

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Caracterização das comunidades de nematóides em mata nativa e áreas  
contíguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola em Piracicaba (SP)**

**Melissa Dall’Oglio Tomazini**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba  
2008**

**Melissa Dall'Oglio Tomazini**  
**Bióloga**

**Caracterização das comunidades de nematóides em mata nativa e áreas  
contíguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola em Piracicaba (SP)**

**Orientador:**  
**Prof. Dr. LUIZ CARLOS CAMARGO BARBOSA FERRAZ**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba**  
**2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Tomazini, Melissa Dall'Oglio

Caracterização das comunidades de nematóides em mata nativa e áreas contíguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola em Piracicaba (SP) / Melissa Dall'Oglio

Tomazini. - - Piracicaba, 2008.

67 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

Bibliografia.

1. Ecossistemas 2. Nematóides 3. Plantas cultivadas 4. Vegetação 5. Zoologia –  
Classificação I. Título

CDD 632.6513

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

*Aos meus pais, Mauro e Celina, pelo amor e apoio que me permitiram chegar até aqui.*

*Ao meu esposo Fause, pelo companherismo nas horas de dificuldades.*

*Aos familiares Milene, Henrique, Raíssa, Rafaela, Fause e Madalena pelo imenso apoio.*

***DEDICO***

*“...after the flood all the colors came out...”*

Bono e Edge

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ, campus de Piracicaba, onde cursei Mestrado e Doutorado, pelos conhecimentos adquiridos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo suporte financeiro, através da bolsa de Doutorado

Aos meus pais, Celina Tomazini e Mauro Tomazini, e todos familiares pelo apoio, paciência e carinho dedicado em todos os momentos, me mostrando o valor de uma família maravilhosa que me incentiva e faz um exemplo a ser seguido

Ao meu esposo Fause Abdo Maluf, pelo enorme companherismo, paciência, incentivo, nesses anos que passaram, e por muitos que virão

Em especial ao Prof. Dr. Luiz Carlos Camargo Barbosa Ferraz, não apenas pela orientação, mas por ter me mostrado que eu sou capaz, confiando e ensinando; mostrando o verdadeiro valor de um orientador, professor e conselheiro; que sempre apontou meus erros, mas também elogiou minhas qualidades fazendo com que me tornasse cada dia melhor, um exemplo de profissional a ser seguido; a minha eterna gratidão

A família Ferraz, Maria Tereza e Thaís, pelos risos e gentil acolhida

Ao querido “Mestre” Prof. Dr. Ailton Rocha Monteiro, pelos ensinamentos, paciência e horas destinadas as identificações dos espécimes, sem sua ajuda primordial nada seria possível

Aos professores e pesquisadores nematologistas, que tanto admiro, Mário Massayuki Inomoto, Cláudio Marcelo Gonçalves de Oliveira, Roberto K. Kubo pelas boas risadas, inestimável amizade, e por todas as etapas vivenciadas em conjunto

Aos amigos da Nematologia, Sônia R. Antedomênico, Rosangela A. Silva, Andressa Z. Machado, Kércya S. de Siqueira, Rosana Bessi, Viviane Piccin, Dárcio Borges, Jerônimo V. de Araújo Filho e Joaquim Souza Dias pela imensa amizade, carinho, ensinamentos e risos que tornaram meus dias de trabalho mais alegre

Em especial a Joaquim Souza Dias pela ajuda na coleta das amostras

Aos amigos e funcionários José Luiz F. Piedade e Vera L. Durrer pela incessante ajuda

Aos professores dos Setores de Zoologia Agrícola e Entomologia da ESALQ, pelo apoio técnico, conhecimentos transmitidos, conselhos e incentivo

A Marinéia de Lara Haddad, pelo auxílio na análise estatística dos dados

Aos meus amigos de graduação e pós-graduação: Mariana Dallaqua, Edmilson da Silva e Marcelo Miranda e todos que passaram por essa fase junto

As funcionárias da Biblioteca, Eliana Maria Garcia e Iara Maria de Oliveira Ismael, pela atenção, presteza e por todos os serviços prestados sempre de forma solícita e gentil

E a todos aqueles que por esquecimento não citei, mas de alguma forma também contribuíram em mais essa etapa de minha vida, agradeço.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Revisão bibliográfica.....	11
1.1.1 Diversidade de nematóides.....	11
1.1.2 Análise de dados em estudos de comunidades de nematóides.....	13
1.1.3 Estudos de diversidade de nematóides.....	14
Referências.....	19
2 ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE NEMATÓIDES EM ÁREAS CONTÍGUAS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE USO AGRÍCOLA.....	24
Resumo.....	24
Abstract.....	24
2.1 Introdução.....	25
2.2 Desenvolvimento.....	26
2.2.1 Material e Métodos.....	26
2.2.1.1 Localização e descrição dos sistemas amostrados.....	26
2.2.1.2 Coleta das amostras.....	26
2.2.1.3 Processamento das amostras: extração/fixação dos nematóides e cálculos realizados..	28
2.2.2 Resultados e Discussão.....	28
2.2.2.1 Abundância.....	29
2.2.2.2 Diversidade.....	36
2.3 Conclusões.....	39
Referências.....	39
3 ESTRUTURA TRÓFICA E ÍNDICES DE MATURIDADE DE COMUNIDADES DE NEMATÓIDES EM ÁREAS CONTÍGUAS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE USO AGRÍCOLA.....	42
Resumo.....	42
Abstract.....	42
3.1 Introdução.....	43
3.2 Desenvolvimento.....	44
3.2.1 Material e Métodos.....	44
3.2.1.1 Localização e descrição dos sistemas amostrados.....	44
3.2.1.2 Coleta das amostras.....	45

3.2.1.3 Processamento das amostras: extração/fixação dos nematóides e cálculos realizados..	46
3.2.2 Resultados e Discussão.....	46
3.2.2.1 Estrutura trófica.....	47
3.2.2.2 Índices de maturidade.....	55
3.2.2.3 Via prevalente de decomposição de matéria orgânica.....	59
3.3 Conclusões.....	60
Referências.....	60
APÊNDICES.....	64



## RESUMO

### **Caracterização das comunidades de nematóides em mata nativa e áreas contíguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola em Piracicaba (SP)**

Estudaram-se a estruturas taxionômica e trófica e determinaram-se os índices de maturidade de comunidades de nematóides ocorrentes em áreas contíguas de mata natural preservada e de culturas perenes (bananeira, citros, pessegueiro) e anuais (milho x leguminosas) em rotação em Piracicaba (SP). Três amostras compostas de solo (volume aproximado de um litro) foram coletadas de cada área em duas épocas (“seca”, agosto/2004 e “chuvosa”, março/2005) e profundidades (0-15 e 15-30 cm). Para cada amostra, extraíram-se os nematóides de volume de 500 ml pela técnica de peneiramento combinado com flotação em centrífuga com solução de sacarose, sendo depois fixados em formalina, contados e infiltrados com glicerina. Para o cálculo das abundâncias, indicadores de diversidade e os índices de maturidade, 150 exemplares foram coletados ao acaso por amostra e identificados ao nível de gênero. Assinalaram-se 61 gêneros, filiados a 32 famílias. As abundâncias totais foram maiores à menor profundidade, nas duas épocas de coleta. Os maiores valores de número e riqueza de gêneros, à menor profundidade, ocorreram na mata; à maior profundidade, tal se deu na área de anuais e de citros, nas primeira e segunda épocas de coleta, respectivamente. Os índices de diversidade de Shannon-Weaver e de Simpson e respectivos índices de equitatividade foram menos eficientes que o número e a riqueza de gêneros na discriminação dos sistemas estudados. Os parasitos de plantas constituíram o grupo trófico prevalente em todos os sistemas avaliados, nas duas épocas e profundidades de coleta, seguidos no geral pelos bacteriófagos. Todavia, não foi possível separar cultivos anuais de perenes com base nas abundâncias de parasitos de plantas. Os valores de T (diversidade trófica) não se prestaram à clara distinção entre os cinco sistemas, mas os de MI, mMI e PPI indicaram menor ocorrência de distúrbios na mata e no pomar cítrico em relação às demais áreas cultivadas. A herbivoria foi o canal prevalente de decomposição nos diferentes sistemas, exceto no pomar de citros. Dentre os microbiófagos (FF/BF), a predominância foi da via bacteriana.

**Palavras-chave:** Estrutura taxionômica; Comunidades de nematóides; Grupos tróficos; Canal de decomposição; Ecossistemas

## ABSTRACT

### **Characterization of nematode communities in neighbouring areas of native vegetation and of different land use systems in Piracicaba, São Paulo State, Brazil**

The taxonomic structure, trophic structure and maturity index of nematode communities occurring in neighbouring areas of native forest and four different agroecosystems were studied in Piracicaba, São Paulo State, Brazil. Agroecosystems were three perennial (banana, citrus and peach orchards) and one annual (corn, rotating with leguminous plants or followed by fallow) crops. Three soil samples (one liter approximately) were collected per area at two different times (August/2004 and March/2005) and depths (0-15 and 15-30 cm). Nematodes were extracted from 500 cc of soil by a sieving and sugar flotation technique, fixed with formalin, counted and infiltrated with glycerin. Subsequently, 150 specimens randomly picked were identified to the genus level. A total number of 61 genera affiliated to 32 families was recorded. Total abundance was higher at lower depth irrespective of the sampling time. At depth 0-15 cm, higher values of genus number and genus richness were calculated for the forest in both sampling times; at 15-30 cm, the highest values were assigned to annual crop and citrus areas, respectively. Shannon-Weaver and Simpson indexes were less efficient than genus number and genus richness in discriminating the studied ecosystems. Plant-parasitic nematodes prevailed as a trophic group in all systems at both sampling times and depths, the bacterivorous usually ranking second position. However, the data of relative abundance of phytonematodes did not allow annual and perennial crop areas to be statistically differentiated. The studied systems also were not clearly distinguished with basis on the T values, but according to the MI, mMI and PPI data the forest and the citrus orchard were the less disturbed areas. Herbivory was the predominant decomposition channel in all systems, with exception of the citrus orchard. In terms of microbial decomposition (FF/BF), the process was usually dominated by bacteria.

**Keywords:** Taxonomic structure; Nematode communities; Trophic structure; Organic matter decomposition channel; Ecosystems

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo da biodiversidade em solos, utilizados para fins agrícolas ou não, é uma área promissora para as pesquisas ecológicas. Agroecossistemas são usualmente estabelecidos como monoculturas e as práticas a elas associadas resultam em modificações na estrutura do solo, que no geral causam maiores flutuações de umidade e temperatura em comparação com áreas não cultivadas. O resultado de tais modificações é a instabilidade dos habitats, inibindo o estabelecimento e a permanência de alguns nematóides. Com a exploração agrícola, ocorre um favorecimento aos nematóides capazes de sobreviver e reproduzir em ambientes submetidos a freqüentes distúrbios ou mudanças, inclusive em relação à disponibilidade de alimento. Contudo, as comunidades de nematóides em agroecossistemas geralmente apresentam menor diversidade quando comparadas com áreas naturais (NORTON; NIBLACK, 1991).

Os nematóides são organismos amplamente distribuídos no solo evidenciando grande diversidade de espécies, que, de acordo com seus diferentes hábitos alimentares, podem ser classificados em cinco grupos básicos: parasitos de plantas, bacteriófagos, fungívoros, predadores e onívoros. Devido às diferenças no ciclo de vida, taxa de reprodução e capacidade de persistência no solo entre os membros desses grupos, as comunidades de nematóides estão sendo bastante estudadas, utilizando-se dados relativos às suas estruturas trófica e taxionômica como indicadores biológicos para mensurar as alterações resultantes da adoção de práticas de manejo próprias dos agroecossistemas (FRECKMAN, 1982; SAMOILOFF, 1987; BONGERS, 1990). A abundância e a riqueza dos táxons em uma comunidade de nematóides são índices ecológicos que, ao lado de vários outros, são usados para medir as mudanças dessas comunidades em relação à estrutura trófica e depois avaliar aspectos como os níveis de perturbação no solo e a influência dos diferentes grupos na realização de importantes processos, como, por exemplo, a decomposição da matéria orgânica.

Em trabalhos publicados principalmente nos últimos vinte anos, desenvolvidos nas mais diferentes regiões geográficas do mundo, têm sido relatadas significativas mudanças na composição de comunidades de nematóides do solo ao longo do tempo, à medida que, com fins agronômicos, os sistemas nativos locais vão sendo substituídos por outros tipos de vegetação (NIBLACK, 1989; HYVÖNNEN; PERSON, 1990; COLEMAN et al., 1991; WASILEWSKA, 1997; FRECKMAN; ETTEMA, 1993; NEHER; CAMPBELL, 1994; VALOCKÁ; SABOVÁ,

1998; RÄTY; HUHTA, 2003; RENCO, 2004; LISKOVÁ; CEREVKOVÁ, 2005; HANEL; CEREVKOVÁ, 2006; KORENKO; SCHMIDT, 2007).

No presente trabalho, estudaram-se comparativamente as comunidades de nematóides presentes nas amostras de solo de cinco áreas contíguas situadas em Piracicaba (SP), a saber: área de vegetação nativa (mata parcialmente degradada); três áreas de cultura perene: bananeira, citros e pessegueiro; e área de cultura de anuais, em regime de rotação. O objetivo geral da pesquisa foi o de contribuir para o conhecimento do impacto de diferentes atividades agrícolas sobre as comunidades de nematóides presentes no solo de tais áreas, aferido com base na análise de suas estruturas taxionômica e trófica e de seus índices de maturidade.

## **1.1 Revisão bibliográfica**

### **1.1.1 Diversidade de nematóides**

Entre os animais multicelulares, os nematóides, pertencentes ao Filo Nematoda, são os organismos mais numerosos em relação à riqueza de espécies e à abundância (BONGERS; FERRIS, 1999; HUGOT et al., 2001). Ocorrem nos mais diferentes ambientes, sendo que, no solo, movimentam-se no filme de água presente entre as suas partículas (TIHOHOD, 1993).

Com base em seus hábitos alimentares, os nematóides de solo podem ser classificados em cinco grupos básicos: parasitos de plantas, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros (YEATES et al., 1993). A morfologia da região anterior do nematóide, especialmente da cavidade bucal, está fortemente relacionada com seu hábito alimentar. Nematóides fitoparasitos apresentam necessariamente estilete bucal, do tipo estomatoestilete ou, com menor frequência, odontoestilete; podem ser responsáveis por perdas vultosas na Agricultura. Porém, nem todos os nematóides que possuem estilete são parasitos de plantas. Existem nematóides portadores de estilete que atuam como micófagos ou parasitos de plantas facultativos; outros são predadores ou onívoros. Os nematóides bacteriófagos, comuns no solo, apresentam cavidade bucal predominantemente cilíndrica e estreita; podem consumir e disseminar tanto bactérias benéficas como fitopatogênicas. Nematóides com cavidade bucal ampla, muitas vezes armada com dentes ou dentículos, são predadores freqüentes de pequenos animais do solo, inclusive de outros nematóides (GOULART, 2002; CARES, 2006).

Apesar dessa variedade de grupos tróficos, até a década de 1980, a grande maioria dos estudos ecológicos envolvendo nematóides restringia-se apenas às formas parasitas de plantas, destacando-se os gêneros *Globodera*, *Heterodera*, *Longidorus*, *Meloidogyne* e *Xiphinema*, com espécies causadoras de elevadas perdas na América do Norte e Europa (SASSER; FRECKMAN, 1987). No entanto, como os fitonematóides representam tão somente de 20 a 40% da comunidade total de nematóides de um solo sob condição de manejo agrícola (BOAG et al., 1998), tais estudos apresentavam valor ou interesse limitado, pelo menos dentro de contexto ecológico mais amplo (NEILSON, 2005). Ademais, sabe-se que a população humana vem aumentando de modo exponencial e que o mesmo tende a ocorrer com os efeitos da intervenção humana sobre os sistemas biológicos (VITOUSEK et al., 1997). Assim, os estudos mais recentes sobre diversidade e estrutura das comunidades de nematóides passaram a ser desenvolvidos sob um novo enfoque, qual seja o da valorização dos representantes de todos os grupos tróficos.

Os nematóides têm sido considerados bons bioindicadores ecológicos do solo, ou seja, das alterações ambientais nele ocorridas, para isso concorrendo algumas características fundamentais como: i) são encontrados em abundância em múltiplos e variados biomas, desde que neles exista disponibilidade de água e carbono orgânico; ii) apresentam diversidade trófica; iii) possuem ciclo biológico relativamente curto; iv) constituem comunidades multiespecíficas, ocorrendo tanto interações entre os seus diferentes membros quanto entre estes e outros componentes da biota do solo; v) certos táxons, ou grupos de táxons, comprovadamente apresentam sensibilidade diferenciada frente a distúrbios ocorridos no meio; e vi) podem ser identificados e quantificados sem maiores dificuldades, inclusive as formas de vida livre, pelo menos até o nível genérico; quando o estudo de diversidade se limita a comunidades de fitonematóides, é comum utilizar-se o nível específico (NEHER, 2001; NEILSON, 2005; CARES, 2006).

Os aspectos acima expostos justificam em grande parte, portanto, a multiplicação de estudos sobre a diversidade de nematóides hoje observada, particularmente daqueles em que se busca aferir o impacto da substituição de sistemas de vegetação nativa por áreas de produção agrícola intensiva sobre a microfauna do solo, através de alterações na estrutura das comunidades de nematóides locais.

### 1.1.2 Análise de dados em estudos de comunidades de nematóides

O entendimento, a interpretação e o esclarecimento de fatos ligados à complexa estrutura das comunidades de nematóides tem constituído, especialmente ao longo das três últimas décadas, constante desafio aos estudiosos da ecologia dos nematóides (NEILSON, 2005).

Estudos de diversidade em comunidades de nematóides são normalmente desenvolvidos a partir de dados qualitativos, baseados nas identificações taxionômicas, e quantitativos, que expressam o número de indivíduos de cada táxon, ou seja, a abundância (GOULART, 2002). Dados de abundância relativa dos nematóides de cada grupo trófico são úteis para o estudo de comunidades e para a compreensão de suas relações com outros integrantes da biota do solo (FRECKMAN; ETTEMA, 1993).

Para mensurar a diversidade de nematóides, têm sido freqüentemente utilizados alguns índices matemáticos aplicados em outras áreas científicas, dos quais os mais comuns são a riqueza de táxons e os índices de Shannon-Weaver (pelo qual se atribuem pesos iguais aos táxons independentemente de suas abundâncias) e de Simpson (pelo qual se atribuem maiores pesos aos táxons mais abundantes), bem como seus respectivos índices de equitatividade (NORTON, 1978; MAGURRAN, 1988; ODUM, 1988; CARES, 2006). Todavia, embora úteis em muitos casos, tais índices foram alvos de críticas por anos pelo fato de que nem sempre apresentavam suficiente poder discriminatório quando empregados nas pesquisas nematológicas (NEILSON, 2005).

Considerável avanço à realização de tal tipo de estudo foi proporcionado com a proposição do chamado 'índice de maturidade' (BONGERS, 1990), usado como indicativo da sucessão ecológica em que se encontra uma comunidade de nematóides e como medida de perturbação do ambiente. Para a obtenção desse índice, são considerados 'colonizadores' os nematóides que apresentam rápido aumento populacional sob condições favoráveis, possuem ciclo de vida curto, alta capacidade de colonização e maior tolerância a perturbações ou distúrbios ambientais. São chamados 'persistentes' aqueles que apresentam baixas taxas reprodutivas, ciclo de vida longo, baixa capacidade de colonização e maior sensibilidade a distúrbios do ambiente. Com base nessas características, foi criada uma escala de valores de 1 a 5, chamados 'c-p', sendo que os mais próximos de 1 estão relacionados a nematóides colonizadores e mais próximos de 5 a nematóides persistentes. Os valores c-p são utilizados para a determinação do índice de maturidade, que é calculado levando em consideração unicamente os nematóides de vida livre, e não os parasitos de

plantas. Há também um 'índice de parasitos de plantas', que considera somente os nematóides fitoparasitos e é calculado da mesma forma (BONGERS, 1990). Pouco tempo depois, foi publicado artigo de enorme importância (YEATES et al., 1993), que veio completar a idéia de Bongers e viabilizar o emprego dos índices de maturidade. Nele, as famílias e gêneros de nematóides até então conhecidos foram alistados segundo os seus hábitos alimentares, possibilitando o estabelecimento, de modo padronizado, dos cinco grupos tróficos hoje intensamente utilizados nos estudos sobre comunidades de nematóides (parasitos de plantas, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros). Esses dois trabalhos formaram a base para muitos estudos ecológicos envolvendo nematóides incluindo análise estatística univariada (WASILEWSKA, 1997).

Para o estudo mais detalhado das condições da cadeia alimentar em termos de nível de distúrbio, enriquecimento do solo, via de decomposição da matéria orgânica e relação C/N, foram também propostos (FERRIS et al., 2001) o índice de enriquecimento (EI), o índice de estrutura (SI) e o índice do canal de decomposição (CI), que são calculados com base nas abundâncias dos nematóides identificados dentre de cada um dos cinco grupos tróficos.

Nos últimos anos, a aplicação de análise multivariada, especialmente a análise de agrupamento, em estudos sobre comunidades de nematóides vem crescendo gradativamente, produzindo, com certa frequência, resultados distintos daqueles obtidos através de análise univariada (WALL et al., 2002).

Outro aspecto a se considerar é a absoluta escassez de pesquisadores especializados na identificação de nematóides pelo método clássico (morfológico / morfométrico) atualmente observada (COOMANS, 2002), o que irá representar dificuldade adicional bastante relevante ao desenvolvimento de futuros estudos sobre diversidade. Em vista de tal perspectiva, não só a necessidade como a conveniência da utilização de técnicas moleculares para auxiliar e agilizar a identificação taxionômica em tais estudos vai se tornando cada vez mais evidente (NEILSON, 2005).

### **1.1.3 Estudos de diversidade de nematóides**

Estudos de diversidade de nematóides do solo podem ser classificados, entre outros critérios, segundo os tipos de ecossistemas amostrados. Nesse caso, podem referir-se apenas a ecossistemas

naturais, a agroecossistemas e a ecossistemas naturais e agroecossistemas em conjunto. No que concerne aos trabalhos envolvendo comparação entre comunidades ocorrentes em ecossistemas naturais e agroecossistemas, não são muitos ainda, embora o número venha aumentando gradativamente. Tal literatura já foi antes parcialmente sumariada (GOULART, 2002) e é aqui complementada, alistando-se na seqüência os trabalhos que se pode compilar, por ordem cronológica de publicação.

No Estado de São Paulo, Brasil, observações realizadas sobre nematóides presentes em solos de mata e de áreas cultivadas, ainda na década de 1950, possibilitaram concluir que os solos pouco ou não submetidos a distúrbios encerravam nematofauna com número superior de gêneros e espécies e que, quando se inicia o cultivo agrícola em uma área de vegetação natural, com o tempo ocorre a eliminação de alguns táxons, a permanência de outros e até mesmo introdução de alguns por meio de material vegetal ou maquinaria infestados (ZAMITH; LORDELLO, 1957).

Estudo conduzido na Índia (LAL et al., 1983) possibilitou verificar que a queima da cobertura vegetal nativa seguida de arações visando à abertura de novas áreas de produção agrícola causaram diminuição nas populações locais de fitonematóides. Com o tempo, a implantação de diferentes tipos de culturas favoreceu a multiplicação de vários táxons de fitonematóides, embora o plantio de *Crotalaria juncea* L. tenha evidenciado efeito adverso sobre vários deles e favorecido diversos gêneros de nematóides microbiófagos, predadores e onívoros.

Em pesquisa desenvolvida nos Estados de Goiás, Minas Gerais e no Distrito Federal, Brasil, estudou-se a diversidade de fitonematóides, até o nível de gênero, com base em amostragens realizadas em mata ciliar, cerrado e culturas perenes e anuais (CARES; HUANG, 1991). Os maiores números de gêneros de fitonematóides ocorreram, em escala decrescente, em cerrado, mata ciliar, culturas perenes e anuais. Alguns representantes de Criconematoidea, Anguinidae e Tylenchidae, muito freqüentes nas áreas de vegetação nativa, tiveram as populações reduzidas a níveis não detectáveis nas áreas substituídas por culturas. *Pratylenchus* e *Ditylenchus*, por outro lado, só foram identificados nas áreas cultivadas.

Nos Estados Unidos, estudaram-se as comunidades de nematóides em ecossistemas naturais e agroecossistemas (áreas em esquemas de rotação de culturas), sob diferentes níveis de intervenção antrópica (FRECKMAN; ETTEMA, 1993). Nos sistemas naturais, determinaram-se os maiores valores para a riqueza de táxons e diversidade, o que já era esperado. Nematóides bacteriófagos predominaram em todas as áreas, enquanto os micófagos prevaleceram nos sistemas



com vegetação nativa e os fitoparasitos tiveram a menor abundância na área de culturas em que se praticava o cultivo orgânico. Predadores e onívoros foram os grupos tróficos menos abundantes nas diferentes áreas amostradas.

Na República Tcheca, desenvolveu-se estudo comparativo (HÁNEL, 1995) entre as comunidades de nematóides ocorrentes em áreas de rotação trigo/batata, sob período de pousio após cultivo de milho, floresta e campo natural. Valores elevados de índices de diversidade e maturidade foram obtidos principalmente para as áreas de campo e floresta, evidenciando tratarem-se das comunidades mais estáveis, menos sujeitas a distúrbios.

Na região do Brasil Central, em pesquisa sobre a diversidade apenas de nematóides parasitos de plantas ocorrentes em áreas com três tipos de vegetação nativa (mata ciliar, cerrado e cerradão) e em culturas anuais e perenes (HUANG; CARES, 1995), pode-se concluir que a diversidade taxionômica dos nematóides apresentou paralelismo em relação à diversidade botânica dos ambientes estudados, sendo que, dentre estes, cerrado e cerradão mostraram as maiores diversidades de plantas. A abundância de fitonematóides foi maior nas áreas de culturas perenes, provavelmente devido à grande biomassa radicular destas, e menor nas culturas anuais.

Na República de Camarões, África, avaliaram-se os efeitos de diferentes tipos de alteração ambiental, inclusive a implantação da agricultura, em área originalmente de floresta nativa (BLOEMERS et al., 1997). Exceto nas áreas tidas como expostas a modificações muito intensas, observou-se ocorrência de efeito adverso restrito na riqueza de táxons de nematóides, sendo os impactos sobre todos os grupos tróficos presentes relativamente semelhantes.

Na Austrália, compararam-se as comunidades de nematóides ocorrentes em pastagens nativas e cultivadas (YEATES; KING, 1997), verificando-se que a substituição de espécies vegetais nativas por exóticas resultou em significativas alterações na abundância e diversidade taxionômica das comunidades nematológicas em ambos os ambientes. Houve aumento na abundância total de nematóides pela implantação das pastagens cultivadas devido ao crescimento populacional dos bacteriófagos, ao passo que a abundância de predadores e o índice de maturidade foram menores nas pastagens cultivadas.

Na Costa do Marfim, África, estudaram-se as populações de fitonematóides em floresta nativa e em culturas de arroz estabelecidas após a derrubada de parte desta (COYNE et al., 1999). O efeito imediato da derrubada sobre a diversidade da nematofauna foi muito pequeno, mas, com os plantios sucessivos do arroz, verificaram-se rápidas e significativas alterações nas estruturas

trófica e taxionômica, com diminuição na diversidade geral e clara predominância de umas poucas espécies fitoparasitas.

Nos Estados Unidos, compararam-se os índices de diversidade trófica e de maturidade de comunidades de nematóides do solo ocorrentes em cinco áreas de produção agrícola conduzidas nos sistemas 'convencional', com utilização de insumos químicos, e 'orgânico', sem uso de insumos químicos (NEHER, 1999). As culturas produzidas nas áreas estudadas eram cereais e hortaliças, principalmente. Os índices ecológicos utilizados não possibilitaram, de modo geral, discriminação entre as comunidades de nematóides dos dois sistemas de cultivo. Em vista de tal verificação, a autora concluiu que, ao contrário do que se poderia supor, os solos sob manejo orgânico não devem ser considerados, necessariamente, como adequados ambientes referenciais, nem sempre se prestando à utilização em estudos que visem à aferição comparada da qualidade biológica entre os solos de diferentes ecossistemas.

No Brasil Central, procurou-se caracterizar/comparar as comunidades nematológicas ocorrentes em quatro tipos de vegetação nativa - cerrado, cerradão, mata e campo - e quatro tipos de cultivos agrícolas - café, eucalipto, milho e tomate (MATTOS, 1999; MATTOS et al., 2006). A ordem decrescente para as diversidades nos diferentes sistemas avaliados, aferidas pela riqueza e por outros índices, foi cerrado-cerradão-mata-campo-eucalipto-café-milho-tomate. Para o índice de maturidade, foi: campo-cerradão-cerrado-mata-eucalipto-café-milho-tomate. Os valores obtidos para abundância dos parasitos de plantas no milho só foram estatisticamente maiores que os das duas culturas perenes, não diferindo de nenhum dos sistemas nativos; no caso do tomateiro, foram significativamente menores que os de todos os sistemas nativos e não diferiram das culturas perenes. Os bacteriófagos foram prevalentes nas áreas cultivadas e os onívoros foram minoria em todos os sistemas avaliados. Em termos de abundância relativa, membros de Criconematoidea destacaram-se na vegetação nativa, confirmando relatos anteriores.

Na Eslováquia, estudaram-se comparativamente as comunidades de nematóides de pastagens nativas e culturas de cereais de quatro localidades (VALOCKÁ et al., 2001). As riquezas e as abundâncias foram maiores nos cultivos de cereais. Fitonematóides, seguidos dos bacteriófagos, foram dominantes em quase todas as localidades, em ambos os ecossistemas. Os índices de maturidade obtidos evidenciaram que os efeitos decorrentes de distúrbios ambientais foram menores nas pastagens nativas do que nas culturas de cereais.

Na Finlândia, compararam-se as comunidades nematológicas de áreas de reflorestamento com *Betula* spp. e de florestas tradicionais, decíduas, mantidas como monoculturas (M). As áreas de reflorestamento acham-se instaladas em glebas onde originalmente se procedeu à derrubada e queima da mata natural com objetivo de torná-las próprias à exploração agrícola e que permaneceram abandonadas por anos em muitos casos (Rag), ou foram temporariamente cultivadas com abeto vermelho (Rab). Observaram-se claras diferenças na estrutura das comunidades tanto entre Rag e Rab, como entre estas e M. As diversidades específicas e as abundâncias da maioria dos táxons, independente de grupo trófico, foram menores nas áreas dos reflorestamentos (Rag, Rab). As proporções relativas de nematóides bacteriófagos e onívoros foram maiores e a de fitoparasitos menor em Rag e Rab do que em M. Diversas variáveis, como a umidade e a acidez do solo, foram consideradas importantes para explicar as variações observadas nas estruturas das comunidades de nematóides avaliadas. Sugeriu-se, ainda, que a presença de certos tipos de anelídeos oligoquetas (= minhocas) poderia desempenhar papel relevante na regulação das populações de nematóides do solo (RÄTY; HUHTA, 2003).

No Brasil, em São Carlos (SP), estudaram-se as comunidades de nematóides de três diferentes ecossistemas, um de vegetação natural (cerrado) e dois agroecossistemas (cultura perene = pomar de goiaba; cultura anual = de milho, irrigada; ambos formados sobre cerrado), por amostragens feitas em duas épocas do ano (GOULART; FERRAZ, 2003; GOULART et al., 2003). A ocupação do cerrado com os cultivos afetou sensivelmente a composição das comunidades, resultando redução na abundância relativa de formas predadoras ou onívoras e menor diversidade trófica no geral. Não foi possível detectar clara predominância de nematóides colonizadores ou persistentes nas áreas estudadas. Nas áreas de culturas, táxons de Criconematoidea ocorreram em abundância bem menor que no cerrado, inclusive com ausência de *Discocriconemella*, ao passo que gêneros como *Pratylenchus* e *Helicotylenchus* ocorreram em elevadas abundâncias.

Na Eslováquia, três sistemas foram comparados quanto às estruturas de suas comunidades nematológicas: campo, pastagem permanente e pastagem recém-implantada (há três anos). Os parasitos de plantas foram os nematóides prevalentes em todos os ambientes estudados, seguidos pelos micófagos na pastagem recém-implantada e pelos onívoros no campo e pastagem permanente. As comunidades do campo e pastagem permanente assemelharam-se bastante quanto à estrutura, diferenciando-se mais da pastagem recém-implantada (CEREVKOVÁ, 2006).

Também no Brasil, em Baraúnas (RN), estudou-se a estrutura de comunidades de nematóides em áreas destinadas ao cultivo de meloeiro (*Cucumis melo* L.). As áreas estudadas haviam sido anteriormente cultivadas com algodoeiro e ficaram sem uso agrônômico durante uma década, antes do cultivo com meloeiro. As áreas amostradas foram divididas em com e sem sintomas reflexos de nematose. Ambas as áreas mostraram índices de diversidade com baixos valores, refletindo o alto nível de distúrbios provocado pelo longo monocultivo do algodoeiro. O período que as áreas passaram sem uso agrônômico parece não ter sido suficiente para o restabelecimento do equilíbrio da nematofauna, apresentando baixa abundância relativa de onívoros e predadores (TORRES et al., 2006).

No Uruguai, estudaram-se as estruturas de comunidades de nematóides em monocultura de arroz, pradaria sob cultivo em regime de rotação e pradaria natural (KORENKO; SCHMIDT, 2007). Na cultura do arroz, os bacteriófagos foram os mais abundantes, o que também ocorreu na pradaria em sistema de rotação. Na pradaria natural, micófitos, parasitos de plantas e predadores foram os mais abundantes. Não foram encontrados nematóides predadores no sistema de cultivo de arroz. A riqueza de táxons e os índices de diversidade diferenciaram os dois sistemas de pradarias relativamente à monocultura de arroz.

Além dos trabalhos alistados, sabe-se de outros estudos nacionais em que se comparam as comunidades de nematóides em sistemas nativos e sob exploração agrícola, desenvolvidos em diferentes regiões do País, mas que, pelo que se pode constatar, foram apenas divulgados na forma de resumos apresentados em eventos científicos, dificultando assim uma plena análise de seus conteúdos. Entre eles, pode-se enumerar os de Andrade et al. (2004), referente às comunidades ocorrentes em oito sistemas de uso da terra no Mato Grosso do Sul, de Cares e Andrade (2005), relativo às comunidades em diferentes pastagens e em capoeira no Amazonas, de Cares e Andrade (2006), concernente às comunidades em seis sistemas de uso da terra no Amazonas, e de Santiago et al. (2007), a respeito das comunidades em mata e áreas de rotação de culturas anuais no Paraná.

## Referências

ANDRADE, E.P.; HUANG, S.P.; MIRANDA, C.H.B. Comunidade de nematóides em oito sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 29, n. esp., 186, 2004.

- 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**, Heidelberg, v. 111, n. 4, p. 575-582, 1997.
- BOAG, B; HEBDEN, P.M.; NEILSON, R.; RODGER, S.J. Observations on the effect of different management regimes of set-aside land on nematode community structure. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 9, p. 339-343, 1998.
- BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, Heidelberg, v. 83, n. 1, p. 14-19, 1990.
- BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 14, p. 224-228, 1999.
- CARES, J.E. Nematóides como indicadores ambientais de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 26., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais ... Campos dos Goytacazes: SBN, 2006.** p. 14-16.
- CARES, J.E.; ANDRADE, E.P. Community of nematodes and soil disturbance level in pasture and free fallow in Benjamin Constant, Amazonas. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 129, 2005.
- \_\_\_\_\_. Effects of the land-use systems on the abundance and diversity of the nematode community in the region of Upper Solimões River. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 113-114, 2006.
- CARES, J.H.; HUANG, S.P. Nematode fauna in natural and cultivated cerrados of Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 233-250, 1991.
- CEREVKOVÁ, A. Nematode communities in three types of grassland in the Slovak Republic. **Helminthologia**, Kosice, v. 43, n. 3, p. 171-176, 2006.
- 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**, Heidelberg, v. 12, n. 1, p. 67-72, 1991.
- COOMANS, A. Present status and future of nematode systematics. **Russian Journal of Nematology** Moscow, v. 4, p. 573-582, 2002.
- COYNE, D.; 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**, Charlottetown, v. 84, n. 1, p.31-43, 1999.
- FERRIS, H.; BONGERS, T.; GOEDE, R.G.M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 18, p. 13-19, 2001.

- FRECKMAN, D.W. Parameters of the nematode contribution to ecosystems. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). **Nematodes in soil ecosystems**. Austin:University of Texas Press, 1982. chap. 3, p. 81-97.
- FRECKMAN, D.W.; ETTEMA, C.H. Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Charlottetown, v. 45, n. 2, p. 239-261, 1993.
- GOULART, A.M.C. **Diversidade de nematóides em áreas de vegetação nativa e cultivadas em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 150 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- 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**, Brasília, 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**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.
- HANEL, L. Secondary successional of soil nematodes in cambisols of South Bohemia. **Nematologica**, Leiden, v. 41, n. 2, p. 197-218, 1995.
- HANEL, L; CEREVKOVÁ, A. Diversity of soil nematodes in meadows of the White Carpathians. **Helminthologia**, Kosice, v. 43, n. 2, p. 109-116, 2006.
- HUANG, S.P.; CARES, J.H. Community composition of plant-parasitic nematodes in native and cultivated cerrados of Central Brazil. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 27, n. 1, p. 237-243, 1995.
- HUGOT, J.P.; BAUJARD, P.; MORAND, S. Biodiversity in helminthes and nematodes as a field study: an overview. **Nematology**, Leiden, v. 3, p. 199-208, 2001.
- HYVÖNNEN, R.; PERSSON, T. Effects of acidification and liming on feeding groups of nematodes in coniferous forest soils. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 9, n. 3, p. 205-210, 1990.
- KORENKO, V.; SCHMIDT, C. Effects of agricultural practices in the rice crop system on nematode communities in Uruguay. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 34, p. 151-159, 2007.
- 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**, New Delhi, v. 13, n. 2, p. 133-140, 1983.
- LISKOVA, A; CEREVKOVÁ, A. Nematode communities of river banks and adjacent meadows in the Slovak Republic. **Helminthologia**, Kosice, v. 42, n. 4, p. 223-232, 2005.
- MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croon 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 em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

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**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 267-273, 2006.

NEHER, D.A. Nematode communities in organically and conventionally managed agricultural soils. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 31, n. 2, p. 142-154, 1999.

\_\_\_\_\_. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 33, n. 4, p. 161-168. 2001.

NEHER, D.A.; CAMPBELL, C.L. Nematode communities and microbial biomass in soils with annual perenial crops. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 1, n. 1, p. 17-28. 1994.

NEILSON, R. Nematode ecology: a current perspective. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25., 2005, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SBN, 2005. p. 18-23.

NIBLACK, T.L. Application of nematode community structure research to agricultural production and habitat disturbance. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 21, n. 5, p. 437-443, 1989.

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

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, chap. 2, p. 47-72.

ODUM, E.P. Populações em comunidades. In: \_\_\_\_\_ (Ed). **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. cap. 9, p. 233-281.

RÄTY, M.; HUHTA, V. Nematode communities of anthropogenous birch stands in central Finland. **Nematology**, Leiden, v. 5, n. 4, p. 629-639, 2003.

RENCO, M. Communities of nematodes in ceral fields following sugar beet. **Helminthologia**, Kosice, v. 41, n. 2, p. 109-112, 2004.

SAMOILOFF, M.R. Nematodes as indicator of toxic enviromental contaminants. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. (Ed.). **Vistas on nematology**. Raleigh: Society of Nematologists, 1987. chap. 5, p. 433-439.

SANTIAGO, D.C.; GUIMARÃES, M.F.; ALMEIDA, E.; OLIVEIRA, A.D.; PAES, V.S.; ARIEIRA, G.O. Comunidade de nematóides em áreas de cultivo nos municípios de Palmeira e Bituruna, Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 2, p. 131, 2007.

- SASSER, J.N.; FRECKMAN, D.W. A world perspective on nematology: the role of the society. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. (Ed.). **Vistas on nematology**. Raleigh: Society of Nematologists, 1987. chap. 1, p. 7-14.
- TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: Funep, 1993. 235 p.
- TORRES, G.R.C.; PEDROSA, E.M.R.; MONTENEGRO, A.A.A.; MICHEREFF, S.J.; MOURA, R.M. Aspectos ecológicos de comunidades de nematóides associada a cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 1-19, 2006.
- VALOCKÁ, B.; SABOVÁ, M. Seasonal variation of the soil nematode communities in regions polluted with acid and alkaline emissions. **Helminthologia**, Kosice, v. 35, n. 3, p. 147-153, 1998.
- VALOCKÁ, B.; SABOVÁ, M.; RENCO, M. Soil and plant nematode communities of types of ecosystems. **Helminthologia**, Kosice, v. 38, n. 2, p. 105-109, 2001.
- VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENKO, J.; MELILLO, J.M. Human domination of earth's ecosystem. **Science**, Washington, v. 277, p. 494-499, 1997.
- WALL, J.W.; SKENE, K.R.; NEILSON, R. Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 35, p. 293-301, 2002.
- WASILEWSKA, L. Soil invertebrates as bioindicators, with special reference to soil-inhabiting nematodes. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v. 5, n. 2, p. 113-126, 1997.
- YEATES, G.W.; KING, K.L. Soil nematodes as indicators of the effect of management on grasslands in the New England Tablelands: comparison of native and improved grasslands. **Pedobiologia**, Darmstadt, v. 45, n. 4, p. 367-383, 2001.
- YEATES, G.W.; BONGERS, T.; GOEDE, R.G.M. de; FRECKMAN, D.W.; GEORGIEVA, S.S. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 25, n. 3, p. 315-331, 1993.
- ZAMITH, A.P.L.; LORDELLO, L.G.E. Algumas observações sobre nematóides em solo de mata e em solo cultivado. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 32, n. 2, p. 183-188, 1957.



## 2 ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE NEMATÓIDES EM ÁREAS CONTÍGUAS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE USO AGRÍCOLA

### Resumo

Estudou-se a estrutura taxionômica de comunidades de nematóides ocorrentes em áreas contíguas de mata natural preservada e de culturas perenes (bananeira, citros, pessegueiro) e anuais (milho x leguminosas) em rotação em Piracicaba (SP). Três amostras compostas de solo (volume aproximado de um litro) foram coletadas de cada área em duas épocas (“seca”, agosto/2004 e “chuvosa”, março/2005) e profundidades (0-15 e 15-30 cm). Para cada amostra, extraíram-se os nematóides de volume de 500 ml pela técnica de peneiramento combinado com flotação em centrífuga com solução de sacarose, sendo depois fixados em formalina, contados e infiltrados com glicerina. Para o cálculo das abundâncias e dos indicadores de diversidade, 150 exemplares foram coletados ao acaso por amostra e identificados ao nível de gênero. Assinalaram-se 61 gêneros, filiados a 32 famílias. As abundâncias totais foram maiores à menor profundidade, nas duas épocas de coleta. Os maiores valores de número e riqueza de gêneros, à menor profundidade, ocorreram na mata; à maior profundidade, tal se deu na área de anuais e de citros, nas primeira e segunda épocas de coleta, respectivamente. Os índices de diversidade de Shannon-Weaver e de Simpson e respectivos índices de equitatividade foram menos eficientes que o número e a riqueza de gêneros na discriminação dos sistemas estudados.

**Palavras-chave:** Estrutura taxionômica; Comunidades de nematóides; Ecossistemas

### Abstract

#### **Nematode abundance and diversity in neighbouring areas of native vegetation and perennial and annual crops**

The taxonomic structure of nematodes communities occurring in neighbouring areas of native forest and four different agroecosystems was studied in Piracicaba, São Paulo State, Brazil. Agroecosystems were three perennial (banana, citrus and peach orchards) and one annual (corn, rotating with leguminous plants or followed by fallow) crops. Three soil samples (one liter approximately) were collected per area at two different times (August/2004 and March/2005) and depths (0-15 and 15-30 cm). Nematodes were extracted from 500 cc of soil by a sieving and sugar flotation technique, fixed with formalin, counted and infiltrated with glycerin. Subsequently, 150 specimens randomly picked were identified to the genus level. A total number of 61 genera affiliated to 32 families was recorded. Total abundance was higher at lower depth irrespective of the sampling time. At depth 0-15 cm, higher values of genus number and genus richness were calculated for the forest in both sampling times; at 15-30 cm, the highest values were assigned to annual crop and citrus areas, respectively. Shannon-Weaver and Simpson indexes were less efficient than genus number and genus richness in discriminating the studied ecosystems.

**Keywords:** Taxonomic structure, Nematode communities, Ecosystems

## 2.1 Introdução

Nematóides do solo, principalmente parasitos de plantas e microbiófagos, com frequência têm importante participação em processos essenciais ao sucesso da Agricultura, como a decomposição da matéria orgânica e a reciclagem de nutrientes. Além disso, são também considerados eficientes bioindicadores de alterações ocorridas nas condições do solo, como, por exemplo, as resultantes da substituição de ecossistemas naturais por agroecossistemas (YEATES; BONGERS, 1999; NEHER, 2001; CARES, 2006). Portanto, a realização de estudos que contribuam ao conhecimento mais detalhado das estruturas de comunidades de nematóides ocorrentes em ambientes com vegetação original preservada em comparação com outros submetidos à exploração agrícola, mediante diferentes graus de intervenção humana, mostra-se oportuna e relevante (FRECKMAN; ETTEMA, 1993; NEHER; CAMPBELL, 2004).

Nesse contexto, a influência do tipo de uso do solo, ou seja, a substituição de sistemas nativos por culturas perenes e/ou anuais (em monocultivo ou rotação) tem sido especialmente investigada (YEATES, 1996; YEATES; KING, 1997; MATTOS, 1999; VALOCKÁ et al., 2001; GOULART et al., 2003; ANDRADE et al., 2004; CARES; ANDRADE, 2006; KORENKO; SCHMIDT, 2007), muitas vezes avaliando-se, em adição, os efeitos de outras práticas, como queimadas, adubações química e orgânica, manejo de plantas daninhas e tratos culturais mecanizados. Um aspecto desvantajoso observado em alguns desses estudos (RENCO, 2004; LISKOVÁ, CEREVKOVÁ, 2005), não obstante a evidente aplicação dos autores ao conduzi-los, é o de que os sistemas avaliados, nativos e cultivados, ficam bem distantes uns dos outros. Tal fato pode implicar em inevitáveis diferenças, climáticas e especialmente edáficas, entre as áreas cotejadas, com prováveis reflexos na análise dos efeitos resultantes sobre a nematofauna dos sistemas envolvidos.

No presente trabalho, contou-se com a excepcional oportunidade de se dispor de áreas contíguas de mata preservada e de culturas perenes (bananeira, citros e pessegueiro) e anuais (milho x leguminosas) em rotação, desenvolvendo-se, em função disso, estudo a respeito das estruturas trófica e taxionômica das comunidades de nematóides nelas ocorrentes, do qual apenas os resultados obtidos relativos à abundância e à diversidade são aqui apresentados.

## **2.2 Desenvolvimento**

### **2.2.1 Material e Métodos**

#### **2.2.1.1 Localização e descrição dos sistemas amostrados**

As áreas utilizadas para as coletas das amostras eram contíguas, com mata na parte central e os cultivos agrícolas perenes (bananeira, citros e pessegueiro) e anuais (milho e outras em rotação) em seu entorno (Figura 2.1), localizando-se no Campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, (latitude: 22° 42' 30" Sul; longitude: 47° 38' 00" Oeste), Estado de São Paulo. O solo do local foi classificado como Terra Roxa Estruturada Eutrófica (*Kandiudalfic Eutrudox*) por Vital-Torrado et al. (1993), tendo as cinco áreas utilizadas no estudo apresentado, pela análise granulométrica realizada, as seguintes classes de textura: anuais, media-arenosa; bananeira, media-argilosa; citros, media-arenosa; mata, media-arenosa; e pessegueiro, argilosa (Apêndice A).

A área da mata, parcialmente degradada, também designada 'remanescente de floresta', praticamente não sofre perturbação antrópica, exceto por eventuais atividades de remoção de galhos e ramos caídos em sua região periférica, a fim de desobstruir as estradas que a delimitam. O pomar de citros (variedades comerciais de copa sobre o porta-enxerto limoeiro-cravo – *Citrus limonia* Osbeck) contava com cerca de 15 anos de idade e, vale frisar, foi formado a partir de mudas isentas do nematóide *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. O bananal é da cultivar Nanicão, do grupo Cavendish, de idade não conhecida. A área de cultivo de anuais tem sido ocupada principalmente por milho; no outono-inverno, alternam-se em períodos de pousio ou plantio de leguminosas usadas como coberturas do solo (Apêndice C).

#### **2.2.1.2 Coleta das amostras**

As amostras de solo foram coletadas nas cinco áreas em estudo, em diferentes profundidades (0-15 cm e 15-30 cm), em duas épocas: agosto de 2004 ("seca") e março de 2005 ("chuvosa"). Utilizou-se enxadão para a coleta, recorrendo-se a trena para demarcação das duas profundidades estabelecidas. Para cada área, época e profundidade, três amostras compostas com

volume de cerca de um litro de solo foram tomadas, sendo cada uma formada por cinco subamostras simples. Durante a coleta, as amostras foram primeiro mantidas em baldes plásticos etiquetados e depois transferidas a sacos plásticos devidamente identificados e conservados no interior de recipiente de isopor. Ao término das coletas, em cada época, as amostras foram imediatamente levadas ao laboratório do Setor de Nematologia/Zoologia Agrícola da ESALQ para processamento e extração dos nematóides.



Figura 2.1 - Vista aérea das áreas amostradas durante o estudo (Piracicaba/SP): 1. Mata degradada; 2. Pomar cítrico; 3. Bananal; 4. Pomar de pessegueiro; e 5. Cultivo de anuais em regime de rotação (em pousio, à época da foto)

### 2.2.1.3 Processamento das amostras: extração/ fixação dos nematóides e cálculos realizados

Após homogeneização manual, 500 ml do solo de cada amostra foram processados visando à extração, realizada pelo método de Jenkins (1964). Seguiram-se as etapas de morte (aquecimento gradual em água até 65°C) e fixação inicial dos espécimes (formalina), sendo mantidos em frascos de vidro de boca larga identificados.

Procedeu-se então à estimativa populacional no volume total de cada amostra, feita ao microscópio com lâmina de contagem de Peters. Como os níveis populacionais afiguraram-se excessivamente altos, optou-se por agitar firmemente a suspensão e, imediatamente após, dela retirar com pipetador automático o equivalente a 1/5 do volume, ou seja, alíquota contendo os nematóides presentes em 100 ml da amostra original de solo. As amostras foram submetidas ao chamado “método da desidratação lenta” (HOOPER, 1986), sendo os nematóides vagarosamente infiltrados com glicerina. Coletaram-se ao acaso 150 espécimes por amostra, os quais foram montados em lâminas permanentes visando à identificação ao nível genérico, utilizando-se o sistema de classificação proposto por DeLey e Blaxter (2002). Para os estudos previstos, com base em tais identificações, calcularam-se as abundâncias relativas e totais dos táxons ocorrentes, além dos indicadores usuais em tal tipo de estudo (CARES, 2006), a saber: número de gêneros; riqueza de gêneros; índices de diversidade de Shannon-Weaver e de Simpson e seus respectivos índices de equitatividade. Os dados foram analisados pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

## 2.2.2 Resultados e Discussão

O número total de gêneros identificados nas duas épocas de coleta foi de sessenta e um (61), nem todos ocorrendo em ambas as épocas ou áreas amostradas (Tabela 2.1). Ambas as classes, Enoplea e Chromadorea, estiveram bem representadas nas áreas estudadas. De Enoplea, subclasse Enoplia, identificaram-se gêneros filiados a seis famílias (Alaimidae, Diphtherophoridae, Ironidae, Prigmatolaimidae, Trichodoridae e Tripylidae), enquanto de Dorylaimia foram onze (Aporcelaimidae, Belonidiridae, Discolaimidae, Dorylaimidae, Longidoridae, Mononchidae, Mylonchulidae, Nordiidae, Nygolaimidae, Qudsianematidae e Tylencholaimidae); em ambos os casos, tanto táxons de vida livre como fitoparasitos foram encontrados. De Chromadorea, subclasse Chromadoria, ocorreram gêneros de 15 famílias

(Achromadoridae, Anguinidae, Aphelenchidae, Aphelenchoididae, Cephalobidae, Criconematidae, Ecphyadophoridae, Hoplolaimidae, Meloidogynidae, Panagrolaimidae, Plectidae, Pratylenchidae, Rhabditidae, Teratocephalidae e Tylenchidae), igualmente compreendendo formas de vida livre e fitoparasitas.

### 2.2.2.1 Abundância

Quanto às abundâncias totais (Tabela 2.2), em ambas as épocas de coleta e para todas as áreas amostradas (exceto bananeira, na primeira coleta), as médias obtidas foram superiores para a menor profundidade relativamente à maior. Nas primeira e segunda épocas de coleta, os totais gerais de nematóides (soma das abundâncias totais das cinco áreas amostradas) obtidos à maior profundidade foram equivalentes a 61% e 50% dos totais encontrados à menor profundidade, respectivamente. Tais dados vêm confirmar observações contidas em alguns outros estudos, como no de Yeates (1996), que, ao comparar a diversidade da nematofauna em áreas com três diferentes tipos de vegetação (pastagem, capoeira e floresta nativa) na Nova Zelândia, verificou ampla predominância de nematóides na camada do solo de 0-10 cm de profundidade em relação à de 10-20 cm, para todos os grupos tróficos. Esse autor destacou que, apenas para *Diphtherophora*, *Pungentus* e *Sectonema*, os níveis populacionais foram maiores à maior profundidade de coleta. No presente estudo, dentre esses gêneros, só *Pungentus* e *Diphtherophora* estiveram representados e as abundâncias relativas deste último (Tabela 2.1), maiores a 15-30 cm em três das cinco áreas amostradas, corroboraram tal verificação; no caso de *Pungentus*, que ocorreu apenas na área de bananeira e só foi detectado a 15-30 cm de profundidade, o mesmo foi observado. Andrade et al. (2004), no Mato Grosso do Sul, também verificaram maior abundância e diversidade de nematóides à profundidade de 0-10 cm do que a 10-20 cm, ao estudarem os possíveis efeitos de práticas agrícolas sobre a nematofauna ocorrente em oito sistemas locais de uso da terra.

Tabela 2.1 - Abundância relativa (%) dos nematóides, ao nível genérico, nas duas épocas e profundidades de coleta (m = 0-15; M = 15-30 cm)

(continua)

Gêneros	Anuais		Bananeira				Citros				Pessegueiro				Mata					
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta					
	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M		
<i>Achromadora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	5,3	-	-	-	0,6	-	0,6	-	0,6	-
<i>Acrobeles</i>	10,0	2,0	8,0	3,3	4,6	5,3	-	-	8,6	0,6	2,6	2,6	6,0	14,3	10,0	0,6	11,3	10,0	17,3	5,3
<i>Acrobeloides</i>	2,0	2,0	0,6	2,0	0,6	1,3	4,0	-	1,3	8,6	4,6	4,6	-	-	1,3	1,3	2,0	1,3	2,6	18,0
<i>Alaimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
<i>Aphelenchoides</i>	0,6	2,0	0,6	-	-	-	0,6	-	0,6	0,6	-	0,6	0,6	0,6	-	-	0,6	0,6	-	-
<i>Aphelenchus</i>	1,3	2,0	6,0	4,0	2,6	1,3	2,0	-	12,6	11,3	10,0	5,3	0,6	2,0	5,3	4,0	2,6	1,3	2,6	1,3
<i>Aporcelaimellus</i>	0,6	2,6	1,3	-	-	-	-	-	-	-	1,3	5,3	-	-	-	-	0,6	-	1,3	0,3
<i>Aporcelaimium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	1,3	-	-	-	-	-	-	1,3	-
<i>Aporcelaimus</i>	-	-	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-	-	0,6	0,6	-	-	2,0	0,6	2,6	6,0	2,6	4,0
<i>Axonchium</i>	-	-	-	0,6	-	-	5,3	6,6	-	-	-	-	0,6	1,3	-	-	-	-	3,3	-
<i>Carcharolaimus</i>	-	0,6	1,3	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	3,3	-	-	0,6	0,6	0,6	1,3	-	1,3
<i>Cephalobus</i>	-	0,6	-	1,3	-	-	-	0,6	3,3	2,0	9,3	8,6	-	2,0	-	-	0,6	4,6	0,6	4,0
<i>Chiloplacus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
<i>Chitwoodius</i>	-	-	-	-	-	1,3	-	3,3	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diphtherophora</i>	2,0	4,0	2,0	-	5,3	6,0	2,6	5,3	6,0	8,0	1,3	0,6	2,6	3,3	1,3	6,0	2,0	0,6	1,3	-
<i>Discocriconemella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	13,3	0,6	4,6
<i>Discolaimium</i>	-	-	0,6	0,6	0,6	2,0	-	-	0,6	0,6	-	6,0	0,6	-	-	2,0	2,6	0,6	0,6	0,6
<i>Discolaimoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Discolaimus</i>	0,6	0,6	-	-	-	0,6	0,6	-	-	-	1,3	-	0,6	-	-	0,6	0,6	-	0,6	-
<i>Ditylenchus</i>	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	-	-	0,6	0,6
<i>Dorylaimellus</i>	-	-	-	-	0,6	0,6	-	-	2,0	1,3	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	2,0	-
<i>Dorylaimus</i>	0,6	-	1,3	0,6	1,3	0,6	1,3	0,6	-	-	-	-	1,3	-	0,6	-	-	-	1,3	-

Tabela 2.1 - Abundância relativa (%) dos nematóides, ao nível genérico, nas duas épocas e profundidades de coleta (m = 0-15; M = 15-30 cm)

(continuação)

Gêneros	Anuais				Bananeira				Citros				Pessegueiro				Mata			
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta	
	M	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	M	M	m	M	m	M	m	M
<i>Eucephalobus</i>	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	-	-	-	-	-
<i>Eudorylaimus</i>	1,3	1,3	4,0	2,6	8,6	-	3,3	-	6,0	0,6	7,3	2,6	5,3	1,3	1,3	2,6	4,6	1,3	6,0	2,6
<i>Filenchus</i>	1,3	2,0	2,0	1,3	0,6	-	0,6	2,0	2,0	0,6	1,3	-	-	0,6	-	-	-	-	0,6	-
<i>Helicotylenchus</i>	23,3	27,3	36,6	50,0	32,6	2,0	20,0	24,6	24,6	18,3	-	2,6	18,0	20,0	4,0	2,6	30,6	42,0	24,6	34,0
<i>Ironus</i>	-	-	-	-	1,3	-	-	-	1,3	-	2,6	-	0,6	-	-	-	0,6	-	1,3	-
<i>Labronema</i>	-	0,6	2,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	-	0,6	0,6
<i>Lordellonema</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meloidogyne</i>	20,0	2,0	3,3	10,0	8,0	0,6	11,3	9,3	-	-	0,6	3,3	-	-	0,6	-	-	-	1,3	10,6
<i>Mesocriconema</i>	2,6	0,6	4,6	-	3,3	7,3	2,6	8,0	-	0,6	-	0,6	8,6	3,3	9,3	16,0	6,6	0,6	-	2,0
<i>Mesodorylaimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	0,6	-	-
<i>Mesorhabditis</i>	4,0	2,0	-	1,3	2,0	-	0,6	-	2,0	-	7,3	4,0	-	-	2,0	0,6	0,6	1,3	0,6	0,6
<i>Mononchus</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-
<i>Mylonchulus</i>	-	0,6	-	-	-	-	0,6	-	-	-	4,6	0,6	-	-	-	-	-	2,0	0,6	-
<i>Nothotylenchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
<i>Nygolaimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Opistodorylaimus</i>	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Panagrellus</i>	-	2,0	2,0	-	2,0	-	-	-	-	-	11,3	1,3	-	-	3,3	-	-	-	-	-
<i>Panagrolaimus</i>	3,3	-	-	-	-	-	1,3	-	2,6	-	-	-	0,6	-	0,6	0,6	0,6	5,3	2,0	0,6
<i>Paratrichodorus</i>	-	1,3	6,6	7,3	-	-	-	-	-	2,0	2,0	3,3	-	-	-	-	0,6	2,0	4,6	2,0
<i>Plectus</i>	-	-	-	-	0,6	-	-	-	1,3	-	0,6	0,6	-	-	2,0	-	1,3	-	0,6	-
<i>Pratylenchus</i>	7,3	4,0	-	4,0	-	-	14,0	11,3	5,3	19,6	-	-	1,3	2,0	3,3	-	-	-	-	-
<i>Prionchulus</i>	-	-	0,6	0,6	2,0	-	0,6	-	0,6	-	3,3	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-



Tabela 2.1 - Abundância relativa (%) dos nematóides, ao nível genérico, nas duas épocas e profundidades de coleta (m = 0-15; M = 15-30 cm)

Gêneros	(conclusão)																				
	Anuais				Bananeira				Citros				Pessegueiro				Mata				
	1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		1ª coleta		2ª coleta		
	M	M	m	M	m	M	m	M	m	M	M	M	M	M	M	M	M	m	M	m	M
<i>Prismatolaimus</i>	0,6	-	0,6	-	-	-	-	-	0,6	0,6	1,3	-	-	1,3	2,6	-	-	-	-	-	-
<i>Prodorylaimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	0,6	-
<i>Psilenchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	3,3	0,6	-	-
<i>Pungentus</i>	-	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Radopholus</i>	0,6	-	-	-	6,0	0,6	1,3	0,6	-	-	-	-	-	8,3	-	-	-	-	-	-	-
Rhabditídeo n.i.	7,3	2,6	1,3	2,6	2,0	0,6	-	-	4,6	4,0	1,3	1,3	-	0,6	-	-	0,6	-	2,6	0,6	-
<i>Rotylenchulus</i>	3,3	31,3	-	0,6	12,0	51,3	18,0	21,3	-	-	-	-	34,0	32,3	39,3	48,0	1,3	-	0,6	-	-
<i>Rotylenchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-
<i>Sporonchulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,6	0,6	2,0	-	-	-	-
<i>Tenunemellus</i>	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Teratocephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-
<i>Tripyla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-
<i>Tylencholaimus</i>	-	2,0	-	-	-	0,6	-	-	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
<i>Tylenchus</i>	2,0	-	4,0	2,0	-	-	0,6	-	5,3	10,0	9,3	32,6	-	-	-	0,6	-	0,6	0,6	-	-
<i>Xiphidorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3	2,0
<i>Xiphinema</i>	4,6	1,3	5,3	0,6	2,0	14,6	6,6	6,0	2,6	2	6,0	3,3	15,3	4,6	6,0	10,6	2,0	1,3	0,6	3,3	-
<i>Zeldia</i>	-	0,6	0,6	0,6	-	-	0,6	-	2,0	1,3	0,6	-	-	-	0,6	-	2,0	-	2,0	-	-

Consideradas as abundâncias totais nas duas profundidades do solo e épocas de coleta por área amostrada (Tabela 2.2), a seqüência decrescente observada foi a seguinte: anual (6010) > bananeira (5237) > citros (4686) > pessegueiro (4653) > mata (4425). Todavia, a mata foi o único ambiente em que ocorreu aumento na abundância total da primeira para a segunda coleta; nas demais áreas, houve sempre redução nos valores obtidos, especialmente nas áreas de cultivo de anuais em rotação e de bananeira. Isso pode indicar que, mesmo com menor abundância, a mata representa ambiente mais estável e menos sujeito a grandes oscilações nos níveis populacionais dos nematóides que os demais sistemas estudados. Apesar dessa tendência, evidente quando os dados foram considerados de forma global para cada área, os valores de abundância, após as análises estatísticas, nem sempre possibilitaram clara discriminação entre os sistemas estudados (Tabela 2.2).

Na verdade, tal distinção só ficou bem expressa à menor profundidade, na primeira coleta, tendo a área de cultivo de anuais então se destacado com a maior média e diferido significativamente da mata e bananeira. No Uruguai, Korenko e Schmidt (2007) também afirmaram que os dados de abundância total não permitiram a discriminação dos três sistemas avaliados (vegetação original de pradaria, pradaria sob regime de rotação e monocultura de arroz), o que aconteceu quando se consideraram os dados de abundância dos nematóides distribuídos segundo os seus grupos tróficos. No entanto, no estudo de Andrade et al. (2004), verificou-se que as maiores abundâncias totais ocorreram nas áreas submetidas a tratos culturais mais intensivos (pastagem com adubação; pastagem e soja em esquemas de rotação 4P x 4S e 1S x 3P) do que nos sistemas nativos avaliados (“cerradão” e pastagem sem adubação).

Em estudo desenvolvido no Brasil Central, envolvendo oito sistemas de uso da terra (quatro sistemas nativos: cerrado, “cerradão”, campo e mata; dois sistemas cultivados perenes: eucalipto e cafeeiro; e dois sistemas cultivados anuais: milho e tomate), Mattos (1999) também verificou que as culturas anuais apresentaram abundâncias maiores que os cultivos perenes e os sistemas de vegetação nativa. Goulart et al. (2003) obtiveram resultados semelhantes ao compararem as comunidades de nematóides ocorrentes em três áreas de cerrado na região paulista de São Carlos, uma preservada e duas substituídas por culturas perene (goiabeira) e anual (milho em rotação). Cares e Andrade (2006), estudando as características da nematofauna em vários tipos de sistemas de uso da terra (florestas primária e secundária; cultivos de fruteiras associados a florestas; cultivos perenes de pastagens e bananeira; e cultivo anual de mandioca) na região

Tabela 2.2 - Abundâncias totais de nematóides por amostra (100ml de solo) nas diferentes épocas e profundidades de coleta. Médias de três repetições

	Primeira coleta		Segunda Coleta		Total
	0-15	15-30	0-15	15-30	
<b>Anuais</b>	2544a *	1404a	1368	694ab	6010
<b>Bananeira</b>	1398 b	1620a	1622	597 b	5237
<b>Citros</b>	1911ab	858ab	1230	687ab	4686
<b>Pessegueiro</b>	1812ab	576 b	1489	776ab	4653
<b>Mata</b>	1062 b	864ab	1600	899a	4425
<b>Total</b>	8727	5322	7309	3653	

\* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si (5%) pelo teste de Tukey.

amazonense do Alto Solimões, também afirmaram que havia uma tendência de a abundância de nematóides ser maior com o cultivo intensivo e progressivo da área. Na Austrália, Yeates e King (1997) compararam as comunidades de nematóides de áreas de pastagens nativas preservadas com as de áreas em que estas foram substituídas por culturas; os distúrbios provocados pelas práticas agrícolas concorreram a um aumento na abundância total de nematóides nas áreas de culturas em relação às pastagens nativas. Na Eslováquia, em quatro diferentes localidades, Valocká et al. (2001) compararam as comunidades de nematóides ocorrentes em pastagens nativas e culturas anuais (cereais) verificando que tanto as abundâncias como as riquezas de gêneros foram sempre maiores nestas últimas. Em contraste com tais resultados, Huang e Cares (1995), em estudo conduzido no Brasil Central, relataram que a abundância foi maior nas áreas de culturas perenes (cafeeiro, fruteiras e essências florestais) e de vegetação nativa (cerrado, “cerradão” e floresta de galeria) que nas de culturas anuais (arroz, milho, soja e hortaliças), mas, neste trabalho, os autores apenas consideraram a diversidade dos fitonematóides, e não a comunidade como um todo.

As abundâncias relativas de todos os táxons assinalados estão apresentadas na Tabela 2.1. Houve gêneros que só foram identificados a uma profundidade de coleta, como *Ironus*, a 0-15 cm, detectado nas duas épocas de amostragem e presente em três das cinco áreas, e *Chitwoodius*, a 15-30 cm, detectado nas duas épocas e presente em duas áreas. Outros ocorreram de forma predominante, mas não exclusiva, a uma profundidade de coleta nas duas épocas, como *Achromadora*, *Eucephalobus*, *Panagrolaimus* e *Plectus* a 0-15 cm, indiferente ao tipo de vegetação da área. Alguns foram exclusivos da área de mata, tendo sido detectados em ambas as

épocas de coleta (*Discocriconemella*) ou em apenas uma delas, no caso a segunda (*Chiloplacus*, *Nothotylenchus* e *Xiphidurus*); desses, *Discocriconemella* e *Xiphidurus*, apesar de restritos à mata, incluíram-se entre os de maior abundância relativa na área (Figura 2.2), ao passo que *Chiloplacus* e *Nothotylenchus* foram simplesmente detectados. Entre os gêneros de maior abundância relativa, no conjunto das áreas estudadas, incluíram-se formas microbiófagas, como *Acrobeles* e *Diphtherophora*, e principalmente fitoparasitas, como *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Rotylenchulus* e *Xiphinema*.

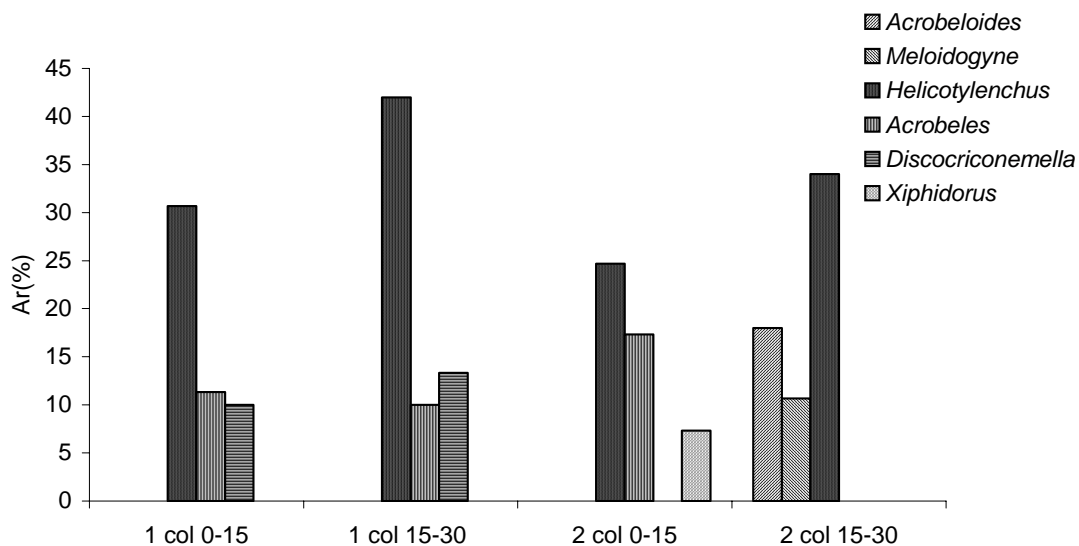


Figura 2.2 - Gêneros com maiores valores percentuais de abundância relativa (Ar) na área de mata nas duas épocas (1 col / 2 col) e profundidades (0-15 / 15-30 cm) de coleta

Com frequência, tem-se considerado que ocorre aumento na abundância de fitonematóides, tornando-se esse o grupo dominante, em áreas sob muitos estresses ou distúrbios ambientais (NILES; FRECKMAN, 1998); monoculturas também tendem a favorecer certos gêneros ou mesmo espécies de fitonematóides, que se tornam mais abundantes diante da transformação de ecossistemas naturais em agroecossistemas (FERRIS; FERRIS, 1974). No presente estudo, ao que tudo indica isso ocorreu nos casos de *Rotylenchulus* (com a espécie *R. reniformis* Linford & Oliveira) em bananeira e pessegueiro e *Mesocriconema* [com *M. xenoplax* (Raski) Loof & de Grisse] em pessegueiro.

### 2.2.2.2 Diversidade

Com referência à diversidade taxionômica de nematóides (Tabela 2.3), para a menor profundidade de coleta (0-15 cm), verificaram-se diferenças significativas entre os valores de número e de riqueza de gêneros obtidos para a mata em relação a todas as demais áreas na primeira coleta e em relação às áreas de anuais, de bananeira e de pessegueiro na segunda. Assim, a maior diversidade ocorrente na mata frente aos sistemas cultivados ficou claramente estabelecida. Tais dados vieram confirmar os resultados de trabalhos congêneres (FRECKMAN; ETTEMA, 1993; HÁNEL, 1995; YEATES; KING, 1997; MATTOS, 1999; ANDRADE et al., 2004; CARES; ANDRADE, 2006; KORENKO; SCHMIDT, 2007), nos quais se compararam as comunidades de nematóides de sistemas nativos (campo, pradaria, cerrado, pastagem, mata e outros) e cultivados (culturas perenes e anuais) com base em amostras de solo coletadas até a profundidade de 20 cm, de que a diversidade é usualmente maior nas áreas de vegetação nativa do que naquelas submetidas à exploração agrícola. No caso do trabalho de Andrade et al. (2004), que, como o presente, incluiu amostragens em épocas ditas “seca” e “chuvosa”, a concordância também aconteceu e tal fato foi confirmado. A exceção foi o estudo de Valocká et al. (2001), em que a abundância total e a riqueza de gêneros foram maiores nos sistemas cultivados avaliados do que nos nativos.

Ainda para a menor profundidade, os dados de índice de diversidade de Shannon-Weaver obtidos para ambas as épocas de coleta (Tabela 2.3) confirmaram as indicações baseadas no número e na riqueza de gêneros relativamente à alta diversidade ocorrente na área de mata, mas, diferentemente destes, não possibilitaram maior discriminação estatística entre os tratamentos. Já em relação aos índices de diversidade de Simpson e de equitatividade ( $J'$  e ES), os sistemas avaliados não se diferenciaram. Tais observações vêm corroborar o relato de Mattos (1999) de que o número e a riqueza de gêneros muitas vezes constituem melhores instrumentos de aferição da diversidade de nematóides ocorrentes em diferentes ecossistemas que os índices de Shannon e de Simpson e seus respectivos índices de equitatividade. Na verdade, a eficiência de tais indicadores tem-se mostrado muito variável entre os diferentes trabalhos desenvolvidos, pois Freckman e Ettema (1993) consideraram tanto a riqueza de gêneros quanto o índice de Shannon como pouco úteis na distinção entre sistemas perenes e anuais, enquanto Yeates e Bird (1994) e McSorley e Frederick (1996) os classificaram como eficientes, tendo estes últimos, inclusive, os

utilizado para discriminar as comunidades ocorrentes nas linhas e entre as linhas de uma cultura de soja.

Tabela 2.3 - Diversidade de nematóides do solo em áreas contíguas de vegetação natural e de culturas perenes e anuais. Médias de três repetições\* relativas a amostras de 100 ml de solo

	Primeira Coleta					Segunda Coleta				
	0 - 15 cm									
	Anuais	Banana	Citros	Pêssego	Mata	Anuais	Banana	Citros	Pêssego	Mata
<b>NG</b>	19,67c	21,00c	24,00b	14,67d	28,67a	23,00bc	20,00c	27,00ab	20,00c	31,00a
<b>D</b>	2,38c	2,77b	3,04b	1,88d	4,07a	3,05b	2,68b	3,67a	2,70b	4,08a
<b>H'</b>	2,40ab	2,36ab	2,53a	1,97b	2,51a	2,40ab	2,29ab	2,86a	2,23b	2,71ab
<b>J'</b>	0,80	0,77	0,79	0,70	0,74	0,76	0,79	0,86	0,74	0,79
<b>DS</b>	0,87	0,84	0,88	0,77	0,86	0,82	0,87	0,92	0,80	0,88
<b>ES</b>	0,91	0,89	0,92	0,83	0,89	0,86	0,92	0,96	0,84	0,91
15 - 30 cm										
	Anuais	Banana	Citros	Pêssego	Mata	Anuais	Banana	Citros	Pêssego	Mata
<b>NG</b>	25,33a	17,67c	21,67ab	19,00bc	19,00bc	20,00b	12,33d	24,00a	15,33c	19,67b
<b>D</b>	3,36a	2,13c	3,07ab	2,83b	2,66b	2,90b	1,78c	3,52a	2,01c	2,74b
<b>H'</b>	2,25ab	1,76c	2,52a	2,08abc	2,01bc	1,94bc	2,10b	2,53a	1,77c	2,19b
<b>J'</b>	0,31c	0,62b	0,82a	0,71ab	0,68b	0,64c	0,83a	0,79ab	0,66c	0,73bc
<b>DS</b>	0,80ab	0,69b	0,89a	0,80ab	0,76b	0,71b	0,84a	0,85a	0,71b	0,82ab
<b>ES</b>	0,83ab	0,74b	0,93a	0,84ab	0,81ab	0,75b	0,92a	0,89a	0,76b	0,86ab

(\*): Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

NG = número de gêneros; d = riqueza de gêneros; H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaver; J' = Índice de equitatividade de Shannon; DS = Índice de diversidade de Simpson; ES = Índice de equitatividade de Simpson.

Para a maior profundidade (Tabela 2.3), diferentemente, na primeira época de coleta os maiores valores de número e riqueza de gêneros foram obtidos para a área de anuais, que diferiu significativamente das demais, exceto dos citros; na segunda época, os maiores valores ocorreram na área de citros, que diferiu significativamente de todas as demais. As áreas com menor

diversidade foram as de bananeira e pessegueiro. Neste caso, de modo geral, os índices de diversidade calculados corroboraram os resultados de número e riqueza de gêneros.

Durante a primeira coleta (agosto/2004), embora a área de anuais se encontrasse em pousio, nela ainda existiam restos culturais e vegetavam não apenas plantas de milho crescidas a partir de sementes caídas no solo como plantas daninhas, o que justificaria os dados de abundância total ali então determinados (Tabela 2.2). Todavia, a progressiva redução no teor de matéria orgânica na camada mais superficial do solo e a ocorrência mais restrita de chuvas no período podem ter estimulado certa migração vertical de nematóides a partir da menor para a maior profundidade de coleta, não só dos táxons mais abundantes no local como de menos comuns e até raros; isso explicaria, pelo menos em parte, a maior diversidade verificada nessa área à profundidade de 15-30 cm (Apêndice B). Nesse sentido, observa-se que o número médio de gêneros identificados na primeira coleta (Tabela 2.3) à maior profundidade (25,33) foi superior ao da menor profundidade (19,67), tendência não verificada em outras áreas estudadas, como bananeira, citros e mata. Também, o índice de Shannon (que atribui pesos iguais aos táxons independentemente das suas abundâncias) calculado para a área mostrou-se relativamente alto, mas o valor de seu índice de equitatividade, coerentemente, foi bastante baixo (Tabela 2.3).

Considerando-se as duas profundidades de coleta, os dados de número e riqueza de gêneros confirmaram uma tendência já mostrada pelos resultados de abundância, qual seja, de que a diversidade taxionômica foi maior à profundidade de 0-15 cm do que a 15-30 cm. Assim, os somatórios de números de gêneros (Tabela 2.3) identificados foram sempre maiores à menor profundidade, tanto na primeira (108,10 x 102,67) como na segunda (121,00 x 91,33) época de coleta. A mesma tendência foi verificada para os valores de riqueza de gêneros, principalmente na segunda época de coleta. Por outro lado, os somatórios de número (210,77 x 212,33) e de riqueza (28,19 x 29,13) de gêneros determinados evidenciaram que a diversidade aumentou bem pouco entre a primeira (“seca”) e a segunda (“chuvosa”) época de coleta. No estudo conduzido no Mato Grosso do Sul (ANDRADE et al., 2004; HUANG et al., 2004), já mencionado, os autores também verificaram que, na coleta da estação chuvosa, houve certo aumento no número e na riqueza de gêneros por amostra, mas os índices de diversidade não exibiram diferenças em comparação com os da estação seca.

## 2.3 Conclusões

Do estudo desenvolvido, em que se compararam a abundância e diversidade de nematóides em diferentes ecossistemas contíguos, conclui-se que: a) a abundância e a diversidade variam conforme a profundidade das amostras coletadas; b) que o número e a riqueza de gêneros foram mais eficientes para a discriminação dos sistemas estudados quando comparados aos índices de diversidade de Shannon-Weaver e de Simpson e seus respectivos índices de equitatividade; c) a retirada da vegetação nativa e a implantação dos cultivos perenes e anuais influenciaram as comunidades, resultando a ausência de *Discocricionemella* e *Xiphidorus* (ambos abundantes na vegetação nativa), estabilidade de certos gêneros parasitos de plantas como *Helicotylenchus* e *Rotylenchulus*; e a introdução de *Pratylenchus* e *Radopholus* nas áreas cultivadas.

## Referências

- ANDRADE, E.P.; HUANG, S.P.; MIRANDA, C.H.B. Comunidade de nematóides em oito sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 29, n. esp., 186, 2004.
- CARES, J.E. Nematóides como indicadores ambientais de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 26., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais ...** Campos dos Goytacazes: SBN, 2006. p. 14-16.
- CARES, J.E.; ANDRADE, E.P. Effects of the land-use systems on the abundance and diversity of the nematode community in the region of Upper Solimões River. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 113-114, 2006.
- De LEY, P.; BLAXTER, M.M. Systematic position and phylogeny. In: LEE, D.L (Ed.). **The biology of nematodes**. Boca Raton: CRC, 2002. chap. 1, p. 1-30.
- FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRAS. DA SOC. INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais ...** São Carlos: SIB, 2000. p. 335-355.
- FERRIS, V.R.; FERRIS, J.M. Interrelationships between nematode and plant communities in agricultural ecosystems. **Agro-Ecosystems**, Netherlands, v.1, n. 4, p. 275-299, 1974.
- FRECKMAN, D.W.; ETTEMA, C.H. Assessing nematode communities in agro-ecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Charlottetown, v. 45, n. 3/4, p. 239-261, 1993.



- 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**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2003.
- HÁNEL, L. Secondary successional stages of soil nematodes in cambisols of South Bohemia. **Nematologica**, Leiden, v. 41, n. 2, p. 197-218, 1995.
- HOOPER, D.J. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: SOUTHEY, J.F. (Ed.). **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1986. chap. 2, p. 59-80.
- HUANG, S.P.; CARES, J.H. Community composition of plant-parasitic nematodes in native and cultivated cerrados of Central Brazil. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 27, n. 2, p. 237-243, 1995.
- HUANG, S.P.; ANDRADE, E.P.; MIRANDA, C.H.B. Influência de práticas de manejo agrícola na diversidade de nematóides e maturidade do solo em oito sistemas de uso da terra. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v. 29, n. esp., 190, 2004.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 48, n. 1, p. 692, 1964.
- KORENKO, V.; SCHMIDT, C. Effects of agricultural practices in the rice crop system on nematode communities in Uruguay. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 34, p. 151-159, 2007.
- LISKOVÁ, M.; CEREVKOVÁ, A. Nematode communities of river blanks and adjacent meadows in the Slovak Republic. **Helminthologia**, Kosice, v. 42, n. 4, p. 223-232, 2005.
- 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 em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- McSORLEY, R.; FREDERICK, J.J. Nematode community structure in rows and between rows of a soybean field. **Fundamental and Applied Nematology**, Montrouge, v. 19, n. 2, p. 251-261, 1996.
- NEHER, D.A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001.
- NEHER, D.A.; CAMPBELL, C.L. Nematode communities and microbial biomass in soil with annual and perennial crops. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 1, n. 1, p. 17-28, 1994.
- NILES, R.K.; FRECKMAN, D.W. From the ground up: nematode ecology in bioassessment and ecosystem health. In: BARKER, K., PEDERSON, G.; WINDHAM, G. (Eds.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. chap. 4, p. 65-85.

RENCO, M. Communities of nematodes in cereal fields following sugar beet. **Helminthologia**, Kosice, v. 41, n. 2, p. 109-112, 2004.

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

VIDAL-TORRADO, P.; SPAROVEK, G.; DEMATTÊ, J.L.I.; COOPER, M.; OLIVEIRA, M.C.; PRADO, G.V.B.; ALCARDE, G.C. **Mapa pedológico detalhado do campus “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciência do Solo, 1993.

YEATES, G.W. Diversity of nematode faunae under three vegetation types on a pallic soil in Otago, New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, Hamilton, v. 23, p. 401-407, 1996.

YEATES, G.W.; BIRD, A.F. Some observations on the influence of agricultural practices on the nematode faunae of some South Australian soils. **Fundamental and Applied Nematology**, Montrouge, v.7, n. 1, p. 133-145, 1994.

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

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

### **3 ESTRUTURA TRÓFICA E ÍNDICES DE MATURIDADE DE COMUNIDADES DE NEMATÓIDES EM ÁREAS CONTÍGUAS DE VEGETAÇÃO NATURAL E SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE USO AGRÍCOLA**

#### **Resumo**

Estudaram-se a estrutura trófica e os índices de maturidade de comunidades de nematóides ocorrentes em áreas contíguas de mata natural preservada e de culturas perenes (bananeira, citros, pessegueiro) e anuais (milho x leguminosas) em rotação em Piracicaba (SP). Três amostras compostas de solo (volume aproximado de um litro) foram coletadas de cada área em duas épocas (“seca”, agosto/2004 e “chuvosa”, março/2005) e profundidades (0-15 e 15-30 cm). Para cada amostra, extraíram-se os nematóides de volume de 500 ml pela técnica de peneiramento combinado com a flotação em centrífuga com solução de sacarose, sendo depois fixados em formalina, contados e infiltrados com glicerina. Para o cálculo das abundâncias relativas e dos índices de maturidade, 150 exemplares foram coletados ao acaso por amostra e identificados ao nível de gênero. Assinalaram-se 61 gêneros, filiados a 32 famílias. Os parasitos de plantas constituíram o grupo trófico prevalente em todos os sistemas avaliados, nas duas épocas e profundidades de coleta, seguidos no geral pelos bacteriófagos. Todavia, não foi possível separar cultivos anuais de perenes com base nas abundâncias de parasitos de plantas. Os valores de T não se prestaram à clara distinção entre os cinco sistemas, mas os de MI, mMI e PPI indicaram menor ocorrência de distúrbios na mata e no pomar cítrico em relação às demais áreas cultivadas. A herbivoria foi o canal prevalente de decomposição nos diferentes sistemas, exceto no pomar de citros. Dentre os microbiófagos (FF/BF), a predominância foi da via bacteriana.

**Palavras-chave:** Grupos tróficos; Canal de decomposição; Comunidades; Ecossistemas

#### **Abstract**

#### **Trophic structure and maturity index of nematode communities in neighbouring areas of native vegetation and perennial and annual crops.**

The trophic structure and maturity index of nematode communities occurring in neighbouring areas of native forest and four different agroecosystems were studied in Piracicaba, São Paulo State, Brazil. Agroecosystems were three perennial (banana, citrus and peach orchards) and one annual (corn, rotating with leguminous plants or followed by fallow) crops. Three soil samples (one liter approximately) were collected per area at two different times (August/2004 and March/2005) and depths (0-15 and 15-30 cm). Nematodes were extracted from 500 cc of soil by a sieving and sugar flotation technique, fixed with formalin, counted and infiltrated with glycerin. Subsequently, 150 specimens randomly picked were identified to the genus level. A total number of 61 genera affiliated to 32 families was recorded. Plant-parasitic nematodes prevailed as a trophic group in all systems at both sampling times and depths, the bacterivorous usually ranking second position. However, the data of relative abundance of phytonematodes did not allow annual and perennial crop areas to be statistically differentiated. The studied systems also were not

clearly distinguished with basis on the T values, but according to the MI, mMI and PPI data the forest and the citrus grove were the less disturbed areas. Herbivory was the predominant decomposition channel in all systems, with exception of the citrus grove. In terms of microbial decomposition (FF/BF), the process was usually dominated by bacteria.

**Keywords:** Trophic structure; Organic matter decomposition channel; Communities; Ecosystems

### 3.1 Introdução

Comunidades de nematóides de solo são poliespecíficas e constituídas basicamente por cinco grupos funcionais: bacteriófagos, micófitos, parasitos de plantas, predadores e onívoros (BONGERS; BONGERS, 1998; CARES, 2006). Tanto as formas fitoparasitas como as microbiófagas têm participação em processos essenciais ao sucesso da Agricultura, como a decomposição da matéria orgânica e a reciclagem de nutrientes. Além disso, nematóides são considerados eficientes bioindicadores de alterações ocorridas nas condições do solo, como, por exemplo, as resultantes da substituição de ecossistemas naturais por agroecossistemas (YEATES; BONGERS, 1999; NEHER, 2001). Portanto, a realização de estudos envolvendo as estruturas tróficas e os índices de maturidade de comunidades de nematóides de ambientes com vegetação original preservada em comparação com outros submetidos a diferentes tipos de exploração agrícola mostra-se relevante por possibilitar avaliação dos efeitos decorrentes da intervenção humana tanto sobre importantes processos, como a decomposição da matéria orgânica, quanto em termos de perturbação ambiental (FRECKMAN; ETTEMA, 1993; NEHER; CAMPBELL, 1994; CARES, 2006).

Nos últimos 20 anos, o número de pesquisas a respeito do assunto aumentou significativamente, como sumariado por Yeates (1999), Niles e Freckman (1998) e Neher (2001). Um aspecto desvantajoso observado em alguns desses estudos, como os de Renco (2004) e Lisková e Cerevková (2005), não obstante a evidente aplicação dos autores ao conduzi-los, é o de que os sistemas avaliados, nativos e cultivados, localizavam-se bem distantes uns dos outros. Tal fato pode implicar em inevitáveis diferenças entre as áreas cotejadas, principalmente climáticas e edáficas, com prováveis reflexos na análise dos efeitos resultantes sobre a nematofauna dos sistemas envolvidos.

No presente trabalho, contou-se com a excepcional oportunidade de se dispor de áreas contíguas de mata preservada e de culturas perenes (bananeira, citros, pessegueiro) e anuais

(milho x leguminosas) em rotação, desenvolvendo-se, em função disso, estudo a respeito das estruturas trófica e taxionômica das comunidades de nematóides nelas ocorrentes, do qual apenas os resultados obtidos relativos aos grupos tróficos e índices de maturidade são aqui apresentados.

## 3.2 Desenvolvimento

### 3.2.1 Material e Métodos

#### 3.2.1.1 Localização e descrição dos sistemas amostrados

As áreas utilizadas para as coletas das amostras eram contíguas, com a mata na parte central e os cultivos agrícolas (perenes: bananeira, citros e pessegueiro; anuais: milho e outras em rotação) em seu entorno (Figura 3.1), localizando-se (latitude: 22° 42' 30" Sul; longitude: 47° 38' 00" Oeste) no Campus da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba (SP). O solo do local foi classificado como Terra Roxa Estruturada Eutrófica (*Kandiudalfic Eutrudox*) por Vidal-Torrado et al. (1993), tendo as cinco áreas utilizadas no estudo apresentado, pela análise granulométrica realizada, as seguintes classes texturais: anuais, media-arenosa (areia=70%; silte=10%; argila=20%); bananeira, media-argilosa (52; 16; 32); citros, media-arenosa (70; 10; 20); pessegueiro, argilosa (44; 10; 46); e mata, media-arenosa (68; 12; 20). Os teores de matéria orgânica ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) variaram de 18 (anuais) a 35 (mata) (Apêndice A).

A área de mata, parcialmente degradada, também designada 'remanescente de floresta', praticamente não sofre perturbação antrópica, exceto por eventuais atividades de remoção de galhos e ramos caídos em sua região periférica, a fim de desobstruir as estradas que a delimitam. O pomar de citros (duas variedades comerciais enxertadas sobre limoeiro-cravo, *Citrus limonia* Osbeck) contava cerca de 15 anos de idade e o bananal era da cultivar Nanicão, do grupo Cavendish, de idade não conhecida. A área de cultivo de anuais era ocupada principalmente por milho, sendo que, no outono-inverno, alternavam-se períodos de pousio e de plantio de leguminosas usadas como coberturas do solo.



Figura 3.1 - Vista aérea das áreas amostradas durante o estudo (Piracicaba/SP): 1. Mata degradada; 2. Pomar cítrico; 3. Bananal; 4. Pomar de pessegueiro; e 5. Cultivo de anuais em regime de rotação (em pousio, à época da foto)

### 3.2.1.2 Coleta das amostras

As amostras de solo foram coletadas nas cinco áreas em estudo, a duas diferentes profundidades (0-15 cm e 15-30 cm), em duas épocas: agosto de 2004 (“seca”) e março de 2005 (“chuvosa”). Utilizou-se enxadão para a coleta, recorrendo-se a trena para demarcação das duas profundidades estabelecidas. Para cada área, época e profundidade, três amostras compostas com volume de cerca de um litro de solo foram tomadas, sendo cada uma formada por cinco subamostras simples. Durante a coleta, as amostras foram primeiro mantidas em baldes plásticos etiquetados e depois transferidas a sacos plásticos devidamente identificados e conservados no interior de recipiente de isopor. Ao término das coletas, em cada época, as amostras foram

imediatamente levadas ao laboratório do Setor de Nematologia/Zoologia Agrícola da ESALQ para processamento e extração dos nematóides.

### **3.2.1.3 Processamento das amostras: extração/fixação dos nematóides e cálculos realizados**

Após homogeneização manual, 500 ml do solo de cada amostra foram processados visando à extração, realizada pelo método de Jenkins (1964). Seguiram-se as etapas de morte (aquecimento gradual em água até 65°C) e fixação inicial dos espécimes (formalina), sendo mantidos em frascos de vidro identificados.

Procedeu-se então à estimativa populacional no volume total de cada amostra, feita ao microscópio com lâmina de contagem de Peters. Como os níveis populacionais afiguraram-se excessivamente altos, optou-se por agitar firmemente a suspensão e, imediatamente após, dela retirar com pipetador automático o equivalente a 1/5 do volume, ou seja, alíquota contendo os nematóides presentes em 100 ml da amostra original de solo. As amostras foram submetidas ao chamado “método da desidratação lenta” (HOOPER, 1986), sendo os nematóides vagorosamente infiltrados com glicerina. Coletaram-se ao acaso 150 espécimes por amostra, os quais foram montados em lâminas permanentes visando à identificação ao nível genérico, utilizando-se o sistema de classificação proposto por DeLey e Blaxter (2002). Para o estudo da estrutura trófica, calcularam-se as abundâncias relativas dos táxons ocorrentes, agrupando-os (BF = bacteriófagos; FF = micófagos; PP = parasitos de plantas; PR = predadores; e OM = onívoros) com base em Yeates et al. (1993). Para o estabelecimento dos canais prevalentes de decomposição da matéria orgânica, calcularam-se as relações FF/BF e (FF + BF)/PP. Determinaram-se, ainda, os índices de diversidade trófica (T), índices de maturidade (MI), índice de maturidade modificado (mMI) e de parasitos de plantas (PPI), com base em Bongers e Bongers (1998) e como descritos em Mattos (1999). Os dados foram analisados pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

### **3.2.2 Resultados e Discussão**

O número total de gêneros identificados foi de sessenta e um (61), distribuídos em 17 famílias da classe Enoplea (subclasses Enoplia e Dorylaimia) e 15 da classe Chromadorea

(subclasse Chromadoria), nem todos ocorrendo em ambas as épocas de coleta ou em todas as áreas amostradas (Tabela 2.1).

### 3.2.2.1 Estrutura trófica

As proporções dos grupos (BF, FF, PP, PR e OM) dentro das comunidades, expressas em termos de abundância relativa, (Tabelas 3.1 e 3.2). Os parasitos de plantas (PP) foram predominantes nos diferentes sistemas avaliados, com exceção da área de citros na segunda época de coleta, a 0-15cm de profundidade. Os bacteriófagos (BF) vieram em segundo lugar, geralmente prevalecendo sobre os micófagos (FF). Os predadores (PR) e onívoros (OM) foram os menos frequentes, não se verificando inclusive quaisquer predadores nas amostras de bananeira a 15-30 cm, na segunda coleta (Figuras 3.2 e 3.3).

Os parasitos de plantas tiveram, na primeira coleta (época “seca”), as maiores abundâncias relativas em todos os sistemas avaliados, nas duas profundidades (Tabela 3.1). Os valores mais elevados, comumente maiores que 60%, foram observados para pessegueiro, bananeira e anuais, seguidos da mata, nem sempre ocorrendo diferenças significativas entre tais tratamentos. Os menores valores, ainda assim superiores a 40%, foram obtidos para citros, diferindo significativamente de todos os outros tratamentos, exceto da mata na segunda coleta, a 15-30 cm. De qualquer modo, mesmo nos citros, os parasitos de plantas constituíram o grupo trófico dominante. É oportuno destacar que gêneros como *Helicotylenchus*, *Mesocriconema*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Radopholus*, *Rotylenchulus* e *Xiphinema*, que incluem espécies com altas taxas de reprodução em pessegueiro, bananeira e/ou certas culturas anuais, especialmente gramíneas, foram frequentes na área do estudo (Tabela 2.1). Foram os casos de *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Mesocriconema xenoplax* (Raski) Loof e De Grisse, *Pratylenchus zae* Graham, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Xiphinema vulgare* Tarjan, todas assinaladas durante o trabalho. Em contraste, na área de citros, não se verificou *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, parasito bastante usual da cultura no Brasil e que, se presente, certamente seria causa de acentuada elevação na proporção dos parasitos de plantas nessa área.

Na segunda coleta (época “chuvosa”), a mesma tendência se manteve nas duas profundidades, com prevalência de nematóides parasitos de plantas em bananeira, pessegueiro e



anuais (médias superiores a 60%), seguidos da mata, todos diferindo significativamente de citros. No caso dos citros, em relação à primeira coleta, a diferença observada foi que, a 0-15 cm, os parasitos de plantas ocorreram em proporção bem mais baixa (20,42%) e não formaram o grupo prevalente, posição ocupada pelos bacteriófagos. Um aspecto que pode ter concorrido para isso diz respeito à falta de umidade no solo por ocasião da coleta na época “seca”, pois a amostragem deu-se no final de agosto de 2004, mês em que a precipitação total na área foi nula (0,0 mm), antecedido por junho e julho com valores considerados relativamente baixos (49,7 e 76,4 mm) (ESALQ/Dados Meteorológicos, 2004) (Apêndice B). Tal condição adversa deve ter afetado a todos os tipos de nematóides, mas mais acentuadamente aos de vida livre, em particular aos microbiófagos, muito dependentes, para sobrevivência e multiplicação, da proliferação de microrganismos envolvidos em processos que são influenciados pela umidade do solo, como a decomposição de matéria orgânica. As condições da segunda coleta, bem no início de março de 2005, foram bem distintas, tendo sido antecedida por ocorrência de elevada precipitação total (238,7 mm) no mês de janeiro (ESALQ/Dados Meteorológicos, 2005), o que assegurou teor de umidade bem mais alto no solo.

É necessário esclarecer ainda que, para a obtenção das proporções de parasitos de plantas superiores a 40% na área de citros em três das quatro situações de coleta realizadas (Tabelas 3.1 e 3.2) certamente concorreu o fato de que os nematóides do gênero *Tylenchus*, que se mostraram especialmente abundantes nessa área, foram aqui classificados como parasitos de plantas, e não micófagos. Como enfatizado por Yeates et al. (1993), infelizmente ocorre certa ambigüidade na classificação de certos nematóides dentro dos grupos tróficos básicos pelo fato de esta ser baseada, na grande maioria das vezes, em simples exame morfológico da cavidade bucal e não em experimentos que permitam evidenciar as suas reais preferências em termos de hábitos alimentares.

Tabela 3.1 - Valores relativos à estrutura trófica, aos índices de distúrbio e às vias prevalentes de decomposição da matéria orgânica das comunidades de nematóides ocorrentes nas cinco áreas estudadas: primeira coleta (médias de três repetições)

	Primeira Coleta / 0-15 cm de profundidade					Primeira Coleta / 15-30cm de profundidade				
	Anuais	Bananeira	Cítricos	Pessegueiro	Mata	Anuais	Bananeira	Cítricos	Pessegueiro	Mata
<b>BF</b>	27,33* a	11,99 bc	26,91 a	6,67 c	20,68 ab	12,00 bc	7,34 c	24,01 ab	7,11 c	24,67 a
<b>FF</b>	4,00 b	8,00 b	20,67 a	3,99 b	6,00 b	10,00 b	8,00 b	20,67 a	6,00 bc	2,67 c
<b>PP</b>	65,33 b	65,33 b	41,99 c	77,99 a	55,99 b	70,66 bc	79,99 ab	48,66 d	83,99 a	60,67 cd
<b>PR</b>	1,33 c	4,67 b	4,45 bc	4,00 bc	12,67 a	5,11 b	2,67 b	3,34 b	1,34 b	9,99 a
<b>OM</b>	1,78 b	10,00 a	5,99 ab	7,34 ab	4,67 ab	2,00 a	2,02 a	3,33 a	1,33 a	2,00 a
<b>FF/BF</b>	0,14 a	0,76 a	0,78 a	0,64 a	0,32 a	0,83 a	1,11 a	0,86 a	0,85 a	0,11 b
<b>FF+BF/PP</b>	0,48 b	0,31 bc	1,14 a	0,13 c	0,48 b	0,31 bc	0,19 bc	0,92 a	0,15 b	0,47 b
<b>T</b>	2,97a	2,76a	3,13a	2,40a	2,88a	2,46 b	2,08 b	3,20 a	2,44 b	2,39 b
<b>MI</b>	0,65 d	1,03 c	1,67 a	0,71 cd	1,33 b	0,82 a	0,62 a	1,19 a	1,27 a	1,08 a
<b>PPI</b>	2,01 b	1,97 b	0,97 c	2,73 a	1,69 b	2,10 b	2,70 a	1,52 c	2,63 a	1,85 bc
<b>mMI</b>	2,64 c	3,00 b	2,55 c	3,43 a	3,02 b	2,92 b	3,32 a	2,56 c	3,05 ab	2,92 b

\* : Nas linhas, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Abreviações utilizadas: BF = bacteriófagos; FF = micófagos; PP = parasitos de plantas; PR = predadores; OM = onívoros; T = Índice de diversidade trófica; MI = Índice de maturidade; PPI = Índice de parasitos de plantas; mMI = Índice de maturidade modificado.

Tabela 3.2 - Valores relativos à estrutura trófica, aos índices de distúrbio e às vias prevalentes de decomposição da matéria orgânica das comunidades de nematóides ocorrentes nas cinco áreas estudadas: segunda coleta (médias de três repetições)

	Segunda Coleta / 0-15 cm de profundidade					Segunda Coleta / 15-30cm de profundidade				
	Anuais	Bananeira	Citros	Pessegueiro	Mata	Anuais	Bananeira	Citros	Pessegueiro	Mata
<b>BF</b>	16,00* cd	6,67 d	45,30 a	23,99 bc	30,00 ab	11,33 b	0,66 c	23,33 a	3,33 bc	29,34 a
<b>FF</b>	8,67 a	5,34 a	11,32 a	7,33 a	4,67 a	6,03 ab	5,33 ab	7,34 ab	9,99 a	2,01 b
<b>PP</b>	62,66 b	80,67 a	20,42 d	62,67 b	46,00 c	76,66 b	90,01 a	45,99 d	78,11 b	58,65 c
<b>PR</b>	7,12 b	2,67 b	15,41 a	3,33 b	8,67 ab	2,67 bc	0,00 c	17,33 a	4,67 bc	6,67 b
<b>OM</b>	5,33 ab	4,65 b	7,55 ab	2,66 b	10,67 a	3,34 a	4,00 a	6,00 a	4,00 a	3,33 a
<b>FF/BF</b>	0,65 a	0,92 a	0,24 a	0,34 a	0,15 a	0,53 b	8,04 a	0,34 b	3,00 a	0,07 b
<b>FF+BF/PP</b>	0,39 b	0,15 b	2,91 a	0,49 b	0,76 b	0,22 b	0,06 b	0,67 a	0,17 b	0,53 a
<b>T</b>	2,43 b	3,03 ab	3,84 a	2,51 b	3,12 ab	2,15 b	2,76 a	2,86 a	2,13 b	2,59 ab
<b>MI</b>	1,02 c	0,56 d	1,99 a	0,88 cd	1,51 b	0,53 cd	0,34 d	1,68 a	0,91 bc	1,07 b
<b>PPI</b>	1,96 b	2,64 a	0,64 c	1,89 b	1,62 b	2,36 a	2,72 a	1,15 c	2,36 a	1,89 b
<b>mMI</b>	2,95 a	3,19 a	2,45 b	2,88 a	3,13 a	2,89 a	3,05 a	2,18 b	3,25 a	2,96 a

\* : Nas linhas, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Abreviações utilizadas: BF = bacteriófagos; FF = micófitos; PP = parasitos de plantas; PR = predadores; OM = onívoros; T = Índice de diversidade trófica; MI = Índice de maturidade; PPI = Índice de parasitos de plantas; mMI = Índice de maturidade modificado.

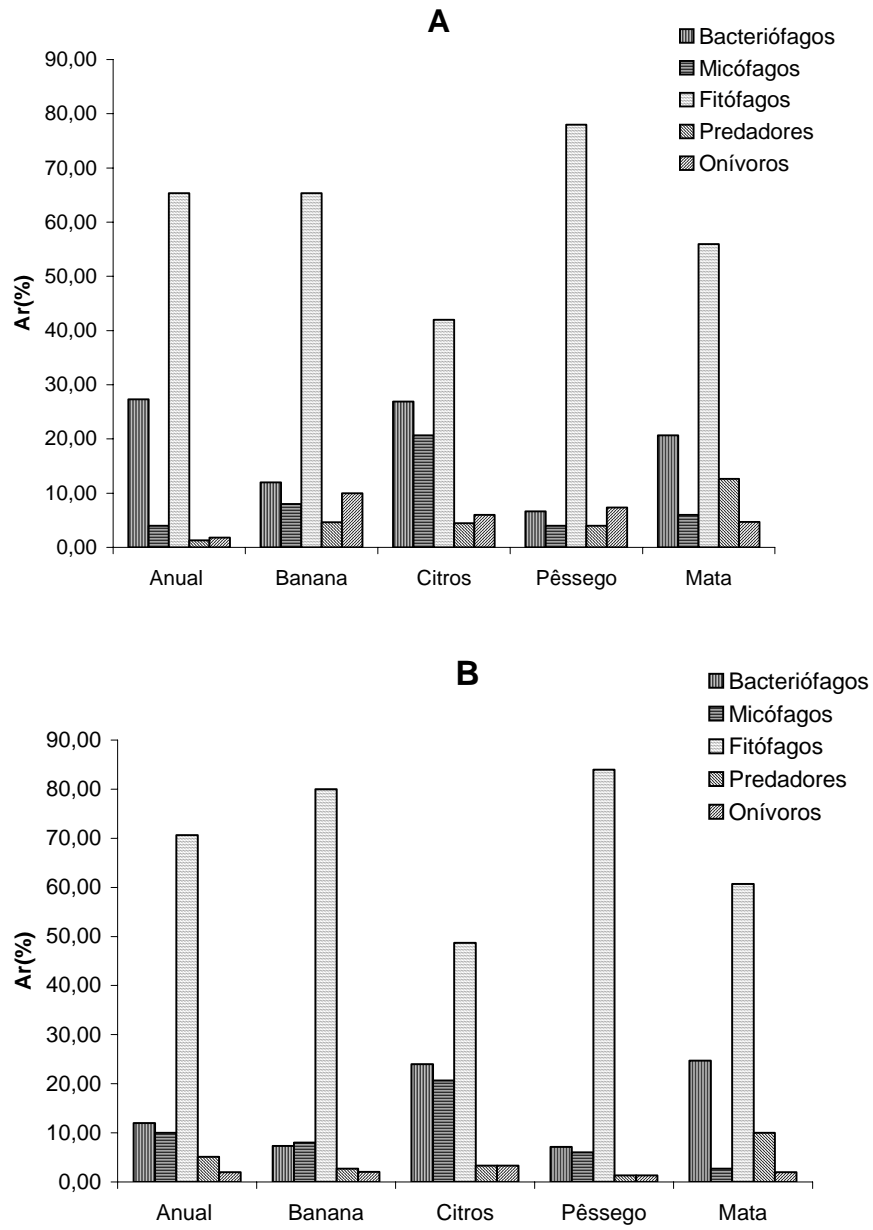


Figura 3.2 - Abundância relativa dos grupos tróficos nos cinco sistemas na primeira época de coleta de amostras de solo, a 0-15 cm (A) e a 15-30 cm (B) de profundidade

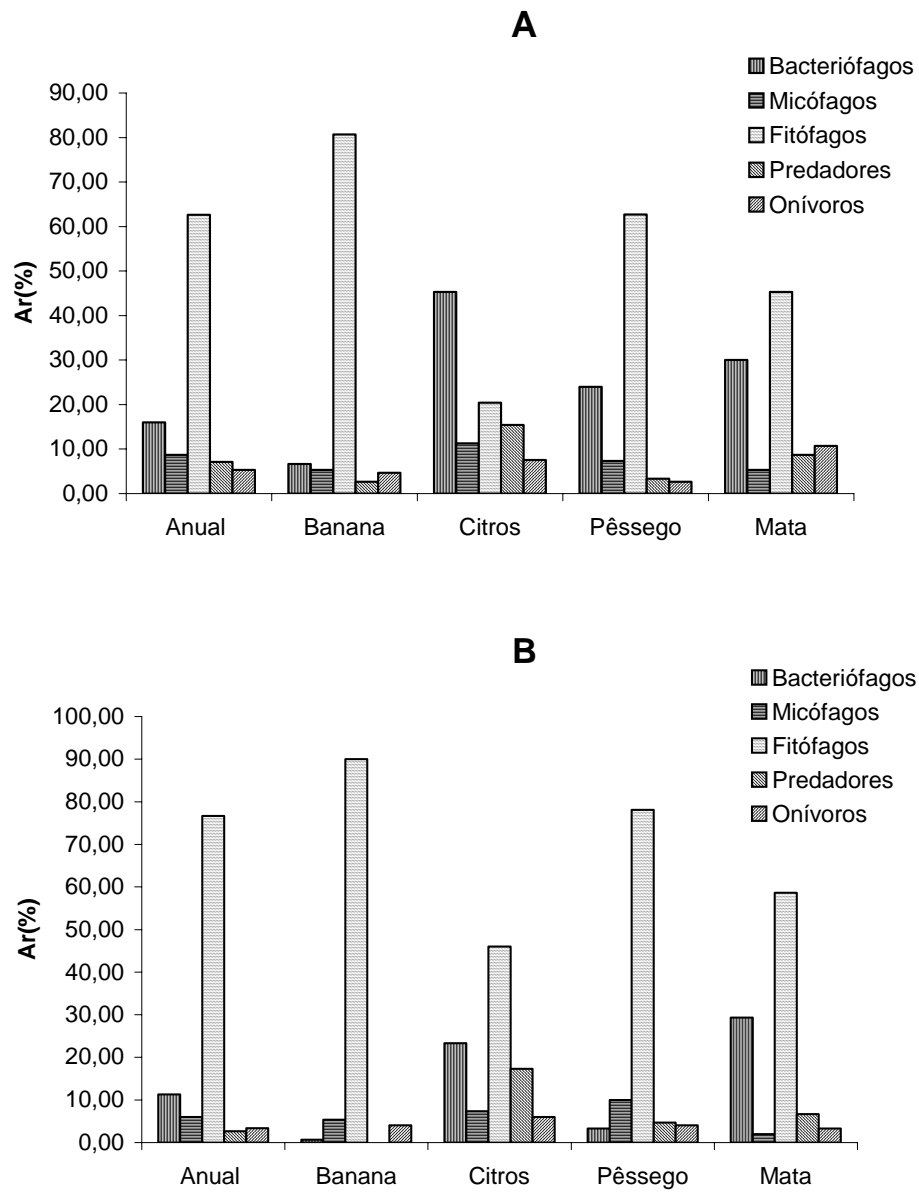


Figura 3.3 - Abundância relativa dos grupos tróficos nos cinco sistemas na segunda época de coleta de amostras de solo, a 0-15 cm (A) e a 15-30 cm (B) de profundidade

Segundo Neher (2001), disso resulta que *Aphelenchoides*, *Ditylenchus*, *Tylencholaimus* e, em especial, *Tylenchus*, possam ser enquadrados como micófagos, como parasitos de plantas ou até mesmo em ambas as categorias, levando a inevitáveis discrepâncias entre os resultados obtidos em estudos congêneres; essa mesma autora destacou que, em estudos ecológicos, as espécies de *Tylenchus* têm sido muitas vezes classificadas como micófagas, procedimento questionável haja vista as evidências hoje disponíveis de que grande parte delas pode parasitar e obter nutrientes a partir de raízes. No presente estudo, optou-se por considerá-los como parasitos de plantas. Tal inclusão de *Tylenchus* entre os parasitos de plantas, dada a sua abundância, contribuiu claramente para que fosse esse o grupo trófico predominante também na área de citros.

De maneira geral, tem sido admitido que os cultivos anuais (particularmente as monoculturas) tendem a favorecer determinados gêneros de fitonematóides, que se tornam mais abundantes após a transformação de ecossistemas nativos em agroecossistemas (WASILEWSKA, 1997; YEATES, 1999; GOULART; FERRAZ, 2003). Todavia, tal prevalência dos parasitos de plantas em culturas anuais relativamente a culturas perenes e a sistemas nativos não se confirmou no presente trabalho. Os dados ora obtidos evidenciaram que, no geral, os maiores valores de PP ocorreram em bananeira e pessegueiro, embora nem sempre diferenciando estatisticamente da área de anuais. Mesmo em relação à mata, os valores de PP da área de anuais só foram significativamente maiores na segunda coleta. Tais observações vêm corroborar as de Mattos (1999), que, no Distrito Federal, comparou os grupos tróficos ocorrentes em sistemas anuais (milho, tomateiro) e perenes (duas culturas: cafeeiro e eucalipto; e quatro tipos de vegetação nativa: cerrado, cerradão, campo e mata). Os valores de PP obtidos no milho só foram estatisticamente maiores que os das duas culturas perenes, não diferindo de nenhum dos sistemas nativos; no caso do tomateiro, foram significativamente menores que os de todos os sistemas nativos e não diferiram das culturas perenes. Goulart e Ferraz (2003), no Estado de São Paulo, verificaram predominância dos parasitos de plantas em áreas de culturas anual (milho) e perene (goiabeira) em relação ao sistema nativo local (cerrado), mas com diferenças estatísticas apenas em uma das duas amostragens realizadas. Korenko e Schmidt (2007), no Uruguai, compararam as comunidades de nematóides ocorrentes em três áreas de pradarias, tendo sido uma transformada em monocultura de arroz, outra submetida a regime intensivo de rotação (gramíneas x leguminosas) e a terceira praticamente mantido as condições originais, com reduzido uso agrícola. Relataram que os bacteriófagos, e não os parasitos de plantas, foram os prevalentes nas áreas de

monocultura e de rotação e que estes últimos foram mais abundantes apenas na área de pradaria pouco modificada, justamente aquela menos exposta à intervenção antrópica. Nesse estudo, vale esclarecer, os autores também não consideraram os espécimes de *Tylenchus* como micófagos, mas incluíram-nos em grupo designado como “associados a plantas” (plant-associated), o que interferiu nos resultados, pois, em termos práticos, equivaleu a enquadrá-los junto aos parasitos de plantas. Na literatura, podem ser encontrados outros relatos de maiores proporções de parasitos de plantas em sistemas nativos do que em áreas cultivadas, como, por exemplo, os de Yeates e King (1997) na Nova Zelândia e Valocká et al. (2001) na Eslováquia, demonstrando que a predominância de nematóides parasitos de plantas em áreas de culturas, principalmente anuais em monocultivo prolongado, embora bem comum, não constitui necessariamente uma regra.

Os bacteriófagos constituíram o segundo grupo trófico prevalente, superando os micófagos (3º lugar) em todas as áreas amostradas, nas duas épocas e profundidades de coleta, exceto em bananeira, a 15-30 cm, nas duas épocas, e pessegueiro, a 15-30 cm, na segunda época. No geral, os maiores valores de BF ocorreram nas áreas de citros e mata, enquanto os menores foram observados em bananeira e pessegueiro, embora os contrastes entre as médias desses tratamentos nem sempre fossem significativos (Tabelas 3.1 e 3.2).

Dentro das áreas, com exceção da mata, verificou-se certa tendência de predominância de bacteriófagos na profundidade de 0-15 cm em relação a 15-30 cm. Na mata, diferentes fatores podem ter concorrido ao equilíbrio observado entre as proporções dos bacteriófagos ocorrentes (principalmente *Acrobeles*, *Acrobelloides* e *Cephalobus*) às duas profundidades. De um lado, o acúmulo de matéria orgânica (principalmente folhas e outros restos vegetais caídos) em decomposição sobre o solo, mantido quase constantemente úmido devido ao forte sombreamento do local, favoreceu a proliferação de bactérias e, por conseqüência, de nematóides bacteriófagos na camada mais superficial; embora em intensidades variáveis, tal processo ocorreu também nas demais áreas, inclusive na de anuais (restos vegetais da cultura anterior). De outra parte, a presença de muitas espécies de plantas de grande porte na mata, com sistemas radiculares profundos, pode ter contribuído a u’a maior atividade de microrganismos também abaixo de 15 cm de profundidade do que nas demais áreas estudadas. Na China, Liang et al. (2005) verificaram que os diferentes tipos de uso do solo podem ser determinantes na distribuição vertical de nematóides bacteriófagos. Relataram que *Chiloplacus*, por exemplo, ocorreu de forma concentrada (mais de 70%) nos primeiros 5 cm em monocultura de arroz, ao passo que em mata e

em área mantida sob prolongado pousio distribuiu-se ao longo do perfil, sendo encontrado a até 100cm de profundidade. Ainda nesse estudo, foi observado que as abundâncias de outros importantes bacteriófagos (*Acrobeles*, *Acrobelloides*, *Cephalobus*, *Eucephalobus* e *Prismatolaimus*), avaliadas em termos de distribuição vertical, foram também afetadas pelo tipo de uso do solo da área.

A posição relativa dos bacteriófagos entre os cinco grupos tróficos tem se mostrado variável em diferentes estudos afins já publicados, no geral alternando-se com os micófitos no segundo lugar em relação aos parasitos de plantas (MATTOS, 1999; GOMES et al., 2003; RENCO, 2004; LISKOVÁ; CEREVKOVÁ, 2005; BRMEZ et al., 2006; CEREVKOVÁ, 2006; SANTIAGO et al., 2007), como observado no presente trabalho, ou, mais eventualmente, constituindo o grupo dominante (HÁNEL; CEREVKOVÁ, 2006; KORENKO; SCHMIDT, 2007).

No presente trabalho, os predadores e onívoros, dentro de cada um dos sistemas avaliados, foram usualmente os grupos menos freqüentes, em ambas as épocas e profundidades de coleta, corroborando tendência verificada em muitos estudos correlatos, destacada por Cares (2006), de que “geralmente as comunidades de nematóides são dominadas pelos parasitos de plantas, seguidos dos micófitos ou bacteriófagos”. Houve exceções, contudo, como na mata e na área de citros na segunda coleta, em que os predadores superaram os micófitos e nas áreas de bananeira e pessegueiro, na primeira coleta a 0-15 cm, em que isso ocorreu com os onívoros (Tabelas 3.1 e 3.2). Por outro lado, na comparação dentro dos grupos tróficos na primeira época de coleta, os predadores ocorreram na mata em proporções significativamente maiores que em todos os demais sistemas, às duas profundidades; na segunda época, foram igualmente abundantes na mata, embora a predominância fosse na área de citros.

### **3.2.2.2 Índices de Maturidade**

Os valores de diversidade trófica (T) obtidos para os cinco sistemas ficaram muito próximos em ambas as épocas e profundidades de coleta, só ocorrendo, em alguns casos, diferenças significativas entre as médias da área de citros em relação às dos demais tratamentos (Tabelas 3.1 e 3.2). Tais resultados indicaram pouca variação no modelo de distribuição dos grupos tróficos dentro das comunidades e contribuíram pouco para a diferenciação entre os sistemas comparados. De fato, os dados de abundância relativa dos táxons ocorrentes no estudo,



apresentados por Tomazini et al. (2007), mostraram que, nos diferentes sistemas, inclusive na mata, houve sempre um ou mais gêneros de fitonematóides muito bem representados, com valores c-p iguais a 3 (Hoplolaimidae, com *Helicotylenchus* e *Rotylenchulus*; Pratylenchidae, com *Pratylenchus* e *Radopholus*; Meloidogynidae, com *Meloidogyne*; e Criconematidae, com *Mesocriconema* e *Discocriconemella*) ou até mesmo a 5 (Longidoridae, com *Xiphinema*), concorrendo à obtenção de médias finais próximas a 3 independentemente das proporções variáveis apresentadas pelos demais grupos.

O presente trabalho vem corroborar, mais uma vez, interessante observação, primeiro relatada no Brasil por Cares e Huang (1991), de que certos táxons de parasitos de plantas podem se tornar raros ou mesmo desaparecer quando a vegetação nativa é substituída por culturas perenes ou anuais; em oposição, há igualmente formas fitoparasitas que se mostram mais abundantes em culturas do que no sistema nativo que lhes serviu de habitat original. Tal situação tem sido verificada com frequência nos cerrados da região Centro-Oeste (HUANG; CARES, 1995; MATTOS, 1999), referindo-se usualmente a nematóides das famílias Criconematidae e Hoplolaimidae. O mesmo ocorreu neste estudo, em que *Discocriconemella* só foi encontrado na mata (com até 10% de abundância relativa), não sendo sequer detectado em qualquer um dos sistemas restantes, todos cultivados; trata-se de táxon altamente sensível a distúrbios ambientais. Contrariamente, *Helicotylenchus* esteve bem representado na mata (pelo menos *H. dihystra* e *H. caipora*) e em todas as áreas contíguas submetidas à exploração agrícola, indicando, pelo menos para algumas de suas espécies, boa capacidade de se adaptar às novas condições de uso do solo.

Os valores de índices de maturidade (MI) na primeira coleta, a 0-15 cm, diferenciaram estatisticamente os sistemas perenes (exceto pessegueiro; mata incluída) da área de anuais, sobressaindo-se as áreas de citros e de mata, que se diferenciaram significativamente da bananeira e do pessegueiro. Nessa ocasião, era a estação mais seca do ano e a área de anuais estava em pousio há pelo menos quatro meses; tais aspectos, aliados à limitada disponibilidade de matéria orgânica e aos periódicos tratamentos culturais realizados na área, devem ter contribuído para as baixas ocorrências observadas de formas de vida livre, principalmente micófagas, predadoras e onívoras. O valor mais alto calculado para citros, ao que tudo indica, está relacionado ao fato de o pomar ser mantido sem controle do mato nas entrelinhas, de modo a propiciar o crescimento de plantas que produzam flores, atraindo e abrigando inimigos naturais (ácaros fitoseídeos) de pragas da cultura (ácaros fitófagos e outras). Além disso, tal tipo de manejo favoreceu não só a manutenção de

maior umidade no solo como a disponibilização mais constante de matéria orgânica para decomposição por microrganismos. Em contraste com bananeira e principalmente pessegueiro, onde houve adubações e outros tratos culturais, no pomar cítrico estes foram mínimos, restritos a uso esporádico de roçadeira para ajuste da altura do mato. Freitas e Cares (2005) compararam os valores referentes às comunidades nematológicas ocorrentes em pomar cítrico do Distrito Federal obtidos por sistema diferenciado de amostragem baseado na coleta de solo em sete diferentes pontos de localização específica e pré-determinada em relação ao tronco das plantas. Tal foi feito nas estações seca e chuvosa do ano, às profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Ampla variação nos valores de abundância dos grupos tróficos e dos índices de maturidade foram observados entre os pontos de coleta. Apesar disso, em relação ao presente trabalho, verificou-se concordância entre os resultados em pelo menos dois aspectos: i) os parasitos de plantas constituíram o grupo predominante e os maiores valores de PPI ocorreram à maior profundidade de coleta; e ii) os microbiófagos foram mais abundantes à menor profundidade em diversos pontos de coleta, nas duas épocas, concorrendo à obtenção dos mais altos valores de  $(BF + FF)/PP$ . Ainda nessa primeira coleta, a 15-30 cm, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos para o índice de maturidade.

Na segunda coleta, conduzida na estação chuvosa, para ambas as profundidades, manteve-se a tendência observada durante a primeira, diferenciando-se estatisticamente as áreas de citros e de mata das demais. Todavia, diferentemente do ocorrido na primeira coleta, a 0-15 cm, a área de anuais apresentou valor mais alto de MI que bananeira e pessegueiro, o que pode ter explicação no fato de que nessa época a umidade do solo bem como a disponibilidade de matéria orgânica no local (plantas de milho em fase de pré-colheita) eram maiores, favorecendo a proliferação de nematóides de vida livre.

Em relação aos índices de parasitos de plantas (PPI), nas primeira e segunda coletas, a 0-15 cm, os tratamentos com maiores médias foram respectivamente o pessegueiro e a bananeira, diferenciando-se estatisticamente da mata e da área de anuais, que ocuparam posições intermediárias; a área de citros apresentou valores de PPI significativamente menores que os dos demais sistemas, deles se distinguindo com base neste índice (Tabelas 3.1 e 3.2). O mesmo foi verificado para a profundidade de 15-30 cm, com mínimas mudanças nos contrastes entre os PPI médios.

Cabe aqui reiterar que tanto na bananeira como no pessegueiro, os valores mais elevados de PPI obtidos foram suportados em grande parte pela abundante presença nessas áreas de espécies muito bem adaptadas ao parasitismo dessas plantas, como *Rotylenchulus reniformis* (para ambas), *Mesocriconema xenoplax* (pessegueiro), *Radopholus similis* e *Helicotylenchus multicintus* (bananeira). Além dessas, havia ainda *H. dihystra*, que também se hospeda nas duas culturas. Como tais táxons, com exceção de *H. dihystra*, não ocorreram na área de mata, fica evidente que foram introduzidos no ambiente do estudo através de mudas atacadas. E, nesse aspecto, pode residir a explicação para os valores significativamente mais baixos de PPI determinados na outra cultura perene avaliada, a área de citros, pois nesta não foram assinaladas *Tylenchulus semipenetrans* e/ou outras espécies que se multiplicassem intensamente em rutáceas, mas apenas táxons de *Helicotylenchus* e *Pratylenchus* (no geral *P. zae*, possivelmente parasitando a vegetação mantida nas entrelinhas do pomar). No caso da área de anuais, os valores intermediários calculados para PPI foram principalmente devidos às presenças dos gêneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* e *Helicotylenchus*, nos quais se incluem táxons bem adaptados ao milho e a várias leguminosas, cultivados em rotação no local. Quanto à mata, que também apresentou valores intermediários, tal se deveu predominantemente à abundância no local de táxons de *Helicotylenchus*; o gênero *Discocriconemella*, como já citado, ocorreu até com certa frequência (ao redor de 10%), adaptado a uma ou mais espécies de essências florestais ali presentes e houve casos, como o de *Xiphidorus*, que não só foi exclusivo dessa área como apenas pode ser detectado na segunda época de coleta.

Os dados de índice de maturidade modificado (mMI), conseqüentes à agregação de todos os grupos tróficos, refletiram as mesmas tendências já comentadas para IM e PPI, no geral possibilitando apenas separação mais clara da área de citros dos demais sistemas (Tabelas 3.1 e 3.2).

Os resultados ora obtidos com base nos índices de maturidade (ou de distúrbio) utilizados nem sempre possibilitaram adequada separação entre sistemas nativos e cultivados ou entre sistemas perenes e anuais. Tal ocorreu também em trabalhos congêneres, como os de Mattos (1999), Goulart e Ferraz (2003) e Korenko e Schmidt (2007), entre outros. O valor do índice PPI na aferição da maturidade de solos, embora tido por uns como mais eficaz que o MI (FRECKMAN; ETTEMA, 1993), tem sido por vezes fortemente questionado e não aceito como índice de distúrbio (BONGERS, 1990). Apesar de tais limitações, com base nos dados obtidos foi

possível detectar-se, pelo menos em algumas situações de coleta, algum gradiente de perturbação entre os sistemas ora comparados. Assim, a mata e o pomar cítrico foram os ambientes mais maduros entre os quatro sistemas perenes estudados, refletindo menor intensidade na intervenção humana através de práticas como adubações, tratos mecanizados e outros. A área de cultivo de anuais em rotação, por sua vez, mostrou-se a mais afetada dentre todas na primeira época de coleta, mas não se diferenciou da bananeira e pessegueiro na segunda.

### **3.2.2.3 Via prevalente de decomposição da matéria orgânica**

A via claramente predominante de decomposição, baseada na relação FF/BF, foi a bacteriana. As únicas exceções foram observadas nas áreas de bananeira, nas duas épocas de coleta, a 15-30 cm, e de pessegueiro, na segunda coleta, também a 15-30 cm. A escassez, quase ausência, de bacteriófagos em bananeira na segunda coleta, a 15-30 cm, resultou em caso isolado de valor bastante atípico ( $FF/BF = 8,05$ ) dentro do trabalho. Entretanto, à menor profundidade, onde tais grupos foram no geral mais abundantes, tal relação não se mostrou discriminatória para os diferentes sistemas avaliados, nas duas épocas de coleta, observação concordante com Freckman e Ettema (1993) e discordante de Mattos (1999). No mais, tais dados revelaram-se coerentes com os relativos à estrutura trófica, já apresentados, pelos quais os bacteriófagos foram o segundo grupo dominante, geralmente superando os micófitos.

Por outro lado, a análise baseada na relação  $(BF + FF)/PP$  evidenciou que, com exceção da área de citros e especialmente à profundidade de 0-15 cm, a herbivoria foi largamente predominante em relação ao processo de decomposição. Conforme já discutido, as elevadas abundâncias de certos táxons de parasitos de plantas nas áreas de bananeira, pessegueiro, anuais e até na mata, contribuíram sobremaneira para tal fato. Em seu estudo sobre a estrutura trófica da nematofauna ocorrente em pomar de citros (DF), já citado, Freitas e Cares (2005) relataram que tanto a herbivoria quanto a decomposição microbiana foram caracterizados como canais prevalentes, dependendo da época e principalmente do ponto de coleta da amostra considerados. Isso vem demonstrar, como destacado por diferentes autores e sumariado por Neilson (2005), a complexidade dos cálculos usualmente empregados nos estudos sobre comunidades de nematóides, muito afetados por apreciável número de variáveis, e evidenciar por vezes a

inadequação de certos índices no sentido de prover o necessário suporte para o entendimento dos fatos observados e o estabelecimento de conclusões bem fundamentadas a respeito deles.

### 3.3 Conclusões

Do estudo desenvolvido, em que se compararam estrutura trófica e os índices de maturidade de nematóides presentes em cinco diferentes ecossistemas contíguos, conclui-se que: a) os nematóides parasitos de plantas foram o grupo trófico dominante em todos os sistemas avaliados, nas duas épocas, tanto na menor quanto na maior profundidade; b) os índices de maturidade (MI, mMI, e PPI) foram mais eficientes para indicação de distúrbios, resultando a mata e o pomar cítrico como os ecossistemas mais estáveis; c) os valores de diversidade trófica não distingüiram os cinco ecossistemas estudados; d) o canal de decomposição foi a herbivoria, mas em relação aos nematóides de vida livre, foi via bacteriana.

### Referências

- BONGERS, T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. **Oecologia**, Heidelberg, v. 83, n. 1, p. 14-19, 1990.
- BONGERS, T.; BONGERS, M. Functional diversity of nematodes. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 10, n. 3, p. 239-251, 1998.
- BRMEZ, M; IVEZIC, M; RASPUDIC, E. Effect of mechanical disturbances on nematode communities in arable land. **Helminthologia**, Kosice, v. 43, n. 2, p. 117-121, 2006.
- CARES, J.E. Nematóides como indicadores ambientais de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 26., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais ...** Campos dos Goytacazes: SBN, 2006. p. 14-16.
- CARES, J.H.; HUANG, S.P. Nematode fauna in natural and cultivated cerrados of Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.16, n. 3, p. 199-209, 1991.
- CEREVKOVA, A. Nematode communities in three types of grassland in the Slovak Republic. **Helminthologia**, Kosice, v.43, n. 3, p. 171-176, 2006.
- De LEY, P.; BLAXTER, M.M. Systematic position and phylogeny. In: LEE, D.L (Ed.). **The biology of nematodes**. Boca Raton: CRC, 2002. chap. 1, p. 1-30.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. **Base de dados do posto agrometeorológico, ESALQ - USP, SP, Brasil.** Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lce/anos.html>>. Acesso em: 5 set. 2004.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. **Base de dados do posto agrometeorológico, ESALQ – USP, SP, Brasil.** Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lce/anos.html>>. Acesso em: 14 abr. 2005.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais ...** São Carlos: SIB, 2000. p. 335-355.

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

FREITAS, V.M.; CARES, J.E. Trophic structure of the community of soil nematodes in the root zone of citrus in Distrito Federal. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 111, 2005.

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

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**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 123-128, 2003.

HÁNEL, L.; CEREVKOVÁ, A. Diversity of soil nematodes in meadows of the White Carpathians. **Helminthologia**, Kosice, v. 43, n. 2, p. 109-116, 2006.

HOOPER, D.J. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: SOUTHEY, J.F. (Ed.). **Laboratory methods for work with plant and soil nematodes**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1986. chap. 1, p. 59-80.

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

JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

KORENKO, V.; SCHMIDT, C. Effects of agricultural practices in the rice crop system on nematode communities in Uruguay. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 34, p. 151-159, 2007.

LIANG, W.; ZHANG, X.; LI, Q.; JIANG, Y.; OU, W.; NEHER, D.A. Vertical distribution of bacterivorous nematodes under different land uses. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 37, n. 3, p. 254-258, 2005.

LISKOVÁ, M.; CEREVKOVÁ, A. Nematode communities of river banks and adjacent meadows in the Slovak Republic. **Helminthologia**, Kosice, v. 42, n. 4, p. 223-232, 2005.

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 em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

NEHER, D.A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001.

NEHER, D.A.; CAMPBELL, C.L. Nematode communities and microbial biomass in soil with annual and perennial crops. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v. 1, p. 17-28, 1994.

NEILSON, R. Nematode ecology - A current perspective. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 25., 2005, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SBN, 2005. p. 18-23.

NILES, R.K.; FRECKMAN, D.W. From the ground up: nematode ecology in bioassessment and ecosystem health. In: BARKER, K., PEDERSON, G.; WINDHAM, G. (Ed.). **Plant and nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. chap. 3, p. 65-85.

RENCO, M. Communities of nematodes in cereal fields following sugar beet. **Helminthologia**, Kosice, v. 41, n. 2, p. 109-112, 2004.

SANTIAGO, D.C.; GUIMARÃES, M.F.; ALMEIDA, E.; OLIVEIRA, A.D.; PAES, V.S.; ARIEIRA, G.O. Comunidade de nematóides em áreas de cultivo nos municípios de Palmeira e Bituruna, Paraná. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 2, p. 131, 2007.

TOMAZINI, M.D.; MONTEIRO A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. Comunidades de nematóides em mata nativa e áreas contíguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 31, n. 2, p. 138, 2007.

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

VIDAL-TORRADO, P.; SPAROVEK, G.; DEMATTÊ, J.L.I.; COOPER, M.; OLIVEIRA, M.C.; PRADO, G.V.B.; ALCARDE, G.C. **Mapa pedológico detalhado do campus “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciência do Solo, 1993.

WASILEWSKA, L. Soil invertebrates as bioindicators, with special reference to soil-inhabiting nematodes. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v. 5, n. 2, p. 113-126, 1997.

YEATES, G.W. Effects of plants on nematode community structure. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 37, p. 127-149, 1999.

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

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

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**, Riverside, v. 25, n. 3, p. 315-331, 1993.

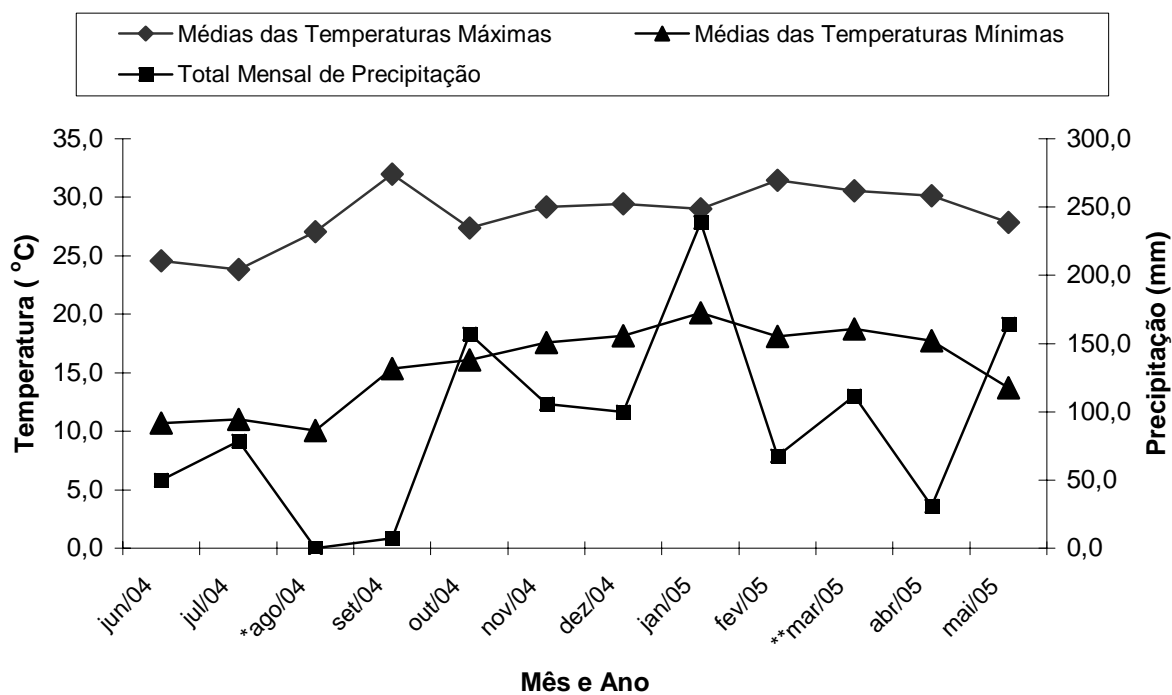


**APÊNDICES**

APÊNDICE A – Análises granulométrica e química do solo das cinco áreas de amostragem em Piracicaba, SP<sup>(\*)</sup>

	Classe de								
	Areia <sup>(1)</sup>	Silte <sup>(1)</sup>	Argila <sup>(1)</sup>	textura	pH <sup>(2)</sup>	M.O. <sup>(3)</sup>	P <sup>(4)</sup>	Ca <sup>(5)</sup>	K <sup>(5)</sup>
Anuais	70	10	20	média-arenosa	4,4	18	8	8	1,9
Bananeira	52	16	32	média-argilosa	4,9	26	18	29	1,3
Citros	70	10	20	média-arenosa	5,2	25	6	25	0,6
Pessegueiro	44	10	46	argilosa	4,2	29	77	28	3,7
Mata	68	12	20	média-argilosa	5,9	35	13	56	3,1

\* Realizadas no laboratório de análise de solo do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, Piracicaba, SP; <sup>(1)</sup> em porcentagem; <sup>(2)</sup> KCl; <sup>(3)</sup> g . Kg<sup>-1</sup>; <sup>(4)</sup> mg Kg<sup>-1</sup>; <sup>(5)</sup> mmolc Kg<sup>-1</sup>.



APÊNDICE B – Média mensal das temperaturas (mínima e máxima) e total mensal de precipitação registrados pela Estação Meteorológica da ESALQ/USP, no período de junho de 2004 a maio de 2005. \*: primeira época de amostragem; \*\*: segunda época de amostragem



APÊNDICE C – Áreas amostradas durante o estudo (Piracicaba/SP): 1. Área de cultivo de anuais em regime de rotação na primeira época de amostragem (em pousio); 2. Área de cultivo de anuais em regime de rotação na segunda época de amostragem (com *Zea mays*); 3. Pomar cítrico; 4. Mata degradada