

Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Adriana França Figueira^{1*}, Ricardo Luis Louro Berbara¹ e João Pedro Pimentel²

¹Laboratório de Biologia de Solos, Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Km 47, 23851-970, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. ²Departamento de Entomologia e Fitopatologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 23851-970, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: afrancafig@hotmail.com

RESUMO. Estudou-se a comunidade de nematoides do solo em quatro sistemas de manejo no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA): pasto, capoeira, figo com *Paspalum notatum* e horta. As amostras de solo foram coletadas a cada quatro meses durante um ano. A comunidade de nematoides foi identificada e descrita com os parâmetros: riqueza de famílias, diversidade de Shannon-Weaner, de dominância de Simpson, além da diversidade trófica e dominância trófica. Os fitoparasitas e bacteriófagos dominaram as comunidades de nematoides nas áreas. Os onívoros foram menos abundantes em todos os sistemas estudados. O sistema pasto apresentou maior diversidade de famílias de nematoides enquanto que, no sistema capoeira se encontraram valores de diversidade baixos, porém constantes no tempo, indicando condição de maior estabilidade. A ação antrópica induzida pelo manejo modificou a distribuição trófica em benefício dos nematoides bacteriófagos, normalmente associados à maior taxa de decomposição da matéria orgânica. Nematoides fitoparasitas e bacteriófagos foram dominantes nos sistemas estudados, o que sugere a influência de densidade radicular elevada no pasto e alta taxa de mineralização na horta. A distribuição relativa de grupos tróficos de nematoides do solo confirmou ser uma eficiente forma de se determinar o nível de perturbação de solos submetidos a distintos manejos.

Palavras-chave: microfauna, sistemas de cultivo, diversidade.

ABSTRACT. Structure of soil nematode population under an organically managed crop in Rio de Janeiro State, Brazil. Soil nematode communities were studied in four different crop systems at the Integrated System of Agroecological Production. Soil samples were collected at four-month intervals during one year, with three replications for each location. Nematode communities were measured by the following parameters: family richness, Shannon-Weaner's index, Simpson's index, trophic diversity (T) and dominance index (I_d). These data were submitted to ANOVA statistical analysis at 5% level of Tukey's test. The population of bacterivores and herbivore nematodes was high in all areas. Omnivores were found in lower abundance in all systems. The highest diversity of nematode families was found on pasture. In forests, the values of richness and abundance were always lower but constant in time, suggesting an ecosystem of higher stability. Soil management induced the proliferation of bacterivores usually associated with higher decomposition rates of organic matter. Herbivores and bacterivores were dominant in all systems, suggesting it is important to have high root (for pasture) or high decomposition rates (for horticulture system). The relative distribution of trophic groups of soil nematodes proved to be a good way to determine the level of perturbation of ecosystems.

Keywords: microfauna, crop system, diversity.

Introdução

A qualidade do manejo do solo, a eficiência de suas funções bem como sua relação com a estabilidade e resiliência frente a ações antrópicas ou eventos naturais, tem intensificado o interesse na fauna do solo, considerada como bioindicadora por excelência (DE GOEDE; BONGERS, 1994; FRECKMAN; ETTEMA, 1993; NEHER; CAMPBELL, 1994; SILVA et al., 2008; WASILEWSKA, 1994; YEATES et al., 1993). O uso

de nematoides como indicadores de manejo do solo advém do monitoramento da distribuição relativa dos grupos de fitoparasitas e os de vida livre e, dentro destes, dos bacteriófagos, micófagos, onívoros e predadores.

Os nematoides do solo possuem características que os qualificam como indicadores ecológicos pela facilidade na identificação do seu grupo funcional, abundância no solo, a sua larga distribuição e a presença de diferentes grupos tróficos (CURRY,

1994; FRECKMAN; ETTEMA, 1993; YEATES et al., 1993). Eles têm sido utilizados como indicadores de qualidade de solos (BONGERS, 1990), como bioindicadores para características de solos (DE GOEDE; BONGERS, 1994) e de estabilidade de *habitat* (WASILEWSKA, 1994).

Os nematoides de vida-livre possuem representantes na maioria dos níveis tróficos no solo e são, desta maneira, potencialmente indicadores para ampla variedade de propriedades do solo. Os nematoides bacteriófagos, por exemplo, estão diretamente ligados à decomposição da matéria orgânica, pela ingestão de micróbios saprofíticos. Assim, o aumento deste grupo trófico associa-se à maior taxa de decomposição da matéria orgânica (EKSCMITT et al., 2001). Para se condensar informações e com intuito de se facilitar as interpretações, muitas vezes obscuras por longas listas de espécies, os nematoides terrestres são normalmente alocados por grupos funcionais. Grupos funcionais de nematoides podem ser considerados grupos de espécies que têm funções similares em processos do ecossistema. Esses agrupamentos funcionais são necessários, pois, até o momento, não é possível determinar como cada espécie, individualmente, afeta os diferentes processos do ecossistema (CHAPIN et al., 1992).

A identificação morfológica pode ser realizada rotineiramente pela classificação de indivíduos em níveis taxonômicos mais elevados, como família, quase sempre sem ajuda de chaves especializadas de identificação. Eficiente nível para identificação de nematoides encontra-se entre gênero e família, dependendo do taxon. A identificação, já em nível de família, seria suficiente para se chegar a um adequado entendimento da distribuição dos grupos tróficos. Por outro lado, a classificação em nível de gênero iria revelar mais informações quanto à biodiversidade, redundância e outros conceitos ecológicos, mas tal esforço ainda é dificultado pela falta de chaves de identificação nessa categoria (BONGERS; BONGERS, 1998). De acordo com este autor, a estrutura da comunidade de nematoides oferece eficiente instrumento para o acompanhamento da qualidade e do funcionamento do solo pelas seguintes características: nematoides ocorrem em todo ambiente onde se dá a decomposição da matéria orgânica; sua morfologia quase sempre reflete em seu hábito alimentar e sua especificidade alimentar e eles se reproduzem em um curto tempo além de responderem a mudanças ambientais e de manejo.

Este trabalho tem como objetivo descrever a estrutura da população de nematoides em quatro

sistemas de manejo orgânico em diferentes épocas de coleta, avaliando-se, em nível de famílias, sua diversidade, dominância e riqueza. A hipótese do trabalho assume que a distribuição relativa de diferentes grupos funcionais de nematoides se mantenha mais estável nos sistemas onde há menor intervenção humana.

Material e métodos

Área pesquisada

As amostras para caracterização das comunidades de nematoides foram obtidas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), que foi implantado em área de 69,98 ha da Embrapa-CNPAB, situada no km 47 no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, que se situa, aproximadamente, entre os meridianos de 43° 40'00" e 43° 41' 10" de longitude Oeste de Greenwich e os paralelos de 22° 45' 30" de latitude Sul. Possui clima Aw. No SIPA não se aplicam insumos químicos sintéticos há pelo menos seis anos e o plantio é diversificado, em sistema de rotação de culturas ou consórcio com leguminosas; não-uso de agrotóxicos e adubos nitrogenados solúveis; uso de práticas de conservação de solo pelo plantio em curva de nível; uso de cobertura do solo com vegetação (espontânea ou cultivada) ou com palha e uso de barreiras quebra-vento, principalmente com frutíferas, cana-de-açúcar e guandu. Utilizaram-se os dados de precipitação média da região, adquiridos na Estação Ecologia Agrícola km-47 Seropédica – Pesagro - RIO - Inmet (Figura 1).

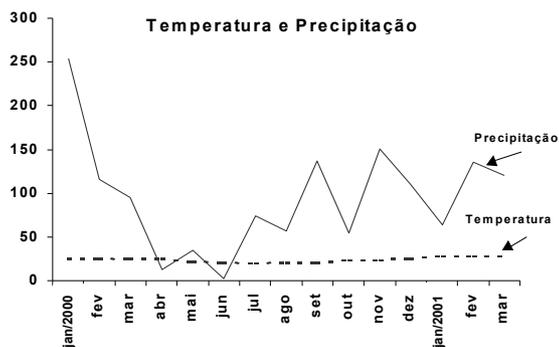


Figura 1. Precipitação e temperatura média no SIPA durante o ano de 2000 até o mês de março de 2001.

As áreas foram divididas em glebas, por meio do mapeamento do solo, observando-se os parâmetros de classe de solo, textura, fertilidade, topografia e aptidão. Apesar de haver várias classes de solo no SIPA, as áreas abrangidas pelo estudo classificam-se como Argissolo Vermelho Amarelo.

As coletas foram realizadas nos meses de maio, agosto, novembro de 2000 e fevereiro de 2001, em quatro diferentes sistemas de manejo: pasto, capoeira de aproximadamente 40 anos, cobertura natural de grama batatais (*Paspalum notatum*) e uma área de horta com rotação de culturas e restos orgânicos incorporados com auxílio de implementos mecânicos. Na primeira coleta desta área, havia cultura de beterraba; na coleta de agosto de 2000, a cultura presente era de espinafre; na de novembro, a área estava em pousio enquanto que, na última coleta, esta área estava ocupada pela cultura de milho.

Sob cada cobertura, foram coletadas amostras em três pontos que foram escolhidos de forma aleatória, com três amostras simples para formar uma amostra composta, perfazendo um total aproximado de 1.000 mL de solo. Elas foram misturadas em sacos de plástico e imediatamente levadas ao laboratório para extração. A profundidade de amostragem foi de 0-10 cm.

Extração, fixação e análises dos dados

Para a extração dos nematoides, foi usado o método de flutuação-centrifugação como o descrito por Caveness e Jensen (1955). Basicamente, 250 g de solo são passados em duas peneiras sobrepostas, uma com malha de 400 mm e outra de 80 mm. O material retido em cada peneira foi suspenso em água, passado para tubos e centrifugados por 7 min. a 3.000 rpm (1.800 g). O material precipitado na centrifugação foi ressuspenso em solução de sacarose com densidade 1,18 e centrifugado novamente por 5 min. a 3.000 rpm (1.800g). Finalmente, o sobrenadante foi passado em peneira e o que foi retido foi armazenado em água para a contagem e montagem de lâminas para identificação. Os nematoides foram identificados por observação em microscópio, chegando-se até à categoria de gênero, referenciado por Jairajpuri e Ahmad (1992) e Siddiqui (1985).

Os nematoides de cada amostra foram identificados e a comunidade foi descrita pelos seguintes parâmetros: 1) Diversidade: Índice de Shannon-Weaver (H') e Índice de Simpson (D_s); 2) Estrutura trófica: bacteriófagos (BF), micófitos (FF), onívoros (OM) e predadores (PR), Diversidade trófica (T) e Dominância Trófica (I_g). A riqueza de famílias foi obtida pela fórmula: $D = (n^\circ \text{ de famílias} - 1) / \log (n^\circ \text{ total de indivíduos})$. O índice de Shannon-Weaver (H'), um índice de diversidade pela equação: $H' = -\sum P_i (\log P_i)$, em que P_i é a proporção do taxa na população. O índice de Simpson (D_s), que dá maior peso às espécies comuns (SIMPSON, 1949), descreve a

probabilidade de que um segundo indivíduo encontrado em uma população seja da mesma espécie que o primeiro indivíduo retirado dessa mesma população. Valor baixo significaria dominância de poucas espécies: $D_s = \sum (P_i)^2$. Os índices de dominância trófica ($I_g = 1/\sum (P_i)^2$) e diversidade trófica ($T = \sum (P_i)^2$) têm o mesmo objetivo dos índices de dominância de Simpson e diversidade de Shannon, respectivamente.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial. Foi realizada a análise da variância para os índices descritores da comunidade de nematoides, empregando-se o *software* SAEG 8.0 (SAEG, 2001) com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade. O dendrograma foi elaborado pelo programa estatístico Statistica v.5.0 (STATSOFT, 1995).

Resultados e discussão

Diversidade

De acordo com o teste F, a diversidade estimada pelo índice de Shannon (H') apresentou diferença estatística entre manejos e épocas de coleta. Pelo teste de Tukey ($p = 0,05$), as áreas de cobertura natural de grama batatais e a área de pasto apresentaram os maiores valores médios quando comparadas aos outros sistemas de manejo provavelmente por uma maior diversidade e densidade radicular encontrada nestas áreas. O sistema capoeira manteve os seus valores constantemente baixos na maior parte dos meses de coleta (Tabelas 1, 2, 3 e 4). Esta área apresenta algumas características que podem ter contribuído para tais valores: baixa CTC, elevadas concentrações de alumínio, matéria orgânica de baixa qualidade, muito lignificada. Estas condições induzem a uma baixa densidade e atividade da biota do solo, incluindo-se a população de nematoides. Condições edáficas desfavoráveis implicam taxa de decomposição da matéria orgânica baixa e, como consequência, menor diversidade e abundância de indivíduos (MARGALEFF, 1985).

O sistema horta apresentou valores baixos de diversidade nas três primeiras coletas (apresentava hortaliças no campo) e na última coleta (rotação com milho) houve aumento significativo da diversidade. As constantes perturbações nesta área, como revolvimento do solo e adição de esterco, refletiram na variação da densidade populacional e dos valores de diversidade. A intervenção humana mais frequente neste sistema induziu à menor diversidade de nematoides e ambiente com maior competição

trófica. A maior taxa de decomposição esperada para esta área explica a predominância de nematoides bacteriófagos associados a este processo conforme também observado por Bongers (1990). Os valores de H' , analisados pelo teste de Tukey, foram significativamente maiores no último mês de coleta (fevereiro de 2001) em todos os sistemas de coleta (Tabela 4). Este fato pode estar ligado ao estresse ambiental sofrido no mês de janeiro de 2001, quando houve déficit hídrico e temperaturas elevadas (Figura 1); dentro de certos limites, a diversidade aumenta nestas condições (MARGALEFF, 1985). O índice de diversidade de Shannon mostrou que a sazonalidade e a rotação de culturas são fatores que influenciam a variabilidade da nematofauna; este resultado corrobora com García-Álvarez et al. (2004) que estudaram o efeito de práticas agrícolas em sistemas orgânico e convencional de cereais na nematofauna.

O índice de Simpson, que avalia a dominância de famílias, também apresentou diferença estatística pelo Teste F entre os sistemas de manejo e entre as épocas de coleta. Os sistemas pasto e cobertura natural com grama batatais apresentaram os maiores valores médios de dominância de famílias, quando avaliados pelo teste de Tukey a 5%. Esta maior dominância nestes sistemas se deve ao grande número de indivíduos das famílias Criconematidae, Rhabditidae, Hoplolaimidae, principalmente o gênero *Helicotylenchus* sp., que é um nematoide comumente associado a pastagens Cares e Huang (1991), e Pratylenchidae, que, com exceção da família Rhabditidae, são nematoides fitoparasitas. Observou-se que em quase todas as épocas de coleta houve maior valor do índice de dominância no sistema horta (Tabela 1), provavelmente pela maior mineralização do material orgânico que estaria sendo incorporado a esse sistema constantemente, levando-se ao aumento da população de nematoides da família Rhabditidae.

De acordo com Bongers (1990), indivíduos desta família são bacteriófagos oportunistas e apresentam, usualmente, explosões populacionais quando há grande oferta de matéria orgânica. Este fato mais uma vez evidencia a influência do manejo na população de nematoides do solo, uma vez que, no sistema pasto e cobertura natural com grama batatais, há maior massa de raízes comparada a outros sistemas, sendo por isso maior a dominância de famílias de nematoides fitoparasitas nestes sistemas. Por outro lado, percebeu-se o predomínio de bacteriófagos em manejo com grande oferta de

matéria orgânica. Todos os sistemas de manejo apresentaram aumentos significativos no mês de fevereiro de 2001, mais quente e úmido (Tabela 4). Estes resultados confirmam que o manejo e a época de coleta modificaram a distribuição relativa da população de nematoides.

Tabela 1. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), dominância de Simpson (D), diversidade de famílias (d), dominância Trófica (Ig) e diversidade trófica (T) de nematoides do solo em quatro sistemas de uma unidade de produção orgânica, no Estado do Rio de Janeiro durante a amostragem de maio de 2000.

Índices	Sistemas de manejo			
	Pasto	Horta	<i>P. notatum</i>	Capocira
H'	0,64 ab	0,41b	0,80a	0,46 b
D	0,29a	0,18b	0,25a	0,28a
d	2,19ab	2,04ab	2,81a	1,27ab
Ig	0,49a	0,61a	0,39a	0,47a
T	2,04a	1,84a	2,59a	2,18a

As médias assinaladas com a mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), dominância de Simpson (D), diversidade de famílias (d), dominância Trófica (Ig) e diversidade trófica (T) de nematoides do solo em quatro sistemas de uma unidade de produção orgânica, no Estado do Rio de Janeiro, durante a amostragem de agosto de 2000.

Índices	Sistemas de manejo			
	Pasto	Horta	<i>P. notatum</i>	Capocira
H'	0,59a	0,30b	0,57a	0,31b
D	0,33a	0,66b	0,39a	0,55b
d	2,17a	1,47a	1,92a	1,03a
Ig	0,70a	0,75a	0,49a	0,57a
T	1,55a	1,42a	2,06a	1,76a

As médias assinaladas com a mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), dominância de Simpson (D), diversidade de famílias (d), dominância Trófica (Ig) e diversidade trófica (T) de nematoides do solo em quatro sistemas de uma unidade de produção orgânica, no Estado do Rio de Janeiro durante a amostragem de novembro de 2000.

Índices	Sistemas de manejo			
	Pasto	Horta	<i>P. notatum</i>	Capocira
H'	0,72a	0,45b	0,63ab	0,60ab
D	0,23a	0,46b	0,32ab	0,29ab
d	2,57a	1,97a	2,07a	1,77a
Ig	0,46a	0,53a	0,70a	0,48a
T	2,17a	1,92a	1,47a	2,12a

As médias assinaladas com a mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), dominância de Simpson (D), diversidade de famílias (d), dominância Trófica (Ig) e diversidade trófica (T) de nematoides do solo em quatro sistemas de uma unidade de produção orgânica, no Estado do Rio de Janeiro, durante a amostragem realizada no mês de fevereiro de 2001.

Índices	Sistemas de manejo			
	Pasto	Horta	<i>P. notatum</i>	Capocira
H'	0,85a	0,81a	0,76a	0,63a
D	0,19a	0,57b	0,25a	0,39b
d	3,32a	2,81ab	3,14b	2,02ab
Ig	0,47a	0,36a	0,50a	0,43a
T	2,27a	2,85a	2,06a	2,42a

As médias assinaladas com a mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Grupos tróficos

O índice de diversidade trófica (T), que indica a diversidade de grupos tróficos presentes na população de nematoides do solo, quando avaliado pelo Teste F, indicou que não houve diferença estatística entre os sistemas de manejo, com todos os sistemas apresentando os mesmos grupos tróficos. Porém, houve diferença estatística entre as épocas de coleta. O sistema cobertura natural com grama batatais apresentou valores estatisticamente maiores no mês de maio de 2000 (Tabela. 1), quando comparado com os outros sistemas de manejo na mesma época pelo teste de Tukey. Esse maior valor de diversidade trófica se deve à maior representatividade de nematoides onívoros neste sistema. A população de nematoides onívoros e predadores também foi maior no sistema horta no mês de fevereiro de 2001 (Tabela 5), o que levou ao aumento significativo da diversidade trófica neste sistema nesta época de coleta. Mais uma vez o veranico, ocorrido no mês de janeiro de 2001, pode ter afetado a dinâmica populacional de nematoides. Em benefício dos predadores e onívoros, este estresse provavelmente fez com que aumentasse a disputa por recursos orgânicos, incrementando assim a relação de predação entre os grupos funcionais da cadeia trófica.

A população total de fitoparasitas foi maior no sistema pasto, principalmente com as famílias Hoplolaimidae, Criconematidae e Pratylenchidae (Tabela 2). A população total de bacteriófagos foi maior no sistema horta, que apresentou dominância de indivíduos da família Rhabditidae. Vários autores têm encontrado aumento da população relativa de nematoides bacteriófagos com a adição de matéria orgânica, seja na forma de *mulch* (PORAZINZKA et al., 1999), seja na forma de esterco suíno (BULLUCK III et al., 2002). Em todos os sistemas, a população de bacteriófagos apresentou decréscimo no mês de fevereiro de 2001, que estaria correspondendo à estação chuvosa, embora estes resultados não corroborem com os obtidos por Gomes et al. (2003). Este autor constatou que, na estação chuvosa, há aumento da população de bacteriófagos pela maior mineralização da matéria orgânica do solo.

Provavelmente tenha ocorrido grande competição por recursos orgânicos nesta época, o que ocasionou maior competição trófica, evidenciada pelos maiores valores do índice de diversidade trófica na última época de coleta (fevereiro de 2001). A população de micófagos, por outro lado, apresentou maiores valores para o sistema pasto, onde predominou a espécie

Aphelenchus da família Aphelenchidae apenas no mês de fevereiro de 2001.

A população de micófagos foi maior no sistema de manejo da horta. Mais uma vez se observa neste sistema as maiores flutuações, indicando-se que os grupos funcionais respondem fortemente ao manejo e à época do ano. Observa-se que a população de nematoides onívoros sempre se apresentou muito baixa e em algumas épocas inexistente, o mesmo acontecendo com os nematoides predadores.

Tabela 5. Densidade total (indivíduos 250 g⁻¹ solo) dos grupos funcionais de nematoides em quatro sistemas de uma unidade de produção orgânica durante quatro épocas de amostragem, no Estado do Rio de Janeiro.

Sistemas	Grupos tróficos	Épocas de amostragem				T.G.T.*
		maio/2000	ago./2000	nov./2000	fev./2001	
Pasto	Fitoparasitas	943	1990	943	887	4763
	Micófagos	57	37	30	20	144
	Bacteriófagos	590	620	837	157	2204
	Onívoros	30	0	0	43	73
	Predadores	7	147	80	240	474
	Total de nematoides ¹	1627	2794	1890	1347	
Horta	Fitoparasitas	187	77	1087	137	1488
	Micófagos	47	7	7	37	98
	Bacteriófagos	1417	1530	2000	20	4967
	Onívoros	0	0	3	40	43
	Predadores	13	0	30	77	120
	Total de nematoides	1664	1614	3127	311	
<i>P. notatum</i>	Fitoparasitas	270	223	1520	440	2453
	Micófagos	40	30	13	17	100
	Bacteriófagos	190	473	267	13	943
	Onívoros	37	0	0	90	127
	Predadores	37	20	33	73	163
	Total de nematoides	574	746	1833	633	
Capoeira	Fitoparasitas	37	303	263	50	653
	Micófagos	3	3	7	3	16
	Bacteriófagos	33	163	160	3	359
	Onívoros	0	0	0	17	17
	Predadores	7	0	17	67	91
	Total de nematoides	80	469	447	140	

¹Somatório de todos os grupos tróficos. *T.G.T.: Número total de nematoides do grupo trófico da linha da tabela.

Na Figura 2, é apresentado o dendrograma obtido com os objetos (grupos funcionais), onde foi possível configurar o posicionamento relativo dos diferentes sistemas de manejo, pelos quais os sistemas pasto e cobertura natural com grama batatais guardaram maior proximidade (80% de similaridade). Esta maior similaridade certamente se deve à distribuição dos nematoides fitoparasitas, que se distribuem da mesma forma nos dois sistemas, principalmente pela massa de raízes destes sistemas (FRECKMAN; CASWELL, 1985). O sistema horta se distanciou dos sistemas pasto e cobertura natural, enquanto o sistema capoeira apresentou maior dissimilaridade, provavelmente pelas características

peculiares e distintas dos seus processos de decomposição da matéria orgânica do solo que levaram a uma distinta distribuição dos grupos tróficos de nematoides.

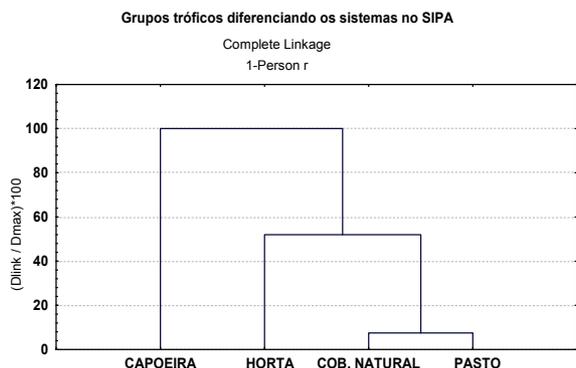


Figura 2. Análise de dendrograma a partir dos grupos funcionais de nematoides do solo em quatro sistemas de uma unidade de produção orgânica. Esses valores são referentes às quatro épocas de amostragem.

Conclusão

Perturbações do ambiente, como o uso de práticas culturais, levam a uma oscilação da equitabilidade de famílias da nematofauna, com predomínio para os bacteriófagos. Nematoides fitoparasitas e bacteriófagos foram dominantes em todos os sistemas estudados. A ação antrópica modificou a distribuição trófica em benefício dos nematoides bacteriófagos. A distribuição relativa de grupos tróficos de nematoides do solo confirmou ser uma eficiente forma de se determinar o nível de perturbação do ecossistema estudado, sendo o sistema Capoeira o menos perturbado.

Agradecimentos

À Capes, ao CPGA-CS da UFRRJ e aos doutores Shiou Pin Huang (*in memoriam*) e Juvenil Enrique Cares, do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília, pela colaboração.

Referências

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

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

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

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

CAVENESS, F. E.; JENSEN, H. J. Modification of centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 22, p. 87-89, 1955.

CHAPIN, F. S. III; SCHULZE, E.; MOONEY, H. A. Biodiversity and ecosystem processes. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 4, p. 107-108, 1992.

CURRY, J. P. **Grassland invertebrates: ecology, influence of soil fertility and effects on plant growth.** London: Chapman and Hall, 1994.

DE GOEDE, R. G. M.; BONGERS, T. Nematode community structure in relation to soil and vegetation characteristics. **Applied Soil Ecology**, v. 1, n. 1, p. 29-44, 1994.

EKSCHMITT, K.; BAKONYI, G.; BONGERS, M.; BONGERS, T.; BOSTRÖM, S.; DOGAN, H.; HARRISON, A.; NAGY, P.; O'DONNELL, A. G.; PAPTAEODOROU, E. M.; SOHLENIUS, B.; STAMOU, G. P.; WOLTERS, V. Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, n. 4, p. 263-268, 2001.

FRECKMAN, D. W.; CASWELL, E. P. The ecology of nematodes in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, n. 23, p. 275-295, 1985.

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

GARCÍA-ÁLVAREZ, A.; ARIAS, M.; DÍEZ-ROJO, M. A.; BELLO, A. Effect of agricultural management on soil nematode trophic structure in a Mediterranean cereal system. **Applied Soil Ecology**, v. 27, n. 3, p. 197-210, 2004.

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

JAIRAJPURI, M. S.; AHMAD, W. **Dorylaimida, free-living, predaceous and plant-parasitic nematodes.** New York: E. J. Brill, 1992.

MARGALEF, R. Environmental control of the mesoscale distribution of primary producers and its bearing to primary production in the western Mediterranean, Mediterranean Marine ecosystems. In: MORIATOU-APOSTOLOPOULOU, M.; KIOPTISIS, V. (Ed.). **NATO Conference serie I: ecology.** New York: Plenum Press, 1985. p. 213-229.

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

PORAZINSKA, D. L.; DUNCAN, L.; MCSORLEY, W. R.; GRAHAM, J. H.. Nematode communities as

indicators of status and processes of a soil ecosystem influenced by agricultural management practices. **Applied Soil Ecology**, v. 13, n. 1, p. 69-86, 1999.

SAEG-Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas: **Versão 8.0**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2001.

SIDDIQUI, R. M. **Tylenchida parasites of plants and insects**. St Albans: Commonwealth Institute of Parasitology, 1985.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 725-731, 2008.

SIMPSON, E. H. Measurements of diversity. **Nature**, v. 163, p. 688-688, 1949.

STATSOFT, INC. **Statistica for Windows computer program manual**. Tulsa: StatSoft, 1995.

WASILEWSKA, L. The effect of age of meadows on succession and diversity in soil nematode communities. **Pedobiologia**, v. 38, n. 1, p. 1-11, 1994.

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

Received on August 7, 2008.

Accepted on April 27, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.