichodorus monohystera vangundyi*  
Poros cervicais laterais ausentes (figura 11C) ..... *Monotrichodorus monohystera monohystera*\*
14. Vagina curta, com cerca de 1/3 da largura do corpo correspondente ..... 15  
Vagina, mais longa do que 1/3 da largura do corpo correspondente ..... 24
15. Cauda cônica; forma das peças vaginais esclerotizadas arredondada (figura 4G, 10A) ..... *Paratrichodorus acutus*  
Cauda arredondada; forma das peças vaginais esclerotizadas diferente .. 16
16. Poros corporais (pré- e pós-vulvares) em posição ventromediana (figura 2, 10I) ..... *Paratrichodorus porosus*\*  
Poros corporais, quando presentes, em posição não ventromediana ..... 17
17. Células espermáticas pequenas com núcleo arredondado, guardadas em espermatecas ou na extremidade da curvatura dos ovários ..... 18  
Células espermáticas, quando presentes, pequenas ou grandes, dispersas no útero ..... 19
18. Peças vaginais esclerotizadas triangulares, próximas; células espermáticas em espermatecas; junção esôfago-intestino reto (figura 10C) ..... *Paratrichodorus anthurii*\*

- Peças vaginais esclerotizadas ovais, bastante separadas (distanciadas 2.5-3.5  $\mu\text{m}$ ); células espermáticas em espermatecas ou na extremidade da curvatura do ovário; junção esôfago-intestino com sobreposição ventral (figura 2, 10B) ..... ***Paratrichodorus allius***
19. Poro secretor-excretor localizado próximo da junção esôfago-intestino; poros corporais laterais e poros caudais ausentes; vulva, uma fenda transversal em vista ventral<sup>1</sup> ..... 20  
Poro secretor-excretor localizado mais anteriormente; poros corporais laterais e caudais presentes ou ausentes; vulva com forma variável em vista ventral ..... 21
20. Peças vaginais esclerotizadas reniformes (figura 10J) .....  
..... ***Paratrichodorus renifer***\*  
Peças vaginais esclerotizadas em bastonete, paralelas ao eixo longitudinal do corpo (figura 10G) ..... ***Paratrichodorus minor***  
Peças vaginais esclerotizadas em forma de vírgula (figura 10D) .....  
..... ***Paratrichodorus caribbensis***
21. Célula espermática grande, com núcleo em forma de salsicha; vulva, uma fenda transversal ou poro ..... 22  
Célula espermática diferente; vulva, uma fenda longitudinal em vista ventral ..... 23
22. Poros corporais laterais e caudais ausentes; junção esôfago-intestino reto; peças vaginais esclerotizadas como pontos arredondados, raramente triangulares; vulva, uma fenda transversal; vagina retangular (figura 10F) ..... ***Paratrichodorus mexicanus***  
Poros corporais laterais e caudais presentes; junção esôfago-intestino variável mas, geralmente, com sobreposição no intestino lado dorsal; peças vaginais esclerotizadas triangulares a ovais; vulva, um poro; vagina em forma de barril (figura 10H) ..... ***Paratrichodorus pachydermus***
23. Vagina rômbrica; machos raros e fêmeas sem esperma no útero (figura 10K) ..... ***Paratrichodorus teres***  
Vagina larga, arredondada ou em forma de barril pequeno, denteada a meio; machos comuns; células espermáticas pequenas, dispersas pelo útero ou um pouco concentradas perto do oviduto (figura 10E) .....  
..... ***Paratrichodorus lobatus***

**Figura 8.** Região da cauda e aparelho copulador dos machos nas espécies dos gêneros didélficos da América do Sul e Central. <sup>a</sup> *Trichodorus cedarus*; B. *T. obscurus*; C. *T. primitivus*; D. *Paratrichodorus allius*; E. *P. lobatus*; F. *P. mexicanus*; G. *P. minor*; H. *P. pachydermus*; I. *P. porosus*; J. *P. teres*. (Segundo Decraemer, 1989, excepto F, segundo Siddiqi, 2002). Escala 10 µm excepto em A-C: 20 µm.

**Figura 9.** Cauda e/ou aparelho copulador dos machos nas espécies dos géneros monodélficos da América do Sul e Central. A. *Allotrichodoros brasiliensis*; B. *A. campanullatus*; C. *A. guttatus*; D. *A. longispiculis*; E. *A. loofi*; F. Espícula de *A. loofi*; G. *A. sharmai*; H. *Monotrichodoros monohystera monohystera*; I. *M. sacchari*; J. *M. samericus*; K. *M. m. vangundyi* (A-G. segundo Rashid & De Waele, 1985; H, I, K: segundo Decraemer, 1995; J. segundo Marais et al., 1995). Escala 10 µm.

**Figura 10.** Vagina das fêmeas nas espécies da América do Sul e Central. A. *Paratrichodorus acutus*; B. *P. allius*; C. *P. anthurii*; D. *P. caribbensis*; E; *P. lobatus*; F. *P. mexicanus*; G. *P. minor*; H. *P. pachydermus*; I. *P. porosus*; J. *P. renifer*; K. *P. teres*; L;. *Trichodorus cedarus*; M. *T. obscurus*; N. *T. primitivus*. (Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers). Escala 10 µm.

**Figura 11.** Vagina das fêmeas nas espécies monodélficas da América do Sul e Central. A. *Ecuadorus equatorius*; B. *E. westindicus*; C. *Monotrichodoros monohystera monohystera*; D. *M. m. vangundyi*; E. *M. muliebris*; F. *M. sacchari*; G. *M. samericus*; H. *Allotrichodoros brasiliensis*; I. *A. campanullatus*; J. *A. guttatus*; K. *A. longispiculis*; L. *A. loofi*; M. *A. sharmai*. (Segundo Decraemer, 1995, autorizado por Kluwer Academic Publishers). Escala 10 µm.

24. Peças vaginais esclerotizadas grandes, em vista lateral (3-3.9  $\mu\text{m}$ ), paralela ao eixo longitudinal do corpo, com forma grosseiramente trapezoidal; vagina rômbrica; células espermáticas com núcleo arredondado, de tamanho médio (figura 10M) ..... *Trichodorus obscurus*  
Peças vaginais esclerotizadas e vaginas diferentes; células espermáticas com núcleo em forma de salsicha, grande..... 25
25. Peças vaginais esclerotizadas pequenas (< 2  $\mu\text{m}$ ), triangulares e orientadas obliquamente; vagina piriforme (figura 10L)..... *Trichodorus cedarus*  
Peças vaginais esclerotizadas grandes (2.5-3.5  $\mu\text{m}$ ), em forma de bastonete e paralelas ao lúmen vaginal; vagina rômbrica (figura 10N) .....  
..... *Trichodorus primitivus*

### TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNOSE

A caracterização e identificação de nematóides transmissores de vírus devem ser, tanto quanto possível exatas, tendo em vista o seu controle ou a eventual utilização de medidas de quarentena, como acontece com alguns gêneros de outros nematóides fitoparasitas.

A identificação dos taxons dentro da família *Trichodoridae* tem-se processado recorrendo principalmente a caracteres morfobiométricos utilizando a microscopia ótica. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) tem sido pouco utilizada no estudo destes nematóides, tendo surgido até agora como uma forma de contribuição para uma caracterização mais completa das espécies (Baujard, 1980; Siddiqi, 1991). A elevada sensibilidade osmótica que caracteriza os tricodoriídeos (Bor & Kuiper, 1966) dificulta provavelmente a obtenção de bons resultados de MEV, quando comparados com outros, fitoparasitas (Almeida, resultados não publicados). Contudo, as observações ao MEV têm permitido conhecer melhor a abertura oral e o arranjo das papilas cefálicas nos tricodoriídeos e sobretudo fornecer dados adicionais sobre a morfologia externa e ornamentação dos espículos em diversas espécies de *Trichodorus*, *Paratrichodorus* e *Monotrichodorus* (Sher et al., 1976; Rodriguez-M. & Bell, 1978). Mais informação de MEV sobre a estrutura dos espículos, região posterior dos machos (ornamentação cuticular), poros do corpo, concretamente a diferenciação entre a papila cervical e o poro excretor, especialmente em *Paratrichodorus* spp. e a forma da abertura vulvar das fêmeas, em vista ventral, seria de grande utilidade na Taxonomia e diagnose destes organismos.

Considerando a microscopia eletrônica de transmissão (MET), várias contribuições valiosas têm permitido esclarecer alguns aspectos da ultraestrutura da cutícula de espécies de *Trichodorus* e *Paratrichodorus* (Mounport et al., 1997; Decraemer & Robertson, 1998; Karanastasi et al., 2000, 2001). Com base na diversidade de informação, recentemente foram

estabelecidas relações filogenéticas entre os diferentes taxa de nematóides, incluindo os **Trichodoridae**, tendo-se concluído que a cutícula poderá constituir um marcador, sobretudo ao nível dos taxa menos inclusos (Decraemer et al., 2003).

Nos tricodoriídeos, o processo de caracterização e identificação com base na microscopia óptica pode não ser simples. A variabilidade dos caracteres morfológicos e principalmente dos morfométricos, é comumente conhecida. A identificação pode ainda ser dificultada quando: a) as espécies são próximas, semelhantes, encontrando-se sobreposição de caracteres; b) a densidade populacional no solo é baixa; c) os espécimes são numerosos mas a maioria são jovens; d) ocorre mistura de populações de espécies diferentes do mesmo gênero ou de gêneros diferentes, de **Trichodoridae**; e) os exemplares observados não se encontram em bom estado de conservação.

A identificação morfológica por microscopia ótica exige ainda bibliografia e técnicos especializados, não sendo sempre possível, pelas várias razões apontadas, uma identificação ao nível da espécie. A existência de chaves politômicas ilustradas de identificação e de uma base de dados em taxonomia (Decraemer & Baujard, 1998; Baujard & Decraemer, 2000) é fundamental neste processo e seria vantajoso torná-las acessível, numa página da Internet, por exemplo, das Sociedades de Nematologia, ou em CD-room.

Tal como para outros nematóides começou a recorrer-se a marcadores moleculares como complemento da caracterização e estudo da relação entre os taxa. Isto é devido à facilidade de amplificação de DNA por técnicas de PCR, a vantagem de se poder obter resultados, a partir de um número pequeno de indivíduos, cujo DNA poderá ser conservado durante vários anos, a -18°C, ocupando um espaço reduzido e de permitir, principalmente, a caracterização de exemplares no estágio juvenil.

Entre os **Trichodoridae**, os caracteres moleculares são conhecidos apenas para um número restrito de espécies: 8 de **Trichodorus** e 8 de **Paratrichodorus** (Banco genético NCBI, Janeiro de 2005). Os dados das seqüências têm sido obtidos, na sua maioria, a partir do gene parcial 18SRNAr (RNA ribossômico) (16 espécies), mais raramente do gene parcial 28SRNAr (**T. primitivus**, **T. similis**, **P. anemones**, **P. macrostylus**, **P. pachydermus**) e do gene completo 5,8 RNAr e, ainda, dos espaçadores transcritos internos, 1 (ITS1) e 2 (ITS2) (**T. primitivus**, **T. similis**, **P. macrostylus**, **P. pachydermus**). O resultado do seqüenciamento revelou informação adicional útil ao nível taxonômico, como por exemplo, na identificação de **P. minor**, cuja sinonímia com **P. christei** foi confirmada (Boutsika, 2004) e que era uma questão polemica entre os especialistas.

A variabilidade do gene 18S do DNA ribossômico (rDNA), através da aplicação de um método de PCR-RFLP, foi investigada em diversas espécies de **Trichodorus** e **Paratrichodorus**, tendo-se verificado que a digestão enzimática do segmento obtido por PCR gerou padrões consistentes

entre populações da mesma espécie e permitiu a separação das espécies. A metodologia usada mostrou ser eficaz na diferenciação das 12 espécies, incluindo populações de Portugal, Reino Unido e uma população de *P. minor* de Piracicaba, Brasil (Duarte et al., 2002, 2004).

A separação de espécies morfológicamente semelhantes como *P. allius* e *P. teres* foi conseguida recorrendo ao gene 18S do rDNA e da região espaçadora de transcrição interna (ITS1) que foram ampliadas com um conjunto de “primers” previamente desenhados, permitindo a diferenciação destas espécies com uma única etapa de amplificação em PCR (Riga et al., 2004). Metodologia idêntica foi ainda usada na identificação de uma população das espécies *T. primitivus*, *T. similis*, *P. macrostylus* e *P. pachydermus* (Boutsika et al., 2004). Ainda, com base no sequenciamento do gene 18S do rDNA foi possível inferir relações filogenéticas em diversas espécies de *Trichodorus* e *Paratrichodorus*, com uma exceção que requer reapreciação. A árvore filogenética resultante separou claramente tanto os gêneros, como as espécies, em grupos que estão em concordância com os corretamente aceites (Duarte et al., 2004).

Alguns dos estudos moleculares têm tido como objetivo principal um melhor conhecimento dos genes ou regiões com interferência na relação do nematóide com a transmissão de estirpes de vírus às plantas, ou a detecção de genes de resistência.

Em termos práticos será da maior utilidade a obtenção e a disponibilização de marcadores moleculares relativamente ao maior número possível de populações, de origens geográficas diversas, de espécies dos diferentes gêneros de *Trichodoridae*. Com eles, será possível desenvolver técnicas moleculares que permitam dar uma resposta confiável e mais rápida, em muitos casos de diagnóstico laboratorial de análises. A existência destes métodos de diagnósticos é crucial para a avaliação de risco e para a decisão da adoção de medidas de controle adequadas, dadas a especificidade de cada sistema agrário, isolado de vírus e espécie vetor.

## BIOECOLOGIA

Nesta seção são abordados apenas alguns aspectos mais genéricos da ecologia dos trichodorídeos, referidos em algumas revisões, de forma a permitir dar uma idéia breve de algumas das suas preferências (Winfield & Cooke, 1975; Decraemer, 1991, 1995; Taylor & Brown, 1997). Outras particularidades encontram-se referidas noutras seções deste capítulo (ver transmissão de vírus, sintomas nas plantas, medidas de controle).

Quanto à sua distribuição geográfica, já anteriormente referida, os nematóides *Trichodoridae* estão presentes em todo o mundo, embora sejam mais conhecidos na Europa e América do Norte. No entanto, o que se conhece

sobre a sua distribuição continua a ser sobretudo o reflexo de estudos mais intensivos nestas áreas geográficas e de registos esporádicos não resultantes de prospeções em grande escala, não traduzindo, deste modo, a sua distribuição real a nível mundial. Considerando a distribuição das populações no campo, é geralmente irregular, quer horizontal, quer verticalmente, podendo ser encontrados em maior número quando agregados às extremidades radiculares de plantas hospedeiras.

Estes nematóides são sensíveis à seca, o que faz com que raramente sejam encontrados nas camadas mais superficiais. Têm a capacidade de migrar verticalmente ao longo de distâncias consideráveis até às camadas mais profundas e úmidas, no Verão, tal como voltar a re-colonizar zonas superiores, no Outono, apesar da sua fuga à secura ser provavelmente bastante passiva e relacionada com a descida do lençol freático, uma vez que são animais de movimentos muito lentos. A distribuição dos *Trichodoridae* pode estar relacionada com as chuvas e a umidade do solo. Estes mostram preferência por solos arenosos leves, de textura não muito fina, não sendo geralmente encontrados em solos que contenham muita argila ou limo, o que não permitiria uma boa drenagem, com exceção de *T. primitivus* que também ocorre em solos argilosos. Em solos arenosos, os prejuízos provocados em culturas como a beterraba açucareira, por *Trichodorus* e *Paratrichodorus*, podem ser mais acentuados após períodos úmidos prolongados ou com irrigação, ao proporcionarem condições adequadas à sua atividade (Cooper, 1971; Cooke, 1973, 1984). Devido ao efeito na estrutura do solo, a presença de cupins pode proporcionar a ocorrência de populações mais elevadas de *Paratrichodorus* spp. (Cadet et al., 2004).

Os tricodórideos são ainda sensíveis ao distúrbio mecânico, o que faz com que colonizem, freqüentemente, a camada abaixo da zona de cultivo, se os terrenos não estiverem alagados. Relativamente ao pH do solo, cerca de 30% das populações de tricodórideos em geral foram encontradas em solos com valores de pH inferiores a 5,5, embora algumas espécies tenham mostrado preferência por solos com pH superior a 7, na Bélgica. Entretanto, na Inglaterra, apenas uma baixa percentagem de solos com pH inferior a 5,5, continha tricodórideos e uma percentagem maior foi encontrada em solos com valores de pH igual ou superior a 6,5. *T. primitivus* está indicada como sendo uma espécie relativamente tolerante à acidez do solo e ainda, ao cobre, mais do que outras espécies do mesmo género.

Os tricodórideos alimentam-se a partir de raízes de tipos vegetais diversos, principalmente plantas perenes e lenhosas. A larga gama de plantas hospedeiras dos tricodórideos é ilustrada pela espécie mais ou menos cosmopolita, *P. minor*, a qual tem sido encontrada associada a mais de 100 espécies vegetais, incluindo plantas com importância econômica e daninha; destas é evidenciada a particular importância das que se mantêm a rodear as estradas ou campos cultivados. Contudo, as espécies são muitas vezes

associadas a certas plantas hospedeiras sem uma verdadeira prova desse parasitismo.

A forma como estes nematóides se alimentam é praticamente única entre os nematóides fitoparasitas, tendo sido observada com atenção e descrita minuciosamente por diversos autores (Wyss, 1971, 1972, 1975, 1977, 1982; Wyss et al., 1979; Karanastasi, et al., 2003). É um processo relativamente complexo, que implica a deslocação da parte anterior livre (não aderente à parede do esôfago), do onquioestilete, por impulsos contínuos e ordenados, nas cinco fases de um ciclo alimentar completo. Durante este ciclo é produzido um tubo alimentar, resultante do endurecimento de constituintes salivares, que atua como instrumento de sucção, indispensável à ingestão do alimento.

O acasalamento ocorre ao longo de todo o ano, mas esta atividade é mais acentuada nas amostras da rizosfera do que em amostras colhidas ao acaso, especialmente durante a Primavera e Verão. A reprodução, geralmente, é considerada anfimítica ou partenogenética e o desenvolvimento dos oócitos parece intimamente ligado à fonte de alimento. Os ciclos de vida de *T. viruliferus* e *T. sparsus* completaram-se em cerca de 45 e 40-42 dias, respectivamente, à temperatura de 15-20°C no primeiro caso, e de 27°C, no segundo (Pitcher, 1967; Coiro & Sasanelli, 1994).

### TRANSMISSÃO DE VÍRUS

Os tricodórideos, tal como os longidórideos, são os únicos nematóides fitoparasitas com a capacidade de transmitir vírus às plantas. Nos tricodórideos esta capacidade foi demonstrada pela primeira vez por Sol et al., em 1960. Os vírus transmitidos por estes nematóides são do tipo tobnavírus e diferem dos nepovírus transmitidos pelos longidórideos. O gênero *Tobravirus* (Van Regenmortel et al., 2000) inclui atualmente três espécies: vírus do listrado necrótico do tabaco, ou TRV, abreviatura da designação inglesa "*Tobacco rattle virus*" (Robinson & Harrison, 1989a); vírus do acastanhamento precoce da ervilheira, ou PEBV, de "*Pea early-browning virus*" (Harrison, 1973); vírus dos anéis do pimentão, ou vírus da faixa amarela da alcachofra (designação do isolado brasileiro), ou PepRSV, de "*Pepper ringspot virus*" (Robinson & Harrison, 1989b). Enquanto este último tem apenas uma estirpe identificada (PepRSV-CAM), dos vírus TRV e PEBV são atualmente conhecidas várias estirpes. Os nematóides tricodórideos são os vetores biológicos naturais dos três membros de vírus mencionados, sendo as espécies comprovadas com esta capacidade 7 % (4 em 54 espécies) do gênero *Trichodorus* e 28 % (9 em 32) do gênero *Paratrichodorus*. Na prática, estas percentagens são superiores, se tivermos em conta as espécies que efetivamente ocorrem em determinada área geográfica. Na Europa, as percentagens de espécies vetores *vs.* não vetores são muito superiores,

aumentando para 27 % e 67%, respectivamente em *Trichodorus* e *Paratrichodorus*. No Brasil, a espécie *P. minor*, vetor de duas estirpes de vírus (Tabela IV), ocorreu com uma frequência de 58% nos genótipos de soja cultivada em campos experimentais com solo arenoso (Sharma *et al.*, 2002).

Morfologicamente os tobravírus têm uma forma tubular com estrutura helicoidal. O seu genoma é constituído por RNA em cadeia simples, com um total de 9,09-11,515 kb. O vírus é constituído por duas partículas, de tamanho diferente: uma, com a parte maior do genoma, 7.272 kb (RNA-1) e a outra, menor, com a parte menor do genoma, 1,818-4,242 kb (RNA-2). O RNA-1, muito conservado dentro do gênero, contém os determinantes para a replicação do RNA, a invasão sistêmica nas plantas (sintomas) e a transmissão pela semente, enquanto o RNA-2, muito variável dentro de cada espécie, codifica a cápside protéica e proteínas não estruturais envolvidas na transmissão pelo vetor. Esta organização genômica habilita a molécula de RNA-1 à replicação e à invasão sistêmica na planta hospedeira, independentemente da molécula de RNA-2. Por sua vez, o RNA-2, que contém determinantes para a especificidade serológica e para a transmissibilidade do vetor, é responsável pela ocorrência natural de uma grande diversidade de variantes serológicas e/ou sintomatológicas. (Harrison & Nixon, 1959; Ploeg *et al.*, 1993, MacFarlane *et al.*, 1995). Há uma especificidade nestas relações, tanto ao nível da estirpe do vírus, como da espécie vetor (Van Hoof, 1968; Brown *et al.*, 1989a,b).

A transmissão de um vírus pelo vetor envolve a ingestão das partículas virais a partir de plantas infectadas, a sua retenção no vetor, a subsequente inoculação noutra célula vegetal e, finalmente, a infeção da planta receptora pelo vírus (Harrison *et al.*, 1974). O processo foi dividido em seis etapas: aquisição, adsorção, retenção, libertação, transferência e estabelecimento (Brown & Weischer 1998). Nos tricodórideos as partículas dos vírus aderem à parede do esôfago, ao longo de toda a sua extensão, embora se possam concentrar mais na parte glandular (Taylor & Robertson, 1970; Karanastasi, 2000). O processo de transmissão dos vírus está intimamente ligado ao modo como o nematóide se alimenta (Brown *et al.*, 1995; Taylor & Robertson, 1970, 1977; Wyss, 1975; Derrick *et al.*, 1992, Robertson & Harry, 1986; MacFarlane *et al.*, 1996, 2002; Taylor & Brown, 1997 Karanastasi *et al.*, 2003).

Apesar das associações entre tricodórideos e tobravírus serem numerosas, nem todas estão comprovadas, segundo os critérios de associação (vírus/ nematóide vetor) estabelecidos por Trudgill *et al.* (1983) e adaptados aos tricodórideos e tobravírus por Brown *et al.* (1989b).

A associação tobravírus-nematóide tricodórideo tem sido alvo de atenção, principalmente quanto à especificidade de transmissão, exclusividade e complementaridade, eficiência da transmissão e retenção e dissociação das partículas nos vetores. A especificidade de transmissão refere-se à relação

específica entre determinado vírus e o seu vetor. Na verdade, os tobravírus desenvolveram um elevado grau de especificidade de transmissão com o vetor (Vassilakos et al., 1997). Dentro da especificidade, os tricodoriídeos são caracterizados, sobretudo, por uma forte complementaridade, *i.e.*, uma espécie de nematóide que transmite duas ou mais estirpes de vírus sorologicamente distintas e dois ou mais vírus que partilham a mesma espécie vetor (Brown & Weisher, 1998; Vassilakos et al., 1997). Embora menos comum do que a complementaridade, em *P. hispanus* e *P. tunisiensis* ocorre exclusividade, *i.e.*, uma espécie de nematóide transmite apenas um vírus ou uma estirpe sorologicamente diferente e o vírus ou estirpe tem um único vetor (Vassilakos et al., 1997).

São conhecidas a exclusividade e complementaridade de diversas associações entre espécies de *Trichodoridae* vetores e os tipos e estirpes de vírus por elas transmitidos (tabela 4).

Os tobravírus, além de serem transmitidos pelos tricodoriídeos vetores, têm como vias de transmissão a semente, a enxertia e a inoculação mecânica.

A transmissão de *Tobravirus* pela semente dá-se apenas para uma pequena percentagem das sementes novas, que se podem apresentar sem sintomas. Por exemplo, o serótipo inglês de PEBV, tem uma frequência de transmissão à semente de 1-2 % em alguns cultivares de ervilheira (Harrison & Robinson, 1981). No caso do serótipo holandês de PEBV, o vírus é capaz de infectar até 25 % de sementes, produzidas por cada planta, de alguns cultivares de ervilheira (Bos & Van der Want, 1962). Os isolados de PepRSV foram referidos como capazes de contaminar 15-30 % das sementes de tomateiro infectado (Costa & Kitajima, 1968). Esta via de transmissão, ainda que com uma baixa frequência, tem um papel muito importante na disseminação do vírus para novos locais (Harrison & Robinson, 1978).

Os tobravírus são essencialmente parasitas das plantas espontâneas. As infestantes de terras de cultivo, tais como *Stellaria media* e *Viola arvensis*, são frequentemente encontradas com infeções sistêmicas destes vírus. Ao longo do tempo, os vírus desenvolveram relações específicas com as espécies vetores e associaram-se a plantas cultivadas. Os vírus podem ter uma extensa gama de hospedeiros sendo o TRV, entre todos, aquele para o qual se conhece uma maior variedade (Hörvath, 1968; Schmelzer, 1957). Uma melhor compreensão de todo este complexo processo pode fornecer dados úteis no combate à transmissão de vírus por tricodoriídeos e à sua dispersão para novos locais.

**Tabela 4.** Exclusividade e complementaridade das associações entre as espécies de nematóides vetores de vírus, *Trichodorus* spp. e *Paratrichodorus* spp., e respectivos tobravírus e serótipos. (Adaptado de MacFarlane et al., 2002).

Nematóide vetor	Vírus	Serótipo
<i>Trichodorus cylindricus</i>	TRV	RQ
	PEBV	Inglês
<i>T. primitivus</i>	TRV	RQ
	PEBV	Inglês
<i>T. similis</i>	TRV	TS-Belga
		TS-Holandês
		TS-Grego
<i>T. viruliferus</i>	TRV	RQ
	PEBV	Inglês
<i>Paratrichodorus allius</i>	TRV	Estados Unidos da América (EUA)
		EUA- Oregon
		PaY4
<i>P. anemones</i>	TRV	Inglês
	PEBV	Inglês
<i>P. minor</i>	PepRSV	Brasileiro
	TRV	EUA
<i>P. nanus</i>	TRV	PRN
<i>P. pachydermus</i>	TRV	PRN
		PaY4
	PEBV	Holandês
<i>P. porosus</i>	TRV	EUA
<i>P. teres</i>	PEBV	Holandês

## SINTOMAS NAS PLANTAS

Os tricodórideos são ectoparasitas migratórios, o que significa que se alimentam sem local fixo. A alimentação processa-se a partir do conteúdo das células superficiais da epiderme das raízes das plantas, as quais são perfuradas pelo onquioestilete. As células mais profundas não são atingidas, devido ao onquioestilete ser relativamente curto.

Os sintomas observados nas raízes, resultam da sua preferência pelos ápices radiculares, onde se podem agregar em grande número, e pelos tecidos do meristema, próximos das extremidades radiculares. O crescimento das raízes é impedido pelo fato destas células ficarem afetadas, dando origem ao aumento de volume das extremidades, necroses e paralisção do crescimento das raízes secundárias, por ex., em macieira (Pitcher, 1967; Wang & Chiu, 1997). Tal efeito traduz-se em numerosas raízes curtas e grossas, também designadas por raízes anãs (Taylor & Brown, 1997). Os tecidos envolventes junto às células afetadas parecem não sofrerem alterações histológicas tão complexas como as que se conhecem provocadas por outros tipos de nematóides, sobretudo endoparasitas. A ultraestrutura das galhas produzidas em pepino, por *T. nanjingensis*, revelou que as suas células estavam vazias; no entanto, estas células continham maior quantidade de aminoácidos do que as dos tecidos radiculares normais (Wang & Chiu, 1997).

O prejuízo causado pela ação direta de tricodórideos em algumas culturas ocorre apenas quando as populações do nematóide são elevadas. O reconhecimento dos prejuízos causados diretamente por *P. minor* (sin. *T. christiei*) em numerosas culturas na Florida (Christie & Perry, 1951) desencadeou, na época, o interesse pelos tricodórideos. Historicamente, é também referida uma doença em beterraba açucareira provocada por *P. anemones*, na Grã Bretanha, que se refletiu no aparecimento de manchas de plantas atrofiadas, contendo esporadicamente plantas maiores, isoladas ou em fileira, na cultura (Cooke, 1973, 1984; Whitehead & Hooper, 1970; Whitehead et al., 1971). De modo semelhante, na Holanda, foi detectado o definhamento, também em beterraba açucareira, provocado por *P. teres* (sin. *T. flevensis*) (Kuiper, 1977).

Além dos sintomas diretos nas raízes das plantas, foram reconhecidas manifestações típicas na parte aérea da planta, em campos infestados, que podem dar indício visual da infestação do solo por tricodórideos. Em plantações de cebola em que foram detectados os sintomas radiculares típicos da presença de tricodórideos, por *P. allius*, foram observadas manchas na parte aérea, por vezes extensas e numerosas, de formato circular ou irregular (Ingham et al., 1999). Contudo, deve dar-se atenção, as plantas que podem estar infectadas por nematóides tricodórideos sem sintomas óbvios da sua presença. Baujard & Mariny (1995) obtiveram experimentalmente a redução do peso do caule e do peso radicular em

diversas espécies vegetais infectadas com *P. minor*, *P. nanus* e *P. rhodesiensis*, sem aparecimento de sintomas. As inúmeras plantas referidas como hospedeiras das diferentes espécies de tricodoriídeos, ou a eles associadas, têm sido extensivamente enumeradas, sendo a lista particularmente vasta, para *P. minor*. As espécies *T. cedarus*, *T. primitivus*, *T. proximus*, *T. similis*, *T. viruliferus*, *P. minor*, *P. pachydermus*, *P. porosus* e *P. teres*, das quais se destaca *P. minor*, têm sido consideradas economicamente importantes, com base no tipo de planta hospedeira e, também, na distribuição geográfica ou na capacidade de transmitirem vírus (Decraemer 1991, 1995). No Brasil, a ocorrência em particular desta espécie vetor de vírus, já foi registada diversas vezes (tabela 3).

Muitas vezes a célula radicular perfurada pelo nematóide é precocemente abandonada, não chegando a sofrer danos letais e conseguindo, até, recuperar a sua vitalidade. Esta situação peculiar, que ocorre em 10% das perfurações, efetuadas por *P. anemones*, parece estar relacionada com o processo da transmissão de vírus à planta. A disseminação do vírus na planta, introduzido pelo nemátode, é assegurada pelo fato da célula não ter ficado totalmente danificada e depende, ainda, das células adjacentes não se encontrarem afetadas (Derrick et al., 1992; Karanastasi et al., 2003). Nos casos de transmissão de vírus e, apesar de constituir uma atuação indireta, os seus efeitos podem ser economicamente mais acentuados do que os provocados diretamente pelo vetor, com a agravante de não dependerem de uma quantidade apreciável de nematóides no solo. De um modo geral, a primeira indicação da infecção de uma cultura por vírus transmitidos pelo nematóide é o aparecimento de manchas na parte aérea das plantas.

O PEBV produz infecções sistêmicas em várias espécies da família das *Leguminosae* (Bos & Van der Want, 1962), enquanto, no Brasil, o PepRSV induz o aparecimento de manchas cloróticas, em forma de anel e mosaico na folhagem do pimentão e alcachofra, como foi referido (Chagas et al., 1970; Chagas & Silberschmidt, 1972).

O TRV infecta uma grande diversidade de culturas e infestantes, apesar de normalmente estas últimas não apresentarem sintomas. O TRV é, genericamente, responsável pelo aparecimento de sintomas sistêmicos ou locais, tais como necroses e cloroses de formas diversas e, ainda, deformações. Em culturas de grande valor comercial induz a formação de: arcos de tecido necrótico ou quebradiço na polpa da batata; necrose e descoloração de pétalas e folhas; necrose em bulbos de plantas ornamentais (Taylor & Brown, 1997; Serra, 1998).

Estes sintomas nos tubérculos são acompanhados pelo aspecto quebradiço do mesmo. A desvalorização comercial da produção de uma cultura, por vezes, pode ocorrer, mesmo quando os níveis de expressão dos sintomas são baixos (Brown & Sykes, 1973). Xenophontos et al. (1998) demonstraram que alguns cultivares de batata, quando infectados por estirpes

tipo-M (*i.e.*, multiplicadoras, contendo ambas as moléculas de RNA-1 e RNA-2) podem apresentar-se sistemicamente invadidas com o vírus, o qual persiste ao longo de gerações de propagação vegetativa, apesar de exibirem poucos ou nenhum sintomas típicos de TRV no tubérculo.

O efeito da infecção de TRV com isolados do tipo-M foi estudado em diversos cultivares de batata comercializados (Dale et al., 2004). Foi demonstrado que a infecção com TRV pode não só atrasar a emergência da planta como, ainda, retardar o crescimento subsequente, reduzir a produção dos tubérculos e o seu peso médio, aumentar a proporção de tubérculos de menor calibre, aumentar a incidência de tubérculos estalados e deformados, diminuir o conteúdo de matéria seca e acentuar o efeito enegrecido após cozedura. Um outro sintoma de TRV, que consiste num mosaico pouco acentuado mas generalizado nas folhas e caules, acompanhado da ausência total de produção de novos tubérculos, foi também recentemente descrito (Robinson et al., 2004). O resultado e diferenças do efeito da infecção foram atribuídos ao genótipo de batata e, provavelmente, às diferenças ambientais que influenciaram a atividade dos nematóides vetores. O tamanho do tubérculo exerce também influência na incidência da doença, que foi superior nos tubérculos maiores. Os efeitos do TRV que têm sido detectados na batata traduzem bem a importância da questão sobretudo por se tratar de cultivares comercializadas (Dale et al., 2004).

### **MEDIDAS DE CONTROLE**

O controle de doenças nas plantas, devido a nematóides, tem sido efetuado através de quarentena (*i.e.* exclusão), uso de nematicidas (prevenção, erradicação e proteção) e controle genético (Manzilla-Lopez et al., 2004). Atualmente, os nematóides tricodórideos não se encontram incluídos nas diversas listas de nematóides de quarentena, que indicam espécies de Longidoridae, a outra família de nematóides vetores de vírus, embora sejam conhecidos vários exemplos de introdução de nematóides tricodórideos com material vegetal (Taylor & Brown, 1997). Apesar de na prática não haver métodos que permitam a eliminação completa de nematóides fitoparasitas do solo, podem ser usadas diversas estratégias, isoladamente, ou em combinação, para redução dos danos. Contudo, não existem medidas de controle nem estratégias específicas, para gestão dos nematóides tricodórideos. De qualquer modo, dadas as características dos tricodórideos, no seu controle deverá ter-se em consideração a sua dupla ação patogênica sobre a planta hospedeira, quer como agentes diretos do prejuízo causado, quer como agentes indiretos, transmitindo vírus (Lemos et al., 1997; Taylor & Brown, 1997).

## CONTROLE DOS DANOS DIRETOS

Os sintomas na parte aérea são bastante gerais e semelhantes aos produzidos pela deficiência mineral; os danos radiculares resultam basicamente em plantas atrofiadas, murchamento e perda de produção. Deste modo, é recomendável proceder a uma primeira prospeção dos taxons de parasitas das plantas presentes no campo. Apesar dos tricodorídeos serem polí-fagos, e responsáveis por danificarem um número elevado de plantas economicamente importantes, o seu principal impacto econômico direto só ocorre quando as populações são elevadas, em combinação com plantas hospedeiras jovens (vulneráveis) e condições abióticas (por ex., clima úmido) favoráveis ao desenvolvimento do nematóide.

Várias estratégias têm sido usadas na tentativa de controle dos tricodorídeos. A primeira refere-se, naturalmente, à prevenção da disseminação do nematóide para novas áreas, evitando a sua dispersão, que pode ocorrer pelo vento e água e por aderência do solo à maquinaria agrícola, calçados, animais, plantas (Boag, 1985). A rotação de culturas tem sido usada no controle dos tricodorídeos, como noutros nematóides, uma vez que alguns cultivares vegetais são considerados melhores hospedeiras do que outras, ou não hospedeiras (Kuiper, 1977; Rhoades, 1964). Outras medidas culturais têm sido experimentadas: as práticas agrícolas antes da plantação, devido à sensibilidade dos tricodorídeos aos danos físicos e à seca do solo, têm sido indicadas como um procedimento que pode dar bons resultados (Kuiper, 1977; McSorley & Gallaher, 1993); o alagamento do solo tem sido eficaz na diminuição da densidade populacional de *Paratrichodorus* sp., na Florida (Sotomayor, 1999); a solarização do solo foi eficiente no controle de *P. minor* (Chelleni et al., 1993; McGovern et al., 2002); uma combinação dos dois métodos foi avaliada por Sotomayor (1999); os biofumigantes, como o azevém italiano, podem levar à diminuição da produção, enquanto os fertilizantes orgânicos podem ter os mesmos efeitos da desinfestação do solo, produzindo um aumento na produção (Decraemer, 1995); o tratamento do solo com estrume orgânico reduziu as populações de *P. minor* em milho-doce, após três anos (Sumner et al., 2002).

A aplicação de nematicidas tem sido utilizada no controle de nematóides *Trichodoridae* (Taylor, 1978). Contudo, conhecem-se situações em que a utilização de alguns nematicidas sistêmicos, fumigantes e não-fumigantes, foi menos eficaz (Decraemer, 1995; Lemos et al., 1997; Taylor & Brown, 1997). De qualquer modo, o uso destes compostos encontra-se cada vez mais sujeito a legislação e restrições, por razões ambientais. Atualmente, ainda não foram encontradas alternativas ao uso de químicos que atuem com eficácia, assistindo-se nos últimos anos à intensificação de investigação na área da epidemiologia e de outras formas de controle, não químico.

## CONTROLE DOS DANOS INDIRETOS – (resultantes da ação como vetores de vírus)

A principal ação prejudicial dos tricodoriídeos advém da capacidade de algumas espécies transmitirem tobravírus às plantas. Sendo assim, o controle dos vírus é um tema complexo que requer tomar em consideração a concomitante nematóides vetores e dos vírus. Perante as estratégias epidemiológicas do vírus e vetor, quando o vírus está presente no vetor, nas infestantes e nas sementes num determinado solo, a sua erradicação torna-se extremamente difícil ou impossível (Weingartner, 2001).

Para formular medidas de controle adequadas, considerando os vírus e vetores, deverá ter-se em conta os seguintes fatores: história das culturas precedentes no campo e práticas culturais; distribuição, atividade e número de nematóides vetores; grau e tipo de infecção nas infestantes; eficiência de transmissão das espécies presentes; susceptibilidade das plantas hospedeiras aos vírus (Lemos et al., 1997). Resultados obtidos com os nematóides colhidos numa plantação de soja sobre pastagens degradadas e usados como inoculo em três tipos de gramíneas que se comportaram como hospedeiras de *P. minor*, permitiram concluir que a seleção das culturas deve ser baseada nas densidades populacionais dos nematóides detectadas na altura do planeamento de qualquer atividade agrícola (Machado et al., 2000). As medidas culturais não eliminam completamente as populações, tornando-se deste modo ineficazes no controle dos nematóides vetores e conseqüentemente, também dos vírus, cuja transmissibilidade não depende da quantidade de agentes vetores nem dos cultivares susceptíveis ao nematóide.

A distribuição e utilização de material vegetal infectado é, provavelmente, o principal meio de dispersão dos vírus transmitidos por nematóides. Deste modo, será crucial a adoção de medidas de certificação do material como isento de vírus, para evitar a sua disseminação. Assim, para se ter a garantia de qualidade recomenda-se que seja prestada a devida atenção à escolha dos cultivares, utilizando material de propagação sem sintoma, como por exemplo, a cultivar de batata Wilja (Dale et al., 2000). As técnicas de micro-propagação de cultura de tecidos permitem a produção de plantas sem vírus; a termoterapia, isoladamente, ou em conjunto com a micro-propagação, pode constituir uma ótima estratégia para eliminar os vírus (Lemos et al., 1997).

A utilização de determinadas plantas no controle dos vírus tem tido algum sucesso. Por exemplo, as plantas como *Medicago sativa* L. e *Mentha cardiaca* Baker, embora não sejam hospedeiras de TRV, garantem que os vetores que se alimentem das suas raízes durante três meses fiquem livres do vírus. Por isso, no noroeste dos EUA, são indicadas como boas culturas para introduzir em rotação com culturas susceptíveis (Brown et al., 2000). Mojtahedi et al. (2002) demonstraram experimentalmente que, usando

diferentes combinações com lucerne, conseguem a eliminação do vírus TRV da espécie virulífera *P. allius*. Porém, estas medidas implementadas isoladamente podem não ser eficaz, sendo necessário, em simultâneo, efetuar o controle das infestantes que servem de repositório ao vírus, tal como as suas sementes (Taylor, 1980; Mojtahedi et al., 2003; Boydston et al., 2004). Contudo, a eliminação total das infestantes numa cultura, por exemplo de batata, pode ser contraproducente pois, na falta de alimento, os vetores com vírus TRV passam a alimentar-se obrigatoriamente da planta da batata (Cooper & Harrison, 1973). Na região dos Flandres, a batata de semente usada para plantação num campo que teve cevada durante os três anos anteriores, deu origem a uma cultura com redução da incidência da doença nos tubérculos. Entretanto, no Reino Unido a introdução de cevada na rotação, por alguns anos, reduziu a incidência de TRV, uma vez que não é hospedeira do vírus, mas levou a um aumento do número de tricodoriídeos (French & Wilson, 1976). A escolha dos cultivares numa rotação de culturas deve ser cautelosa. Após a rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* em campos de inhame da costa, foram encontrados *Trichodorus* sp. e *P. minor* (Santana et al., 2003). O uso de cultivares resistentes foi apontado como uma solução atrativa ao problema dos vírus transmitidos por nematóides, particularmente em culturas ou plantações a longo prazo (Taylor & Brown, 1997).

O controle biológico também tem sido investigado em tricodoriídeos. A potencialidade da utilização de bactérias radiculares de plantas, com propriedades nematicidas, no controle destes nematóides foi testada, por exemplo, com vários isolados, sobre a atividade de *P. pachydermus* e *T. primitivus*; quatro das estirpes bacterianas levaram à redução da densidade destes nematóides, em culturas de batata, em condições de estufa (Insunza et al., 2002).

O controle genético dos tricodoriídeos tem sido dificultado por estes serem polípagos, por se alimentarem do seu hospedeiro por períodos muito curtos e, ainda, por não induzirem a formação de locais de alimentação bem desenvolvidos (Blok et al., 1997). Como até agora a resistência ao nematóide vetor ainda não foi conseguida, a atenção tem recaído cada vez mais sobre a resistência da planta à infecção do vírus. Na cultura da batata, por exemplo, sabe-se que alguns cultivares têm níveis de resistência diversos (Brown et al., 2000; Robinson et al., 2004). Por outro lado, a resistência transgênica, com a introdução de resistência ou tolerância aos tobnavírus, em plantas susceptíveis, tem sido o objetivo de vários grupos de investigação, embora sem o sucesso pretendido (Angenent et al., 1990; MacFarlane & Davies, 1992; Ploeg et al., 1993).

A procura de estratégias de controle alternativas conduz à necessidade de mais informação básica sobre a ecologia dos nematóides e a persistência e sobrevivência dos vírus no solo. Um conhecimento mais

profundo de todos estes aspectos permitirá desenvolver medidas alternativas, utilizando tecnologias menos prejudiciais para o ambiente e para a saúde do consumidor. Por um lado, há que tentar reduzir as populações de nematóides ou há que libertá-los de vírus. Deverá investigar-se melhor a atuação de compostos produzidos pelas plantas, com propriedades nematicidas e/ou nematostáticas, com efeito em espécies de tricodorídeos, e ainda, a utilização de agentes de controle biológico. As novas técnicas de engenharia genética, que incluem o desenvolvimento de plantas transgênicas, poderão vir a oferecer estratégias para a diminuição ou supressão das doenças das plantas causadas por tricodorídeos. O recurso a culturas ou cultivares não susceptíveis pode ser uma estratégia a desenvolver e a adotar pois poderá conduzir à redução da infestação por nematóides, a longo prazo.

## AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Isabel Abrantes e à Engenheira Isabel M. Dias Duarte agradece-se todo o generoso apoio, prestado com amizade.

## LITERATURA CITADA

- AHMAD, W. 1989. Taxonomy of the superfamily *Trichodoroidea* (*Nematoda: Triplonchida*). In: Jairajpuri, M.S. (Ed.). Nematode pest identification. Aligarh, India, Department of Zoology, Aligarh, Muslim University: 246-73.
- ALLEN, M.W. 1957. A review of the nematode genus *Trichodorus* with descriptions of ten new species. *Nematologica* 2:32-62.
- ALMEIDA, M.T.M. 1993. Caracterização e ecologia de populações portuguesas de *Trichodorus* spp. e *Paratrichodorus* spp. (*Nematoda: Trichodoridae*). Ph.D. Thesis. Escola de Ciências da Universidade do Minho.
- ALMEIDA, M.T.; DE WAELE, D.; SANTOS, M.S.N. DE A. & STURHAN, D. 1989. Species of *Trichodorus* (*Nematoda: Trichodoridae*) from Portugal. *Revue de Nématologie* 12:219-33.
- ANDRÁSSY, I. 1968. The scientific results of the Hungarian soil zoological expedition to the Brazzaville-Congo. 31. Nematoden aus Grundwasser. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae* 9-10:3-26.
- ANDRÁSSY, I. 1976. Evolution as a basis for the systematization of nematodes. Pitman Publishing, London, San Francisco & Melbourne.
- ANDRÁSSY, I. 1989. Six new species from South America. *Acta Zoologica*

- Hungarica 35:1-16.
- ANGENMENT, G.C.; VAN DEN OUWELAND, J.M. & BOL, J.F. 1990. Susceptibility to virus infection of transgenic tobacco plants expressing structural and nonstructural genes of tobacco rattle virus. *Virology* 175:191-8.
- ARIAS, D.; JIMÉNEZ, M.M.F. & LÓPEZ, P.J.M. 1965. Tres nuevas especies de nematodos posibles fitoparásitos en suelos españoles. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada* 38:47-58.
- BAEK, H. & CHOI, Y. 1995. Taxonomic studies of *Trichodoridae* (*Nematoda: Trichodoroidea*) from Korea, with descriptions of a new species. *Korean Journal of Applied Entomology* 34 (3):206-17.
- BAUJARD, P. 1980. *Trichodorus aquitanensis* n. sp. et données nouvelles sur *Paratrichodorus (Atlantadorus) pachydermus* (Seinhorst, 1954) Siddiqi, 1974 (*Nematoda: Trichoridae*). *Rev. de Nématologie* 3:21-7.
- BAUJARD, P. & DECRAEMER, W. 2000. A database on taxonomy, morphometrics and identification of taxa belonging to the family *Trichodoridae* (*Nematoda: Triplonchida*). *J. of Nematode Morph. and Syst.* 2:173-93.
- BAUJARD, P. & GERMANI, G. 1985. Description de *Monotrichodorus sacchari* n. sp., *Paratrichodorus anthurii* n. sp., et d'une population de *Paratrichodorus westindicus* Rodriguez-M., Sher & Siddiqi, 1978 (*Nematoda: Trichodoridae*). *Rev. de Nématologie* 8:35-9.
- BAUJARD, P. & MARINY, B. 1995. Ecology and pathogenicity of four trichodorid species from the semi-arid region of West Africa. *Nematologica* 41:98-105.
- BERNARD, E.C. 1992. *Trichodorus elefjohnsoni* n. sp. (*Nematoda: Trichodoridae*) from undisturbed Appalachian Forest. *J. of Nematology* 24:78-83.
- BIRD, G.W. 1967. *Trichodorus acutus* n. sp. (*Nematoda: Diphtherophoroidea*) and a discussion of allometry. *Can. J. of Zool.* 45:1201-4.
- BIRD, G.W. & MAI, W.F. 1968. Morphometric and allometric variations of *Trichodorus christiei*. *Nematologica* 13:617-32.
- BLOK, V.; EHWAETI, M.; FARGETTE, M.; KUMAR, A.; PHILLIPS, M.; ROBERTSON, W. & TRUDGILL, D. 1997. Evolution of resistance and virulence in relation to the management of nematodes with different biology, origins and reproductive strategies. *Nematologica* 43:1-13.
- BOAG, B. 1985. The localised spread of virus-vector nematodes adhering to farm machinery. *Nematologica* 31:234-5.
- BOR, N.A. & KUIPER, K. 1966. Gevoeligheid van *Trichodorus teres* en *T. pachydermus* voor uitwendige invloeden. *Mededelingen Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen. Gent* 31:609-16.
- BOS, L. & VAN DER WANT, J.P.H. 1962. Early browning of pea, a disease

- caused by a soil and seed-borne virus, Tijdschr. Plantenziekten 68:368-90.
- BOUTSIKA, K.; BLOK, V.C.; PHILLIPS, M.S.; LEWIS, S.A.; ROBBINS, R. T.; FERRAZ, L.C.B. & BROWN, D.J.F. 2004. Confirmation of the synonymy of *Paratrichodorus christiei* (Allen, 1957) Siddiqi, 1974 with *P. minor* (Colbran, 1956) Siddiqi, 1974 (*Nematoda: Triplonchida*) based on sequence data obtained for the ribosomal DNA 18S gene. Nematology 6:145-51.
- BOUTSIKA, K.; PHILLIPS, M.S.; MAC FARLANE, S.A.; BROWN, D.J.F.; HOLEVA, R.C. & BLOK, V.C. 2004. Molecular diagnostics of some trichodorid nematodes and associated *Tobacco rattle virus*. Plant Pathology 53:110-6.
- BOYDSTON, R.A.; MOJTAHEDI, H.; CROSSLIN, J.M.; THOMAS, P.E.; ANDERSON, T.L. & RIGA, E. 2004. Evidence for the influence of weeds on corky ringspot persistence in alfalfa and scotch spearmint rotations. Am. J. of Potato Res. 81:215-55.
- BROWN, C.R.; MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; HAMM, P.J.J.; CORSINI, D.; LOVE, S.; CROSSLIN, J.M. & THOMAS, P.E. 2000. Potato germplasm resistant to corky ringspot disease. Am. J. of Potato Res. 77:23-7.
- BROWN, E.B. & SYKES, G.B. 1993. Control of tobacco rattle virus (spraying) in potatoes Ann. of Appl. Biol. 75:462-4.
- BROWN, D.J.F. & WEISCHER, B. 1998. Specificity, exclusivity and complementarity in the transmission of plant viruses by plant parasitic nematodes: an annotated terminology. Fund. and Appl. Nematol. 21:1-11.
- BROWN, D.J.F.; PLOEG, A.T. & ROBINSON, D.J. 1989a. Specificity of transmission of tobnavirus variants by their (*Para*) *Trichodorus* nematodes. J.of Nematol. 21:553.
- BROWN, D.J.F.; PLOEG, A.T. & ROBINSON, D.J. 1989b. A review of reported associations between *Trichodorus* and *Paratrichodorus* species (*Nematoda: Trichodoridae*) and tobnaviruses with a description of laboratory methods for examining virus transmission by trichodorids. Ver. de Nématol.12:235-41.
- BROWN, D.J.F.; ROBERTSON, W.M. & TRUDGILL, D.L. 1995. Transmission of viruses by plant nematodes. Ann. Rev.of Phytopathol. 33:223-49.
- CADET, P.; GUICHAOUA, L. & SPAULL, V.W. 2004. Nematodes, bacterial activity, soil characteristics and plant growth associated with termitaria in a sugarcane field in South Africa. Appl. Soil Ecol. 25:193-206.
- CAVALCANTE, M. DE J.B.; SHARMA, R.D.; VALENTIM, J.F. & GONDIM, T.M.S. 2002. Nematóides associados ao amendoim forrageiro e a bananeira no estado do Acre. Fitopatologia Bras 27:107.
- CHAGAS, C. M.; FLORES, E. & CANER, J. 1970. Uma nova doença de

- Vírus da Alcachofra no Estado de São Paulo. O Biológico 35:271-4.
- CHAGAS, C.M.; SILBERSCHMIDT, K. 1972. Vírus da Faixa Amarela da Alcachofra: Ocorrência, transmissão mecânica e propriedades físicas. O Biológico 38:35-40.
- CHELLENI, D.O.; OLSEN, S.M.; SCOTT, J.W.; MITCHELL, D.J. & MCSORLEY, R. 1993. Reduction of phytoparasitic nematodes on tomato by soil solarization and genotype. Suppl. of J. of Nematol. 25(4S):800-5.
- CHRISTIE, J.R. & V.G. PERRY 1951. A root disease of plants caused by a nematode of the genus *Trichodorus*. Science 113:491-3.
- CLARK, W.C. 1963. A new species of *Trichodorus* (*Nematoda: Enoplida*) from Westland, New Zealand. New Zealand J. of Sci. 6:414-7.
- COBB, N.A. 1913. New nematode genera found inhabiting fresh water and non-brackish soils. J. of the Washington Acad. of Sci. 3:432-44.
- COBB, N.A. 1920. One hundred new nemas. Contributions to a Science of Nematology 9:217-343.
- COIRO, M.I. & SASANELLI, N. 1994. The life cycle and reproductive potential of individual *Trichodorus sparsus* (*Nematoda*) on S. Lucie cherry. Nematol. Mediterranea 22:233-6.
- COLBRAN, R.C. 1965. Studies of plant and soil nematode associated with citrus and peach trees. Queensland J. of Agricul. and Animal Sci 22:273-6.
- COOKE, D.A. 1973. The effect of plant parasitic nematodes, rainfall and other factors on docking disorder of sugar beet. Plant Pathol. 22:161-70.
- COOKE, D.A. 1984. The effect of soil-applied granular pesticides and irrigation on the yield of sugar beet in fields infested with *Trichodorus viruliferus*. Ann. of Appl. Biol. 105:253-61.
- COOMANS, A. & LOOF, P.A.A. 1970. Morphology and taxonomy of *Bathyodontina* (*Dorylaimida*). Nematologica 16:180-96.
- COOPER, J.I. 1971. The distribution in Scotland of tobacco rattle virus and its nematode vectors in relation to soil type. Plant Pathology 20:51-8.
- COOPER, J.I. & HARRISON, B.D. 1973. The role of weed hosts and the distribution and activity of vector nematodes in the ecology of tobacco rattle virus. Ann. of Appl. Biol. 73:53-66.
- COSTA, A.S. & KITAJIMA, E.W. 1968. Transmissão do vírus do anel do pimentão através da semente do tomate. Rev. da Soc. Bras. de Fitopatol. 2:25.
- DALE, M.F.B.; ROBINSON, D.J. & TODD, D. 2004. Effects of systemic infections with *Tobacco rattle virus* on agronomic and quality traits of a range of potato cultivars. Plant Pathol. 53:788-93.
- DALE, M.F.B.; ROBINSON, D.J.; GRIFFITHS, D.W.; TODD, D. & BAIN, H. 2000. Effects of tuber-born M-type strain of *Tobacco rattle virus* on yield and quality attributes of potato tubers of the cultivar Wilja. Eur. J. of Plant Pathol. 106:275-82.
- DE LEY, P. & BLAXTER, M. 2002. Systematic Position and Phylogeny. In:

- The Biology of Nematodes. Ed. Lee, D.L. Taylor & Francis, London, New York, p.1-30.
- DE MAN, J.G. 1880. Die einheimischen, frei in der reinen Erde und in süssen Wasser Lebenden Nematoden. Tijdschrift der Nederlandsche dierkundige Vereeniging 5:1-104.
- DE WAELE, D. 1988. *Trichodorus petrusalberti* n. sp. (*Nematoda: Trichoridae*) from rice with additional notes on the morphology of *T. sanniae* and *T. rinae*. J. of Nematol. 20:85-90.
- DE WAELE, D. & BRZESKI, M. W. 1995. *Trichodorus altaicus* sp. n. (*Nematoda: Trichoridae*) and a key to the species of the genus *Trichodorus*. Fundamental and applied Nematology 18:181-7.
- DE WAELE, D. & CARBONELL, E. 1983. Two new species of *Trichodorus* from Africa. Nematologica 28:387-97.
- DE WAELE, D. & COHN, E. 1992. *Trichodoridae* from Israel, with a description of *Trichodorus minzi* n. sp. Fund. and Appl. Nematol. 15:201-7.
- DE WAELE, D. & HASHIM, Z. 1984. *Trichodorus orientalis* n. sp. (*Nematoda: Trichoridae*) from Jordan and Iran. Syst. Parasitol 6:63-7.
- DE WAELE, D. & KILIAN, S. 1992. *Trichodorus vandenbergaë* n. sp. and *Para-trichodorus meyeri* n. sp. (*Nematoda: Trichoridae*) from South Africa, with notes on *P. teres*, *P. catharinæ* and *P. sachari*. Fund. and Appl. Nematol. 15:397-406.
- DE WAELE, D. & STURHAN, D. 1987. *Trichodorus persicus* n. sp. (*Nematoda: Trichoridae*) from Iran. Syst. Parasitol. 10:79-83.
- DE WAELE, D.; MEYER, A.J. & VAN MIEGHEM, A.P. 1990. *Trichodorus philipi* n. sp. from South Africa, with notes on *Paratrichodorus lobatus* and *P. acutus*. J. of Nematol. 22:200-6.
- DE WAELE, D.; MANCINI, G.; ROCA, F. & LAMBERTI, F. 1982. *Trichodorus taylori* sp. n. (*Nematoda: Dorylaimida*) from Italy. Nematol. Mediterranea 10:27-37.
- DECRAEMER, W. 1980. Systematics of the *Trichodoridae* (*Nematoda*) with keys to their species. Rev. de Nématol. 3:81-99.
- DECRAEMER, W. 1991. Stubby root and virus vector nematodes: *Trichodorus*, *Paratrichodorus*, *Allotrichodorus*, and *Monotrichodorus*. In: Nickle, W.R. (Ed.). Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker, Inc.: New York, Basel, Hong Kong. p.587-625.
- DECRAEMER, W. 1995. The family *Trichodoridae*: Stubby Root and Virus Vector Nematodes. Developments in Plant Pathology, volume 6. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston and London.
- DECRAEMER, W. & BAUJARD, P. 1998a. Taxonomic status of *Paratichodorus faisalabadensis* Nasira & Maqbool, 1994 and *P. psidii* Nasira & Maqbool, 1994 (*Nematoda: Triplonchida*). Fund. and Appl. Nematol. 21:33-6.

- DECRAEMER, W. & BAUJARD, P. 1998b. A polytomous key for the identification of species of the family *Trichodoridae* Thorne, 1935 (*Nematoda: Triplonchida*). *Fund. and Appl. Nematol.* 21:37-62.
- DECRAEMER, W. & DE WAELE, D. 1981. Taxonomic value of the position of oesophageal gland nuclei and of oesophageal gland overlap in the *Trichodoridae (Diphtherophorina)*. *Nematologica* 27:82-94.
- DECRAEMER, W. & KILIAN, S. 1992. Description of *Trichodorus parorientalis* n.sp. (*Nematoda: Diphtherophoroidea*) from South Africa. *Fund. and Appl. Nematol.* 15:539-43.
- DECRAEMER, W. & MARAIS, M. 1993. Two new species of *Trichodorus* from South Africa, with a note on *T. petrusalberti* (*Nemata: Trichodoridae*). *Fund. and Appl. Nematol.* 16:273-82.
- DECRAEMER, W. & MARAIS, M. 2000. A new *Trichodorus* species from South Africa with notes on *T. vandenbergae (Triplonchida: Diphtherophorina)*. *Annales Zoologici* 50:193-203.
- DECRAEMER, W. & REAY, F. 1991. Trichodorid nematodes from Australia with description of two new species from native vegetation. *Australasian Plant Pathol.* 20:52-66.
- DECRAEMER, W. & ROBERTSON, W. 1998. On the ultrastructure of the cuticle of *Trichodoridae* Thorne, 1935 (*Nematoda: Enoplia*). *Fund. and Appl. Nematol.* 21:501-10.
- DECRAEMER, W.; KARANASTASI, E.; BROWN, D. & BACKELJAU, T. 2003. Review of the ultrastructure of the nematode body cuticle and its phylogenetic interpretation. *Biol. Rev.* 78:465-510.
- DECRAEMER, W.; ROCA, F.; CASTILLO, P.; PEÑA-SANTIAGO, R. & GOMEZ-BARCINA, A. 1993. *Trichodoridae* from southern Spain, with description of *Trichodorus giennensis* n.sp. (*Nemata: Trichodoridae*). *Fund. and Appl. Nematol.* 16:407-16.
- DERRICK, P.M.; BARKER, H. & OPARKA, K.J. 1992. Increase in plasmodesmatal permeability during cell-to-cell spread of tobacco rattle virus from individually inoculated cells. *The Plant Cell* 4:1405-1412.
- DUARTE, I.M.; ALMEIDA, M.T.M. & BROWN, D.J.F. 2002. *Tobacco rattle virus* and its associated vector trichodorid nematodes in Portugal. "Fourth International Congress of Nematology". Tenerife, I. Canárias, Espanha: 264-5.
- DUARTE, I.; ALMEIDA, M.T.M.; BROWN, D.J.F.; OLIVEIRA, M.; RIGA, E.; KARANASTASI, E & NEILSON, R. 2004. Phylogenetic Relationships among *Trichodorus* and *Paratrichodorus* species. XXVII ESN International Symposium, Roma, Itália: 66.
- DUARTE, I.; ALMEIDA, M.T.M.; BROWN, D.J.F.; OLIVEIRA, M.; RIGA, E.; KARANASTASI, E & NEILSON, R. 2004. Molecular diagnosis of *Trichodorus* and *Paratrichodorus* species. XXVII ESN International Symposium Roma, Itália:107-8.

- EDWARD, J.C. & MISRA, S.L. 1970. Two new species of *Trichodorus* from Uttar Pradesh, India. Allahabad Farmer 44:166-71.
- EROSHENKO, A.S. & TEPLYAKOV, A.A. 1975. A new species of the ectoparasitic nematode (the genus *Trichodorus*) from coniferous forests in the Far East of the USSR. Parazitology 9:545-7.
- FERRAZ, L.C.C.B.; LORDELLO, L.G.E. & MONTEIRO, A.R. 1984. Nematoides associados a espécies de *Eucalyptus*, *Pinus* e outras essências florísticas cultivadas no estado de São Paulo. Rev. de Agricul. Piracicaba, Brazil 59:59-69.
- FRENCH, N. & WILSON, W. 1976. Influence of crop-rotation, weed-control and nematicides on spraying in potatoes. Plant Pathol. 25:167-72.
- GOODEY, T. 1951. Soil and Freshwater Nematodes. Methuen: London.
- HARRISON, B.D. 1970. Commonw. Mycol. Inst./Assoc. Appl. Biol. Descriptions of Plant Viruses 12, pp. 4p.
- HARRISON, B.D. 1973. Pea early-browning virus. C.M.I./A.A.B. Descriptions of Plant viruses 2, 120, 4p.
- HARRISON, B.D. & NIXON, H.L. 1959. Separation and properties of particles of tobacco rattle virus with different lengths. J. of General Microbiol 21:569.
- HARRISON, B.D., & ROBINSON, D.J. 1978. The tobnaviruses. Advances in Virus Res. 23:25-77.
- HARRISON, B.D. & ROBINSON, D.J. 1981. Tobnaviruses. In: Kurstak, E.K. (Ed.). Handbook of plant virus infections. North-Holland Biomedical Press: Amsterdam, Elsevier, p.515-40.
- HARRISON, B.D.; ROBERTSON, W., & TAYLOR, C.E. 1974. Specificity of retention and transmission of viruses by nematodes. J. of Nematol. 6:155-64.
- HEWITT, W.B.; RASKI, D.J. & GOHEEN, A.C. 1958. Nematode vector of soil-borne fanleaf virus of grapevines. Phytopathology 48:586-95.
- HOOPER, D.J. 1962. Three new species of *Trichodorus* (*Nematoda: Dorylaimoidea*) and observations on *T. minor* Colbran, 1956. Nematologica 7:273-80.
- HOOPER, D.J. 1963. *Trichodorus viruliferus* n. sp. (*Nematoda - Dorylaimida*). Nematologica 9:200-4.
- HOOPER, D.J. 1972. Two new species of *Trichodorus* (*Nematoda: Dorylaimida*) from England. Nematologica 18:59-65.
- HÖRVATH, J. 1968. New artificial hosts and non-hosts of plant viruses and their role in the identification and separation of viruses. III. Tobnavirus group: Tobacco Rattle Virus. Acta Phytopathologica, Academiae Scientiarum Hungaricae 13:51.
- HUNT, D.J. 1993. *Aphelenchida*, *Longidoridae* and *Trichodoridae*. Their Systematics and Bionomics. CAB International, Wallingford, U.K.
- INGHAM, R.E.; HAMM, P.B.; MCMORRAN, J.P. & CLOUGH, G.H.

- 1999). Management of *Paratrichodorus allius* damage to onion in the Columbia Basin of Oregon. J. of Nematol. 31(4S):678-83.
- INOMOTO, M.M. & MONTEIRO, A.R. 1995. Occurrence of *Xiphidorus minor* and *Paratrichodorus anthurii* in the state of São Paulo, Brazil. Nematropica 25:90.
- INSUNZA, V.; ALSTROM, S. & ERIKSSON, K.B. 2002. Root bacteria from nematocidal plants and their biocontrol potential against trichodoriid nematodes in potato. Plant and Soil 241:271-8.
- IVANOVA, T.S. 1977. [Virus-carrying root nematodes of the suborder *Diphtherophorina*]. Opređeliteli Nematodii Rastenii Nauk Nasek 4:1-93. (Em Russo).
- JAIRAJPURI, M.S. & AHMAD, W. 1992. *Dorylaimida*, freeliving, predacious and plant-parasitic nematodes. Leiden, The Netherlands, Brill.
- JENSEN, H. J. 1963. *Trichodorus allius*, a new species of stubby-root nematode from Oregon (*Nemata: Dorylaimoidea*). Proc. of the Helminthol. Soc. of Washington 30:157-9.
- KARANASTASI, E. & BROWN, D.J.F. 2004. Interspecific variation in the site of Tobravirus particle retention in selected virus-vector *Paratrichodorus* and *Trichodorus* species (*Nematoda: Diphtherophorina*). Nematology 6:261-72.
- KARANASTASI, E.; DECRAEMER, W. & BROWN, D. 2000. Ultrastructure of the body cuticle of trichodoriid nematodes and comparison with other nematode taxa (*Trichodoridae*, *Triplonchida*). Mededelingen van de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. MFLBER 65:515-21.
- KARANASTASI, E.; WYSS, U. & BROWN, D.J.F. 2003. An in vitro examination of the feeding behaviour of *Paratrichodorus anemones* (*Nematoda: Trichodoridae*), with comments on the ability of the nematode to acquire and transmit *Tobravirus* particles. Nematology 5:421-34.
- KARANASTASI, E.; DECRAEMER, W.; ZHENG, J.; ALMEIDA, M.T.M.A. & BROWN, D.J.F. 2001. Interspecific differences in the fine structure of the body cuticle of *Trichodoridae* Thorne, 1935 (*Nematoda: Diphtherophorina*) and review of anchoring structures of the epidermis. Nematology 3:525-33.
- KARANASTASI, E.; VASSILAKOS, N.; ROBERTS, I.M.; MACFARLANE, S.A. & BROWN, D.J.F. 2000. Immunogold localization of Tobacco rattle virus particles within *Paratrichodorus anemones*. J. of Nematol. 32:5-12.
- KHAN, T.H.; JAIRAJPURI, M.S. & AHMAD, W. 1989. Descriptions of some new and known species of dorylaim nematodes. Nematologica 35:419-37.
- KHAN, E.; SAHA, M. & LAL, M. 1993. A new species of Atlantadorus Siddiqi,

- 1974 (*Nematoda: Trichodoroidea*) from Delhi. Ann. of Plant Protection Sci. 1:15-17.
- KUIPER, K. 1977. Introductie en vestiging van planteparasitaire aaltjes in nieuwe polders, in het bijzonder van *Trichodorus teres*. Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen, Serie 555, 140 p.
- KUIPER, K. & LOOF, P.A.A. 1962. *Trichodorus flevensis* n. sp. (Nematoda: Enoplida), a plant nematode from a new polder soil. Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen, 136:193-200.
- LEMOS, R.M.; SANTOS, M.S.N. DE A. & ABRANTES, I. M. DE O. 1997. Control strategies for virus vector nematodes and their associated viruses. In: Santos, M.S.N. de A.; Abrantes, I.M. de O.; Brown, D.J.F. & Lemos, R.M. (Ed.). An introduction to virus vector nematodes and their associated viruses. Instituto do Ambiente e Vida, Universidade de Coimbra, Portugal. p.381-420.
- LIU, R. & CHENG, H. 1990. Occurrence of trichodorid species (*Nemata: Trichodoridae*) in China. J. of Nanjing Agricul. Univ. 13:50-4.
- LOOF, P.A.A. 1965. *Trichodorus anemones* n. sp. with a note on *T. teres* Hooper, 1962 (*Nematoda: Enoplida*). Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen 142:132-6.
- LOOF, P.A.A. 1973. Taxonomy of the *Trichodorus aequalis* - complex (*Diphtherophorina*). Nematologica 19:49-62.
- LORDELLO, L.G.E. & ZAMITH, A.P.L. 1958. Nota sôbre o gênero *Trichodorus* Cobb, 1913, com descrição de *Trichodorus bucrius* sp. n. (*Nematoda, Dorylaimoidea*). Anais da Academia Brasileira de Ciências 30:103-5.
- MAAFI, Z.T. & DECRAEMER, W. 2002. Description of *Trichodorus gilanensis* n.sp. from a forest park in Iran and observations on *Paratrichodorus tunisiensis* (Siddiqi, 1974 (*Nematoda: Diphtherophorina*)). Nematology 4(1):43-54.
- MACHADO, A.C.Z.; FILHO, S. DE P.V & INOMOTO, M. 2000. Reprodução de fitonematóides identificados em uma área de plantio direto em três espécies de gramíneas. Nematol. Bras. 24:173-7.
- MACFARLANE, S.A.. 1996. Rapid cloning of uncharacterised *Tobacco rattle virus* isolates using long template (LT) PCR. J. of Virol. Methods 56:91-8.
- MACFARLANE, S.A. & BROWN, D.J.F. 1995. Sequence comparison of RNA2 of nematode transmissible and nematode non-transmissible isolates of pea early browning virus suggests that the gene encoding the 29 KDa protein may be involved in nematode transmission. J. of General Virol. 76:1299-304.
- MACFARLANE, S.A. & DAVIES, J.W. 1992. Plants transformed with a

- region of the 201-kilodalton replicase gene from pea early browning virus RNA-1 are resistant to virus infection. Proc. of the National. Acad. of Sci. USA 89:5829-33.
- MACFARLANE, S.A.; NEILSON, R. & BROWN, D.J.F. 2002. Nematodes. Adv. in Bot. Res. 36:170-97.
- MACFARLANE, S.A.; WALLIS, C.V. & BROWN, D.J.F. 1996. Multiple virus genes involved in the nematode transmission of pea early browning virus. Virology 219:417-22.
- MACGOVERN, R.J.; MCSORLEY, R. & BELL, M.L. 2003. Reduction of landscape pathogens in Florida by soil solarization. Plant Dis. 86 (12):1388-95.
- MCSORLEY, R.M. & GALLAHER, R.N. 1993. Effect of crop rotation and tillage on nematode densities in tropical com. Suppl. to J. of Nematol. 25(4S):814-9.
- MANZANILLA-LÓPEZ, R.H.; EVANS, K. & BRIDGE, J. 2004. Plant Diseases Caused by Nematodes. In: Nematology, Advances and Perspectives (Z. X., Chen, S.Y. Chen, and D. W. Dickson (ed.). Volume 2. Nematode Management and Utilization. CABI Publishing, Wallingford and Tsinghua University Press, Beijing, p.636-716.
- MALEK, R.B.; JENKINS, W.R. & POWERS, E.M. 1965. Effect of temperature on growth and reproduction of *Criconemoides curvatum* and *Trichodorus christiei*. Nematologica 11:41.
- MARAIS, M. & BOTHA-GREEF, M.S. 1997. A new species of *Paratrichodorus* Siddiqi (Nemata: **Trichodoridae**) from Namibia, with a note on males of *P. minor* (Colbran) Siddiqi from South Africa. African Plant Protection 3:17-22.
- MARAIS, M.; SWART, A. & HEYNS, J. 1995. A new species and a new record of *Dorylaimida* (De Man) Pearse (*Nemata*) from the Amazonas Province, Brazil. African Plant Protection, 1:19-24.
- MARAIS, M.; DECRAEMER, W. & QUENEHERVE, P. 1996. Three *Trichodoridae* from French Guiana and Martinique (*Nemata: Diphtherophorina*). Nematropica 26:121-8.
- MICOLETZKY, H. 1922. Die freilebenden Erd-Nematoden. Archiv fur Naturgeschichte A, 87:1-650.
- MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; THOMAS, P.E.; CROSSLIN, J.M. & BOYDSTON, R.A. 2002. Eliminating Tobacco rattle virus from viruliferous *Paratrichodorus allius* and establishing a new virus-vector combination. J. of Nematol. 34:66-9.
- MOJTAHEDI, H.; BOYDSTON, R.A.; THOMAS, P.E.; CROSSLIN, J.M.; SANTO, G.S.; RIGA, E. & ANDERSON, T.L. 2003. Weed hosts of *Paratrichodorus allius* and tobacco rattle virus in the Pacific Northwest. Am. J. of Potato Res. 80:379-85.
- MOUNPORT, D.; BAUJARD, P. & MARTINY, B. 1997. TEM observations

- on the body cuticle of *Trichodoridae* Thorne, 1935 (*Nematoda: Enoplia*). *Nematologica* 43:253-8.
- NASIRA, K. & MAQBOOL, M.A. 1994. Two new species of *Paratrichodorus* Siddiqi, 1974 (*Nematoda: Trichodoridae*) with observation on *P. mirzai* (Siddiqi, 1974 and *P. renifer* Siddiqi, 1974 from Pakistan. *Fund. and Appl. Nematol.* 17:323-32.
- PEARSE, A.S. 1942. *Introduction to Parasitology*. Springfield, III: Baltimore, Maryland.
- PITCHER, R.S. 1967. The host - parasitic relations and ecology of *Trichodorus viruliferus* on apple roots, as observed from an underground laboratory. *Nematologica* 13:547-57.
- POEG, A.T. & DECRAEMER, W. 1997. The occurrence and distribution of trichodorid nematodes and their associated tobnaviruses in Europe and the former Soviet Union. *Nematologica* 43:228-51.
- POEG, A.T.; ROBINSON, D.J. & BROWN, D.J. F. 1993. RNA-2 of tobacco rattle virus encodes the determinants of transmissibility by trichodorid nematodes. *J. of General Virol.* 74:1463-6.
- POEG, A.T.; MATHIS, A.; BOL, J.F.; BROWN, D.J.F. & ROBINSON, D.J. 1993. Susceptibility of transgenic tobacco plants expressing *Tobacco rattle virus* coat protein to nematode-transmitted and mechanically inoculated tobacco rattle virus. *J. of General Virol.* 74:2709-15.
- POPOVICI, I. 1989. A new species of *Paratrichodorus* (*Nematoda: Diplitherophorina*) from Romania. *Nematologica* 35:455-60.
- RAHMAN, M.F. & AHMAD, I. 1985. Two new species of the genus *Trichodorus* Cobb, 1913 (*Nematoda: Dorylaimida*) from India. *Rev. de Nématol.* 8:103-7.
- RASHID, F.; DE WAELE, D. & COOMANS, A. 1986. *Trichodoridae* (*Nematoda*) from Brazil. *Nematologica* 31:289-320.
- RAZJIVIN, A.A. & PENTON, G. 1975. A new species of the genus *Trichodorus* (*Nematoda*) from the rhizosphere of the sugar cane in Cuba. *Zoologicheskii Zhurnal* 7:1082-3.
- RHOADES, H. 1964. Effect of *Crotalaria spectabilis* and *Sesbania exaltata* on plant nematode populations and subsequent yield of snap beans and cabbage. *Proc. Florida State Horticult. Soc.* 77:233-7.
- RIGA, E.; KARANASTASI, E.; OLIVEIRA, C.M.G. & NEILSON 2004. Development of a rapid diagnostic test for detection of the stubby root, *Paratrichodorus allius* and *P. teres*. *Proc. of XXVII ESN International Symposium, Roma: 73.*
- ROBERTSON & HENRY, C.E. 1986. A possible role of carbohydrates in the retention of nematode-transmitted viruses. *Annual Report of the Scottish Crop Research Institute for 1985, Invergowrie, p.113.*
- ROBINSON, D.J. 1992. Detection of *Tobacco rattle virus* by reverse transcription and polymerase chain reaction. *J. of Virol. Methods* 40:57-

66.

- ROBINSON, D.J. & HARRISON, B.D. 1989a. Tobacco rattle virus. C.M.I./A.A.B. Descriptions of Plant Viruses 346, 4p.
- ROBINSON, D.J. & HARRISON, B.D. 1989b. Pepper ringspot virus. C.M.I./A.A.B. Descriptions of Plant Viruses 347, 4p.
- ROBINSON, D.J.; DALE, M.F.B. & TODD, D. 2004. Factors affecting the development of disease symptoms in potatoes infected by *Tobacco rattle virus*. *European J. of Plant Pathol.* 110:921-8.
- ROCA, F. 1998. Description of *Trichodorus variabilis* n.sp. (*Nematoda: Diphtherophoroidea*) from Greece. *Fund. and Appl. Nematol.* 21:173-6.
- ROCA, F. & ARIAS, M. 1986. A new *Paratrichodorus* species (*Nematoda: Trichodoridae*) from Spain. *Nematologia Mediterranea* 14:181-5.
- RODRIGUEZ-M., R. & BELL, A.H. 1978. Three new species of *Trichodoridae* (*Nematoda: Diphtherophorina*) with observations on the vulva in *Paratrichodorus*. *J. of Nematol.* 10:132-41.
- RODRIGUEZ-M. R.; SHER, S.A. & SIDDIQI, M.R. 1978. Systematics of the mono-delphic species of *Trichodoridae* (*Nematoda: Diphtherophorina*) with descriptions of a new genus and four new species. *J. of Nematol.* 10:141-52.
- SANTANA, A.A.D. DE.; MOURA, R.M. DE & PEDROSA, E.M.R. 2003. Efeito da rotação com cana-de-açúcar e *Crotalaria juncea* sobre populações de nematóides parasitos do inhame-da-costa. *Nematol. Bras.* 27:13-6.
- SCHMELZER, K. 1957. Untersuchungen uber den Wirtspflanzenkreis des Tabakmauche-Virus. *Phytopathologisches Zeitschrift* 30:281-314.
- SEINHORST, J.W. 1954. On *Trichodorus pachydermus* n. sp. (*Nematoda: Enoplida*). *J.I of Helminthol.* 28:111-4.
- SEINHORST, J.W. 1963. A redescription of the male of *Trichodorus primitivus* (De Man), and the description of a new species *T. similis*. *Nematologica* 9:125-30.
- SHARMA, R.D.; CAVALCANTE, M. DE J.B.; MOURA, G. DE M. & VALENTIM, J.F. 2002. Nematóides associados a genótipos de soja cultivados no Acre, Brasil. *Nematol. Bras.* 26:109-11.
- SHER, S.A. BELL, A.H. & RODRIGUEZ, R. 1976. The face view of *Trichodoridae*. *J. of Nematol.* 9:254-6.
- SHISHIDA, Y. 1979. Studies of nematodes parasitic on woody plants. 1. Family *Trichodoridae* (Thorne, 1933) Clark, 1961. *Jap. J. of Nematol.* 9:28-44.
- SIDDIQI, M.R. 1960. Two new species of the genus *Trichodorus* (*Nematoda: Dorylaimoidea*) from India. *Proc. of the Helminthol. Soc. of Washington* 27:22-7.
- SIDDIQI, M.R. 1962. *Trichodorus pakistanensis* n. sp. (*Nematoda: Trichodoridae*) with observations on *T. porosus* Allen, 1957, *T. mirzai*

- Siddiqi, 1960, and *T. minor* Colbran, 1956, from India. *Nematologica* 8:193-200.
- SIDDIQI, M.R. 1963. *Trichodorus* spp. (*Nematoda: Trichodoridae*) from Tunisia and Nicaragua. *Nematologica* 9:60-75.
- SIDDIQI, M.R. 1974. Systematics of the genus *Trichodorus* Cobb, 1913 (*Nematoda: Dorylaimida*), with descriptions of three new species. *Nematologica* 19:259-78.
- SIDDIQI, M.R. 1980. On the generic status of *Atlantadorus* Siddiqi, 1974 and *Nanidorus* Siddiqi, 1974 (*Nematoda: Trichodoridae*). *Systematic Parasitology* 1:151-2.
- SIDDIQI, M.R. 1983. Phylogenetic relationships of soil nematode orders *Dorylaimida*, *Mononchida*, *Triplonchida* and *Alaimida*, with a revised classification of the subclass *Enoplia*. *Pakistan J. of Nematol.* 1:79-110.
- SIDDIQI, M.R. 1991. Studies on plant-parasitic nematode genus *Monotrichodorus*, with descriptions of three new species from South America and *Paratrichodorus paramirzai* sp.n. from India. *Afro-Asian J. of Nematol.* 1:180-91.
- SIDDIQI, M.R. 2002. Studies on Plant-parasitic Nematode Genus *Monotrichodorus*, with descriptions of three new species from South America and *Paratrichodorus paramirzai* sp. n. from India. *Int. J. of Nematol.* 12:197-202.
- SIDDIQI, M.R. & BROWN, K.F. 1965. *Trichodorus rhodesiensis* and *Amphidelus trichurus*, two new nematode species from cultivated soils of Africa. *Proc. of the Helminthol. Soc. of Washington* 32:239-42.
- SIDDIQI, M.R. & SHARMA, S.B. 1995. *Trichodorus reduncus* sp.n. and *Tylenchorhynchus (Divittus) dispersus* sp.n. associated with groundnut in Vietnam. *Afro-Asian J. of Nematol.* 5:48-52.
- SOL, H. H.; VAN HEUVEN, J.C. & SEINHORST, J.W. 1960. Transmission of rattle virus and atropa belladonna mosaic virus by nematodes. *Tijdschrift voor Plantenziekten* 66:228-31.
- SOTOMAYOR, D.; ALLEN, L.H., Jr.; CHEN, Z.; DICKSON, D.W. & HEWLETT, T. 1999. Anaerobic soil management practices and solarization for nematode control in Florida. *Nematropica* 29:153-70.
- SRIVASTAVA, N.; SINGH, V. & AHMAD, M. 2000. Morphometric and allometric variations of a population of *Trichodorus pakistanensis* Siddiqi, 1962 from Uttar Pradesh, India. *Nematol. Mediterranea* 28:227-33.
- STURHAN, D. 1985. Ein neuer phytonematode aus Deutschland: *Paratrichodorus weischeri* spec. nov. (*Nematoda, Trichodoridae*). *Mitteilungen aus der Biologischen Bundessanstalt für Land-und Forstwirtschaft* 226:31-45.
- SUMNER, D.R.; HALL, M.R.; GAY, J.D.; MACDONALD, S.I.S. & BRAMWELL, R.K. 2002. Root diseases, weeds, and nematodes with

- poultry litter and conservation tillage in a sweet-snap bean double crop. Crop Protect 21:963-72.
- SZCZYGIEL, A. 1968. *Trichodorus sparsus* sp. n. (*Nematoda: Trichodoridae*). Bulletin de l'Académie Polonaise des Sci.. Classe II 16:695-8.
- TAYLOR, C.E. 1978. Plant-parasitic *Dorylaimida*: Biology and virus transmission. In: Southey, J.F. (Ed.). Plant nematology. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office: London. 3.ed. p.232-243.
- TAYLOR, C.E. 1980. Nematodes. In: Vectors of plant pathogens. Harris, K.F. & Maramorosch, K. (Ed.). Academic Press, New York, p.375-416.
- TAYLOR, C.E. & BROWN, D.J.F. 1997. Nematode vectors of plant viruses. Wallingford, England, CAB International, London.
- TAYLOR, C.E. & ROBERTSON, V.M. 1970. Location of Tobacco Rattle Virus in the nematode vector, *Trichodorus pachydermus* Seinhorst. J. of General Virol. 6:179-82.
- TAYLOR, C.E. & ROBERTSON, V.M. 1977. Virus vector relationships and mechanisms of transmission. Proc.of the Am. Phytopathol. Society 4:20-9.
- THORNE, G. 1935. Notes on free-living and planta parasitic nematodes II. Poc. of the Helminthol. Soc. of Washington 2:96-8.
- THORNE, G. 1939. A monograph of the nematodes of the superfamily *Dorylaimoidea*. Capita Zoologica 8:1-261.
- TRUDGILL, D.L.; ROBERTSON, W.M. & WYSS, U. 1991. Feeding behaviour of *Xiphinema diversicaudatum*. Rev. de Nématologie 14:107-12.
- VAN HOOFF, H.A. 1968. Transmission of tobacco rattle virus by *Trichodorus* species. Nematologica 14:20-4.
- VAN REGENMORTEL, M.H.V.; FAUQUET, D.H.L.; BISHOP, E.B.; CARSTENS, M.K.; ESTES, S.M.; LEMON, J.; MANILOFF, M.A.; MAYO, D.J.; Mc GEOCH, C.R.; PRINGLE, R.B. & WICKNER, R.B. 2000. Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses. The Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses book. Academic Press, SanDiego.
- VASSILAKOS, N.; MACFARLANE, S.A.; WEISCHER, B. & BROWN, D.J.F. 1997. Exclusivity and complementarity in the association between nepo- and tobnaviruses and their respective vector nematodes. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent. 62/3a:713-20.
- VERMEULEN, W.J.J. & HEYNS, J. 1983. Studies on *Trichodoridae* (*Nematoda: Dorylaimida*) from South Africa. Phytophylactica 15:17-34.
- VERMEULEN, W.J.J. & HEYNS, J. 1984. Further studies on southern African *Trichodoridae* (*Nematoda: Dorylaimida*). Phytophylactica 16:301-5.

- WANG, S. & CHIU, W.F. 1997. Preliminary observations on the pathogenicity of *Trichodorus nanjingensis* to cucumber roots. *Int. J. of Nematol.* 7:76-9.
- WANG, S.H. & WU, X.Y. 1991. Species and distribution of nematodes from the rhizosphere of grapes in China. In: Huang, K.X. (Ed.). Thesis on the first Symposium of All-China Young-Middle Age's Scientistion Plant Protection. Science & Technology press, Beijing, China, p.212-9.
- WEINGARTNER, D.P. 2001. Potato viruses with soil-born vectors. In: Loebenstein, G., Berger, P.H., Brunt, A.A. and Lawson, R.H. (Ed.). Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed potatoes. Kluwer Academic Publishers, London, p.177-92.
- WHITEHEAD, A.G. & HOOPER, D.J. 1970. Needle nematodes (*Longidorus* spp.) and stubby-root nematodes (*Trichodorus* spp.) harmful to sugar beet and other field crops in England. *Ann. of Appl. Biol.* 65:339-50.
- WHITEHEAD, A.G.; DUNNING, R.A.; & COOKE, D.A. 1971. Docking disorder and root ectoparasitic nematodes of sugar beet. Report of Rothamsted Experimental Station for 1970, Part 2:219-36.
- WINFIELD, A.L. & COOKE, D.A. 1975. The ecology of *Trichodorus*. In: Lamberti, F.; Taylor, C.E. & Seinhorst, J.W. (Ed.). Nematode vectors of plant viruses. Plenum Press: London, New York, p.309-41.
- WYSS, U. 1971. The feeding mechanism of *Trichodorus similis*. *Nematologica* 17:508-18.
- WYSS, U. 1972. *Trichodorus similis* (Nematoda) Saugen an Wurzeln von Samlingen (rubsen). *Encyclopaedia cinematographica*, Gottingen, 1-12.
- WYSS, U. 1975. Feeding of *Trichodorus*, *Longidorus* e *Xiphinema*. In: Nematode Vectors of Plant Viruses (Eds. F. Lamberti, C. E. Taylor e J. W. Seinhorst, pp. 203-21. Plenum Press: London, New York.
- WYSS, U. 1977. Feeding processes of virus transmitting nematodes. *Proc. of the Am. Phytopathol. Soc.* 4:30-41.
- WYSS, U. 1982. Virus-transmitting nematodes: feeding behaviour and effect on root cells. *Plant Dis.* 66:639-44.
- WYSS, U.; JANK-LADWIG, R. & LEHMANN, H. 1979. On the formation and ultrastructure of feeding tubes produced by trichodorid nematodes. *Nematologica* 25:385-90.
- WONDIRAD, M.; BAUJARD, P. & DECRAEMER, W. 2003. Effect of biotic and abiotic factors on the morphometric variability of *Paratrichodorus rhodesiensis* (Nematoda: *Trichodoridae*) from Senegal. *Nematology* 5:463-77.
- XENOPHONTOS, S.; ROBINSON, D.J.; DALE, M.F.B. & BROWN, D.J.F. 1998. Evidence for persistent, symptomless infections of some potato cultivars with tobacco rattle virus. *Potato Res.* 41: 255-65.
- XIE, H.; FENG, Z. & ZHAO, L. 2000. Description of *Trichodorus guangzhouensis* n. sp. (Nematode: *Trichodoridae*). *Acta Phytopathol. Sinica*

30:349-52.

- XU, J. & DECRAEMER, W. 1995. *Trichodorus* species from China, with a description of *T. paracedarus* n.sp. (*Nemata* : *Trichodoridae*). *Fund. and Appl. Nematol.* 18:455-64.
- YEATES, G.W. 1967. Studies on nematodes from dune sands 9. Quantitative comparison of the nematode faunes of six localities. *New Zealand J. of Sc.* 10:927-48.
- YOKOO, T. 1964. On the stubby root nematodes from the western Japan. *AgricUL. Bull. of Saga University* 20:57-62.
- YOKOO, T. 1966. On a new stubby root nematode (*Trichodorus kurumeensis* n.sp.) from Kyushu, Japan. *Agricul. Bull. of Saga University* 23:1-6.