

## Diversidade de Nematóides em Agroecossistemas e Ecossistemas Naturais



ISSN 1517-5111

Novembro, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## *Documentos 191*

# **Diversidade de Nematóides em Agroecossistemas e Ecossistemas Naturais**

*Alexandre Moura Cintra Goulart*

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

### **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretário-Executivo: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Revisão de texto: *Francisca Elijani do Nascimento*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica, capa: *Jussara Flores de Oliveira*

Foto da capa: *Alexandre Moura Cintra Goulart*

Impressão e acabamento: *Jaime Arbués Carneiro /  
Divino Batista de Sousa*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

### **1ª edição**

1ª impressão (2007): tiragem 100 exemplares

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados**

---

G694d Goulart, Alexandre Moura Cintra.

Diversidade de nematóides em agroecossistemas e ecossistemas naturais / Alexandre Moura Cintra Goulart. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007.

71 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ; 191)

1. Nematóide - solo. 2. Bio-indicador. I. Título. II. Série.

592.57 - CDD 21

---

© Embrapa 2007

# Autores

**Alexandre Moura Cintra Goulart**

Eng. Agrôn., D.Sc.

Pesquisador, Embrapa Cerrados

[goulart@cpac.embrapa.br](mailto:goulart@cpac.embrapa.br)

# Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Camargo Barbosa Ferraz e ao Prof. Dr. Ailton Rocha Monteiro, ambos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), agradeço pela orientação, apoio e colaboração, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

# Apresentação

A biodiversidade necessita ser melhor estudada no Brasil, especialmente em solos (cultivados ou sob vegetação nativa).

Os nematóides são organismos habitantes de solo que apresentam grande diversidade e abundância, podendo ser utilizados como bio-indicadores de alterações ambientais, de qualidade do solo e de sustentabilidade da produção agrícola, desde que todos os hábitos alimentares dos nematóides sejam considerados: fitoparasitas, micófagos, bacteriófagos, predadores e onívoros.

*Roberto Teixeira Alves*

Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução .....	11
Biodiversidade .....	13
Diversidade da fauna do solo .....	15
Diversidade e hábitos alimentares de nematóides .....	17
Importância de nematóides de vida livre em processos ecológicos do solo .....	20
Análise de dados em estudos de diversidade .....	24
Estudos realizados em ecossistemas naturais e agroecossistemas .....	27
Estudos realizados apenas em agroecossistemas .....	39
Estudos realizados apenas em ecossistemas naturais ....	45
Considerações finais .....	46
Referências .....	48
Abstract .....	71

# Diversidade de Nematóides em Agroecossistemas e Ecossistemas Naturais

---

*Alexandre Moura Cintra Goulart*

## Introdução

A biodiversidade é um dos nossos recursos mais valiosos e, para sua manutenção e melhor aproveitamento, há necessidade de que seja melhor conhecida, com base em levantamentos e estudos taxonômicos. Uma área promissora para pesquisa ecológica é o estudo da biodiversidade em solos, agrícolas ou não. Os solos são ecossistemas complexos com uma enorme variedade de plantas, minúsculos animais e microorganismos. O equilíbrio microscópico dos solos sustenta os ecossistemas naturais e os agroecossistemas.

A biodiversidade dos solos brasileiros (agrícolas ou não), em especial no Cerrado, necessita ser melhor estudada. Grande parte dos seus organismos ainda não é conhecida ou é pouco estudada pela Ciência. Se considerarmos os solos sob vegetação nativa, incluindo o Cerrado, a carência de informações ainda é mais preocupante. O conhecimento sobre a biodiversidade é de importância estratégica para o País e pode ter diversas implicações e usos possíveis (já conhecidos ou que ainda serão descobertos, desde que o conhecimento básico necessário seja gerado). Uma das implicações possíveis do conhecimento sobre a biodiversidade de solos é a utilização dela como indicadora de alterações ambientais, de qualidade de solo e de sustentabilidade da produção agrícola.

O agronegócio é extremamente importante para a economia brasileira e, apesar das tecnologias geradas e já disponíveis, ainda se realiza, em grande parte do território nacional, um manejo inadequado do solo, resultando em degradação de extensas áreas. Uma das principais estratégias para evitar o desmatamento de novas áreas é reincorporar as áreas em algum estágio de degradação ao processo produtivo ou manter e melhorar a qualidade das áreas que já estão sendo utilizadas. Há uma demanda crescente para identificação de parâmetros que avaliem, precocemente e de modo eficaz, as alterações ambientais, indicando o nível de qualidade do solo e da sustentabilidade da produção agrícola.

Pesquisas sobre biodiversidade e estrutura de comunidades em solos ainda são incipientes no Brasil. Trabalhos que visam investigar o uso da biodiversidade em solos para o desenvolvimento de indicadores biológicos de qualidade ambiental em agroecossistemas são muito importantes para: identificar os efeitos de vários sistemas de manejo sobre a biodiversidade em nossos solos; definir estratégias de manejo que possam resultar em sistemas de produção mais sustentáveis; constituir uma base de dados biológicos para subsidiar estudos sobre o impacto de sistemas agrícolas nas propriedades físico-químicas, na ciclagem de nutrientes e na dinâmica da matéria orgânica em solos.

Entre os animais multicelulares, os nematóides são os mais abundantes. Constituem um grupo muito diverso, pertencendo a um filo próprio (Nemata ou Nematoda) e possuindo diversos hábitos alimentares e diferentes papéis ecológicos no solo. De acordo com a literatura especializada (principalmente estrangeira), os nematóides podem ser relacionados com a condição ecológica do solo. Qualidade ou sanidade de solos são conceitos relacionados à sustentabilidade da produção agrícola. Estudos de diversidade de nematóides poderiam ser aplicados para se avaliar a qualidade ou sanidade de solos, inclusive com possibilidades de utilizar nematóides como bio indicadores na avaliação de impacto de atividades humanas que causam alterações ambientais, bem como na avaliação da sustentabilidade produtiva. Em virtude de suas características (abundância, diversidade taxonômica e trófica, entre outras), os nematóides apresentam

grande potencial para serem utilizados como ótimos bio-indicadores de alterações ambientais, qualidade de solo e sustentabilidade.

## Biodiversidade

A diversidade biológica ou biodiversidade pode ser definida como a diversidade da vida em todas as suas formas e níveis de organização. A biodiversidade existe pelo menos em cada um dos seguintes níveis: genes, espécies (ou outras categorias taxonômicas) e ecossistemas. Assim, a diversidade pode ser genética, taxonômica ou de ecossistemas, de acordo com o nível de organização considerado ([HUNTER JÚNIOR, 1999](#)).

A diversidade taxonômica pode ser definida como o número de espécies de um determinado *taxon* ou o número de *taxa* na comunidade ([NORTON, 1978](#)). De fato, o número de espécies ou *taxa* na comunidade é o mais antigo e mais simples conceito de diversidade, sendo chamado de “riqueza de espécies”, “riqueza de *taxa*” ou, simplesmente, “riqueza”. Um problema em utilizar somente a riqueza como medida de diversidade é que as espécies de ocorrência rara ou comum são consideradas igualmente. Portanto, o conceito de diversidade deve incluir também outro componente: a heterogeneidade, que está relacionada ao número de indivíduos de cada *taxon*, ou seja, à densidade ou abundância de cada *taxon*. A heterogeneidade pode ser alternativamente chamada de uniformidade ou equitabilidade ([KREBS, 1989](#); [KREBS, 1994](#); [MAGURRAN, 1988](#); [NORTON, 1978](#)).

A diversidade trófica (relacionada aos hábitos alimentares dos organismos) e a diversidade funcional (relacionada às funções ecológicas dos organismos) constituem outros enfoques para a biodiversidade, muito úteis para a compreensão dos processos ecológicos em comunidades e ecossistemas, especialmente quando avaliadas juntamente com a diversidade taxonômica ([BONGERS; BONGERS, 1998](#); [FRECKMAN; ETTEMA, 1993](#)).

A diversidade biológica possui vários componentes, dois dos quais são chamados de diversidade alfa (ou local) e diversidade gama (ou regional). A

diversidade local está relacionada com pequenas áreas de habitat mais ou menos uniforme, enquanto a diversidade regional está relacionada com todos os habitats que são encontrados em uma determinada região. Há também a diversidade beta, que se refere à troca de organismos de um habitat para outro adjacente ou próximo (RICKLEFS, 1996).

A relação entre biodiversidade e estabilidade na comunidade ainda é uma área obscura da ciência. Porém, pode-se afirmar que a eliminação de uma determinada espécie, denominada “espécie-chave”, causa o fim de outras espécies, possivelmente de maneira tão intensa que alteraria a estrutura física do próprio habitat. Como a ecologia ainda é uma ciência primitiva, não se conhece ao certo a identidade da maioria das espécies-chave. É comum pensar que os organismos dessa categoria vital são sempre de grande porte, mas ela pode muito bem incluir qualquer um dos minúsculos invertebrados (HUNTER JÚNIOR, 1996; NORTON, 1988; WILSON, 1994). Quando se avalia o papel ou função ecológica das espécies, pesquisadores da área de conservação biológica em geral assumem a idéia de que qualquer componente do ecossistema é importante, até que se prove o contrário (EHRENFELD, 1988; EHRLICH; MOONEY, 1983; NORTON, 1988). O atual conhecimento de ecossistemas é ainda tão limitado que seria insensato não adotar essa posição. Além disso, uma espécie atualmente considerada relativamente pouco importante pode tornar-se mais importante à medida que o ecossistema sofra modificações com o tempo (HUNTER JÚNIOR, 1996).

“A biodiversidade é o nosso recurso mais valioso, mas um dos menos apreciados” (WILSON, 1994, p. 303). Segundo Wilson (1994), um plano básico para utilizar em perpetuidade o máximo possível da biodiversidade da Terra passa, prioritariamente, por recenseamentos da fauna e da flora mundial, com base em levantamentos e estudos taxonômicos. Contudo, existe atualmente grande necessidade de formação de taxonomistas em diversas áreas e, em especial, em Nematologia, para que o desafio de se estudar a biodiversidade possa ser superado com sucesso. A taxonomia, pré-requisito para estudos de biodiversidade, exige muito pessoal, com formação e treinamento especializados. Segundo o mesmo autor,

provavelmente há no máximo 1.500 taxonomistas profissionais treinados com competência para lidar com organismos tropicais, isto é, com mais da metade da biodiversidade do mundo. Assim, um recenseamento completo das vastas reservas de diversidade biológica da Terra pode parecer um empreendimento inatingível, uma vez que há tão poucas pessoas para levá-lo a cabo.

Uma área promissora para pesquisa ecológica é o estudo da biodiversidade em solos, agrícolas ou não. Os solos são ecossistemas complexos com uma enorme variedade de plantas, minúsculos animais e microrganismos reunidos em delicado equilíbrio, fazendo nutrientes circularem sob a forma de soluções e partículas. O equilíbrio microscópico dos solos sustenta os ecossistemas naturais e os agroecossistemas (WILSON, 1994).

## Diversidade da fauna do solo

Os animais que fazem parte da biota do solo são muito numerosos e diversos. O número de espécies é muito grande, incluindo representantes de todos os filos terrestres (COLEMAN; CROSSLEY, 1996). Muitos grupos são bem pouco conhecidos taxonomicamente. Estudos de biodiversidade em ecossistemas devem incluir organismos de solo (HAWKSWORTH; RITCHIE, 1993; WALL et al., 2001).

Numerosos pesquisadores têm destacado a grande variação em tamanho do corpo dos organismos da fauna do solo. Uma classificação generalizada por comprimento do corpo ilustra uma forma comum de separar a fauna do solo em classes de tamanho: microfauna, mesofauna e macrofauna (e, às vezes, megafauna). Essa classificação compreende a faixa de variação desde o menor ao maior, por exemplo, desde um microflagelado de 1-2 mm até uma minhoca gigante australiana de vários metros. É possível também classificar a fauna do solo com base na largura do corpo. A largura do corpo de um organismo está relacionada com seu microhabitat. A microfauna habita os filmes de água do solo, grupo no qual estão incluídos os nematóides. A mesofauna habita os poros preenchidos com ar e dependem da existência desses poros. Já, a macrofauna tem a habilidade de criar seus próprios

espaços por meio de atividades escavadoras e, como a megafauna, pode ter grande influência na estrutura do solo. Existe, naturalmente, considerável gradação na classificação baseada na largura do corpo. O menor organismo da mesofauna exibe características da microfauna e assim por diante. Apesar disso, essa classificação com base na largura do corpo tem sido a mais amplamente utilizada ([COLEMAN; CROSSLEY, 1996](#)).

Todos os componentes da biota possuem importantes papéis em processos do solo, como sumariado na [Tabela 1](#).

A mesofauna e a macrofauna produzem coprólitos e “bioporos” de vários tamanhos, que afetam o movimento e armazenamento da água, assim como o crescimento radicular. Muitos organismos da macrofauna, especialmente minhocas, formigas e cupins, são conhecidos como “engenheiros do solo”, pois modificam o ambiente por suas atividades mecânicas. Um outro efeito da mesofauna e macrofauna, que talvez seja mais importante, considerando um longo período de tempo, é o favorecimento da humificação. A fragmentação de restos vegetais realizada pela meso e macrofauna aumenta a área disponível para o posterior ataque da microbiota. A microfauna apresenta suas principais influências em interações com a microbiota ([COLEMAN; CROSSLEY, 1996](#); [WOLTERS, 2000](#)). Nematóides do solo são considerados integrantes da microfauna (ou pequenos integrantes da mesofauna), uma vez que exemplares das espécies maiores em geral não excedem 10 mm, e a maioria é menor que 1 mm de comprimento ([BERNARD, 1992](#)).

Os nematóides ocupam habitats mais variados que os de qualquer outro grupo de metazoários, salvo os artrópodos. São considerados organismos aquáticos, podendo viver em águas marinhas, águas doces ou películas de água do solo ([FERRAZ; MONTEIRO, 1995](#)). A movimentação dos nematóides no solo ocorre entre as partículas e no filme de água. O tamanho dos poros ou interstícios permitem uma movimentação mais dinâmica; quando eles são de diâmetro maior que o corpo dos nematóides, transformam-se, com auxílio da umidade, em canais por onde os nematóides movimentam-se no solo ([TIHOHOD, 1993](#)).

**Tabela 1.** Influências da biota em processos do solo.

	Ciclagem de nutrientes	Estrutura do solo
Macrofauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmenta os resíduos vegetais</li> <li>- Estimula atividade microbiana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mistura partículas orgânicas e minerais</li> <li>- Redistribui a matéria orgânica e microbiota</li> <li>- Cria "bioporos"</li> <li>- Promove humificação</li> <li>- Produz coprólitos</li> </ul>
Mesofauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regula populações de fungos e da microfauna</li> <li>- Favorece a mineralização mais rápida de nutrientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produz coprólitos</li> <li>- Cria "bioporos"</li> <li>- Promove humificação</li> </ul>
Microfauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regula populações da microbiota</li> <li>- Favorece a mineralização mais rápida de nutrientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pode afetar a estrutura de agregados por meio de interações com a microbiota</li> </ul>
Microbiota	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decompõe a matéria orgânica</li> <li>- Mineraliza e imobiliza nutrientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produz compostos que ligam os agregados</li> <li>- Hifas enredam partículas em agregados</li> </ul>

Fonte: adaptado de [Coleman e Crossley \(1996\)](#).

## Diversidade e hábitos alimentares de nematóides

Entre os animais multicelulares, os nematóides são os mais abundantes. Constituem um grupo muito diverso, pertencendo a um filo próprio: Nemata (ou Nematoda), como foi proposto primeiro por Cobb, em 1919, e restabelecido por Chitwood, em 1958 ([MAGGENTI, 1981](#)).

A maioria dos nematóides é de vida livre, alimentando-se de microrganismos, tais como bactérias (bacteriófagos), fungos (micetófagos ou micófagos), algas (algívoros), protozoários (protozoófagos). Entre os nematóides de vida livre, existem também aqueles que se alimentam de seres que não são considerados microrganismos. Nesse caso, há nematóides que se alimentam de pequenas minhocas ou oligoquetas, tardígrados, rotíferos ou outros nematóides. Alguns são parasitas de plantas superiores (fitoparasitas), principalmente de seus órgãos subterrâneos (raízes, rizomas, tubérculos, bulbos ou fruto hipógeo), também existindo os que passaram a parasitas de órgãos aéreos (caules, folhas, frutos e sementes). Outros são parasitas de animais (zooparasitas), alimentando-se de invertebrados ou vertebrados ([FERRAZ; MONTEIRO, 1995](#)).

Os nematóides de solo podem ser classificados em grupos tróficos, com base em seus hábitos alimentares, como proposto por [Yeates et al. \(1993\)](#). De acordo com esses autores, os principais grupos tróficos são: fitoparasitas (ou fitófagos); micófagos; bacteriófagos; predadores; onívoros.

A morfologia da região anterior e da cavidade bucal do nematóide está relacionada com seu hábito alimentar. Nematóides fitoparasitos apresentam estilete, o qual pode ser do tipo estomatostílio ou odontostílio. Porém, nem todos nematóides que possuem estilete são fitoparasitos. Existem nematóides portadores de estilete que são micófagos; outros são predadores ou onívoros. Portanto, a presença do estilete é condição necessária, mas não suficiente para o fitoparasitismo. Os nematóides bacteriófagos mais comuns no solo apresentam cavidade bucal cilíndrica, estreita. Nematóides com cavidade bucal ampla, globosa, armada com dentes, denticulos e/ou placas cortantes são predadores de pequenos animais do solo, inclusive outros nematóides.

Nematóides micófagos realizam alimentação, primeiramente, penetrando o estilete em uma célula de uma hifa. Em seguida, pelo estilete, injetam enzimas responsáveis pela digestão extra-oral do conteúdo celular. Esse conteúdo é então ingerido pelo nematóide ([CROLL; MATTHEWS, 1977](#)).

Esse modo de alimentação é semelhante ao dos fitoparasitos. De fato, alguns nematóides portadores de estilete podem utilizar, como fonte de alimento, raízes, pelos radiculares ou hifas de fungos ([POINAR JR., 1983](#)). Existem certos gêneros de nematóides que congregam espécies micófitas e fitoparasitas, como *Aphelenchoides* e *Ditylenchus*.

A forma mais simples de alimentação entre os nematóides é encontrada nos bacteriófagos. Eles simplesmente ingerem células bacterianas vivas pela cavidade bucal, geralmente cilíndrica e estreita. Esses nematóides, comumente encontrados em matéria orgânica em decomposição, colocam para o interior do organismo, via cavidade bucal, o material líquido resultante da decomposição, embora as bactérias associadas a esse material sejam a real fonte de alimento ([WALLWORK, 1970](#)).

Todos os nematóides, parasitas ou de vida livre, alimentam-se de organismos vivos. Nematóides que se alimentam de microrganismos podem ser chamados de microbiófagos ou microbiotróficos. Esses nematóides são chamados às vezes de sapróbios ou saprófitas, mas esses termos estão incorretos, uma vez que dão a idéia de que os nematóides obtêm alimento de matéria orgânica morta (ou em decomposição), o que na realidade não ocorre. A verdadeira fonte de alimento são os microrganismos, como bactérias e fungos ([FERRAZ; MONTEIRO, 1995](#); POINAR JR., 1983).

Nematóides predadores (às vezes chamados de “carnívoros”) alimentam-se principalmente de pequenos animais do solo (invertebrados), como protozoários, rotíferos, tardígrados, anelídeos ou mesmo outros nematóides. Quando a cavidade bucal é ampla, geralmente armada com dentes e/ou denticulos, os nematóides predadores são capazes de ingerir a presa por inteiro (ou parte dela), embora normalmente rasguem a parede do corpo da presa para em seguida ingerir o conteúdo. Representantes desse grupo ocorrem nas ordens Rhabditida, Mononchida, Dorylaimida, Enoplida, Chromadorida e Monhysterida. Quando a cavidade bucal apresenta um estilete relativamente estreito, o nematóide o utiliza para penetrar o corpo da vítima e sugar seu conteúdo. Representantes desse último grupo ocorrem nas ordens Tylenchida (subordem Aphelenchina) e Dorylaimida

([FRECKMAN; CASWELL, 1985](#); [POINAR JR., 1983](#); [SMALL, 1987](#); [YEATES, 1998](#); [YEATES et al., 1993](#)).

Os hábitos alimentares relacionados com os nematóides onívoros são pouco conhecidos. Aparentemente, esses nematóides podem se comportar como: algívoros; predadores; bacteriófagos; micófagos; fitófagos ocasionais ou facultativos, em pêlos radiculares de plantas (FRECKMAN; CASWELL, 1985).

## **Importância de nematóides de vida livre em processos ecológicos do solo**

Apesar de os nematóides serem muito numerosos na maioria dos ecossistemas, a contribuição deles para a respiração no solo é relativamente pequena. Portanto, julgando com base em fluxo de energia, os nematóides seriam considerados pouco importantes. Porém, a contribuição de um grupo de organismos para o funcionamento do sistema como um todo não pode ser julgada somente com base na quantidade de energia processada por esse grupo. Nas cadeias alimentares, consumidores como os nematóides podem ser relativamente pouco importantes para o fluxo de energia, porém podem realizar um papel importante como reguladores de taxas ou velocidades das transformações, como a decomposição da matéria orgânica ([WHITFORD et al., 1982](#)).

As dinâmicas populacionais de nematóides microbiófagos tendem a se sincronizar com aquelas dos microrganismos dos quais esses nematóides se alimentam ([FRECKMAN, 1988](#); [MIKOLA, 1998](#)). Nematóides micófagos e bacteriófagos afetam a atividade de fungos e bactérias, conseqüentemente afetando também a decomposição da matéria orgânica realizada por esses microrganismos. Em variadas condições ambientais, os nematóides microbiófagos contribuem direta e indiretamente para o processo de decomposição da matéria orgânica, chegando a elevar taxas de mineralização de carbono (respiração) e de outros nutrientes ([ANDERSON et al., 1981](#); [BARDGETT; CHAN, 1999](#); [CHEN; FERRIS, 1999](#); [DE RUITER et al., 1993](#); [FERRIS et al., 1998](#); [LAAKSO; SETALA, 1999](#); [MIKOLA;](#)

[SETALA, 1998](#); [TROFYMOW et al., 1983](#)). Por exemplo, os nematóides bacteriófagos defecam 50 %-80 % do material consumido, contribuindo de forma direta para a decomposição da matéria orgânica ([TROFYMOW; COLEMAN, 1982](#)). É sabido que o principal produto de excreção de nematóides é a amônia ([WRIGHT; NEWALL, 1976](#)). Porém, sabe-se que o efeito indireto é muito mais importante ([MISHRA; MITCHELL, 1987](#); [NILES; FRECKMAN, 1998](#); [TROFYMOW; COLEMAN, 1982](#)). Os prováveis mecanismos pelos quais esse efeito indireto pode ocorrer são: nematóides transportam microrganismos para microhabitats do solo que contêm mais e melhores recursos ou fontes de alimento, promovendo assim o aumento no crescimento microbiano; nematóides fornecem excretas e alimento parcialmente digerido como fonte de energia para microrganismos; nematóides micófagos ingerem hifas senescentes, removendo metabólitos secundários responsáveis pela inibição do crescimento fúngico; nematóides microbiófagos, quando presentes em populações não muito altas, aceleram o crescimento microbiano, quando a alimentação dos nematóides ocorre em nível considerado ótimo ([NILES; FRECKMAN, 1998](#)).

A aceleração do crescimento microbiano, decorrente da alimentação de nematóides em nível considerado ótimo, ocorre por meio da manutenção de microrganismos, especialmente bactérias, na fase logarítmica de crescimento populacional, o que pode aumentar a mineralização de nutrientes ([ANDERSON et al., 1981](#)). A provável explicação para esse fato foi obtida de uma extensão da hipótese de crescimento compensatório de plantas em resposta à herbivoria ([HIBERT et al., 1981](#)). A partir dessa explicação, entende-se que a alimentação de nematóides microbiófagos, em um nível considerado ótimo (quando as populações desses nematóides não são muito altas), promove um maior crescimento microbiano, como resposta compensatória a essa alimentação. Esse fenômeno também é chamado de efeito regulador dos nematóides sobre as populações microbianas ([NILES; FRECKMAN, 1998](#)). Quando nematóides microbiófagos são muito abundantes, a alimentação deles pode prejudicar o crescimento das populações microbianas. Essa situação, em que a alimentação ocorre em níveis elevados (superiores ao nível ótimo), é considerada de ocorrência pouco provável ([BOUWMAN; ZWART, 1994](#)).

Outros componentes da biota do solo, como protozoários e microartrópodos, também participam em cadeias alimentares detriticas e influenciam a decomposição, regulando populações microbianas ([BOUWMAN; ZWART, 1994](#)). Contudo, em experimentos controlados, nematóides foram mais bem sucedidos do que protozoários em explorar baixas populações de bactérias na rizosfera, provavelmente porque somente os nematóides são capazes de migrar no solo e encontrar locais com maiores concentrações de bactérias ([GRIFFITHS; CAUL, 1993](#)).

Em trabalhos experimentais desenvolvidos em ecossistemas desérticos nos Estados Unidos, foi possível concluir que nematóides de vida livre aparentemente regulam as taxas de decomposição de matéria orgânica, afetando os processos de ciclagem de nutrientes. Nesses trabalhos, foi verificada a participação de vários organismos na degradação de matéria orgânica. Bactérias e fungos utilizam-se da matéria orgânica, degradando-a, enquanto ocorrem também nematóides bacteriófagos e micófitos. Estes, por sua vez, são predados por outros organismos, como ácaros ou mesmo outros nematóides. Os resultados indicaram que, em fases iniciais da decomposição, nematóides bacteriófagos possuem um importante papel, mas, em fases posteriores, a decomposição está primariamente relacionada com fungos e nematóides micófitos ([WHITFORD et al., 1982](#)).

Além dos nematóides microbiófitos, o grupo dos predadores também já teve sua importância experimentalmente reconhecida na participação em processos ecológicos do solo. Esses nematóides regulam a mineralização de nutrientes alimentando-se de pequenos animais no solo, inclusive nematóides microbiófitos, constituindo, portanto, um grupo condutor pelo qual os recursos passam para níveis tróficos superiores em cadeias alimentares ([WARDLE; YEATES, 1993](#)).

Nematóides podem ser relacionados com a condição ecológica do solo. Qualidade ou sanidade de solos são conceitos relacionados à sustentabilidade da produção agrícola ([DORAN; ZEISS, 2000](#); [HERRICK, 2000](#); [NEHER, 2001](#); [NILES; FRECKMAN, 1998](#); [SAVIOZZI et al., 2001](#); [SHERWOOD; UPHOFF, 2000](#); [XU; MAGE, 2001](#)). Estudos de diversidade

de nematóides poderiam ser aplicados para se avaliar a qualidade ou sanidade de solos, inclusive com possibilidades de utilizar nematóides como bio indicadores na avaliação do impacto de atividades humanas que causam alterações ambientais, bem como na avaliação da sustentabilidade produtiva ([BONGERS, 1990](#); [FRECKMAN; ETTEMA, 1993](#); [NEHER, 2001](#); [NEHER; OLSON, 1999](#); [NILES; FRECKMAN, 1998](#); [PORAZINSKA et al., 1999](#); [YEATES, 2003](#); [YEATES; BONGERS, 1999](#)).

O entendimento de sucessão em comunidades de nematóides é um aspecto importante nesse sentido da pesquisa. Nematóides bacteriófagos da família Rhabditidae predominam em fases iniciais da decomposição da matéria orgânica (resíduos recentemente incorporados ao solo, preferencialmente com baixas relações C/N). Com o tempo, espécies de Rhabditidae são substituídas por espécies de Cephalobidae (outros bacteriófagos da mesma ordem, Rhabditida), as quais são mais tolerantes à falta de água e persistem em fases posteriores da sucessão, freqüentemente constituindo a família mais abundante de bacteriófagos em uma comunidade madura (clímax). Nematóides micófagos, como os da subordem Aphelenchina e família Tylenchidae, tornam-se mais proeminentes quando substratos de mais lenta decomposição (como lignina e celulose, com altas relações C/N) acumulam-se no habitat. Nematóides onívoros e predadores, como aqueles das ordens Dorylaimida e Mononchida, estão associados a ambientes estáveis, apresentando maior número de espécies e abundância em comunidades maduras. No entanto, muitos estresses ambientais resultam em aumentos nas populações de nematóides fitoparasitas ([NILES; FRECKMAN, 1998](#)).

Até o final da década de 1970, estudos sobre diversidade de nematóides, que consideravam todos os grupos tróficos e taxonômicos que ocorrem em solos, eram escassos. Até então, a maioria dos trabalhos relacionados ao assunto limitava-se à apresentação de listas de ocorrência de espécies (ou outras categorias taxonômicas) e observações gerais, a partir de levantamentos realizados no campo ([NORTON, 1978](#)). Após o início da década de 1980, houve um aumento do número de trabalhos sobre o assunto, inclusive sendo realizados estudos mais aprofundados, em que se

utilizaram, para caracterizar comunidades, métodos já conhecidos em pesquisa ecológica, como a utilização de índices matemáticos e/ou análises de estatística multivariada. Contudo, esse avanço que ocorreu internacionalmente nos estudos de diversidade de nematóides não foi acompanhado pela pesquisa realizada no Brasil, onde trabalhos com esse enfoque ainda são raros.

## Análise de dados em estudos de diversidade

O estudo da diversidade em comunidades é desenvolvido apropriadamente a partir de dados qualitativos (identificações taxonômicas) e quantitativos (densidades ou números de indivíduos de cada *taxon*, ou seja, em terminologia ecológica, abundâncias). A frequência de ocorrência de um determinado *taxon* é a razão entre o número de amostras em que esse *taxon* ocorreu e o número total de amostras coletadas, enquanto o valor de proeminência de um determinado *taxon* é uma medida que incorpora em seu cálculo tanto dados de abundância como também de frequência. Podem ser utilizados índices matemáticos para mensuração da diversidade, dos quais os mais comuns e derivados da teoria das probabilidades são o índice de Shannon-Weaver e o índice de equitabilidade, sendo que este último expressa em especial a uniformidade (ou equitabilidade) entre as abundâncias de diferentes grupos taxonômicos na comunidade. ([NORTON, 1978](#); [ODUM, 1988](#); [SHANNON; WEAVER, 1949](#); [SILVEIRA NETO et al., 1976](#); [SOUTHWOOD, 1968](#)). Para comparação das comunidades entre duas áreas ou tipos de coberturas vegetais, podem ser utilizados índices de similaridade, como o de Jaccard e o de Bray e Curtis ([BRAY; CURTIS, 1957](#); [NORTON, 1978](#)).

Dados de abundâncias relativas (%) de nematóides de cada grupo trófico ou hábito alimentar são úteis para o estudo de comunidades desses organismos e para a compreensão de suas relações com outros integrantes da biota do solo. Pode-se também utilizar um índice de diversidade trófica ([FRECKMAN; ETTEMA, 1993](#)).

Um índice de maturidade foi proposto por [Bongers \(1990\)](#), como indicativo da fase de sucessão ecológica em que se encontra uma comunidade de nematóides e como medida de perturbação ou distúrbio do ambiente. Para obtenção desse índice, são considerados “colonizadores” ou “estrategistas-r” os nematóides que apresentam rápido aumento populacional em condições favoráveis, possuem ciclo de vida curto, alta capacidade de colonização e maior tolerância a perturbações ou distúrbios ambientais. São considerados “persistentes” ou “estrategistas-k” os nematóides que apresentam baixa taxa reprodutiva, ciclo de vida longo, baixa capacidade de colonização e maior sensibilidade a distúrbios do ambiente. Essas características ecológicas foram utilizadas para a criação de uma escala de valores de 1 a 5, chamados de “valores c-p”, sendo que valores mais próximos de 1 estão relacionados a nematóides colonizadores e valores mais próximos de 5 estão relacionados a nematóides persistentes. Os valores c-p são utilizados para o cálculo do índice de maturidade, que é uma média ponderada desses valores, com base nas abundâncias relativas desses nematóides. O índice de maturidade é calculado levando em consideração somente os nematóides de vida livre (não fitoparasitas). O índice de parasitas de plantas considera somente os nematóides fitoparasitas e é calculado da mesma forma (BONGERS, 1990). [Yeates \(1994\)](#) propôs que o índice de maturidade fosse calculado considerando os nematóides de todos os grupos tróficos.

[Ferris et al. \(2001\)](#) apresentaram proposta de utilização de novos índices para caracterizar comunidades de nematóides, com base na presença e abundância de determinadas “guildas”, que podem ser consideradas importantes indicadoras da condição ecológica do solo, especialmente com relação a cadeias alimentares. Uma “guilda” é um conjunto de espécies (ou grupos taxonômicos) com características similares (principalmente atributos biológicos de maneira geral e tipos de resposta a determinadas condições ambientais). No caso de nematóides, uma “guilda funcional” é um conjunto de grupos taxonômicos com o mesmo hábito alimentar e com a mesma função (inferida) na cadeia alimentar. Além disso, cada “guilda funcional” reúne nematóides que apresentam o mesmo valor c-p (valor na escala de 1 a 5, relacionado com as características do nematóide, que pode ser mais

colonizador ou mais persistente). Os autores apresentaram três diferentes condições de cadeias alimentares e identificaram as guildas funcionais de nematóides associadas, as quais são indicadoras da condição da cadeia alimentar. Foi descrita como “basal” uma cadeia alimentar que foi reduzida em razão do estresse, incluindo limitações de recursos, condições ambientais adversas ou contaminação (poluição) recente. Foi descrita como “estruturada” uma cadeia alimentar na qual os recursos são mais abundantes ou onde a recuperação de estresse está ocorrendo. Uma cadeia alimentar torna-se “enriquecida” quando ocorre perturbação ou distúrbio e os recursos tornam-se disponíveis por causa da mortalidade de organismos, alterações no ecossistema, ou mesmo por mudanças ambientais favoráveis. Segundo a proposta dos autores, as comunidades de nematóides podem ser analisadas por meio de índices calculados com base na presença e abundância de guildas funcionais. O índice de “enriquecimento” (“enrichment index”: EI) apresenta a localização da cadeia alimentar na trajetória de “enriquecimento”, ou seja, o quanto a cadeia alimentar é “enriquecida” ou não. Semelhantemente, o índice de “estrutura” (“structure index”: SI) apresenta a localização da cadeia alimentar na trajetória de “estrutura” (ou seja, o quanto a cadeia alimentar é “estruturada” ou não). Esses índices são calculados da seguinte maneira:  $EI = 100 \times (e / (e + b))$ ;  $SI = 100 \times (s / (s + b))$ . Os valores de  $e$ ,  $s$  e  $b$  são as abundâncias de nematóides de guildas que representam “enriquecimento”, “estrutura” e condição “basal”, respectivamente. As guildas que representam “enriquecimento” são: bacteriófagos com valor c-p igual a 1 ( $Ba_1$ ) e micófagos com valor c-p igual a 2 ( $Fu_2$ ). As guildas que representam “estrutura” são: bacteriófagos com valor c-p que varia de 3 a 5 ( $Ba_3$ ,  $Ba_4$  e  $Ba_5$ ), micófagos com valor c-p que varia de 3 a 5 ( $Fu_3$ ,  $Fu_4$  e  $Fu_5$ ), onívoros com valor c-p que varia de 3 a 5 ( $Om_3$ ,  $Om_4$  e  $Om_5$ ) e carnívoros (predadores) com valor c-p que varia de 2 a 5 ( $Ca_2$ ,  $Ca_3$ ,  $Ca_4$  e  $Ca_5$ ). Outro índice que foi proposto pelos autores é o índice de “canal” (“channel index”: CI), que representa o canal (ou via) de decomposição predominante da matéria orgânica na cadeia alimentar do solo, calculado da seguinte maneira:  $CI = 100 \times [0,8Fu_2 / (3,2Ba_1 + 0,8Fu_2)]$ , onde  $Ba_1$  e  $Fu_2$  são as abundâncias de nematóides das guildas de bacteriófagos com valor c-p igual a 1 e de micófagos com valor c-p igual a 2, respectivamente.

Métodos de análise estatística multivariada podem ser usados em estudos de diversidade de nematóides, quando se objetiva a comparação de um grande número de áreas ou comunidades. Um dos métodos mais utilizados é a análise de agrupamento. Essa análise é utilizada para se colocar áreas similares em grupos ou “ramos” que são organizados em uma estrutura hierárquica tipo “árvore”, chamada dendrograma. Os grupos ou “ramos” delimitam ou representam diferentes comunidades bióticas. ([JONGMAN et al., 1995](#); [LUDWIG; REYNOLDS, 1988](#)).

Um estudo de diversidade de nematóides pode ser classificado de acordo com os tipos de ecossistemas amostrados. Serão discutidos a seguir os estudos realizados com amostragem em: ecossistemas naturais e agroecossistemas; apenas agroecossistemas; apenas ecossistemas naturais.

## **Estudos realizados em ecossistemas naturais e agroecossistemas**

Relativamente, poucos estudos de diversidade de nematóides foram realizados com amostragem em ecossistemas naturais e agroecossistemas, os quais serão comentados a seguir, em ordem cronológica de publicação.

[Zamith e Lordello \(1957\)](#) realizaram algumas observações sobre nematóides presentes em solos de matas e em solos cultivados no Estado de São Paulo, Brasil, e concluíram que: os solos não perturbados encerravam uma fauna de nematóides com número superior de gêneros e espécies; quando se inicia o cultivo em uma área ocorre a eliminação de alguns nematóides com permanência de outros e, comumente, a introdução de alguns por meio de material vegetal infestado, bem como máquinas e ferramentas que trazem solo aderente.

[Caveness \(1972\)](#) estudou as alterações de populações de nematóides fitoparasitas, após derrubada da vegetação nativa florestal e estabelecimento de culturas agrícolas na Nigéria, por conseguinte verificou que as densidades populacionais dos nematóides diminuíram 85 % após a

retirada da vegetação nativa; contudo, essas densidades cresceram após o início de cada cultivo e tornaram a diminuir em períodos de pousio. O autor concluiu que as práticas agrícolas favoreceram algumas espécies de nematóides, como *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, 1941, *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949 e *Helicotylenchus pseudorobustus* (Steiner, 1914) Golden, 1956, em detrimento de outras, dos gêneros *Helicotylenchus* Steiner, 1945, *Scutellonema* Andrassy, 1958, *Xiphinema* Cobb, 1913, *Paratylenchus* Micoletzky, 1922 e *Criconeoides* Taylor, 1936. [Lal et al. \(1983\)](#), em estudo semelhante, verificaram que a queima da cobertura vegetal nativa como prática para abertura de áreas para agricultura, bem como a aração, causaram reduções nas populações de nematóides fitoparasitas. A implantação de várias culturas favoreceu a multiplicação de nematóides fitoparasitas; contudo, o cultivo de *Crotalaria juncea* L. e o pousio tiveram o efeito contrário. Além disso, o cultivo de *Crotalaria juncea* favoreceu nematóides de vida livre, como *Dorylaimus* Dujardin, 1845, *Discolaimus* Cobb, 1913, *Mononchus* Bastian, 1865 e *Rhabditis* Dujardin, 1845.

[Cares e Huang \(1991\)](#) realizaram estudo de diversidade de nematóides fitoparasitas, identificados até nível de gênero, a partir de amostragens realizadas em mata ciliar, Cerrado e diversas culturas (perenes e anuais) no Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais (Brasil). Os maiores números de gêneros de fitonematóides ocorreram, em ordem decrescente, nos seguintes ecossistemas: Cerrado, Mata Ciliar, culturas perenes e culturas anuais. Em geral, nematóides da superfamília Criconematoidea e das famílias Tylenchidae e Anguinidae, que tiveram alta incidência em vegetação nativa, tornaram-se não detectáveis ou suas abundâncias foram muito reduzidas em virtude do cultivo. Excepcionalmente, o gênero *Trophotylenchulus* Raski, 1957 (superfamília Criconematoidea) apresentou maiores abundâncias em culturas de *Eucalyptus* e *Pinus*, em relação à vegetação nativa de Cerrado. O gênero *Meloidogyne* Goeldi, 1892 sobreviveu melhor em cultura de *Pinus*, e os gêneros *Aphelenchoides* Fischer, 1894, *Helicotylenchus* e *Tylenchus* Bastian, 1865 em cultura de soja, em relação ao Cerrado. Os gêneros *Pratylenchus* Filipjev, 1936,

*Pseudhalenchus* Tarjan, 1958 e *Ditylenchus* Filipjev, 1936 foram detectados somente em áreas cultivadas. O índice de similaridade de Jaccard foi maior (0,70) para a comparação entre Cerrado e eucalipto, sendo realizadas em geral comparações entre Cerrado e áreas cultivadas.

[Freckman e Ettema \(1993\)](#) estudaram comunidades de nematóides em ecossistemas naturais (duas áreas) e agroecossistemas (quatro seqüências de rotação de culturas anuais e duas culturas perenes) sob diferentes níveis de intervenção humana, nos Estados Unidos. As culturas anuais utilizadas foram milho, soja e trigo (*Triticum aestivum* L.); as culturas perenes foram alfafa (*Medicago sativa* L.) e *Populus euramericana* Guinier ("poplar"). As áreas agrícolas apresentavam níveis variados de interferência em suas condições naturais (ou perturbação, como chamam alguns autores), desde áreas sem utilização de produtos químicos industrializados e baixo impacto da ação humana até áreas com utilização de produtos químicos industrializados e mais impactadas pelo manejo humano. Maiores riqueza de *taxa* e diversidade foram encontradas em vegetação nativa. A área cultivada sem uso de produtos químicos industrializados também apresentou elevado número de *taxa*, porém baixa equitabilidade ou uniformidade entre as abundâncias, o que resultou em um baixo índice de diversidade de Shannon-Weaver. Nematóides bacteriófagos foram os mais abundantes em todas as áreas, enquanto os micófitos foram mais abundantes em vegetação nativa, e os fitoparasitas apresentaram a menor abundância em cultivo orgânico. Nematóides onívoros e predadores representaram uma pequena proporção da comunidade em todas as áreas.

[Hánel \(1995\)](#) realizou estudo de comunidades de nematóides em quatro áreas na República Tcheca, com as seguintes características: seqüência de culturas trigo/batata; pousio após cultura de milho; campo; floresta. O maior índice de diversidade de Shannon-Weaver foi obtido para a área de campo e o menor para a área cultivada. Altos valores de índices de maturidade foram obtidos para a área de campo, indicando uma comunidade de nematóides mais estável ou madura. Os índices de diversidade e maturidade apresentaram pequenas diferenças para a área de floresta em relação à área de campo.

[Huang e Cares \(1995\)](#) realizaram estudo de diversidade de nematóides fitoparasitas, identificados até nível de gênero, em vegetação nativa (Cerradão, Cerrado e Mata Ciliar) e cultivada (culturas anuais e perenes) no Brasil Central. Os autores afirmaram que: a diversidade de plantas costuma ser maior em Cerrado ou Cerradão do que em Mata Ciliar ou em áreas cultivadas; menor diversidade de plantas em geral ocorre em áreas cultivadas; a diversidade de nematóides apresentou paralelismo em relação à diversidade de plantas dos ambientes estudados. A abundância de nematóides foi maior em áreas de culturas perenes, provavelmente em virtude da grande biomassa radicular, e menor em áreas de culturas anuais.

[Bloemers et al. \(1997\)](#) verificaram o efeito de perturbações (inclusive em razão da implantação de agricultura) em uma floresta na República de Camarões, África, observando que houve aparentemente pouco efeito na riqueza de *taxa* de nematóides, exceto nas áreas mais perturbadas. O índice de maturidade não diminuiu com crescentes perturbações, o que os autores julgaram fato surpreendente e comentaram que há necessidade de trabalhos de pesquisa para que esse índice possa ser melhor interpretado com relação a nematóides de solos tropicais, uma vez que ele foi desenvolvido considerando as condições temperadas. As perturbações afetaram não somente a riqueza, mas também a composição das comunidades de nematóides, com impactos semelhantes em todos os grupos tróficos.

[Yeates e King \(1997\)](#) estudaram as comunidades de nematóides em pastagens nativas e cultivadas na Austrália, logo concluíram que a substituição da pastagem nativa por espécies exóticas e a adubação regular para manutenção dessas espécies resultaram em marcadas alterações na fauna nematológica (composição taxonômica e abundâncias). Houve um aumento na abundância total de nematóides em razão do cultivo, e grande parte desse aumento foi em virtude de nematóides bacteriófagos, o que indicou, segundo os autores, melhor qualidade dos resíduos vegetais como fonte de alimento para a microbiota, especialmente bactérias. A abundância de nematóides predadores e o índice de maturidade foram menores em pastagens cultivadas.

[Coyne et al. \(1999\)](#) realizaram observações sobre a dinâmica de populações de nematóides fitoparasitas em floresta e em culturas de arroz estabelecidas após derrubada de vegetação nativa florestal na Costa do Marfim, África. Por um lado, a abertura de clareira na floresta, por si só, teve pouco efeito imediato na diversidade de nematóides. Por outro lado, com a introdução de cultura de arroz, ocorreram rápidas alterações nas comunidades de nematóides, causando diminuição na diversidade e dominância de poucas espécies.

[Mattos \(1999\)](#), em sua tese de doutorado, caracterizou as comunidades de nematóides em quatro tipos de vegetação nativa e quatro tipos de culturas agrícolas no Brasil Central: Cerrado, Cerradão, mata, campo, café, eucalipto, milho e tomate. As maiores abundâncias de nematóides ocorreram nas culturas anuais, enquanto as menores ocorreram em eucalipto. A riqueza de gêneros foi maior em Cerrado e menor em tomate. Em vegetação nativa, observou-se prevalência das famílias Tylenchulidae, Tylenchidae, Criconematidae, Hoplolaimidae e Cephalobidae. Em áreas cultivadas, as famílias prevalentes foram Cephalobidae, Hoplolaimidae, Panagrolaimidae, Rhabditidae e Heteroderidae. Foi obtida a seguinte ordem decrescente para as diversidades de nematóides (avaliadas por meio da riqueza e índices de diversidade): Cerrado, mata, campo, eucalipto, café, milho, tomate. Para o índice de maturidade, foi obtida a seguinte ordem decrescente: campo, Cerradão, Cerrado, mata, eucalipto, café, milho, tomate. Na maioria das áreas cultivadas, os nematóides bacteriófagos foram dominantes, enquanto predadores e onívoros foram minoritários em todos os tipos de ecossistemas. Em vegetação nativa e cultura de milho, a prevalência foi dos fitoparasitas. Os onívoros apresentaram as maiores abundâncias relativas em vegetação nativa, eucalipto e café. Destacou-se a maior abundância relativa da superfamília Criconematoidea em vegetação nativa. Os gêneros-chave selecionados que melhor possibilitaram a distinção entre áreas foram: *Trophotylenchulus* e *Discocriconemella* De Grisse e Loof, 1965. O gênero *Trophotylenchulus* apresentou elevadas abundâncias em todas as áreas de vegetação nativa, distinguindo-as das

demais. *Discocriconemella* apresentou elevadas abundâncias em Cerrado e Cerradão, distinguindo essas áreas das demais. Os nematóides fitoparasitas foram dominantes nos quatro ecossistemas com vegetação nativa, e os bacteriófagos nos agroecossistemas, excetuando-se a cultura de milho. O menor número de nematóides predadores foi encontrado na cultura de tomate. A diversidade trófica e a dominância trófica acusaram diferenças altamente significativas entre ecossistemas naturais e agroecossistemas, entre culturas perenes e anuais e entre culturas anuais (milho e tomate). Observou-se que a diversidade trófica foi significativamente menor na cultura de tomate. Esse trabalho foi publicado parcialmente em periódico científico por [Mattos et al. \(2006\)](#).

[Valocká et al. \(2001\)](#) estudaram as comunidades de nematóides em quatro localidades na Eslováquia. Em cada localidade, foram selecionados dois tipos de ecossistemas: pastagem nativa e cultura de cereal. Os números de gêneros (riqueza) e abundâncias foram maiores em culturas de cereais. Os nematóides fitoparasitas constituíram grupo trófico dominante em todas as localidades e ecossistemas. Em seguida, os mais abundantes foram os bacteriófagos, na maioria das localidades. Os índices de maturidade, cujos valores maiores indicam menor impacto ambiental, foram maiores em pastagens nativas do que em culturas de cereais.

[Goulart \(2002\)](#), em sua tese de doutorado, realizou estudos de comunidades de nematóides em três áreas situadas em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil ([Fig. 1](#), [2](#), [3](#) e [4](#)): área de vegetação nativa de Cerrado, área de cultura perene (goiabeira, *Psidium guajava* L.) e área de cultura anual (milho, *Zea mays* L.). As amostragens foram feitas em duas épocas diferentes e, em cada amostragem, foram coletadas dez amostras compostas de solo + raízes em cada área (cada amostra composta de três subamostras). Nematóides fitoparasitas foram identificados até nível de gênero ou espécie, e os de vida livre até nível de família ou gênero. O gênero mais abundante em Cerrado foi *Discocriconemella* e, nas áreas cultivadas, foi *Helicotylenchus*. Foi possível concluir que a retirada da

vegetação nativa de Cerrado e a implantação dos cultivos de goiabeira e milho influenciaram as comunidades de nematóides nas áreas amostradas, resultando em: redução na abundância da superfamília Criconematoidea e da família Criconematidae, bem como ausência de *Discocriconemella* e *Tylenchulus* Cobb, 1913 (todos grupos taxonômicos muito abundantes na vegetação original de Cerrado); elevação nas abundâncias de *Helicotylenchus* e *Pratylenchus*; menores valores de riqueza de gêneros, diversidade trófica e de abundância relativa nematóides predadores ou onívoros. A similaridade com a área de Cerrado foi menor quando o cultivo estabelecido foi o de milho. Especialmente, em relação ao cultivo de milho, ocorreu: redução na abundância de *Dorylaimellus* Cobb, 1913 e ausência de *Dorylaimoides* Thorne e Swanger, 1936 e *Labronema* Thorne, 1939 (todos gêneros muito abundantes na vegetação original de Cerrado). Esse trabalho foi publicado parcialmente em periódico científico por [Goulart e Ferraz \(2003\)](#) e [Goulart et al. \(2003\)](#).

Na República Tcheca, [Hánel \(2003\)](#) avaliou as alterações nas comunidades de nematóides após a interrupção do uso agrícola do solo. Foram avaliadas áreas que tiveram o manejo agrícola interrompido (pousio, com desenvolvimento de sucessão natural da vegetação, com tendência de retorno a um tipo de vegetação semelhante à original), em comparação com áreas de agricultura intensiva (várias culturas, durante 30 anos) e áreas de vegetação nativa (campina) preservada. O autor considerou que a vegetação original era a mesma em todas as áreas experimentais. As áreas de vegetação nativa (campina) preservada apresentaram a maior diversidade de nematóides, e os grupos tróficos dominantes foram: micófagos, que podem se alimentar alternativamente também de raízes de plantas; bacteriófagos; micófagos exclusivos; onívoros. O cultivo intensivo do solo por 30 anos (agricultura intensiva) alterou a fauna nematológica. Nessa situação, a diversidade de nematóides foi muito reduzida e aproximadamente metade dos indivíduos eram bacteriófagos. Durante dois anos, desde que os solos, anteriormente cultivados, foram abandonados, ocorrendo a sucessão natural da vegetação, a abundância e a dominância

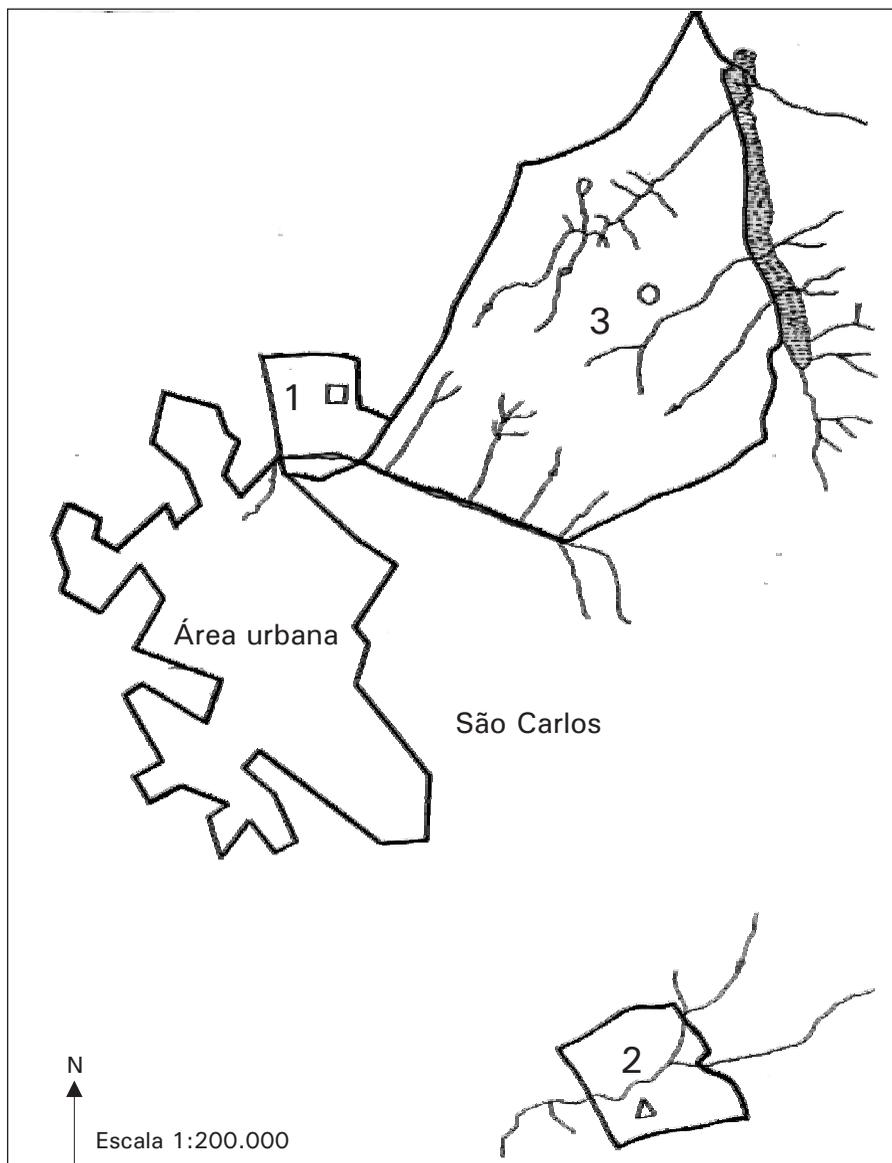
dos nematóides onívoros aumentaram, e a dominância dos bacteriófagos diminuiu. Além disso, a diversidade de nematóides aumentou. Os resultados indicaram que muitas populações de nematóides são capazes de se recuperar do estresse causado pelo cultivo do solo, em um período relativamente curto de vários anos de sucessão natural, após a interrupção da agricultura intensiva no local. Segundo o autor, a recuperação da diversidade de espécies original de nematóides é relativamente lenta, mas alguns nematóides onívoros, que são considerados ubíquos e que possuem hábitos alimentares versáteis, podem intervir em várias partes da cadeia alimentar e compensar a ausência de outras espécies mais dependentes de ambientes não perturbados.

Na China, [Li, Y. et al. \(2007\)](#) investigaram como o tipo de vegetação original afeta as comunidades de nematóides do solo. Com o objetivo de determinar se as diferenças históricas no tipo de vegetação afetam o desenvolvimento das comunidades de nematóides do solo, após mudanças no uso da terra, os autores instalaram experimentos em dois locais adjacentes, com tipos contrastantes de vegetação original (herbácea ou arbustiva), as quais foram substituídas por monocultura de chá: *Camellia sinensis* (Linn.) O. Ktze. Em cada local, foram avaliadas duas áreas com monocultura de chá, uma com 3 anos e outra com 7 anos de cultivo, além da área com vegetação original preservada. Foram avaliados dois “transectos”: 1) vegetação herbácea à monocultura de chá; 2) vegetação arbustiva à monocultura de chá. No “transecto” de vegetação herbácea à monocultura de chá, ocorreram menores valores de abundância de nematóides, riqueza de gêneros, diversidade e de proporções de bacteriófagos e de micófitos. No entanto, nesse “transecto”, ocorreram menores valores de índice de maturidade e de razão de bacteriófagos em relação à soma de bacteriófagos e micófitos. As diferenças na estrutura das comunidades de nematóides foram maiores entre as monoculturas de chá com 3 anos de idade. Os resultados indicaram que o tipo de vegetação original pode afetar o desenvolvimento da comunidade de nematóides após o estabelecimento da agricultura; porém, esse efeito tende a diminuir com o passar do tempo.

[Sánchez-Moreno e Ferris \(2007\)](#) estudaram nos Estados Unidos as comunidades de nematóides em áreas adjacentes, consideradas perturbadas e não perturbadas pela interferência humana: cultura de videira e floresta madura. Foram utilizados índices baseados na cadeia alimentar e em guildas de nematóides do solo. Nas áreas não perturbadas (floresta), cadeias alimentares longas e complexas, com maior número de conexões tróficas e de nematóides predadores, apresentaram número reduzido de nematóides fitoparasitas, em comparação com ambientes perturbados pela agricultura. Em ambientes não perturbados de floresta, foi identificada a supressividade do solo em relação a nematóides fitoparasitas.

Segundo a literatura consultada, 16 estudos já foram realizados com amostragem em ecossistemas naturais e agroecossistemas, dos quais 11 consideraram todos os hábitos alimentares de nematóides ([BLOEMERS et al., 1997](#); [FRECKMAN; ETTEMA, 1993](#); [GOULART, 2002](#); [HÁNEL, 1995](#); [HÁNEL, 2003](#); [LI, Y. et al., 2007](#); [MATTOS, 1999](#); [SÁNCHEZ-MORENO; FERRIS, 2007](#); [VALOCKÁ et al., 2001](#); [ZAMITH; LORDELLO, 1957](#); [YEATES; KING, 1997](#)), e cinco consideraram apenas os fitoparasitas ([CARES; HUANG, 1991](#); [CAVENESE, 1972](#); [COYNE et al., 1999](#); [HUANG; CARES, 1995](#); [LAL et al., 1983](#)). Cinco desses estudos foram realizados no Brasil, sendo que três consideraram todos os hábitos alimentares ([GOULART, 2002](#); [MATTOS, 1999](#); [ZAMITH; LORDELLO, 1957](#)), e outros dois, apenas os fitoparasitas ([CARES; HUANG, 1991](#); [HUANG; CARES, 1995](#)). Nos trabalhos em que foram considerados todos os grupos tróficos de nematóides, houve maior diversidade em áreas de vegetação nativa em relação às áreas cultivadas, exceto no de Valocká et al. (2001), provavelmente em razão da dominância acentuada de nematóides fitoparasitas em todas as áreas amostradas nesse estudo. Em relação ao índice de maturidade, em todos os estudos, ocorreram maiores valores em áreas de vegetação nativa em relação às áreas cultivadas, exceto no de Bloemers et al. (1997), que não observaram diferenças entre os índices desses dois tipos de ecossistemas.

[Yeates \(1991\)](#), em revisão sobre o assunto, destacou três principais aspectos do impacto sobre a fauna do solo decorrentes de mudanças históricas do uso da terra, com a retirada da vegetação original e a implantação de cultivos agrícolas: diminuição na abundância ou eliminação de espécies nativas; exploração dos habitats modificados por espécies nativas; disseminação (geral ou restrita) de espécies introduzidas. Como exemplos, o autor cita os nematóides da família Criconematidae em relação ao primeiro aspecto, nematóides fitoparasitas nativos em relação ao segundo e nematóides fitoparasitas exóticos em relação ao terceiro. Com a interferência humana em ecossistemas, por meio da agricultura, muitas espécies são introduzidas em novas áreas, podendo substituir as populações nativas. As espécies introduzidas são caracterizadas em geral como pragas ou patógenos, sendo favorecidas pelas novas condições ecológicas que são estabelecidas pelo cultivo contínuo da área. Quando uma nova espécie é introduzida em uma área, padrões de atividade bio-ecológica, anteriormente estabelecidos na comunidade, podem ser modificados, logo uma nova interação entre as espécies pode se desenvolver. A quantidade de modificações nesses padrões de atividade relaciona-se diretamente com a habilidade competitiva da espécie introduzida ([JUSINO ATRESINO; PHILLIPS JR., 1994](#)). Agroecossistemas são geralmente estabelecidos como monoculturas, e práticas de manejo associadas resultam em modificações na estrutura do solo, que, por sua vez, causam maiores flutuações de umidade e temperatura, em relação a áreas não cultivadas. Os instáveis habitats resultantes inibem o estabelecimento e a permanência de muitos nematóides. A agricultura favorece alguns nematóides que são capazes de sobreviver e se reproduzir em um ambiente de frequentes mudanças, inclusive em relação a fontes de alimento. Portanto, comunidades de nematóides em agroecossistemas geralmente apresentam riqueza e diversidade mais baixas que em áreas naturais ([NORTON; NIBLACK, 1991](#)).



**Fig. 1.** Localização das áreas de amostragem para estudo de diversidade de nematóides em São Carlos, SP. 1- Universidade Federal de São Carlos (□Cerrado); 2 Fazenda Itaguassu (△ goiabal); 3- Embrapa Pecuária Sudeste (O milharal).  
Fonte: [Goulart \(2002\)](#).



Fig. 2. Área de vegetação nativa (Cerrado “strictu sensu”) em São Carlos, SP, da reserva de preservação da Universidade Federal de São Carlos, utilizada para estudo de diversidade de nematóides.

Fonte: [Goulart \(2002\)](#).



Fig 3. Área de goiabal da Fazenda Itaguassu, em São Carlos, SP, utilizada para estudo de diversidade de nematóides.

Fonte: Goulart (2002).



Fig. 4. Área de milharal da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, utilizada para estudo de diversidade de nematóides.

Fonte: [Goulart \(2002\)](#).

## Estudos realizados apenas em agroecossistemas

A maior parte dos estudos de diversidade de nematóides foi realizada com amostragem apenas em agroecossistemas.

Em alguns desses estudos, somente foram considerados os nematóides fitoparasitas ([COYNE et al., 2001](#); [FERRIS et al., 1971](#); [KANDJI et al., 2001](#); [MUKHERJEE; DASGUPTA, 1982](#); [MUKHERJEE; DASGUPTA, 1983](#); [NIBLACK; BERNARD, 1985](#); [VERSCHOOR et al., 2001](#)). Os estudos em que foram considerados nematóides de diversos hábitos alimentares estão apresentados na [Tabela 2](#).

**Tabela 2.** Estudos de diversidade de nematóides com amostragem apenas em agroecossistemas.

Localidade	Cultura	Referência bibliográfica
Alemanha	Cevada	Sonnemann et al. (2002)
	Diversas culturas	Lenz e Eisenbeis (2000)
Austrália	Tremoço e trigo	Van Vliet et al. (2000)
Áustria	Pastagens	Zolda (2006)
Bélgica	Milho	Leroy et al. (2007)
Benin	Milho	Blanchart et al. (2006)
Brasil	Soja	Gomes (1996)
		Gomes et al. (2003)
		Neves e Huang (2005)
Canadá	Pastagens	Forge et al. (2005)
China	Diversas culturas Trigo	Ou et al. (2005)
		Liang et al. (2005)
		Li, Q. et al. (2007)
Croácia	Diversas culturas	Ivezic et al. (2000)
Espanha	Diversas culturas	López-Fando e Bello (1995)
	Pastagem e centeio	Nombela et al. (1999)
	<i>Pinus</i>	Armendáriz e Hernández (1995)
	Trigo e cevada	García-Álvarez et al. (2004)
Estados Unidos	Abobrinha	Wang et al. (2003)
		Wang et al. (2006c)
	Aubos verdes	MacGuidwin e Layne (1995)
	Alfafa	Donegan et al. (1999)
	Algodão	Koenning e Barker (2004)
	<i>Citrus</i>	Porazinska et al. (1998a)
Alemanha	Cevada	Sonnemann et al. (2002)
		Porazinska et al. (1998b)
		Porazinska et al. (1999)
	<i>Citrus</i> e pastagem	McSorley (1997)
	<i>Cucurbita</i> spp.	Porazinska e Coleman (1995)
	Diversas culturas	Neher (1999)
		Neher e Olson (1999)

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Localidade	Cultura	Referência bibliográfica
		Neher et al. (1995)
		Neher et al. (1998)
		Parmelee e Alston (1986)
		Berkelmans et al. (2003)
		Wang et al. (2004a)
	Milho	Wang et al. (2004b)
	Milho, trigo e trevo	Fu et al. (2000)
	Pastagens	Wall-Freckman e Huang (1998)
		Neher et al. (1999)
		McSorley e Frederick (2000)
		Wang et al. (2006b)
		Somasekhar et al. (2002)
	Pimenta	Wang et al. (2006a)
	Quiabeiro e centeio	McSorley e Frederick (2002)
	Soja e trigo	Baird e Bernard (1984)
	Tomateiro	Bulluck III et al. (2002)
		Nahar et al. (2006)
	Videira	Ferris e McKenry (1976)
França	Milho	Griffiths et al. (2007)
Holanda	Diversas culturas	De Deyn et al. (2004)
	Pastagens	Van Diepenigen et al. (2006)
		Bouwman e Arts (2000)
		Verschoor et al. (2001)
		Van Vliet e De Goede (2006)
	<i>Pinus</i>	Schouten et al. (1998)
Honduras	Culturas consorciadas	Powers et al. (1993)
	Pastagens	Powers e McSorley (1994)
Índia	Arroz e pastagem	Mishra e Dash (1981)
	Cravo-de-defunto e girassol	Akhtar (1998)
	Diversas culturas	Samathanam e Chawla (1982)
Israel	Amendoim	Liang et al. (2001)
	Batata	Liang et al. (1999)

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

Localidade	Cultura	Referência bibliográfica
Itália	<i>Pinus</i>	Vinciguerra et al. (1995)
Japão	Soja	Okada e Harada (2007)
México	Sistemas agroflorestais	Diemont e Martin (2005)
Nova Zelândia	Aspargo e milho	Wardle et al. (1995) Yeates et al. (1993) Yeates et al. (1999)
	Aveia e milho	Yeates e Hughes (1990) Yeates (1977)
	Kiwi	Wardle et al. (2001)
	Pastagens	Yeates (1978a) Yeates (1978b) Yeates (1981) Saggar et al. (2001) Saranthchandra et al. (2001) Yeates et al. (2006) Yeates et al. (2007a) Yeates et al. (2007b)
	Sistemas agro-florestais de <i>Pinus</i> e pastagens	Yeates et al. (2000)
Polônia	Diversas culturas	Ilieva-Makulec et al. (2006)
Quênia	Diversas culturas	Kandji et al. (2002)
Reino Unido	Pastagens	Yeates et al. (1997)
Senegal	Amendoim e milheto	Villenave et al. (2001)
Suécia	Pastagem	Sohlenius e Sandor (1989)
	Sistemas de rotação	Sohlenius et al. (1987)

[Gomes \(1996\)](#) e [Gomes et al. \(2003\)](#) observaram, em culturas de soja (*Glycine max* L. Merr.) no Distrito Federal, Brasil, que os nematóides micófagos tiveram maiores abundâncias no final do ciclo da cultura, período em que as raízes encontram-se em alta decomposição por ação de microrganismos, especialmente fungos. Houve, contudo, segundo o autor,

uma redução nas abundâncias dos nematóides micófitos, após o final do ciclo da cultura, certamente pela ausência de substrato para decomposição fúngica. Além disso, os autores observaram também um aumento nas abundâncias de nematóides bacteriófitos após o início do período chuvoso, com subsequente queda no período seco.

[Neves e Huang \(2005\)](#) conduziram experimentos em áreas de cultivo de soja infestadas com o nematóide dos cistos (*Heterodera glycines* Ichinohe, 1952), em Goiás e Minas Gerais, e verificaram reação diferenciada da comunidade de nematóides a genótipos de soja resistentes e suscetíveis a *H. glycines* raça 3. A abundância total de nematóides não foi diferente entre áreas com genótipos de soja resistentes ou suscetíveis a *H. glycines* raça 3. O nematóide espiralado, *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher, 1961 e outros, especialmente os nematóides bacteriófitos, tiveram suas abundâncias relativamente elevadas, provavelmente substituindo *H. glycines*, em áreas cultivadas com genótipos resistentes a esse nematóide.

Quase que exclusivamente fora do Brasil, vários estudos de diversidade de nematóides em agroecossistemas têm sido realizados com o objetivo de verificar o efeito de determinado componente do manejo agrícola nas comunidades de nematóides do solo, como: adubação química ([LIANG et al., 2005](#); [PORAZINSKA; COLEMAN, 1995](#); [SARATHCHANDRA et al., 2001](#); [VERSCHOOR et al., 2001](#)); adubação química, irrigação e aplicação de pesticidas ([LIANG et al., 2001](#)); adubação orgânica ([KOENNING; BARKER, 2004](#); [LEROY et al., 2007](#); [NAHAR et al., 2006](#); [VAN VLIET; DE GOEDE, 2006](#); [WANG et al., 2003](#); [WANG et al., 2004b](#)); adubação orgânica e química ([AKHTAR, 1998](#); [BULLUCK III et al., 2002](#); [FORGE et al., 2005](#); [GARCÍA-ÁLVAREZ et al., 2004](#); [WANG et al., 2006c](#)); adubação verde ([MACGUIDWIN; LAYNE, 1995](#)); aplicação de herbicida ([GARCÍA-ÁLVAREZ et al., 2004](#)); aplicação de indutor de resistência a doenças e pragas ([SONNEMANN et al., 2002](#)); aração ([SOHLENIUS; SANDOR, 1989](#)); controle de plantas daninhas ([YEATES et al., 1993](#)); cultivo orgânico e convencional ([BERKELMANS et al., 2003](#); [NEHER, 1999](#); [VAN DIEPENINGEN et al., 2006](#); [YEATES et al., 1997](#)); cultivos consorciados ([KANDJI et al., 2002](#); [POWERS et al., 1993](#)); densidade

animal em pastagens ([MCSORLEY; FREDERICK, 2000](#)); fumigação do solo ([WANG et al., 2006a](#)); incorporação de biossólidos ([YEATES et al., 2006](#)); irrigação ([PORAZINSKA et al., 1998b](#)); pousio ([VILLENAVE et al., 2001](#)); manejo de plantas daninhas ([WARDLE et al., 2001](#)); monoculturas e policulturas ([DE DEYN et al., 2004](#)); pastejo animal ([WANG et al., 2006b](#); [ZOLDA, 2006](#)); plantas geneticamente modificadas ([DONEGAN et al., 1999](#); [GRIFFITHS et al., 2007](#)); semeadura direta (“plantio” direto) e cultivo convencional ([FU et al., 2000](#); [LENZ; EISENBEIS, 2000](#); [PARMELEE; ALSTON, 1986](#); [YEATES; HUGHES, 1990](#)); sistemas agroflorestais ([DIEMONT; MARTIN, 2005](#); [YEATES et al., 2000](#)); sistemas de preparo de solo, incluindo “plantio” direto ([BAIRD; BERNARD, 1984](#); [LENZ; EISENBEIS, 2000](#)); sistemas de preparo de solo (incluindo “plantio” direto) e de rotação de culturas ([LÓPEZ-FANDO; BELLO, 1995](#)); sistemas de rotação de culturas ([NEHER; OLSON, 1999](#); [SOHLENIUS et al., 1987](#); [YEATES; HUGHES, 1990](#)); sistemas de sucessão de culturas ([BAIRD; BERNARD, 1984](#)); solarização do solo ([WANG et al., 2006a](#)); uso de cultivador ([GARCÍA-ÁLVAREZ et al., 2004](#)); uso de diferentes agentes de controle de parasitas animais em pastagens ([YEATES et al., 2007a](#); [YEATES et al., 2007b](#)); uso de diferentes genótipos vegetais ([NEVES; HUANG, 2005](#)); uso de fosfato de rocha ([KANDJI et al., 2002](#)); uso de nematóides entomopatogênicos ([SOMASEKHAR et al., 2002](#)); uso de plantas de cobertura ([BLANCHART et al., 2006](#); [ILIEVA-MAKULEC et al., 2006](#); [KANDJI et al., 2002](#); [WANG et al., 2006a](#)).

Em alguns estudos, as comunidades de nematóides foram utilizadas como bio-indicadoras da condição ecológica do solo ([NOMBELA et al., 1999](#); [PORAZINSKA et al., 1999](#); [WARDLE et al., 1995](#); [YEATES et al., 1999](#)). [Porazinska et al. \(1998a,b\)](#) avaliaram a relação entre as comunidades de nematóides do solo e a sustentabilidade da produção agrícola. Poucos desses estudos foram conclusivos.

Especialmente em relação a sistemas de preparo de solo, alguns comentários são feitos a seguir. O preparo convencional de solo, por promover maiores perturbações nesse ecossistema, em geral resulta em aumento populacional de bactérias e, conseqüentemente, também de

nematóides bacteriófagos, os quais são, na maioria dos casos, considerados “estrategistas-r” ou “colonizadores”, com curto ciclo de vida. Contudo, a dominância de nematóides fitoparasitas é reduzida após o preparo convencional de solo ([LENZ; EISENBEIS, 2000](#); [PARMELEE; ALSTON, 1986](#)). Índices de maturidade nas comunidades de nematóides mostraram-se maiores em sistemas de plantio direto ([LENZ; EISENBEIS, 2000](#)). As diferentes estruturas tróficas das comunidades de nematóides parecem revelar maiores contribuições, para a decomposição dos restos culturais, de bactérias em plantio convencional e de fungos em plantio direto ([PARMELEE; ALSTON, 1986](#)).

## Estudos realizados apenas em ecossistemas naturais

Estudos de diversidade de nematóides com amostragem apenas em ecossistemas naturais já foram realizados na Alemanha ([ALPHEI, 1998](#); [HÁNEL, 2001](#); [HOHBERG, 2003](#); [RUESS, 1995](#)), Alemanha e República Tcheca ([HÁNEL, 2002](#)), Austrália ([REAY; WALLACE, 1981](#)), Brasil ([HUANG et al., 1996](#)), Canadá ([FORGE; SIMARD, 2001](#); [KIMPINSKI; WELCH, 1971](#); [PANESAR et al., 2000](#); [PANESAR et al., 2001](#)), China ([WU et al., 2002](#); [WU et al., 2005](#)), Dinamarca ([BJORNLUND et al., 2002](#); [RITTER; BJORNLUND, 2005](#)), Escócia ([WALL et al., 2002](#)), Eslováquia ([VALOCKÁ; SABOVÁ, 1998](#)), Espanha ([IMAZ et al., 2002](#); [LOBATON, 1991](#); [SÁNCHEZ-MORENO; NAVAS, 2007](#); [TALAVERA; NAVAS, 2002](#)), Estados Unidos ([AL BANNA; GARDNER, 1996](#); [DARBY et al., 2007](#); [ETTEMA et al., 1999](#); [FRECKMAN et al., 1975](#); [MCSORLEY, 1993](#); [MISHRA; MITCHELL, 1987](#); [JOHNSON et al., 1972, 1973, 1974](#); [NORTON; HOFFMANN, 1974](#); [REYNOLDS et al., 2003](#); [SCHMITT; NORTON, 1972](#); [SEASTEDT et al., 1988](#); [THORNTON; MATLACK, 2002](#); [TODD et al., 1999](#); [WRIGHT; COLEMAN, 2002](#)), França ([ARMENDÁRIZ; ARPIN, 1996](#)), Havaí ([BERNARD; SCHMITT, 2005](#)), Holanda ([DE GOEDE, 1996](#)), Hungria ([BAKONYI et al., 2007](#)), Israel ([LIANG et al., 2002](#); [PEN-MOURATOV; STEINBERGER, 2005](#); [PEN-MOURATOV et al., 2003](#); [STEINBERGER et al., 2001](#)), Itália ([CLAUSI; VINCIGUERRA, 1999](#); [VINCIGUERRA; GIANNETTO, 1987](#)), Nova Zelândia ([WILLIAMSON et al., 2005](#); [YEATES; WILLIAMS, 2001](#); [YEATES et al., 2004](#)), Polônia

([WASILEWSKA, 2006](#)), Quênia ([COLEMAN et al., 1991](#)), Reino Unido ([HODDA; WANLESS, 1994](#); [KEITH et al., 2006](#); [YUEN, 1966](#)), Romênia ([POPOVICI; CIOBANU, 2000](#)), Rússia ([ROMANENKO et al., 1997](#)), Senegal ([CADET et al., 2003](#)), Suécia ([HYVÖNEN; PERSSON, 1990](#); [SOHLENIUS, 2002](#); [SOHLENIUS; BOSTROM, 2001](#); [SOHLENIUS; WASILEWSKA, 1984](#)) e vários países da Europa ([EKSCHMITT et al., 2001](#)).

Considerando que muitos nematóides de áreas cultivadas provavelmente tiveram seus ancestrais em áreas nativas, estudos de comunidades de nematóides em áreas de vegetação nativa podem contribuir para uma melhor compreensão sobre a presença e ecologia de nematóides fitoparasitos em áreas cultivadas, como também sobre a provável importância deles em relação à vegetação nativa ([SCHMITT; NORTON, 1972](#)).

[Huang et al. \(1996\)](#) estudaram os grupos taxonômicos e tróficos dos nematóides associados à sucupira branca (*Pterodon pubescens* Benth.) em Cerrado nativo no Brasil (Brasília, DF) e encontraram importantes gêneros de nematóides fitoparasitos na rizosfera dessa planta, como: *Trophotylenchulus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Hemicriconemoides*, *Discocriconemella*, *Hoplolaimus*, *Criconemella*, *Pratylenchus*, *Paratrichodorus*, *Rotylenchulus*, *Peltamigratus*, *Xiphinema* e *Paratylenchus* (em ordem decrescente de abundâncias relativas obtidas). No entanto, os autores afirmaram que as altas abundâncias relativas de nematóides onívoros confirmaram que o solo amostrado estava sob baixa intervenção humana.

## Considerações finais

As pesquisas em Nematologia no Brasil têm se concentrado em áreas relacionadas exclusivamente com nematóides fitoparasitas (agentes causais de doenças em plantas). Para que estudos de diversidade de nematóides possam ser úteis para o desenvolvimento de pesquisas na área de indicadores de qualidade ambiental, é indispensável que todos os nematóides de solo sejam incluídos nos estudos, e não somente os fitoparasitas. A Nematologia em geral, incluindo a Taxonomia de nematóides fitoparasitas e de vida livre, bem como a linha de pesquisa sobre nematóides como bio-indicadores ecológicos, está muito mais

desenvolvida em outros países do que no Brasil, resultando para o País um atraso nessa área de conhecimento, o que é muito prejudicial, do ponto de vista estratégico e econômico. Apesar da escassez de especialistas no Brasil, o estudo da diversidade de nematóides em solos, em especial no Cerrado brasileiro, necessita ser mais incentivado e desenvolvido, em razão da grande importância de suas implicações.

Grande parte dos trabalhos de pesquisa sobre diversidade de nematóides no Brasil ainda limita-se à realização de identificações taxonômicas, sem considerar as abundâncias, ou seja, números de indivíduos de cada *taxon*. No entanto, sabe-se que a medida de diversidade biológica é obtida apropriadamente a partir de dados qualitativos (identificações taxonômicas) e quantitativos (abundâncias), para que organismos de ocorrência rara ou comum não sejam considerados igualmente. Além disso, a maioria dos estudos no Brasil restringe-se a nematóides fitoparasitas encontrados em áreas cultivadas. Portanto, há necessidade de se incluir com mais frequência os nematóides de vida livre nos estudos, como também amostragem em áreas de vegetação nativa.

Com base em estudos apresentados nesse trabalho, vislumbra-se a possibilidade de que, num futuro próximo, além das propriedades químicas e físicas, determinações de propriedades biológicas poderão fazer parte de análises rotineiras de solo. O conhecimento e o uso de bio-indicadores pelos produtores rurais serão importantes, tanto no sentido de incentivar aqueles que já estão adotando sistemas de manejo conservacionistas, bem como no sentido de alertar aqueles que estejam utilizando sistemas que possam levar à degradação do solo. Outras aplicações de bio-indicadores envolvem a valoração de terras e produtos agrícolas, o monitoramento de programas de recuperação de áreas degradadas e a oferta de subsídios visando à implementação e fiscalização de políticas agrícolas e legislações ambientais, entre outros. Nesse sentido, os nematóides apresentam grande potencial para utilização, em virtude das suas características especiais. Atualmente existe grande necessidade de realização de pesquisas no Brasil para que esse potencial dos nematóides seja confirmado e que a utilização prática deles como bio-indicadores seja uma realidade no País.

## Referências

- AKHTAR, M. Effects of two compositae plant species and two types of fertilizer on nematodes in an alluvial soil, India. **Applied Soil Ecology**, v. 10, p. 21-25, 1998.
- AL BANNA, L.; GARDNER, S. L. Nematode diversity of native species of *Vitis* in California. **Canadian Journal of Zoology**, v. 74, n. 6, p. 971-982, 1996.
- ALPHEI, J. Differences in soil nematode community structure of beech forests: Comparison between a mull and a moder soil. **Applied Soil Ecology**, v. 9, p. 9-15, 1998.
- ANDERSON, R. R.; COLEMAN, D. C.; COLE, C. V.; ELLIOTT, E. T. Effect of the nematodes *Acroboloides lheritieri* on substrate utilization and nitrogen and phosphorus mineralization in soil. **Ecology**, v. 62, n. 3, p. 549-555, 1981.
- ARMENDÁRIZ, L.; ARPIN, P. Nematodes and their relationship to forest dynamics: I. Species and trophic groups. **Biology and Fertility of Soils**, v. 23, n. 4, p. 405-413, 1996.
- ARMENDÁRIZ, I.; HERNÁNDEZ, M. Análisi del popolamento nematologico in una pineta a *Pinus halepensis* in Navarra (Spagna). **Nematologia Mediterranea**, v.23, p. 57-59, 1995. Suplemento.
- BAIRD, S. M.; BERNARD, E. C. Nematode population and community dynamics in soybean-wheat cropping and tillage regimes. **Journal of Nematology**, v. 16, n. 4, p. 379-386, 1984.
- BAKONYI, G.; NAGY, P.; KOVÁCS-LÁNG, E.; KOVÁCS, E.; BARABÁS, S.; RÉPÁSI, V.; SERES, A. Soil nematode community structure as affected by temperature and moisture in a temperate semiarid shrubland. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n. 1/2, p. 31-40, 2007.
- BARDGETT, R. D.; CHAN, K. F. Experimental evidence that soil fauna enhance nutrient mineralization and plant nutrient uptake in montane grassland ecosystems. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, n. 7, p. 1007-1014, 1999.
- BERKELMANS, R.; FERRIS, H.; TENUTA, M.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Effects of long-term crop management on nematode trophic levels other than

plant feeders disappear after 1 year of disruptive soil management. **Applied Soil Ecology**, v. 23, p. 223-235, 2003.

BERNARD, E. C. Soil nematode biodiversity. **Biology and Fertility of Soils**, v. 14, n. 2, p. 99-103, 1992.

BERNARD, E. C.; SCHMITT, D. P. Nematode assemblages in native plant communities of Molokai, Hawaii. **Journal of Nematology**, v. 37, n. 2, p. 242-248, 2005.

BJORNLUND, L.; VESTERGARD, M.; JOHANSSON, S.; NYBORG, M.; STEFFENSEN, L.; CHRISTENSEN, S. Nematode communities of natural and managed beech forests: a pilot survey. **Pedobiologia**, v. 46, n. 1, p. 53-62, 2002.

BLANCHART, E.; VILLENAVE, C.; VIALLATOUX, A.; BARTHÈS, B.; GIRARDIN, C.; AZONTONDE, A.; FELLER, C. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *Utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 136-144, 2006. Suplemento.

BLOEMERS, G. F.; HODDA, M.; LAMBSHEAD, P. J. D.; LAWTON, J. H.; WANLESS, F. R. The effects of forest disturbance on diversity of tropical soil nematodes. **Oecologia**, v. 111, n. 4, p. 575-582, 1997.

BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, v. 83, n. 1, p. 14-19, 1990.

BONGERS, T.; BONGERS, M. Functional diversity of nematodes. **Applied Soil Ecology**, v. 10, n. 3, p. 239-251, 1998.

BOWMAN, L. A.; ARTS, W. B. M. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. **Applied Soil Ecology**, v. 14, p. 213-222, 2000.

BOUWMAN, L. A.; ZWART, K. B. The ecology of bacterivorous protozoans and nematodes in arable soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 51, n. 2, p. 145-160, 1994.

BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, v. 27, p. 325-349, 1957.

BULLUCK III, L. R.; BARKER, K. R.; RISTAINO, J. B. Influences of organic and synthetic soil fertility amendments on nematode trophic groups and community dynamics under tomatoes. **Applied Soil Ecology**, v. 21, n. 3, p. 233-250, 2002.

CADET, P.; PATE, E.; N'DIAYE-FAYE, N. Nematode community changes and survival rates under natural fallow in the sudano-sahelian area of Senegal. **Pedobiologia**, v. 47, p. 149-160, 2003.

CARES, J. H.; HUANG, S. P. Nematode fauna in natural and cultivated cerrados of Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 199-209, 1991.

CAVENESS, F. E. Changes in plant parasitic nematode populations on newly cleared land. **Nematropica**, v. 2, n. 1, p. 1/2, 1972.

CHEN, J.; FERRIS, H. The effects of nematode grazing on nitrogen mineralization during fungal decomposition of organic matter. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, n. 9, p. 1265-1279, 1999.

CLAUSI, M.; VINCIGUERRA, M. T. Changes in nematode communities of forest soil in relation to clear-cutting. **Nematologia Mediterranea**, v. 27, p. 315-322, 1999.

COLEMAN, D. C.; CROSSLEY JR., D. A. **Fundamentals of soil ecology**. San Diego: Academic Press, 1996. 205 p.

COLEMAN, D. C.; EDWARDS, A. L.; BELSKY, A. J.; MWONGA, S. The distribution and abundance of soil nematodes in East African savannas. **Biology and Fertility of Soils**, v. 12, n. 1, p. 67-72, 1991.

COYNE, D. L.; SMITH, M.; PLOWRIGHT, R. Plant parasitic nematode populations on upland and hydromorphic rice in Côte d'Ivoire: relationship with moisture availability and crop development on a valley slope. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 84, n. 1, p. 31-43, 2001.

COYNE, D. L.; THIO, B.; PLOWRIGHT, R. A.; HUNT, D. J. Observations on the community dynamics of plant parasitic nematodes of rice in Côte d'Ivoire. **Nematology**, v. 1, n. 4, p. 433-441, 1999.

CROLL, N. A.; MATTHEWS, B. E. **Biology of nematodes**. Glasgow: Blackie, 1977. 201p.

DARBY, B. J.; NEHER, D. A.; BELNAP, J. Soil nematode communities are ecologically more mature beneath late- than early-successional stage biological soil crusts. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 203-212, 2007.

DE DEYN, G. B.; RAAIJMAKERS, C. E.; VAN RUIJVEN, J.; BERENDSE, F.; VAN DER PUTTEN, W. H. Plant species identity and diversity effects on different trophic levels of nematodes in the soil food web. **Oikos**, v. 106, n. 3, p. 576-586, 2004.

DE GOEDE, R. G. M. Effects of sod-cutting on the nematode community of a secondary forest of *Pinus sylvestris* L. **Biology and Fertility of Soils**, v. 22, n. 3, p. 227-236, 1996.

DE RUITER, P. C.; MOORE, J. C.; ZWART, K. B.; BOUWMAN, L. A.; HASSINK, J.; BLOEM, J.; DE VOS, J. A.; MARINISSEN, J. C. Y.; BIDDEN, W. A. M.; LEBBINK, G.; GRUSSAARD, L. Simulation of nitrogen mineralization in the below-ground food webs of two winter wheat fields. **Journal of Applied Ecology**, v. 30, n. 1, p. 95-106, 1993.

DIEMONT, S. A. W.; MARTIN, J. F. Management impacts on the trophic diversity of nematode communities in an indigenous agroforestry system of Chiapas, Mexico. **Pedobiologia**, v. 49, p. 325-334, 2005.

DONEGAN, K. K.; SEIDLER, R. J.; DOYLE, J. D.; PORTEUS, L. A.; DIGIOVANNI, G.; WIDMER, F.; WATRUD, L. S. A field study with genetically engineered alfafa inoculated with recombinant *Sinorhizobium meliloti*: effects on the soil ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, v. 36, p. 920-936, 1999.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v. 15, n. 1, p. 3-11, 2000.

EHRENFELD, D. Why put a value on biodiversity? In: WILSON, E. O.; PETER, F. M. (Ed.). **Biodiversity**. Washington: National Academy Press, 1988. p. 212-216.

EHRlich, P. R.; MOONEY, H. A. Extinction, substitution, and ecosystem services. **Bioscience**, v. 33, n. 4, p. 248-253, 1983.

EKSCHMITT, K.; BAKONYI, G.; BONGERS, M.; BONGERS, T.; BOSTROM, S.; DOGAN, H.; HARRISON, A.; NAGY, P.; O'DONNELL, A. G.;

PAPATHEODOROU, E. M.; SOHLENIUS, B.; STAMOU, G. P.; WOLTERS, V. Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, p. 263-268, 2001.

ETTEMA, C. H.; LOWRANCE, R.; COLEMAN, D. C. Riparian soil response to surface nitrogen input: indicator potential of free-living soil nematode populations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, p. 1625-1638, 1999.

FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Nematóides. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, cap. 8, p. 168-201.

FERRIS, H.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R. G. M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. **Applied Soil Ecology**, v. 18, n. 1, p. 13-29, 2001.

FERRIS, H.; MCKENRY, M. V. Nematode community structure in a vineyard soil. **Journal of Nematology**, v. 8, n. 2, p. 131-137, 1976.

FERRIS, H.; VENETTE, R. C.; VAN DER MEULEN, H. R.; LAU, S. S. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. **Plant and Soil**, v. 203, n. 2, p. 159-171, 1998.

FERRIS, V. R.; FERRIS, J. M.; BERNARD, R. L.; PROBST, A. H. Community structure of plant parasitic nematodes related to soil types in Illinois and Indiana soybean fields. **Journal of Nematology**, v. 3, n. 4, p. 399-408, 1971.

FORGE, T. A.; SIMARD, S. W. Structure of nematode communities in forest soils of southern British Columbia: relationships to nitrogen mineralization and effects of clearcut harvesting and fertilization. **Biology and Fertility of Soils**, v. 34, p. 170-178, 2001.

FORGE, T. A.; BITTMAN, S.; KOWALENKO, C. G. Responses of grassland soil nematodes and protozoa to multi-year and single-year applications of dairy manure slurry and fertilizer. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, p. 1751-1762, 2005.

FRECKMAN, D. W. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 24, n. 1/3, p. 195-217, 1988.

FRECKMAN, D. W.; CASWELL, E. P. The ecology of nematodes in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v. 23, p. 275-296, 1985.

FRECKMAN, D. W.; ETTEMA, C. H. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 45, n. 3/4, p. 239-261, 1993.

FRECKMAN, D. W.; MANKAU, R.; FERRIS, H. Nematode community structure in desert soils: nematode recovery. **Journal of Nematology**, v. 7, n. 4, p. 343-346, 1975.

FU, S.; COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F.; CROSSLEY JR., D. A. Responses of trophic groups of soil nematodes to residue application under conventional tillage and no-till regimes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, p. 1731-1741, 2000.

GARCÍA-ÁLVAREZ, A.; ARIAS, M.; DÍEZ-ROJO, M. A.; BELLO, A. Effect of agricultural management on soil nematode trophic structure in a Mediterranean cereal system. **Applied Soil Ecology**, v. 27, p. 197-210, 2004.

GOMES, G. S. **Biodiversidade e características da estrutura de comunidades de nematóides em campos de soja (*Glycine max* Merr.) no Distrito Federal**. 1996. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

GOMES, G. S.; HUANG, S. P.; CARES, J. E. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 258-266, 2003.

GOULART, A. M. C. **Diversidade de nematóides em áreas de vegetação nativa e cultivada em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 151p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GOULART, A. M. C.; FERRAZ, L. C. C. B. Comunidades de nematóides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade trófica. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 123-128, 2003.

GOULART, A. M. C.; MONTEIRO, A. R.; FERRAZ, L. C. C. B. Comunidades de nematóides em Cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 2. Diversidade taxionômica. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.

GRIFFITHS, B. S.; CAUL, S. Migration of bacterial feeding nematodes, but not protozoa, to decomposing grass residues. **Biology and Fertility of Soils**, v. 15, n. 3, p. 201-207, 1993.

GRIFFITHS, B. S.; CAUL, S.; THOMPSON, J.; BIRCH, A. N. E.; CORTET, J.; ANDERSEN, M. N.; KROGH, P. H. Microbial and microfaunal community structure in cropping systems with genetically modified plants. **Pedobiologia**, v. 51, n. 3, p. 195-206, 2007.

HÁNEL, L. Secondary successional stages of soil nematodes in cambisols of South Bohemia. **Nematologica**, v. 41, n. 2, p. 197-218, 1995.

HÁNEL, L. Succession of soil nematodes in pine forests on coal-mining sands near Cottbus, Germany. **Applied Soil Ecology**, v. 16, p. 23-34, 2001.

HÁNEL, L. Development of soil nematode communities on coal-mining dumps in two different landscapes and reclamation practices. **European Journal of Soil Biology**, v. 38, p. 167-171, 2002.

HÁNEL, L. Recovery of soil nematode populations from cropping stress by natural secondary succession to meadow land. **Applied Soil Ecology**, v. 22, n. 3, p. 255-270, 2003.

HAWKSWORTH, D. L.; RITCHIE, J. M. **Biodiversity and biosystematic priorities: microorganisms and invertebrates**. Wallingford: CAB International, 1993. 120 p.

HERRICK, J. E. Soil quality: an indicator of sustainable land management? **Applied Soil Ecology**, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2000.

HIBERT, D. W.; SWIFT, D. M.; DETLING, D. M.; DYER, M. I. Relative growth rates and the grazing optimization hypothesis. **Oecologia**, v. 51, n. 1, p. 14-18, 1981.

HODDA, M.; WANLESS, F. R. Nematodes from an english chalk grassland: species distributions. **Nematologica**, v. 40, n. 1, p. 116-132, 1994.

HOHBERG, K. Soil nematode fauna of afforested mine sites: genera distribution, trophic structure and functional guilds. **Applied Soil Ecology**, v. 22, n. 2, p. 113-126, 2003.

HUANG, S. P.; CARES, J. H. Community composition of plant-parasitic nematodes in native and cultivated cerrados of Central Brazil. **Journal of Nematology**, v. 27, n. 2, p. 237-243, 1995.

HUANG, S. P.; FREIRE, H. C. A.; CARES, J. E. Grupos compositionais e tróficos dos nematóides associados à sucupira branca (*Pterodon pubescens*) em cerrado nativo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 156-160, 1996.

HUNTER JÚNIOR, M. L. **Fundamentals of conservation biology**.

Massachusetts: Blackwell Science, 1996. 482 p.

HUNTER JÚNIOR, M. L. Biological diversity. In: HUNTER JÚNIOR, M. L. (Ed.).

**Maintaining biodiversity in forest ecosystems**. London: Cambridge University Press, 1999. cap. 1, p. 3-21.

HYVÖNEN, R.; PERSSON, T. Effects of acidification and liming on feeding groups of nematodes in coniferous forest soils. **Biology and Fertility of Soils**, v. 9, n. 3, p. 205-210, 1990.

ILIEVA-MAKULEC, K.; OLEJNICZAK, I.; SZANSER, M. Response of soil micro- and mesofauna to diversity and quality of plant litter. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 244-249, 2006. Suplemento.

IMAZ, A.; HERNÁNDEZ, M. A.; ARINO, A. H.; ARMENDÁRIZ, I.; JORDANA, R. Diversity of soil nematodes across a Mediterranean ecotone. **Applied Soil Ecology**, v. 20, p. 191-198, 2002.

IVEZIC, M.; RASPUDIC, E.; BRMEZ, M. Structure of nematode communities in different agroecosystems in Croatia. **Helminthologia**, v. 37, n. 3, p. 165-169, 2000.

JOHNSON, S. R.; FERRIS, V. R.; FERRIS, J. M. Nematode community structure in forest woodlots. I. Relationships based on similarity coefficients of nematode species. **Journal of Nematology**, v. 4, n. 3, p. 175-183, 1972.

JOHNSON, S. R.; FERRIS, J. M.; VERRIS, V. R. Nematode community structure in forest woodlots. II. Ordination of nematode communities. **Journal of Nematology**, v. 5, n. 2, p. 95-107, 1973.

JOHNSON, S. R.; FERRIS, J. M.; FERRIS, V. R. Nematode community structure of forest woodlots: III. Ordinations of taxonomic groups and biomass. **Journal of Nematology**, v. 6, n. 3, p. 118-126, 1974.

JONGMAN, R. H. G.; TER BRAAK, C. J. F.; VAN TONGEREN, O. F. R. (Ed.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 299 p.

JUSINO-ATRESINO, R.; PHILLIPS JÚNIOR, S. A. Impact of red imported fire ants on the ant fauna of Central Texas. In: WILLIAMS, D. (Ed.). **Exotic ants**. Boulder: Westview Press, 1994. p. 259-268.

KANDJI, S. T.; OGOL, C. K. P. O.; ALBRECHT, A. Diversity of plant-parasitic nematodes and their relationships with some soil physico-chemical characteristics in improved fallows in western Kenya. **Applied Soil Ecology**, v. 18, n. 2, p. 143-157, 2001.

KANDJI, S. T.; OGOL, C. K. P. O.; ALBRECHT, A. Influence of some agroforestry practices on the temporal structures of nematodes in western Kenya. **European Journal of Soil Biology**, v. 38, p. 197-203, 2002.

KEITH, A. M.; VAN DER WAL, R.; BROOKER, R. W.; OSLER, G. H. R.; CHAPMAN, S. J.; BURSLEM, D. F. R. P. Birch invasion of heather moorland increases nematode diversity and trophic complexity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, p. 3421-3430, 2006.

KIMPINSKY, J.; WELCH, H. E. The ecology of nematodes in Manitoba soils. **Nematologica**, v. 17, n. 2, p. 308-318, 1971.

KOENNING, S. R.; BARKER, K. R. Influence of poultry litter applications on nematode communities in cotton agroecosystems. **Journal of Nematology**, v. 36, n. 4, p. 524-533, 2004.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper Collins, 1989. 654 p.

KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. New York: Harper Collins College, 1994. 801p.

LAAKSO, J.; SETALA, H. Population and ecosystem level effects of predation on microbial feeding nematodes. **Oecologia**, v. 120, n. 2, p. 279-286, 1999.

LAL, A.; SANWAL, K. C.; MATHUR, V. K. Changes in the nematode population of undisturbed land with the introduction of land development practices and cropping sequences. **Indian Journal of Nematology**, v. 13, n. 2, p. 133-140, 1983.

LENZ, R.; EISENBEIS, G. Short-term effects of different tillage in a sustainable farming system on nematode community structure. **Biology and Fertility of Soils**, v. 31, n. 3/4, p. 237-244, 2000.

LEROY, B. L. M. M.; BOMMELE, L.; REHEUL, D.; MOENS, M.; DE NEVE, S. The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield.

**European Journal of Soil Biology**, v. 43, p. 91-100, 2007.

LI, Q.; LIANG, W.; JIANG, Y.; SHI, Y.; ZHU, J.; NEHER, D. A. Effect of elevated CO<sub>2</sub> and N fertilisation on soil nematode abundance and diversity in a wheat field. **Applied Soil Ecology**, v. 36, p. 63-69, 2007.

LI, Y.; FENG, J.; CHEN, J.; WU, J. Original vegetation type affects soil nematode communities. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 68-78, 2007.

LIANG, W.; LAVIAN, I.; STEINBERGER, Y. Dynamics of nematode community composition in a potato field. **Pedobiologia**, v. 43, n. 5, p. 459-469, 1999.

LIANG, W.; LAVIAN, I.; STEINBERGER, Y. Effect of agricultural management on nematode communities in a mediterranean agroecosystem. **Journal of Nematology**, v. 33, n. 4, p. 208-213, 2001.

LIANG, W.; LI, Q.; JIANG, Y.; NEHER, D. Nematode faunal analysis in an aquatic brown soil fertilised with slow-release urea, Northeast China. **Applied Soil Ecology**, v. 29, p. 185-192, 2005.

LIANG, W.; MOURATOV, S.; PINHASI-ADIV, Y.; AVIGAD, P.; STEINBERGER, Y. Seasonal variation in the nematode communities associated with two halophytes in a desert ecosystem. **Pedobiologia**, v. 46, p. 63-74, 2002.

LISKOVÁ, M.; RENCO, M. Communities of free-living and plant parasitic nematodes in hop gardens in Slovakia. **Helminthologia**, v. 44, n. 2, p. 80-86, 2007.

LOBATON, M. C. S. Sobre la nematofauna muscicola del pinsapar (*Abies pinsapo* Boiss) de la Sierra de Grazalema (España). **Nematologia Mediterranea**, v. 19, p. 197-206, 1991.

LÓPEZ-FANDO, C.; BELLO, A. Variability in soil nematode populations due to tillage and crop rotation in semi-arid Mediterranean agrosystems. **Soil and Tillage Research**, v. 36, p. 59-72, 1995.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley, 1988. 337 p.

MACGUIDWIN, A. E.; LAYNE, T. L. Response of nematode communities to sudangrass and sorghum-sudangrass hybrids grown as green manure crops.

**Journal of Nematology**, v. 27, n. 4S, p. 609-616, 1995.

MAGGENTI, A. **General nematology**. New York: Springer Verlag, 1981. 372 p.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croom Helm, 1988. 179 p.

MATTOS, J. K. A. **Caracterização das comunidades de nematóides em oito sistemas de uso da terra nos cerrados do Brasil Central**. 1999. 113 p. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília.

MATTOS, J. K. A.; HUANG, S. P.; PIMENTEL, C. M. M. Grupos tróficos da comunidade de nematóides do solo em oito sistemas de uso da terra nos Cerrados do Brasil Central. **Nematologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 267-273, 2006.

MCSORLEY, R. Short-term effects of fire on the nematode community in a pine forest. **Pedobiologia**, v. 37, n. 1, p. 39-48, 1993.

MCSORLEY, R. Relationship of crop and rainfall to soil nematode community structure in perennial agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v. 6, n. 2, p. 147-159, 1997.

MCSORLEY, R.; FREDERICK, J. J. Short-term effects of cattle grazing on nematode communities in Florida pastures. **Nematropica**, v. 30, n. 2, p. 211-221, 2000.

MCSORLEY, R.; FREDERICK, J. J. Effect of subsurface clay on nematode communities in a sandy soil. **Applied Soil Ecology**, v. 19, p. 1-11, 2002.

MIKOLA, J. Effect of microbivore species composition and basal resource enrichment on trophic level biomasses in an experimental microbial based soil food web. **Oecologia**, v. 117, n. 3, p. 396-403, 1998.

MIKOLA, J.; SETALA, H. No evidence of trophic cascades in an experimental microbial based soil food web. **Ecology**, v. 79, n. 1, p. 153-164, 1998.

MISHRA, C. C.; DASH, M. C. Distribution and population dynamics of nematodes in a rice field and pasture in India. **Journal of Nematology**, v. 13, n. 4, p. 538-543, 1981.

- MISHRA, C. C.; MITCHELL, M. J. Nematode populations in Adirondack forest soils and their potential role in sulfur cycling. **Pedobiologia**, v. 30, n. 4, p. 277-283, 1987.
- MUKHERJEE, B.; DASGUPTA, M. K. Community analyses of plant-parasitic nematodes in tea plantations of West Bengal, India. **Nematologia Mediterranea**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 1982.
- MUKHERJEE, B.; DASGUPTA, M. K. Community analyses of nematodes associated with banana plantations in the hooghly district, West Bengal, India. **Nematologia Mediterranea**, v. 11, n. 1, p. 43-48, 1983.
- NAHAR, M. S.; GREWAL, P. S.; MILLER, S. A.; STINNER, D.; STINNER, B. R.; KLEINHENZ, M. D.; WSZELAKI, A.; DOOHAN, D. Differential effects of raw and composted manure on nematode community, and its indicative value for soil microbial, physical and chemical properties. **Applied Soil Ecology**, v. 34, p. 140-151, 2006.
- NEHER, D. A. Nematode communities in organically and conventionally managed agricultural soils. **Journal of Nematology**, v. 31, n. 2, p. 142-154, 1999.
- NEHER, D. A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of Nematology**, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001.
- NEHER, D. A.; OLSON, R. K. Nematode communities in soils of four farm cropping management systems. **Pedobiologia**, v. 43, n. 5, p. 430-438, 1999.
- NEHER, D. A.; EASTERLING, K. N.; FISCUS, D.; CAMPBELL, C. L. Comparison of nematode communities in agricultural soils of North Carolina and Nebraska. **Ecological Applications**, v. 8, n. 1, p. 213-223, 1998.
- NEHER, D. A.; PECK, S. L.; RAWLINGS, J. O.; CAMPBELL, C. L. Measures of nematode community structure and sources of variability among and within agricultural fields. **Plant and Soil**, v. 170, n. 1, p. 167-181, 1995.
- NEHER, D. A.; WEICHT, T. R.; SAVIN, M.; GORRES, J. H.; AMADOR, J. Grazing in a porous environment. 2. Nematode community structure. **Plant and Soil**, v. 212, p. 85-99, 1999.
- NEVES, D. I.; HUANG, S. P. Differential responses of nematode communities to soybean genotypes resistant and susceptible to *Heterodera glycines* race 3. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 21-25, 2005.

NIBLACK, T. L.; BERNARD, E. C. Plant-parasitic nematode communities in dogwood, mapple, and peach nurseries in Tennessee. **Journal of Nematology**, v. 17, n. 2, p. 132-139, 1985.

NILES, R. K.; FRECKMAN, D. W. From the ground up: nematode ecology in bioassessment and ecosystem health. In: BARTELS, J. M. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: ASA: CSSA :SSSA, 1998. cap. 4, p. 65-85.

NOMBELA, G.; NAVAS, A.; BELLO, A. Nematodes as bioindicators of dry pasture recovery after temporary rye cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, n. 4, p. 535-541, 1999.

NORTON, B. Commodity, amenity, and morality: the limits of quantification in valuing biodiversity. In: WILSON, E. O.; PETER, F. M. (Ed.). **Biodiversity**. Washington: National Academy Press, 1988. p. 200-205.

NORTON, D. C. Communities. In: NORTON, D. C. **Ecology of plant-parasitic nematodes**. New York: John Wiley, 1978. p. 59-79.

NORTON, D. C.; HOFFMANN, J. K. Distribution of selected plant parasitic nematodes relative to vegetation and edaphic factors. **Journal of Nematology**, v. 6, n. 2, p. 81-86, 1974.

NORTON, D. C.; NIBLACK, T. L. Biology and ecology of nematodes. In: NICKLE, W. R. (Ed.). **Manual of agricultural nematology**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 47-72.

ODUM, E. P. **Fundamentos da ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1973. 595 p.

ODUM, E.P. Populações em comunidades. In: ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. p. 233-281.

OKADA, H.; HARADA, H. Effects of tillage and fertilizer on nematode communities in a Japanese soybean field. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 582-598, 2007.

OU, W.; LIANG, W.; JIANG, Y.; LI, Q.; WEN, D. Vertical distribution of soil nematodes under different land use types in an aquic brown soil. **Pedobiologia**, v. 49, p. 139-148, 2005.

PANESAR, T. S.; MARSHALL, V. G.; BARCLAY, H. J. The impact of clearcutting and partial harvesting systems on population dynamics of soil nematodes in coastal Douglas-fir forests. **Pedobiologia**, v. 44, p. 641-665, 2000.

PANESAR, T. S.; MARSHALL, V. G.; BARCLAY, H. J. Abundance and diversity of soil nematodes in chronosequences of coastal Douglas-fir forests on Vancouver Island, British Columbia. **Pedobiologia**, v. 45, p. 193-212, 2001.

PARMELEE, R. W.; ALSTON, D. G. Nematode trophic structure in conventional and no-tillage agroecosystems. **Journal of Nematology**, v. 18, n. 3, p. 403-407, 1986.

PEN-MOURATOV, S.; STEINBERGER, Y. Spatio-temporal dynamic heterogeneity of nematode abundance in a desert ecosystem. **Journal of Nematology**, v. 37, n. 1, p. 26-36, 2005.

PEN-MOURATOV, S.; RAKHIMBAEV, M.; STEINBERGER, Y. Seasonal and spatial variation in nematode communities in a Negev desert ecosystem. **Journal of Nematology**, v. 35, n. 2, p. 157-166, 2003.

POINAR JR., G. O. **The natural history of nematodes**. New Jersey: Prentice Hall, 1983. 323 p.

POPOVICI, I.; CIOBANU, M. Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. **Applied Soil Ecology**, v. 14, n. 1, p. 27-36, 2000.

PORAZINSKA, D. L.; COLEMAN, D. C. Ecology of nematodes under influence of *Cucurbita* spp. and different fertilizer types. **Journal of Nematology**, v. 27, n. 4S, p. 617-623, 1995.

PORAZINSKA, D. L.; DUNCAN, L. W.; MCSORLEY, R.; GRAHAM, J. H. Nematode communities as indicators of status and processes of a soil ecosystem influenced by agricultural management practices. **Applied Soil Ecology**, v. 13, n. 1, p. 69-86, 1999.

PORAZINSKA, D. L.; MCSORLEY, R.; DUNCAN, L. W.; GALLAHER, R. N.; WHEATON, T. A.; PARSONS, L. R. Relationships between soil chemical status, soil nematode community, and sustainability indices. **Nematropica**, v. 28, n. 2, p. 249-261, 1998a.

PORAZINSKA, D. L.; MCSORLEY, R.; DUNCAN, L. W.; GRAHAM, J. H.; WHEATON, T. A.; PARSONS, L. R. Nematode community composition under various irrigation schemes in a citrus soil ecosystem. **Journal of Nematology**, v. 30, n. 2, p. 170-178, 1998b.

POWERS, L. E.; MCSORLEY, R. Soil nematode community structure in two tropical pastures. **Nematropica**, v. 24, n. 2, p. 133-141, 1994.

POWERS, L. E.; MCSORLEY, R.; DUNN, R. A. Effects of mixed cropping on a soil nematode community in Honduras. **Journal of Nematology**, v. 25, n. 4, p. 666-673, 1993.

REAY, F.; WALLACE, H. R. Plant nematodes associated with native vegetation in South Australia. **Nematologica**, v. 27, n. 3, p. 319-329, 1981.

RENCO, M. Seasonal dynamics of plant parasitic and free living nematodes in sugar beet, cereals and lucerne fields in East Slovakia. **Helminthologia**, v. 39, n. 1, p. 51-57, 2002.

REYNOLDS, B. C.; CROSSLEY JR., D. A.; HUNTER, M. D. Response of soil invertebrates to forest canopy inputs along a productivity gradient. **Pedobiologia**, v. 47, n. 2, p. 127-139, 2003.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 469 p.

RITTER, E.; BJORNlund, L. Nitrogen availability and nematode populations in soil and litter after gap formation in a semi-natural beech-dominated forest. **Applied Soil Ecology**, v. 28, p. 175-189, 2005.

ROMANENKO, E. N.; GELTZER, J. G.; ROMANENKO, N. D. The effect of soil disturbance in a spruce forest on the abundance of nematode trophic groups. **Russian Journal of Nematology**, v. 5, n. 2, p. 97-101, 1997.

RUESS, L. Nematode fauna in spruce forest soils: a qualitative/quantitative comparison. **Nematologica**, v. 41, n. 1, p. 106-124, 1995.

SAGGAR, S.; YEATES, G. W.; SHEPHERD, T. G. Cultivation effects on soil biological properties, microfauna and organic matter dynamics in Eutric Gleysol and Gleyic Luvisol soils in New Zealand. **Soil and Tillage Research**, v. 58, p. 55-68, 2001.

SAMATHANAM, G. J.; CHAWLA, M. L. Community analysis of soil and plant parasitic nematodes of hilly areas of southern districts of Tamil Nadu. **Indian Journal of Nematology**, v. 12, n. 1, p. 60-64, 1982.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; FERRIS, H. Suppressive service of the soil food web: effects of environmental management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 119, p. 75-87, 2007.

SÁNCHEZ-MORENO, S.; NAVAS, A. Nematode diversity and food web condition in heavy metal polluted soils in a river basin in southern Spain. **European Journal of Soil Biology**, v. 43, p. 166-179, 2007.

SARANTHCHANDRA, S. U.; GHANI, A.; YEATES, G. W.; BURCH, G.; COX, N. R. Effect of nitrogen and phosphate fertilisers on microbial and nematode diversity in pasture soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, p. 953-964, 2001.

SAVIOZZI, A.; LEVI-MINZI, R.; CARDELLI, R.; RIFFALDI, R. A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. **Plant and Soil**, v. 233, n. 2, p. 251-259, 2001.

SCHMITT, D. P.; NORTON, D. C. Relationships of plant parasitic nematodes to sites in native Iowa prairies. **Journal of Nematology**, v. 4, n. 3, p. 200-206, 1972.

SCHOUTEN, A. J.; VAN ESBROEK, M. L. P.; ALKEMADE, J. R. M. Dynamics and stratification of functional groups of nematodes in the organic layer of a Scots pine forest in relation to temperature and moisture. **Biology and Fertility of Soils**, v. 26, p. 293-304, 1998.

SEASTEDT, T. R.; JAMES, S. W.; TODD, T. C. Interactions among soil invertebrates, microbes and plant growth in the tallgrass prairie. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 24, n. 1/3, p. 219-228, 1988.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SHERWOOD, S.; UPHOFF, N. Soil health: research, practice and policy for a more regenerative agriculture. **Applied Soil Ecology**, v. 15, n. 1, p. 85-97, 2000.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SMALL, R. W. A review of the prey of predatory soil nematodes. **Pedobiologia**, v. 30, n. 3, p. 179-206, 1987.

SOHLENIUS, B. Influence of clear-cutting and forest age on the nematode fauna in a Swedish pine forest soil. **Applied Soil Ecology**, v. 19, p. 261-277, 2002.

SOHLENIUS, B.; BOSTROM, S. Annual and long-term fluctuations of the nematode fauna in a Swedish Scots pine forest soil. **Pedobiologia**, v. 45, p. 408-429, 2001.

SOHLENIUS, B.; SANDOR, A. Ploughing of a perennial grass ley: effect on the nematode fauna. **Pedobiologia**, v. 33, n. 4, p. 199-210, 1989.

SOHLENIUS, B.; WASILEWSKA, L. Influence of irrigation and fertilization on the nematode community in a swedish pine forest soil. **Journal of Applied Ecology**, v. 21, n. 1, p. 327-342, 1984.

SOHLENIUS, B.; BOSTRÖM, S.; SANDOR, A. Long-term dynamics of nematode communities in arable soil under four cropping systems. **Journal of Applied Ecology**, v. 24, n. 1, p. 131-144, 1987.

SOMASEKHAR, N.; GREWAL, P. S.; NARDO, E. A. B.; STINNER, B. R. Non-target effects of entomopathogenic nematodes on the soil nematode community. **Journal of Applied Ecology**, v. 39, p. 735-744, 2002.

SONNEMANN, I.; FINKHAEUSER, K.; WOLTERS, V. Does induced resistance in plants affect the belowground community? **Applied Soil Ecology**, v. 21, p. 179-185, 2002.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. London: Methuen, 1968. 391 p.

STEINBERGER, Y.; LIANG, W.; SAVKINA, E.; MESHI, T.; BARNES, G. Nematode community composition and diversity associated with a topoclimatic transect in a rain shadow desert. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, p. 315-320, 2001.

TALAVERA, M.; NAVAS, A. Incidence of plant-parasitic nematodes in natural and semi-natural mountain grassland and the host status of some common grass species. **Nematology**, v. 4, n. 4, p. 541-552, 2002.

THORNTON, C. W.; MATLACK, G. R. Long-term disturbance effects in the nematode communities of South Mississippi woodlands. **Journal of Nematology**, v. 34, n. 2, p. 88-97, 2002.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372 p.

TODD, T. C.; BLAIR, J. M.; MILLIKEN, G. A. Effects of altered soil-water availability on a tallgrass prairie nematode community. **Applied Soil Ecology**, v. 13, p. 45-55, 1999.

TROFYMOW, J. A.; COLEMAN, D. C. The role of bacterivorous and fungivorous nematodes in cellulose and chitin decomposition in the context of a root/rhizosphere/soil conceptual model. In: FRECKMAN, D. W. (Ed.). **Nematodes in soil ecosystems**. Austin: University of Texas Press, 1982. p. 117-138.

TROFYMOW, J. A.; MORLEY, C. R.; COLEMAN, D. C.; ANDERSON, R. V. Mineralization of cellulose in the presence of chitin and assemblages of microflora and fauna in soil. **Oecologia**, v. 60, n. 1, p. 103-110, 1983.

VALOCKÁ, B.; SABOVÁ, M. Seasonal variation of the soil nematode communities in regions polluted with acid and alkaline emissions. **Helminthologia**, v. 35, n. 3, p. 147-153, 1998.

VALOCKÁ, B.; SABOVÁ, M.; RENCO, M. Soil and plant nematode communities of two types of ecosystems. **Helminthologia**, v. 38, n. 2, p. 105-109, 2001.

VAN DIEPENIGEN, A. D.; DE VOS, O. J.; KORTHALS, G. W.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, v. 31, p. 120-135, 2006.

VAN VLIET, P. C. J.; DE GOEDE, R. G. M. Effects of slurry application methods on soil faunal communities in permanent grassland. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 348-353, 2006. Suplemento.

VAN VLIET, P. C. J.; GUPTA, V. V. S. R.; ABBOTT, L. K. Soil biota and crop residue decomposition during summer and autumn in south-western Australia. **Applied Soil Ecology**, v. 14, n. 2, p. 111-124, 2000.

VERSCHOOR, B. C.; DE GOEDE, R. G. M.; DE VRIES, F. W.; BRUSSAARD, L. Changes in the composition of the plant-feeding nematode community in grasslands after cessation of fertiliser application. **Applied Soil Ecology**, v. 17, n. 1, p. 1-17, 2001.

VILLENAVE, C.; BONGERS, T.; EKSCHMITT, K.; DJIBRIL, D.; CHOTTE, J. L. Changes in nematode communities following cultivation of soils after fallow periods of different length. **Applied Soil Ecology**, v. 17, n. 1, p. 43-52, 2001.

VINCIGUERRA, M. T.; GIANNETTO, L. Faunistic and ecological analysis of the soil nematode community of a holm-oak woodland on Etna. **Nematologia Mediterranea**, v. 15, n. 1, p. 111-127, 1987.

VINCIGUERRA, M. T.; CLAUSI, M.; ROSA, G. Analisi del popolamento nematologico di una pineta d'aleppo in Sicilia. **Nematologia Mediterranea**, v. 23, p. 49-55, 1995. Supplemento.

WALL, D. H.; ADAMS, G.; PARSONS, A. N. Soil biodiversity. In: CHAPIN III, F. S.; SALA, O. E.; HUBER-SANNWALD, E. (Ed.). **Global biodiversity in a changing environment: scenarios for the 21st century**. New York: Springer-Verlag, 2001. cap. 4, p. 47-82.

WALL, J. W.; SKENE, K. R.; NEILSON, R. Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, p. 293-301, 2002.

WALL-FRECKMAN, D.; HUANG, S. P. Response of the soil nematode community in a shortgrass steppe to long-term and short-term grazing. **Applied Soil Ecology**, v. 9, n. 1/3, p. 39-44, 1998.

WALLWORK, J. A. **Ecology of soil animals**. London: McGraw Hill, 1970. 283 p.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W. The dual importance of competition and predation as regulatory forces in terrestrial ecosystems: evidence from decomposer food-webs. **Oecologia**, v. 93, n. 2, p. 303-306, 1993.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. **Journal of Nematology**, v. 35, n. 3, p. 294-301, 2003.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Relationship of soil management history and nutrient status to nematode community structure.

**Nematropica**, v. 34, n. 1, p. 83-95, 2004a.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; KOKALIS-BURELLE, N. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities. **Plant and Soil**, v. 286, p. 229-243, 2006a.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; BOHLEN, P.; GATHUMBI, S. M. Cattle grazing increases microbial biomass and alters soil nematode communities in subtropical pastures. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, p. 1956-1965, 2006b.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; MARSHALL, A. J.; GALLAHER, R. N. Nematode community changes associated with decomposition of *Crotalaria juncea* amendment in litterbags. **Applied Soil Ecology**, v. 27, p. 31-45, 2004b.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; MARSHALL, A. J.; GALLAHER, R. N. Influence of organic *Crotalaria juncea* hay and ammonium nitrate fertilizers on soil nematode communities. **Applied Soil Ecology**, v. 31, p. 186-198, 2006c.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; WATSON, R. N.; NICHOLSON, K. S. The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, v. 170, n. 1, p. 35-43, 1995.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; BONNER, K. I.; NICHOLSON, K. S.; WATSON, R. N. Impacts of ground vegetation management strategies in a kiwifruit orchard on the composition and functioning of the soil biota. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, p. 893-905, 2001.

WASILEWSKA, L. Changes in the structure of the soil nematode community over long-term secondary grassland succession in drained fen peat. **Applied Soil Ecology**, v. 32, p. 165-179, 2006.

WHITFORD, W. G.; FRECKMAN, D. W.; SANTOS, P. F.; ELKINS, N. Z.; PARKER, L. W. The role of nematodes in decomposition in desert ecosystems. In: FRECKMAN, D. W. (Ed.). **Nematodes in soil ecosystems**. Austin: University of Texas Press, 1982. p. 98-116.

WILLIAMSON, W. M.; WARDLE, D. A.; YEATES, G. W. Changes in soil microbial and nematode communities during ecosystem decline across a long-term chronosequence. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, p. 1289-1301, 2005.

WILSON, E. O. **Diversidade da vida**. São Paulo: Companhia da Letras, 1994. 447 p.

WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 31, n. 1, p. 1-19, 2000.

WRIGHT, C. J.; COLEMAN, D. C. Responses of soil microbial biomass, nematode trophic groups, N-mineralization, and litter decomposition to disturbance events in the southern Appalachians. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, p. 13-25, 2002.

WRIGHT, D. J.; NEWALL, D. R. Nitrogen excretion, osmotic and ionic regulation in nematodes. In: CROLL, N. A. (Ed.). **The organization of nematodes**. London: Academic Press, 1976. cap. 6, p. 163-210.

WU, J.; FU, C.; CHEN, S.; CHEN, J. Soil faunal response to land use: effect of estuarine tideland reclamation on nematode communities. **Applied Soil Ecology**, v. 21, n. 2, p. 131-147, 2002.

WU, J.; FU, C.; LU, F.; CHEN, J. Changes in free-living nematode community structure in relation to progressive land reclamation at an intertidal marsh. **Applied Soil Ecology**, v. 29, p. 47-58, 2005.

XU, W.; MAGE, J. A. A review of concepts and criteria for assessing agroecosystem health including a preliminary case study of southern Ontario. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 83, n. 3, p. 215-233, 2001.

YEATES, G. W. Soil nematodes in New Zealand pastures. **Soil Science**, v. 123, n. 6, p. 415-422, 1977.

YEATES, G. W. Populations of nematode genera in soils under pasture. I. Seasonal dynamics in dryland and irrigated pastures on a southern yellow-grey earth. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 21, n. 2, p. 321-330, 1978a.

YEATES, G. W. Populations of nematode genera in soils under pasture. II. Seasonal dynamics in dryland and effluent-irrigated pastures on a central yellow-grey earth. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 21, n. 2, p. 331-340, 1978b.

YEATES, G. W. Populations of nematode genera in soils under pasture. IV. Seasonal dynamics at five North Island sites. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 24, n. 1, p. 107-121, 1981.

YEATES, G. W. Impact of historical changes in land use on the soil fauna. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 15, n. 1, p. 99-106, 1991.

YEATES, G. W. Modification and qualification of the nematode maturity index. **Pedobiologia**, v. 38, n. 2, p. 97-101, 1994.

YEATES, G. W. Feeding in free-living soil nematodes: a functional approach. In: PERRY, R. N.; WRIGHT, D. J. (Ed.). **The physiology and biochemistry of free living and plant-parasitic nematodes**. Wallingford: CABI, 1998. cap. 10, p. 245-269.

YEATES, G. W. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, n. 4, p. 199-210, 2003.

YEATES, G. W.; BONGERS, T. Nematode diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1/3, p. 113-135, 1999.

YEATES, G. W.; HUGHES, K. A. Effect of three tillages regimes on plant and soil nematodes in na oats/maize rotation. **Pedobiologia**, v. 34, n. 6, p. 379-387, 1990.

YEATES, G. W.; KING, K. L. Soil nematodes as indicators of the effect of management on grasslands in the New England Tablelands (NSW): comparison of native and improved grasslands. **Pedobiologia**, v. 41, n. 6, p. 526-536, 1997.

YEATES, G. W.; WILLIAMS, P. A. Influence of three invasive weeds and site factors on soil microfauna in New Zealand. **Pedobiologia**, v. 45, n. 4, p. 367-383, 2001.

YEATES, G. W.; SCHIPPER, L. A.; SMALE, M. C. Site condition, fertility gradients and soil biological activity in a New Zealand frost-flat heathland. **Pedobiologia**, v. 48, p. 129-137, 2004.

YEATES, G. W.; WARDLE, D. A.; WATSON, R. N. Relationships between nematodes, soil microbial biomass and weed-management strategies in maize and asparagus cropping systems. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 7, p. 869-876, 1993.

YEATES, G. W.; WARDLE, D. A.; WATSON, R. N. Responses of soil nematode populations, community structure, diversity and temporal variability to

agricultural intensification over a seven-year period. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, n. 12, p. 1721-1733, 1999.

YEATES, G. W.; HAWKE, M. F.; RIJKSE, W. C. Changes in soil fauna and soil conditions under *Pinus radiata* agroforestry regimes during a 25-year tree rotation. **Biology and Fertility of Soils**, v. 31, n. 5, p. 391-406, 2000.

YEATES, G. W.; BONGERS, T.; DE GOEDE, R. G. M.; FRECKMAN, D. W.; GEORGIEVA, S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera: an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, v. 25, n. 3, p. 315-331, 1993.

YEATES, G. W.; SKIPP, R. A.; CHEN, L. Y.; WAGHORN, T. S.; POTTER, J. F. Temporal and spatial aspects of the influence on soil nematodes of depositing artificial pats of sheep faeces containing a range of parasite management agents. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n. 1/2, p. 106-117, 2007a.

YEATES, G. W.; SKIPP, R. A.; GRAY, R. A. J.; CHEN, L. Y.; WAGHORN, T. S. Impact on soil fauna of sheep faeces containing a range of parasite control agents. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 380-389, 2007b.

YEATES, G. W.; SPEIR, T. W.; TAYLOR, M. D.; CLUCAS, L.; VAN SCHAİK, A. P. Nematode responses to biosolids incorporation in five soil types. **Biology and Fertility of Soils**, v. 42, p. 550-555, 2006.

YEATES, G. W.; BARDGETT, R. D.; COOK, R.; HOBBS, P. J.; BOWLING, P. J.; POTTER, J. F. Faunal and microbial diversity in three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes. **Journal of Applied Ecology**, v. 34, n. 2, p. 453-470, 1997.

YUEN, P. H. The nematode fauna of the regenerated woodland and grassland of broadbalk wilderness. **Nematologica**, v. 12, n. 2, p. 195-214, 1966.

ZAMITH, A. P. L.; LORDELLO, L. G. E. Algumas observações sobre nematódeos em solo de mata e em solo cultivado. **Revista de Agricultura**, v. 32, n. 2, p. 183-188, 1957.

ZOLDA, P. Nematode communities of grazed and ungrazed semi-natural steppe grasslands in Eastern Áustria. **Pedobiologia**, v. 50, p. 11-22, 2006.

# Nematode Diversity in Agroecosystems and Natural Ecosystems

---

## Abstract

*In this work, scientific and international literature about nematode diversity is reviewed and discussed. Among multicelular animals, nematodes are the most abundant. They have different feeding habits (plant feeder, fungal feeder, bacterial feeder, predator of animals and omnivore) and many ecological roles in soils. They may be used as soil ecological indicators in agroecosystems and natural ecosystems, evaluating environmental disturbances, soil quality or sustainability.*

*Index terms: biodiversity, free-living nematodes, plant parasitic nematodes, bioindicators, soil quality, sustainability.*