

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NEMATOFUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE USO DO
SOLO NA MICRORREGIÃO DE CHAPADINHA-MA**

Izumy Pinheiro Doihara

Engenheira Agrônoma

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NEMATOFAUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE USO DO
SOLO NA MICRORREGIÃO DE CHAPADINHA-MA**

Izumy Pinheiro Doihara

Orientador: Prof. Dr. Marcílio Vieira Martins Filho

Coorientadora: Profa. Dra. Alana das Chagas Ferreira Aguiar

Coorientador: Prof. Dr. Jaime Maia dos Santos

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do solo).

2015

Doihara, Izumy Pinheiro
D657n Nematofauna edáfica em sistemas de uso do solo na microrregião de Chapadinha-MA / Izumy Pinheiro Doihara. – – Jaboticabal, 2015
xiv, 81 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientador: Marcílio Vieira Martins Filho

Coorientadora: Alana das Chagas Ferreira Aguiar

Coorientador: Jaime Maia dos Santos

Banca examinadora: Daniel Junior de Andrade, Ivan Barbosa Machado Sampaio, Pedro Luiz Martins Soares, Ronaldo Pavarini

Bibliografia

1. Agrossistemas. 2. Associação. 3. Atributos do solo. 4. Diversidade. 5. Nematoides. 6. Status ambiental. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.41:595.132

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: NEMATOFUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE USO DO SOLO NA MICROR
REGIÃO DE CHAPADINHA-MA

AUTORA: IZUMY PINHEIRO DOIHARA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCILIO VIEIRA MARTINS FILHO

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. ALANA DAS CHAGAS FERREIRA AGUIAR

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. JAIME MAIA DOS SANTOS

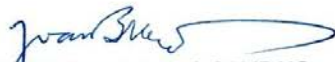
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA
(CIÊNCIA DO SOLO) , pela Comissão Examinadora:



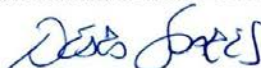
Prof. Dr. MARCILIO VIEIRA MARTINS FILHO
Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. IVAN BARBOSA MACHADO SAMPAIO
Universidade Federal de Minas Gerais / Belo Horizonte/MG



Prof. Dr. PEDRO LUIZ MARTINS SOARES
Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. RONALDO PAVARINI
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Campus Experimental de Registro

Data da realização: 16 de abril de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

IZUMY PINHEIRO DOIHARA – nascida em São Luís – MA, em 05 de março de 1975. Filha de Tsutomu Doihara e Nize Martins Pinheiro Doihara. Concluiu o ensino de 1º Grau na Escola Sagrado Coração de Jesus, São José de Ribamar – MA, no ano de 1990. Em 1993 concluiu o ensino de 2º grau. Em agosto de 1997, ingressou no curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, também em São Luís, onde, em 27 de setembro de 2002, obteve o título de Engenheira Agrônoma. Em agosto de 2001, trabalhou como Engenheira Agrônoma da Secretaria Municipal de Agricultura do Município de Paulino Neves, MA. Em março de 2002, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade/Fitopatologia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, onde foi bolsista do CNPq. Obteve o título de Mestre em 30 de maio de 2005. Em 05 de junho de 2008, assumiu, em caráter efetivo, o cargo de professor na Universidade Federal do Maranhão, Câmpus de Chapadinha, onde leciona disciplinas de Fitopatologia e Microbiologia para os cursos de Agronomia, Biologia e Zootecnia. Em 2011, iniciou curso de Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, SP.

“Desafiar nos estudos mesmo em meio às dificuldades aprimora a alma.”

Adaptado de *Daisaku Ikeda*

Aos meus pais, Tsutomu e Nize, por ter me conduzido, ensinado e apoiado em todos os momentos de minha vida, e por terem se dedicado sem medir esforço para eu pudesse vencer mais uma etapa. Minha eterna gratidão.

Aos meus filhos, Rafael Sutoshi e Hitoshi, por serem a razão da minha vida.

Aos meus irmãos: Shigeyuki, Nobuyuki, Aya e Namy, pela união, convivência pacífica, amizade e pelas constantes ajudas que me proporcionam quando preciso.

Aos meus sobrinhos, Tatsumi, Sayuri e Kioshi por estarem sempre presentes, trazendo alegria e felicidade para todos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, meus filhos, meus irmãos, sobrinhos, tios, pelo apoio e incentivos constantes em todos os momentos de minha vida.

Aos Professores Marcílio Vieira Martins Filho, Jaime Maia dos Santos e Alana das Chagas Ferreira Aguiar, pela orientação e ensinamentos necessários para a realização deste trabalho.

Aos Professores Dr. Afonso Lopes, Dra. Célia Regina Pais Bueno, Dr. Daniel Júnior de Andrade, e o Dr. Arlindo Boiça Júnior, pela participação na banca do exame geral de qualificação e pelas correções e sugestões que melhoraram o trabalho.

Aos Professores Dr. Daniel Júnior de Andrade, Dr. Ivan Barbosa Machado Sampaio, Dr. Pedro Luiz Martins Soares e o Dr. Ronaldo Pavarini, pela participação na banca examinadora de defesa de tese e pelas correções e sugestões que melhoraram o trabalho.

Ao Laboratório de Nematologia da Unesp de Jaboticabal, em especial ao Prof. Jaime Maia dos Santos, Prof. Pedro Luiz Martins Soares, Valmir, Suellen e Júnior, pelo companheirismo e grande apoio dedicado para a condução deste trabalho.

Aos amigos Fred, Edison, Cristiane, Jeane e Rogério de Abreu pelo apoio, palavras de incentivo, amizade e auxílio na correção do texto.

Ao Prof. Dr. Ivan Sampaio Barbosa Machado Sampaio pelas orientações nas análises estatísticas;

Aos senhores César Andreguetto, Garrincha Andreguetto, Valto e ao Sr. Cruz proprietários das áreas de estudo, pela concessão das áreas de estudo e todo o apoio logístico.

Aos alunos do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Clemeson, Deyvison, Franciane, Franciane, Taynara, Anderson, Rayane e auxiliares de campo Dionísio e Seu Zé, que auxiliaram na coleta das amostras de solo.

À Universidade Federal do Maranhão, UFMA, pela liberação para a realização do Curso de Doutorado.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCAV – Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES,
pelo financiamento deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1 Introdução.....	1
1.2 Revisão de Literatura	3
1.2.1 Grupos tróficos de nematoides do solo.....	3
1.2.2 O solo e a nematofauna edáfica	4
1.2.3 Mensuração ecológica de comunidades de nematoides	6
1.2.4 Importância dos nematoides nos processos ecológicos do solo	7
1.2.5 Indicadores biológicos de qualidade do solo e de agrossistemas	9
1.2.6 Associação da nematofauna edáfica com atributos químicos e físicos do solo.....	10
1.2.7 Sazonalidade, distribuição espacial e horizontal de nematoides.....	14
1.3 Referências.....	15
CAPÍTULO 2 – DIVERSIDADE E ESTRUTURA TRÓFICA DA NEMATOFUNA EDÁFICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO NORDESTE DO MARANHÃO	22
Resumo	22
Abstract.	23
2.1 Introdução.....	24
2.2 Material e Métodos	26
2.2.1 Localização e caracterização da área de estudo	26
2.2.2 Amostragem, extração e identificação dos nematoides	28
2.2.3 Descrição da comunidade de nematoides	29
2.3 Resultados e Discussão.....	30
2.4 Conclusões	46
2.5 Referências.....	46

CAPÍTULO 3 – ASSOCIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO COM A NEMATOFUNA EDÁFICA EM SISTEMA DE USO DO SOLO NO NORDESTE DO ESTADO DO MARANHÃO	51
Resumo.	51
Abstract.	52
3.1 Introdução.....	53
3.2 Material e Métodos	54
3.2.1 Localização e caracterização da área de estudo	54
3.2.2 Coleta de solo e delineamento amostral	57
3.2.3 Extração de nematoides e identificação dos gêneros de nematoides	57
3.2.4 Análises físicas e químicas do solo.....	58
3.2.5 Análise estatística	59
3.3 Resultados e Discussão.....	59
3.3.1 Caracterização física	59
3.3.2 Caracterização química	60
3.3.3 Caracterização biológica.....	65
3.3.4 Associações entre atributos físicos e químicos do solo e a nematofauna do solo.....	68
3.4 Conclusões	77
3.5 Referências.....	78

NEMATOFAUNA EDÁFICA EM SISTEMAS DE USO DO SOLO NA MICRORREGIÃO DE CHAPADINHA-MA

RESUMO – A nematofauna edáfica constitui um grupo de organismos habitantes do solo pertencentes ao filo nematoda. A atividade biológica de organismos do solo como os nematoides é de grande importância para a manutenção da fertilidade e da qualidade de um solo. As atividades de manejo do solo e da vegetação contribuem para alterar as atividades biológicas, as características físicas e químicas do solo e principalmente a estrutura e composição das comunidades de nematoides. Os nematoides por se apresentarem em número elevado, serem sensíveis as diferentes alterações nas condições do solo e pela facilidade de sua extração do solo, têm sido utilizados para avaliar a qualidade do solo e dos agrossistemas. Neste estudo, objetivou-se descrever a estrutura trófica, a diversidade e a composição da nematofauna em diferentes sistemas de uso do solo e também associar a nematofauna edáfica a atributos químicos e físicos em cinco sistemas de uso do solo (cultivo em aléias, cultivo sob corte e queima, mata nativa, cultivo de soja e cultivo de pastagem) localizados na Microrregião de Chapadinha do estado do Maranhão. As coletas foram realizadas entre os meses de outubro de 2013 e junho de 2014 (correspondentes aos períodos seco e chuvoso), e em três profundidades (0-0,1m, 0,1-0,2m e 0,2-0,3m). Os nematoides foram extraídos pelo método de flotação centrífuga em solução de sacarose e identificados ao nível de gênero. As análises físicas e químicas do solo foram realizadas seguindo metodologias usuais. Para todos os ambientes estudados calculou-se: abundância, riqueza e Índices de diversidade. O efeito da sazonalidade na nematofauna foi analisado por meio do teste não paramétrico de Mann-Whitney e os resultados referentes à associação das variáveis físicas e químicas com os gêneros de nematoides, foram analisados por meio da análise multivariada em componentes principais. No total, 60 gêneros foram identificados, estes variaram de 10 a 46 entre os ambientes. Dos nematoides identificados, 39,39% são parasitas de plantas, 24,59% bacteriófagos, 16,39% onívoros e carnívoros e fungívoros, 9,84%, cada. O período chuvoso apresentou maior abundância de nematoides (68,7%) e menor diversidade. A maior abundância de nematoides ocorreu no cultivo em aléias (28,52%) e na mata nativa (26,17%). Os valores para os Índices de Diversidade de Shannon-Weiner (H'), de Riqueza de Margalef (SR), de Equabilidade de Pielou (J') e de Dominância de Simpson (D_s), avaliados conjuntamente, indicam maior diversidade nos ambientes mata nativa e cultivo de pastagem. As diferentes condições de uso do solo impostas pelos sistemas de produção induzem alteração na distribuição trófica, provocando oscilação na abundância, e beneficiando os bacteriófagos. Os resultados confirmam a hipótese de que existe alteração na composição e na distribuição dos grupos funcionais nos ambientes estudados. Concluiu-se também que os nematoides estão associados as características físicas e químicas do solo, entretanto as associações variam em função do sistema de uso do solo; as variáveis Ca, K, H+Al e Al apresentaram padrões de associação semelhantes, independente do sistema de uso do solo; alguns gêneros de nematoides podem estar associados à ocorrência de outros; as variáveis silte, argila, condutividade elétrica e H+Al apresentaram maior número de associações entre os gêneros de nematoides, sugerindo potencial para avaliar a qualidade do solo.

Palavras-chave: agrossistemas, associação, atributos do solo, diversidade, Nematoides, status ambiental

NEMATOFAUNA EDAPHIC IN LAND USE SYSTEMS IN THE MICRORREGIÃO OF CHAPADINHA-MA

ABSTRACT – The edaphic nematofauna is a group of organism's inhabitants of the land belonging to the nematode phylum. The biological activity of soil organisms such as the nematode is of great importance for the maintenance of the quality and fertility of the soil. Soil management activities and vegetation contribute to change the biological activities, the physical and chemical characteristics of the soil and especially the structure and composition of nematode communities. The nematodes are present in a large number, are sensitive to various changes in soil conditions and the ease its extraction from the soil, have been used to assess the quality of the soil and agricultural systems. This study aimed to describe the trophic structure, diversity and composition of nematofauna in different land use systems and associate the edaphic nematofauna the chemical and physical properties in five land use systems (alley cropping, cultivation under slash and burn, native forest, soy cultivation and pasture farming) located in the micro-region of Chapadinha the state of Maranhão. Samples were collected between the months of October 2013 and June 2014 (corresponding to the dry and rainy seasons), and at three depths (0 – 0.1 m; 0.1 – 0.2 m and 0.2 – 0.3 m). The nematodes were extracted by centrifugal flotation method in sucrose solution and identified to genus level. The physical and chemical analyzes of soil were performed following usual methods. For all studied environments calculated up: abundance, richness and diversity indices. The effect of seasonality in nematofauna was analyzed using Mann-Whitney nonparametric test and the results regarding the association of physical and chemical variables with the genera of nematodes were analyzed by means of multivariate principal component analysis. In total, 60 genera were identified; they ranged between 10-46 environments. Identified nematodes, 39.39% are plant parasites, 24.59% bacteriophages, 16.39% omnivores and carnivores and fungivorous, 9.84% each. The rainy season had higher abundance of nematodes (68.7%) and lower diversity. The greater abundance of nematodes occurred in the alley cropping (28.52%) and native forest (26.17%). The values for the Diversity index of Shannon-Weiner (H'), Margalef richness (SR), of Pielou evenness (J') and dominance of Simpson (Ds), evaluated together, indicate greater diversity in forest environments native pasture and cultivation. The different land use conditions imposed by production systems induce changes in the food distribution, causing fluctuation in abundance, and benefiting bacteriophages. The results confirm the hypothesis that there is change in the composition and distribution of functional groups in the study sites. It was also concluded that nematodes are associated with the physical and chemical characteristics of the soil, however the associations vary according to the land use system; the variables Ca, K, H+Al and Al showed similar patterns of association, regardless of the land use system; some nematode genera may be associated with the occurrence of others; the variables silt, clay, electrical conductivity and H+Al showed greater number of associations between the genera of nematodes, suggesting potential to assess soil quality.

Keywords: agricultural systems, associations, soil attributes, diversity, Nematodes, environmental status

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1 Introdução

Os nematoides habitantes do solo compõem um grupo de invertebrados que são integrantes da microfauna edáfica. São um dos importantes grupos de organismos que estão presentes e são segundo Cares e Haung (2008) os organismos mais numerosos em relação à abundância e riqueza de espécies. Possuem diversos hábitos alimentares e apresentam diferentes papéis ecológicos no solo (YEATES et al., 1993). Estes juntamente com os demais organismos integrantes da fauna do solo, interagem entre si, com os demais componentes do ecossistema e desenvolvem atividades biológicas que são consideradas de grande importância para a manutenção da fertilidade e da qualidade de um solo.

Por outro lado, as atividades de manejo do solo e vegetação contribuem para alterar essas atividades biológicas, e também as características químicas e físicas do solo e principalmente a estrutura e composição das comunidades de nematoides. E, segundo Stirling, Moody e Stirling (2010) e Baquero et al. (2012) a alteração na comunidade de nematoides é observada quando comparado populações em ambientes de floresta nativa e áreas manejadas e cultivadas.

Os nematoides por se apresentarem em número elevado, por serem sensíveis as diferentes alterações nas condições do solo e serem facilmente extraídos do solo, têm sido utilizados para avaliar a qualidade do solo e de avaliar a qualidade do solo e dos agrossistemas (NEILSON, 2005; CARES, 2006). Entretanto, para envolver os nematoides em estudos de status ambiental, principalmente na qualidade do solo, é necessário conhecer sua abundância e diversidade, bem como, as associações existentes entre eles e as características físicas e químicas do solo (GOULAT, 2002; FRECKMAN; ETTEMA, 1993).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi descrever a estrutura trófica, a diversidade e a composição da nematofauna em diferentes sistemas de uso do solo e também associar a nematofauna edáfica a atributos químicos e físicos, analisando o comportamento das populações de nematoides em cinco sistemas de uso do solo (cultivo em aléias, cultivo sob corte e queima, mata nativa, cultivo de soja e cultivo

de pastagem) localizados na Microrregião de Chapadinha do estado do Maranhão. Tendo em vista a escassez de dados referentes à composição da nematofauna em agrossistemas da Microrregião de Chapadinha-MA, e dada à importância do conhecimento das comunidades de nematoides visando avaliação e manejo dos sistemas de uso do solo, é que se faz necessário a execução deste estudo, permitindo dessa forma, estudos posteriores para avaliação da qualidade do solo e dos agrossistemas.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Grupos tróficos de nematoides do solo

Os nematoides habitantes do solo compõem um grupo de invertebrados, pertencentes ao Reino Animália (Metazoa), sub-reino Eumetazoa, filo Nematoda, subfilo Pseucomata, divisão Bilaterata e são integrantes da microfauna edáfica (TIHOHOD, 1993). São os organismos de maior abundância e de maior riqueza de espécies no solo. Possuem diversos hábitos alimentares e apresentam diferentes papéis ecológicos no solo. Juntamente com os demais organismos integrantes da fauna do solo, interagem com os demais componentes do ecossistema e participam do estabelecimento de condições físicas e químicas singulares em cada ambiente (YEATES et al., 1993; CARES; HAUNG, 2008)

Os grupos tróficos ou funcionais são agrupamentos de indivíduos que apresentam características e/ou nichos semelhantes e foram criados com o objetivo de condensar informações e facilitar as interpretações, muitas vezes obscuras em longas listas de espécies (FIGUEIRA et al., 2011). Desse modo, Yeates et al. (1993), classifica os grupos tróficos dos nematoides, conforme o hábito alimentar (Ha), em cinco principais grupos: fitoparasitas (PI), bacteriófagos (Ba), micófagos (Fu), predadores (Ca) e onívoros (Om).

Os fitoparasitas, também chamados de fitófagos ou parasitos de plantas, se alimentam principalmente em raízes, os bacteriófagos e micófagos se alimentam de bactérias e fungos, respectivamente, e estão indiretamente envolvidos com a decomposição e mineralização dos nutrientes; os predadores se alimentam de nematoides de outros grupos funcionais e de outros invertebrados do solo, e os onívoros, por não ocupam uma posição separada na cadeia alimentar, estão conectados a esta por se alimentarem em mais de uma fonte (BONGERS, 1990; YEATES et al., 1993).

A existência de grupos funcionais, de acordo com hábito alimentar, e as estratégias reprodutivas permite o uso dos nematoides como indicadores de condição de uso do solo, pois, as alterações edafoclimáticas e antrópicas, podem

influenciar na distribuição de alimentos para esses grupos, modificando sua abundância e diversidade (RITZINGER et al., 2010).

1.2.2 O solo e a nematofauna edáfica

O solo é um recurso natural vital para o funcionamento do ecossistema terrestre. Seus principais componentes incluem minerais inorgânicos, como partículas de areia, silte e argila, formas estáveis de matéria orgânica derivadas da decomposição da biota do solo, organismos vivos como minhocas, insetos, bactérias, fungos, algas e nematoides de vida livre (DORAN; SARRANTONIO; LIEBIG, 1996). A qualidade do solo pode ser definida como a capacidade de funcionamento do solo dentro do ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais (DORAN; PARKIN, 1994).

Segundo Wall, Skene e Nielson (2002), a composição das comunidades de nematoides no solo é influenciada por fatores ambientais como vegetação hospedeira, classe de solo, estação climática, nível de umidade e teor de matéria orgânica, além da distribuição espacial.

Muitos autores citam que a umidade e a temperatura são fatores que influenciam a comunidade de nematoides do solo. Segundo Bakonyi e Nagy (2000), em ambientes com clima temperado, a nematofauna pode sofrer mudanças em poucas semanas quando submetidas à temperatura e umidade do solo. Segundo McSorley (2003), muitos nematoides podem sobreviver em condições ambientais extremas, tanto de temperatura quanto de umidade relativa no solo.

Cardoso (2010) avaliando a nematofauna edáfica, observou-se que em área com cultivo de cana-de-açúcar os gêneros *Pratylenchus* e *Helicotylenchus* foram os mais prevalentes, enquanto que na área de remanescente de floresta prevaleceram os nematoides onívoros seguidos dos bacteriófagos principalmente das famílias Dorylaimidae e Rhabditidae. O número total de nematoides não diferiu entre os ambientes.

Figueira, Berbara e Pimentel (2011) observaram que em diferentes sistemas de manejo: área de pasto, capoeira, figo (*Ficus* L.) com grama-batatais (*Paspalum*

notatum Flügge) e horta instalados no Sistema Integrado de produção Agroecológica (SIPA), os parasitas de plantas e bacteriófagos foram dominantes e a população de onívoros foi baixa.

Tomazine et al. (2008), observaram que em áreas naturais e com cultivos anuais e perenes houve prevalência de nematoides parasitas de plantas seguido de bacteriófagos.

Silva et al. (2008) estudando a fauna de fitonematoides em áreas preservadas e cultivadas da floresta amazônica do estado do Mato Grosso, identificaram quatorze espécies de fitonematoides, além de mais cinco táxons identificados até o nível de gênero: *Discocriconemella degrissei* De Grise & Loof, *D. limitanea*, *Dolichodorus minor* Cobb, *Helicotylenchus erythrinae* Zimmermann, *H. pseudorobustus* (Steiner) Golden, *Meloidogyne exigua* Goeldi, *M. javanica* (Treb) Chitwood, *Mesocriconema ornata* (Raski) Loof & de Grise, *Paratrichodorus minor* Colbran, *Pratylenchus loosi* Loof, *P. zae* Graham, *Xiphinema ensiculiferum* Cobb, *X. luci* Lamberti & Bleve Zacheo, *Atalodera* Wouts & Sher, *Hemicriconemoides* Chitwood & Birchfield., *Paratylenchus* Micoletzky, *Trophotylenchulus* Raski e *Meloidogyne* Chitwoodi. Esses táxons, principalmente os das áreas com vegetação primária avaliados, segundo os autores, pertencem a famílias com variados modos de parasitismo, provavelmente em função da grande diversidade vegetal do bioma amazônico.

Mattos (1999) e Mattos et al. (2006) procurando caracterizar e comparar as comunidades de nematoides em quatro tipos de vegetação nativa (cerrado, cerradão, mata e campo) e quatro tipos de cultivo agrícola: café (*Coffea* L.), eucalipto (*Eucalyptus* L.), milho (*Zea mays* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.), observaram que a diversidade decresceu no sentido de: Cerrado, cerradão, mata, campo, eucalipto, café, milho a tomate. Também verificaram que o índice de maturidade ecológico decresceu no sentido de: campo, cerradão, cerrado, mata, eucalipto, café, milho a tomate. Esses autores concluíram ainda que existe prevalência de bacteriófagos nas áreas cultivadas e que os onívoros são minoria em todos os sistemas avaliados.

Gourlart e Ferraz (2003), estudando populações de nematoides, fizeram a comparação da diversidade trófica de uma área de vegetação nativa de cerrado com

duas áreas de cultivo estabelecidas em uma área originalmente de cerrado. A primeira cultivada com goiabeira (*Psidium guajava* L.) e a outra cultivada com milho (*Zea mays* L.). Os autores observaram que a retirada da vegetação nativa de cerrado e a implantação dos cultivos de goiabeira e milho influenciaram as comunidades de nematoides, resultando em menor diversidade.

1.2.3 Mensuração ecológica de comunidades de nematoides

A abundância e a riqueza dos táxons em uma comunidade de nematoides são índices ecológicos que, ao lado de vários outros, são usados para mensurar mudanças nas 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 (TOMAZINI, 2008).

Estudos sobre diversidade em comunidades de nematoides são normalmente desenvolvidos a partir de dados qualitativos, baseados nas identificações taxonômicas das espécies (dados qualitativos) que fornecem informações sobre o número de indivíduos de cada táxon, ou seja, a abundância (dados quantitativos) (GOULART, 2002). Dados da abundância relativa dos nematoides 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).

De acordo com Neilson (2005) o entendimento, a interpretação e o esclarecimento de fatos ligados à complexa estrutura das comunidades de nematoides tem constituído, especialmente ao longo das três últimas décadas, constantes desafios aos estudiosos da ecologia dos nematoides.

Análises para determinar o efeito de práticas de manejo na estrutura e função da comunidade de nematoides são geralmente baseadas em número de espécies, gêneros ou abundância do grupo trófico, biomassa e também por índices de diversidade, como os índices de Shannon-Weiner (SHANNON; WEAVER, 1949); e o Índice de Simpson (PIELOU, 1977). Esses índices são aplicados em outras áreas científicas e são derivados da teoria da informação. Cada um desses índices apresenta suas peculiaridades. O índice de Shannon-Weiner atribui pesos iguais aos

táxons independentemente de suas abundâncias, enquanto que o índice de Simpson atribui maiores pesos aos táxons mais abundantes. Índices ecológicos adicionais têm sido propostos considerando a comunidade de nematoides como um indicador em ecossistemas aquáticos e terrestres, como por exemplo o índice de maturidade (IM) e o índice de parasitas de plantas (IPP) (BONGERS, 1990; BONGERS et al., 1997). Esses índices oferecem informações complementares que quando usados em combinação revelam informações descritivas e quantitativas da comunidade de nematoide do solo e as condições dos sistemas naturais e/ou agrícolas.

Segundo Ritzinger, Fancelli e Ritzinger (2010) os índices que avaliam as comunidades de nematoides de vida livre no solo como taxa de ocorrência, abundância e diversidade, são essenciais para detectar impactos sobre diferentes tipos de manejo dos solos, bem como distúrbios que eles sofrem.

1.2.4 Importância dos nematoides nos processos ecológicos do solo

As funções ecológicas dos nematoides no solo incluem a decomposição de matéria orgânica, mineralização de nutrientes, degradação de toxinas e regulação de microrganismos (BONGERS; FERRIS, 1999).

As espécies da comunidade microbiana do solo respondem de modo distinto a eventos, como adição de matéria orgânica, revolvimento, cobertura do solo com palhada, compactação e aplicação de insumos, que estressam ou estimulam os microrganismos. Deste modo, a capacidade produtiva de um solo não depende unicamente de suas características físicas e químicas, mas também da interação entre diversos fatores no sistema solo-planta-microbiota (NEVES, 2007; BEZERRA, 2010).

Cada vez mais são observados que a biodiversidade e a atividade biológica estão estreitamente e diretamente relacionadas a funções e características essenciais para a manutenção da capacidade produtiva dos solos. Os microrganismos como importantes componentes, decompõem a matéria orgânica, liberam nutrientes em formas disponíveis às plantas e degradam substâncias tóxicas

(KENNEDY; DORAN, 2002). Neste sentido pode-se afirmar que estes exercem grau de importância elevada para o desenvolvimento do solo.

As comunidades de nematoides existentes podem interagir direta ou indiretamente nos agroecossistemas, seja atuando como fitopatógenos afetando as culturas agrícolas, ou como consumidoras da microflora, regulando-as e trazendo consequências, sobretudo a alteração na liberação dos nutrientes disponíveis para as plantas. As interações das comunidades bióticas realizadas no solo apresentam um importante papel na produção e manutenção da sua qualidade.

Segundo Bending et al. (2004), todos os microrganismos habitantes do solo compõem a comunidade microbiana que, junto a processos biológicos, têm sido investigados como indicadores da sustentabilidade da produção agrícola e da qualidade do solo. Neher (2001) cita que devido as suas características tais como abundância, diversidade taxonômica e trófica, entre outras, os nematoides apresentam grande potencial para serem utilizados como ótimos indicadores de alterações ambientais, qualidade do solo e sustentabilidade, razões pelas quais se faz necessário conhecer as populações dos nematoides presentes nos diferentes agrossistemas para auxiliar em estudos de avaliação destas populações. Segundo Bongers e Bongers (1998), a avaliação biológica da qualidade e funcionalidade do solo pode ser realizada por meio da estrutura das comunidades de nematoides, pois estas comunidades ocorrem em qualquer lugar onde haja decomposição, além disso, a morfologia reflete seu hábito alimentar, são facilmente isolados do substrato e a identificação de gêneros é relativamente simples.

Segundo Coleman et al. (1991), os nematoides bacteriófagos podem reduzir significativamente as populações de bactérias e incrementar a mineralização, melhorando de maneira indireta as produtividades nos ecossistemas, regulando o total de nitrogênio inorgânico disponível às plantas. Uma população elevada de bacteriófagos, particularmente da família Rhabditidae, pode indicar alta atividade bacteriana, estando relacionados ao nitrogênio (N) mineralizável do solo (FRECKMAN; CASWELL, 1985). Ao se alimentar-se da biomassa microbiana com baixa relação C/N, estes nematoides contribuem para aumentar o N disponível à planta, melhorando o crescimento da mesma (MATTOS et al., 2011).

1.2.5 Indicadores biológicos de qualidade do solo e de agrossistemas

Os indicadores ambientais são variáveis biológicas, ecológicas, espécies, ou populações que ao darem respostas às mudanças em um gradiente físico-químico, mostram um grau de tolerância, ou então, entram em condições de resistência, stress ou morte (GIRARDIN; BOCKSTALLER; VAN DER WELF, 1999).

Segundo Baretta et al. (2011), indicadores ambientais são atributos passíveis de mensuração e devem ser vistos como uma importante ferramenta para avaliar variáveis e componentes de um ecossistema e assinalar mudanças ocorridas no ambiente em questão. Esses apresentam atualmente ampla utilização na ecologia e na análise de impactos ambientais. As diferentes formas de aplicabilidade e métodos de análise por diversos autores têm o objetivo de buscar informações e comunicações sobre status ambientais.

Segundo a Soil Science Society of America (1995), a qualidade do solo está relacionada com a capacidade que este tem em desempenhar funções que interfiram na produtividade das plantas, dos animais e do ambiente. Esta pode ser alterada com o passar do tempo em função de eventos naturais e/ ou uso humano (ações antrópicas).

A avaliação da qualidade do solo é feita por indicadores que devem integrar as suas propriedades, físicas, químicas e biológicas (DORAN; PARKIN, 1994). A capacidade de troca catiônicas, matéria orgânica do solo, densidade do solo, retenção de água, porosidade, condutividade elétrica, pH do solo, temperatura, produtividade e os atributos químicos (Teores de Al, Ca, Mg, K e P) são atributos muito utilizados em associações e/ou correlações para avaliar a comunidade de nematoides do solo visando medir qualidade de solo e status ambiental (LARSON; PIERCE, 1991; DORAN et al., 1996; WALL; SKENE; NEILSON, 2002; RAMOS et al., 2010; DEBIASI et al., 2011).

Para Liebing e Doran (1999), citado por Lima et al. (2007), os indicadores escolhidos devem ser utilizados em áreas distintas, independentemente da diversidade de situações que prevaleçam. Contudo, esses indicadores devem ser de fácil quantificação e interpretação de seus efeitos, viabilizando a aplicação por agricultores e técnicos no campo.

Segundo Ramos et al. (2010), a preocupação com a integridade do meio ambiente é estimulada através da identificação de parâmetros que avaliam precocemente e de modo eficaz as alterações ambientais, indicando o nível de qualidade do solo.

Qualquer mudança ambiental ou perturbação que afete a composição ou a fisiologia das plantas, tais como: textura, alterações químicas e fatores climáticos (umidade e temperatura) no solo, podem alterar a diversidade de espécies em grupos funcionais (WALL; VIRGINIA, 1999).

Segundo Vandewalle et al. (2010), a combinação de diferentes indicadores, incluindo medidas de características funcionais, como os grupos funcionais dominantes na comunidade, podem melhor determinar as mudanças na estrutura da comunidade que tem, potencialmente, consequências importantes na função destes ecossistemas.

Em agrossistemas de produção as mudanças na diversidade de nematoides principalmente os parasitas de plantas tem recebido maior atenção devido aos impactos econômicos causados (FERRIZ et al., 1999). Por outro lado, as comunidades de nematoides possuem vários atributos que os tornam úteis como indicadores ecológicos (MONDINHO et al., 2009). Estudos realizados vêm mostrando que as comunidades de nematoides presentes no solo aumentam ou diminuem conforme as alterações decorrentes dos diversificados tipos de manejo utilizado, o que afeta diretamente a quantidade e diversidade das espécies existentes. Sendo assim, o estudo da diversidade de nematoides pode ser utilizado para avaliar a qualidade ou sanidade do solo, bem como utilizá-los como bioindicadores na avaliação dos impactos de atividades humanas que causam alterações ambientais e avaliação da sustentabilidade produtiva (GOULART et al., 2008).

1.2.6 Associação da nematofauna edáfica com atributos químicos e físicos do solo

Os processos físicos e químicos no solo são fundamentais para o desenvolvimento das plantas e funcionamento dos ecossistemas terrestres, uma vez

que membros de todos os níveis tróficos nos ecossistemas dependem do solo como fonte de nutrientes na disponibilidade e reciclagem de elementos chaves para a decomposição de resíduos orgânicos (SINABAUGH; CARREIRO; ALVAREZ, 2002).

Segundo Sweenwy, Kirkman e Sisson (2006) e citado por Rodrigues (2010), as propriedades físicas do solo como textura, estrutura, porosidade, consistência, temperatura e cor são fatores dominantes que afetam o uso de um solo. A grande importância das propriedades físicas é o fato delas determinarem a disponibilidade de água, oxigênio e calor no solo. Assim, diferentes solos apresentam diferentes composições volumétricas dos constituintes, e a composição de um solo pode variar com a profundidade, teor de matéria orgânica, e teor de argila presente.

Segundo Tihohod (1993), solos muito argilosos dificultam a movimentação dos nematoides e encharcam facilmente. Já os solos arenosos são mais bem drenados, porém, provocam grandes oscilações no teor médio de umidade. Em resumo, solos secos ou saturados de água são sempre desfavoráveis à sobrevivência da maioria dos nematoides.

Variações na composição química da solução do solo, causadas por aplicações de produtos químicos, pelo teor de matéria orgânica no solo, pela presença de outros microrganismos, pelos exsudatos radiculares, são outros fatores que afetam as comunidades de nematoides do solo (TIHOHOD, 1993).

Segundo Rodrigues (2010), a estrutura do solo é um fator importante para a sobrevivência dos nematoides. Solos com poros maiores podem permitir aumento de inimigos naturais, e, conseqüentemente, diminuição da comunidade de nematoides (OKA, 2010).

Hassink et al. (1993), trabalhando com as relações entre espaços porosos habitável da biota do solo e as taxas de mineralização em solos com pastagem, encontraram maior número de nematoides parasitas de plantas e vida livre em solos com diâmetros de partículas de 50 a 200 μm .

Segundo Figueira (2008), estudando a relação entre a composição de gêneros de nematoides, grupo trófico e variáveis ambientais em diferentes sistemas de manejo do solo (mata nativa do cerrado, soja conservacionista, soja convencional, soja plantio direto, pastagem consorciada com leguminosa) em Campo Grande-MS, observaram diferenças nas comunidades de nematoides entre

inverno e verão e entre os sistemas de manejo. Ele também demonstrou que as variáveis ambientais (umidade do solo, C orgânico, Mg, K, pH, Fração Leve Livre, Fração intra-agregado e P) desempenham papéis essenciais na definição da estrutura da comunidade de nematoide do solo.

Segundo McSorley (1998), os nematoides são geralmente tolerantes a diferentes faixas de pH. O processo de decomposição da matéria orgânica, e a própria matéria orgânica em si, está relacionado com a alteração do pH, além de também promover alterações das propriedades físicas do solo e por consequência o comportamento dos nematoides, principalmente a movimentação e a sobrevivência. Muitos estudos indicaram que a matéria orgânica desempenha importante papel supressivo sob os nematoides habitantes do solo, quer fitoparasitas ou de vida livre (MATTOS et al., 2011).

Mattos et al. (2011) em trabalho relacionando a nematofauna a atributos químicos de solos fertirrigados com vinhaça, verificou que em áreas de tabuleiro, o fósforo, o cálcio e a saturação de bases se correlacionaram positivamente com os fitoparasitas e com o número total de nematoides, enquanto que na área de encosta, ocorreu correlação negativa entre magnésio e fitoparasitas. Também observaram que a maioria dos taxa encontrados se mostraram sensíveis às variações nos níveis dos micronutrientes (Fe, Cu, Zn e Mn) no solo, embora as reduções nas densidades populacionais dos nematoides se apresentassem mais fortemente correlacionadas com os aumentos nos níveis de carbono e matéria orgânica promovidos pela adição da vinhaça.

Segundo Coleman et al. (1991), os nematoides bacteriófagos podem reduzir significativamente as populações de bactérias e incrementar a mineralização da matéria orgânica, melhorando de maneira indireta a produtividades dos ecossistemas, regulando o total de nitrogênio inorgânico disponível às plantas. Uma população elevada de bacteriófagos, particularmente da família Rhabditidae, pode indicar alta atividade bacteriana, estando relacionados ao nitrogênio mineralizável do solo (FRECKMAN; CASWELL, 1985). Ao se alimentar da biomassa microbiana com baixa relação C/N, estes nematoides contribuem para aumentar o N disponível à planta, melhorando o crescimento da mesma (MATTOS et al., 2011).

Mattos et al. (2011) encontrou correlação negativa entre o teor da matéria orgânica e nematoides de vida livre, fitoparasitas e número total de nematoides, nas áreas de tabuleiros e de encostas. A natureza do resíduo orgânico e as propriedades do solo são fatores-chaves que podem influenciar a população de nematoides (AKHTAR; MALIK, 2000).

O efeito da matéria orgânica na redução da população dos nematoides do solo, de acordo com vários autores, parece ser de forma indireta, através da proliferação de inimigos naturais e da atividade e biodiversidade dos nematoides nos ecossistemas (ALBUQUERQUE et al., 2002). Nazareno, Junqueira e Peixoto (2010) trabalhando com o efeito da matéria orgânica na reprodução de nematoides de galha em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. verônica, observaram que o uso de esterco bovino proporcionou menores valores do Fator de reprodução, indicando que o esterco bovino apresenta capacidade de supressão das espécies e raças avaliadas.

Ramos et al. (2010), estudando relações entre a nematofauna e atributos físicos-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar concluiu que o aumento nos teores de argila favorece incrementos populacionais de *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, Aphelenchidae e Mononchidae; aumentos nos teores de C, Mg e K favorecem incrementos populacionais de *Helicotylenchus*; espécimes do gênero *Trichodorus* e das famílias Mononchidae e Aphelenchidae são tolerantes a aumentos na saturação de alumínio.

Vicente (2011) observou em área de cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum* L.) que as relações dos componentes da nematofauna com as frações granulométricas, densidade do solo e densidade de partículas, variaram de acordo com o gênero de nematoide envolvido. A matéria orgânica e a atividade heterotrófica da biomassa do solo influenciam diretamente a densidade populacional da comunidade de nematoide.

De acordo com Melloni et al. (2008) um dos atributos do solo mais importantes para avaliar a qualidade do solo é a estrutura do solo, que reflete a distribuição de poros por tamanho, a estabilidade do solo e como o uso afeta o fluxo de água, por conseguinte afeta o potencial de erosão, o comportamento da fauna microbiana e a dinâmica da matéria orgânica.

1.2.7 Sazonalidade, distribuição espacial e horizontal de nematoides

A distribuição vertical de nematoides pode mudar com o tempo, devido a diferentes aspectos da dinâmica da população, da redistribuição ativa e passiva e disseminação dos microrganismos no solo (MARANHÃO, 2008).

A distribuição espacial e horizontal é bastante desuniforme, ocorrendo principalmente em agregados presentes no solo. Esta pode manifestar-se através de sintomas em reboleiras ou manchas no campo. A distribuição horizontal de nematoides é afetada pela presença de raízes, umidade, classe de solo e outros fatores físicos e biológicos, incluindo o movimento de animais, enxurradas, máquinas e implementos (BARKER, 1985; FREITAS; NEVES; OLIVEIRA, 2007).

Segundo Barker (1985), a distribuição vertical de nematoides é muito variável, dependendo da cultura, espécie de nematoides e classe de solo. As flutuações sazonais ou padrões de distribuição temporal variam de acordo com a cultura, espécie de nematoide e condições edafoclimáticas.

Em agroecossistemas, segundo Norton e Niblack (1991), os nematoides são encontrados majoritariamente na faixa de 15 a 20 cm abaixo da superfície do solo, porém, Barker (1985) cita que a distribuição vertical de nematoides em solos é bastante variável. Miranda (2009) e Rodrigues (2010), afirmam que as densidades populacionais de nematoides em solos de tabuleiros diminuem com a profundidade, e as maiores densidades foram encontradas nas profundidades de 0 a 20 cm. Segundo Caixeta et al. (2011) maiores variações populacionais de nematoides ocorrem com a profundidade, e as mais habitadas são as profundidades de 10 a 20 cm. A densidade do solo foi o atributo que mais influenciou a distribuição vertical dos nematoides.

Segundo Been e Schomaker (2006) o efeito da distribuição vertical de nematoides no solo é influenciada pela distribuição do sistema radicular das plantas, da temperatura, da microbiota e das propriedades físicas e químicas do solo.

Segundo Rodrigues et al. (2011), a elevação da umidade do solo, decorrente da alta precipitação afetou negativamente os níveis populacionais dos endoparasitos nas raízes, e dos gêneros *Pratylenchus* e *Criconemella* e das famílias Dorymimidae

e Mononchidae, no solo. E a frequência dos nematoides diminuíram com a profundidade.

1.3 Referências

AKHTAR, M.; MALIK, A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 35-47, 2000.

ALBUQUERQUE, P. H. S.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Relações nematóides-hospedeiros em solo infestado por *Meloidogyne* spp. e tratado com torta de filtro e vinhaça. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 27-34, 2002.

BAKONYI, G.; NAGY, P. Temperature and moisture-induced changes in the structure of the nematode fauna of a semiarid grassland-patterns and mechanisms. **Global Change Biology**, Oxford, v. 6, n. 6, p. 697-707, 2000.

BAQUERO, J. E.; RALISCH, R.; MEDINA, C. C.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M. F. Soil physical properties sand sugarcane root growth in Red Oxissol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 63-70, 2012.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. p. 141-192.

BARKER, K. R. Sampling nematode communities. In: BARKER, K. R.; CARTER, C. C.; SASSER, J. N. (Ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne**: II. Methodology. Raleigh: North Carolina State University/USAID, 1985. p. 3-17.

BEEN, T. H.; SCHOMAKER, C. H. Distribution patterns and sampling. In: PERRY R. N.; MOENS, M. (Ed.). **Plant Nematology**. Wallingford: CAB International Wallingford CT, 2006. p. 302-326.

BENDING, G. D.; TURNER, M. K.; RAYNS, F.; MARX, M-C.; WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regime. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 36, n. 11, p. 1785-1792, 2004.

BEZERRA, R. G. D.; SANTOS, T. M. C.; ALBUQUERQUE, L. S.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. S. Atividade microbiana em solo cultivado com cana-de-açúcar submetido a doses de fósforo. **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 4, p. 64-69, 2008.

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**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 239-251, 1998.

BONGERS, T.; FERRIS, H. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology & Evolution**, Oxford, v. 4, n. 6, p. 224-228, 1999.

BONGERS, T.; VAN DER MEULEN, H.; KORTHELS, G. Inverse relationship between the nematode maturity index and plant-parasite index enriched nutrient conditions. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, n. 2, p. 195-199, 1997.

CAIXETA, L. B.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; BARROS, P. A.; ROLIM, M. M. Variações no solo e nematofauna após o corte da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça. **Nematropica**, Auburn, v. 41, n. 2, p. 271-280, 2011.

CARDOSO, M. O. **Relações entre a nematofauna e o grau de compactação do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar e em remanescente de Floresta Atlântica**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

CARES, J. E. Nematoides como indicadores ambientais de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campos dos Goytacazes: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2006. p.14-16.

CARES, J. E.; HUANG, SP. Comunidade de nematoides de solo sob diferentes sistemas na Amazônia e Cerrados brasileiros. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas**. Lavras: UFLA, 2008. p. 409-444.

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

DEBIASI, H, MORAES, M. T. FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; GOULART, A. M. C.; RIBAS, L. N. Atributos químicos de solo relacionados à população e danos do nematoide das lesões radiculares em soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DE REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Embrapa Soja, 2011. p. 310-312.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; CELEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality form sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M. LIEBIG, M. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. L. (Org.). **Advances in Agronomy**. San Diego: Academic Press, 1996. p. 1-54.

FERRIZ, H.; BONGERS, T.; GOEDE, R. G. M. Nematodes faunal indicators of soil food web condition. **Journal of Nematology**, Marceline, v. 31, n. 2, p. 534-535, 1999.

FIGUEIRA, A. F. **Nematoides como indicadores de qualidade do solo em Agrossistemas de cerrado do estado do Mato Grosso do Sul**. 2008. 78 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

FIGUEIRA, A. F.; BERBARA, R. L. L.; PIMENTEL, J. P. Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 223-229, 2011.

FRECKMAN, D. W.; CASWELL, E. P. The ecology of nematodes in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, n. 1, p. 275-296, 1985.

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

FREITAS, L. G.; NEVES, W.S.; OLIVEIRA, R. D. L. Métodos em nematologia vegetal. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. Viçosa: UFV, 2007. p. 253-291.

GITARDIN, P.; BOOCKSTALLER, C.; VAN DER WELF, H. M. G. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, New York, v. 13, n. 4, p. 5-12, 1999.

GOULART, A. M. C. **Diversidade de nematoides em áreas de vegetação nativa e cultivada em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 150 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agronomia “Luíz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

GOULART, A. M. C.; MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; SANTOS JUNIOR, J. DE D. G.; CAROLINO DE SÁ, M. A. Diversidade de nematoides em um latossolo vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária no cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO E SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANA TROPICAIS, 9., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2008. 1 CD-ROM.

HASSINK, J.; BOUWMAN, L. A.; ZWART, K. B.; BRUSSAARD, L. Relationships between habitable pore space, soil biota and mineralization rates in grassland soil. **Soil Viology & Biochemitry**, Marrickville, v. 25, n. 1, p. 47-55, 1993.

KENNEDY, A.; DORAN, J. Sustainable agriculture: role of microorganisms In: BITTON, G. (Org.). **Encyclopedia of environmental microbiology**. New York: John Wiley & Sons, 2002. p. 3116-3126.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: CHIANG R. **Evaluation for sustainable land management in the developing world**: proceedings of the International Workshop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World, Thailand: FAO, 1991. p. 15-21.

LIEBING, M. A.; DORAN, J. W. Impact of organic production practices on soil quality indicators. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 28, n. 5, p. 1601-1609, 1999.

LIMA, H. V. D.; OLIVEIRA, T. S. D.; OLIVEIRA, M. M. D.; MENDONÇA, E. D. S.; LIMA, P. J. B. F. Indicadores de qualidade do solo em sistema de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1085-1098, 2007.

MARANHÃO, S. R. V. L. **Comunidade populacional e variabilidade espacial de nematoides em áreas de cultivo de cana-de-açúcar sob diferentes condições edafoclimáticas**. 2008. 110 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MATTOS, D. S. S.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; RODRIGUES, C. V. M. A.; BARBOSA, N. M. R. Relações entre a nematofauna e atributos químicos de solo com vinhaça. **Nematropica**, Auburn, v. 41, n. 1, p. 23-38, 2011.

MATTOS, J. K. A. **Caracterização das comunidades de nematoides em oito sistemas de uso da terra nos cerrados do Brasil Central**. Brasília. 1999. 113 f. 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 nematoides 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.

McSORLEY, R. Adaptations of nematodes to environmental extremes. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 2, p. 138-142, 2003.

McSORLEY, R. Population dynamics. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Ed.). **Plant parasitic nematode interactions**. Madison: American Society of Agronomy, 1998. p. 109-134.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N. Indicadores da qualidade do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 244, p. 17-29, 2008.

MIRANDA, T. L. **Relações entre atributos físicos e biológicos do solo após operação de colheita e aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar**. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MONDINHO E. A.; TAVARES, O. C. H.; EBELING, A. G.; FIGUEIRA, A. F.; QUINTERO, E. I.; BERBARA, R. L. L. Avaliação das comunidades de nematoides do solo em agrossistemas orgânicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 509-515, 2009.

NAZARENO, G. G.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R. Efeito da matéria orgânica na multiplicação de nematoide das galhas em alface sob cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 525-530, 2010.

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

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

NEVES, A. A. O. **Eficiência e diversidade de bactérias simbióticas fixadoras de nitrogênio isoladas de solos sob floresta secundária e pastagem na Amazônia Ocidental**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

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

OKA, Y. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 101-115, 2010.

PIELOU, P. C. **Mathematical ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 159 p.

RAMOS, Y. S.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; MIRANDA, T. L. Relações entre a nematofauna e atributos físicos-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 570-578, 2010.

RITZINGER, C. H.; FANCELLI, S. P.; RITZINGER, M. R. Nematoides: Bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1289-1296, Dezembro 2010.

RODRIGUES, C. V. M. **Distribuição vertical da nematofauna associada ao cultivo da cana-de-açúcar em área de várzea**. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2010.

RODRIGUES, C. V. M.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, A. K. S.; LEITÃO, D. A. H. S.; BARBOSA, N. M. R.; OLIVEIRA, N. J. V. Distribuição vertical da nematofauna associada à cana-de-açúcar. **Nematropica**, Auburn, v. 41, n. 1, p. 5-11, 2011.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of information**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 144 p.

SILVA, A. L. G.; SANTOS, R. R.; NUNES, J. L. S.; MARTINS, F. C. Conservação da Reserva do Itamacaoca em Chapadinha, Maranhão. In: SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. D. A. (Ed.). **Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo pés na região**. São Luis: EDUFMA, 2008. p. 109-116.

SINABAUGH, R. L.; CARREIRO, M. M.; ALVAREZ, S. Enzymes and microbial dynamics of litter decomposition. In: BURNS, R. G.; DICK, R. P. (Ed.). **Enzymes in the environment – Activity, ecology and applications**. New York: CRC Press, 2002. p. 249-266.

STIRLING, G. R.; MOODY, P. W.; STIRLING, A. M. The impact of an improved sugarcane farming system on chemical, biochemical and biological properties associated with soil health. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 46, n. 3, p. 470-477, 2010.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Statement on soil quality**. Madison: Agronomy News, 1995. 200 p.

SWEENEY, D. W.; KIRKHAM, M. B.; SISSON, J. B. Crop and soil response to wheeltrack compaction of claypan soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 3, p. 637-643, 2006.

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

TOMAZINE, M. D.; FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Estrutura trófica e índice de maturidade de comunidade de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de uso agrícola. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 220-230, 2008.

TOMAZINI, M. D.; FERRAZ, L. C. C. B.; MONTEIRO, A. R. Abundância e diversidade de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de uso agrícola. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 185-193, 2008.

VANDEWALLE, M., DE BELLO, F., BERG, M. P., BOLGER, T., DOLEDEC, S., DUBS, F.; WOODCOCK, B. A. Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 19, n. 10, p. 2921-2947, 2010.

VICENTE, T. F. S. **Estabilidade de agregados em relações de atributos do solo com a nematofauna em áreas de cultivo de cana-de-açúcar**. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

WALL, D. H.; VIRGINIA, R. A. Controls on soil biodiversity: insights from extreme environments. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 137-150, 1999.

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, n. 4, p. 293-301, 2002.

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**, Marceline, v. 25, n. 3, p. 315-327, 1993.

CAPÍTULO 2 – Diversidade e estrutura trófica da nematofauna edáfica em diferentes sistemas de uso do solo no Nordeste do Maranhão

RESUMO – Neste estudo objetivou-se descrever a estrutura trófica, diversidade e composição da nematofauna em diferentes sistemas de uso do solo. Nos ambientes de cultivo em corte e queima, cultivo em aléias, de soja, de pastagem e mata nativa, localizados na Microrregião de Chapadinha, nordeste do estado do Maranhão, foram coletadas amostras de solo no período seco e chuvoso, em três profundidades. A extração de nematoides foi realizada pela flotação centrífuga em solução de sacarose. Para todos os ambientes estudados calculou-se: abundância, riqueza e Índices de diversidade. No total, 60 gêneros foram identificados, estes variaram de 10 a 46 entre os ambientes. Dos nematoides identificados, 39,39% são parasitas de plantas, 24,59% bacteriófagos, 16,39% onívoros, carnívoros e fungívoros, 9,84%, cada. O período chuvoso proporcionou maior abundância de nematoides (68,7%), porém, com redução dos indicadores de diversidade. Maior abundância de nematoides ocorreu no cultivo em aléias (28,52%) e mata nativa (26,17%). Os valores dos Índices Shannon-Weiner (H'), Riqueza de Margalef (SR), Equabilidade de Pielou (J') e Dominância de Simpson (D_s), avaliados conjuntamente, indicam maior diversidade nos ambientes mata nativa e cultivo de pastagem. Os diferentes sistemas de uso do solo impostas pelos sistemas de produção induzem alteração na estrutura trófica, provocando oscilação na abundância e beneficiando os bacteriófagos. Os resultados confirmam a hipótese de que, há alteração na composição e distribuição dos grupos funcionais nos ambientes estudados.

Palavras-chave: nematoide do solo, comunidade, agrossistemas, sazonalidade, cerrado.

Diversity and trophic structure of soil nematofauna in different land use systems in northeastern Maranhão

ABSTRACT – This study aimed to describe trophic structure, diversity and composition of nematofauna in different land use systems. In cultivation environments in slash and burn, alley cropping, soybean, pasture and native Forest, located in the micro-region of Chapadinha, northeastern state of Maranhão, soil samples were collected in dry and rainy season in three depths. The nematode extraction was performed by centrifugal flotation into sucrose solution. For all studied environments calculated up: abundance, wealth and diversity Indices. In total, 60 genera were identified, the ranged between 10-46 environments. Identified nematodes, 39.39% are plant parasites, 24.56% bacteriophages, 16.39% omnivores, carnivores and fungivorous, 9.84% each. The rainy season provided greater abundance of nematodes (68.7%), but with reduced indicators of diversity. Greater abundance of nematodes occurred in the alley cropping (28.52%) and native forest (26.17%). The values of Shannon-Weiner Index (H'), Margalef Wealth (SR), Pielou evenness (J') and Dominance of Simpson (D_s), evaluated together, indicate greater diversity in environments native forest and grassland cultivation. The different land use systems induce changes in the trophic structure, causing fluctuation in abundance and benefiting bacteriophages. The results confirm the hypothesis that there is change in the composition and distribution of functional groups in the study sites.

Key words: soil nematodes, community, agrosystems, seasonality, cerrado.

2.1 Introdução

Os nematoides do solo são organismos invertebrados, geralmente microscópicos e pertencentes à microfauna edáfica. Constituem um grupo abundante e diversificado (CARES & HUANG, 2008) e apresenta na sua maioria diâmetro inferior a 0,2 mm. Esses nematoides, juntamente com outros organismos, exercem funções ecológicas importantes e estão presentes nos agroecossistemas em diferentes níveis abundância, diversidade e riqueza de espécies.

Segundo BROWN & SAUTTER (2009), a diversidade biológica do solo exerce significativa interação com a manutenção da sua capacidade produtiva, sendo de grande importância para a decomposição e mineralização de resíduos orgânicos, favorecendo a disponibilidade de nutrientes (principalmente o N) às plantas e até mesmo para outros indivíduos. No solo, os nematoides estão relacionados com o fluxo de energia, ciclagem e mobilização de nutrientes, portanto estão diretamente relacionados com a regulação da fertilidade (FERRIS, VENETTE & SCOW, 2004).

A facilidade na identificação do grupo funcional, a grande abundância no solo, a larga distribuição nos diferentes ambientes (CARES, 2006), e a habilidade dos nematoides em refletir mudanças ocorridas no manejo e na cobertura do solo, os nematoides têm sido utilizados para monitorar as condições de alterações ecológicas do solo (RAMOS *et al.*, 2010). Estas características têm qualificado os nematoides como indicadores ecológicos de qualidade do solo.

Segundo FIGUEIRA, BERBARA & PIMENTEL (2011), os nematoides de vida livre possuem representantes na maioria dos níveis tróficos no solo, e são potencialmente indicadores para ampla variedade de propriedades do solo. Segundo RAMOS *et al.* (2010) e Debiasi *et al.* (2011), a capacidade de troca catiônicas, a matéria orgânica do solo, a densidade do solo, retenção de água, porosidade, condutividade elétrica, pH do solo, temperatura, produtividade e os atributos químicos (Teores de Al, Ca, Mg, K e P) são atributos muito utilizados em associações e/ou correlações para avaliar a comunidade de nematoides do solo visando medir qualidade de solo e dos agrossistemas.

Os nematoides também estão relacionados com perdas na produtividade em diversas culturas. Os parasitas de plantas, por exemplo, na presença de culturas

susceptíveis podem causar sérios danos às plantas, e conseqüentemente redução e/ou perda na produção, podendo inviabilizar uma área para o cultivo de uma determinada cultura por um período.

O solo é um recurso natural, dinâmico e complexo que habitam uma diversidade elevada de organismos os quais interagem entre si e com a biota do solo. Segundo DORAN, SARRANTONIO & LIEBIG (1996) o solo é composto por minerais, partículas de areia, silte e argila, formas estáveis da matéria orgânica derivada da decomposição pela biota do solo, a própria biota, os gases e a água.

A qualidade e sanidade dos solos são de fundamental importância para a manutenção das atividades agropecuárias, as quais permitem a frequência do fornecimento de gêneros alimentícios para a humanidade. Muitos são os meios para avaliar as condições de qualidade do solo, principalmente na determinação da fertilidade do solo visando manejo de adubação.

As condições de manejo do solo podem ser monitoradas pelo estudo dos nematoides do solo. Diversos trabalhos têm sido realizados, utilizando os nematoides para avaliar possíveis alterações na qualidade e característica do solo, na estabilidade de habitats e na avaliação de impactos de atividades humanas que causam alterações ambientais (GOULART *et al.*, 2008; RITZINGER, FANCELLI & RITZINGER, 2010; ROCHA *et al.*, 2011; RODRIGUES, 2011). Segundo WALL, SKENE & NEILSON (2002), a composição e distribuição das comunidades são influenciadas por fatores ambientais, tais como: vegetação hospedeira, tipo de solo, estação climática, nível de umidade e teor de matéria orgânica.

MONDINHO *et al.* (2009) e MONDINHO (2010) avaliando diferentes índices ecológicos em comunidade de nematoides do solo de sistemas agrícolas constataram a existência de diferentes grupos tróficos de nematoides, a sensibilidade desses organismos ao manejo, além da possibilidade desses organismos serem usados como indicadores de qualidade do solo nos sistemas de cultivo.

O conhecimento da nematofauna habitante do solo *in situ* constitui uma ferramenta importante na avaliação das condições ambientais, visando o manejo adequado em diferentes sistemas agrícolas. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo descrever a diversidade, estrutura trófica e composição das comunidades

de nematoides em cinco sistemas de uso do solo da Microrregião de Chapadinha, nordeste do estado do Maranhão. A hipótese deste trabalho assume que a distribuição relativa dos grupos funcionais de nematoides seja alterada nos ambientes em função das condições resultantes do uso do solo, seja por ação antrópica quanto por eventos naturais.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado nos municípios de Chapadinha e Mata Roma, ambos no nordeste do estado do Maranhão. O clima da região, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é sub-úmido com totais pluviométricos anuais que variam de 1.600 a 2.000 mm, com chuvas mal distribuídas ao longo do ano. A temperatura mínima média anual é superior a 22°C, com valores mais elevados durante os meses de setembro a dezembro. A umidade relativa do ar fica em torno dos 34%, com valores mais elevados nos meses de maior precipitação pluviométrica (janeiro a maio) (NOGUEIRA, CORREIA & NOGUEIRA, 2012).

Para a realização do estudo foram selecionados cinco sistemas de uso do solo (ambientes): cultivo em aléias, cultivo em corte e queima, mata nativa, cultivo de soja e cultivo de pastagem. A classificação de solo foi realizada de acordo com metodologia da EMBRAPA (SANTOS *et al.*, 2013).

O ambiente de cultivo em aléias (CA) é uma área experimental, localizada no povoado Vila União, município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 3° 47' 71,6" S e 43° 21' 70,8" W e altitude de 98 m, onde são conduzidos ensaios em sistema agroecológico, com combinação de quatro espécies de leguminosas arbóreas (*Leucaena leucocephala* L. x *Clitoria fairchildiana* L.; *L. leucocephala* x *Acassia mangium* Willd.; *Gliricidia sepium* L. x *A. mangium*; *G. sepium* x *C. fairchildiana*) e tratamento controle sem leguminosas. As leguminosas foram plantadas em fileiras, espaçamento entre as fileiras de 4 m. Nestas, é cultivado anualmente milho (*Zea mays* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* Walp.). A área experimental é de 35,5 m x 50 m e foi implantada em 2009, sob substituição a uma

vegetação secundária. O solo é um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êndico Tb, com A moderado e textura média-argilosa. O relevo é plano e suavemente ondulado. A classificação de solo foi realizada de acordo com metodologia da EMBRAPA (2013). Na avaliação do ambiente de cultivo em aléias foi utilizada apenas a combinação de *L. leucocephala* x *C. fairchildiana*.

O ambiente de cultivo em corte e queima (CQ), está localizado no povoado Vila União, no município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 03° 46' 34,6" S e 43° 22' 15,5" W e altitude de 104 m, onde é praticado uma agricultura itinerante em substituição a uma vegetação secundária, que foi desmatada e queimada. São cultivados em consórcio caupi, milho, mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.), maxixe (*Cucumis anguria* L.), melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) e arroz (*Oryza sativa* L.). O solo é um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êndico Tb com A moderado e textura média-argilosa. O relevo é plano e suavemente ondulado.

O ambiente de mata nativa (MN) está localizado no município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 3° 44' 31,1" S e 43° 19' 66,1" W e altitude em torno de 151 m. A área é de propriedade particular da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA. Conhecida como Reserva do Itamacaoca, a área possui aproximadamente 460 hectares. A vegetação remanescente apresenta comportamento decidual e está em elevado grau de antropização. O solo é um Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico com A moderado, textura médio-argilosa e coberto com serrapilheira. O relevo é plano e suavemente ondulado.

O ambiente de cultivo de soja (CS) está localizado na Fazenda Unha de Gato, no município de Mata Roma – MA, nas coordenadas geográficas 3° 42' 26,6" S e 43° 11' 27,6" W e altitude em torno de 122 m. A propriedade possui área de plantio de 313 ha, cultivada anualmente com soja e milho. O histórico de cultivo desta área é de aproximadamente nove anos. Nos últimos cinco anos, o manejo do solo incluiu rotação de culturas (4 anos com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e 1 ano com milho), uma subsolagem de até 32 cm de profundidade a cada cinco anos, até quatro aplicações de dessecante por cultivo, uso de herbicida a base de glifosato, além de aplicações anuais com gesso, superfosfato simples, enxofre e cálcio. O plantio foi inicialmente implantado em substituição a um cerrado típico. O solo é um Latossolo

Amarelo Distrófico Argissólico, com A moderado, textura médio-argilosa/argilosa. O relevo é plano e suavemente ondulado.

O ambiente de cultivo de pastagem (CP) está localizado no município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 3° 45' 41,2" S e 43° 23' 1,4" W. O solo é um Plintossolo Argilúvico Distrófico Típico, Tb, com A moderado e textura média-arenosa/média-argilosa. Neste ambiente é cultivada a forrageira capim quicuío (*Brachiaria humidicola* L.) e foi implantada em substituição a uma floresta estacional com domínio de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). O relevo é suavemente ondulado.

2.2.2 Amostragem, extração e identificação dos nematoides

Os trabalhos foram conduzidos no período de outubro de 2013 a junho de 2014. As amostras de solo utilizadas para caracterizar a estrutura da comunidade de nematoides em cada ambiente estudado foram coletadas em dois períodos do ano. A primeira de outubro a dezembro de 2013 (período seco) e a segunda de abril a junho de 2014 (período chuvoso). Coletas em três profundidades (0-10, 10-20, 20-30 cm) foram utilizadas para observar a distribuição vertical das comunidades de nematoides no solo. Na primeira coleta do solo, realizada no período seco os ambientes de cultivo em aléias, cultivo de soja e cultivo em corte e queima, não havia plantios comerciais, apenas plantas espontâneas. Os ambientes de cultivo de pastagem e mata nativa, estavam ocupados, respectivamente, por capim quicuío e vegetação secundária em elevado estado de regeneração.

As amostras de solo foram coletadas ao acaso, no decorrer de caminhada em zig-zag nos ambientes. Neste caminhada amostral foram fixados oito pontos principais, distantes 30 metros um do outro. Uma subamostra simples foi coletada no ponto principal e mais seis subamostras foram aleatoriamente coletadas ao redor do ponto principal, em área formada por um raio de 10 metros. Dessa forma, em cada ambiente, oito amostras compostas de 0,5 dm³ de solo, formadas por sete subamostras simples foram utilizadas para extração de nematoides. As amostras foram coletadas com o auxílio de um enxadão e trena para delimitar as profundidades. As amostras imediatamente após a coleta foram identificadas,

colocadas em sacos de polietileno e acondicionadas em caixas térmicas, previamente refrigeradas com bolsas de gelo seco e transportadas via terrestre (durante três 72 horas) até o laboratório de Nematologia da Universidade Estadual Paulista UNESP/Jaboticabal - SP, onde foram feitos os procedimentos de extração, identificação e contagem dos nematoides.

Na extração dos nematoides utilizou-se o método de flotação centrífuga em solução de sacarose, conforme JENKINS (1964) e realizada em centrífuga de marca CIENTEC modelo 6000 D a 1.750 rpm. Utilizou-se 100 cm³ de solo de cada amostra composta para extração dos nematoides. Após a centrifugação, as suspensões dos nematoides extraídos das amostras foram acondicionados em vidros de 30 mL e mantidas em geladeira (6 °C), para posterior contagem e identificação dos gêneros de nematoides.

A contagem dos nematoides foi realizada em microscópio fotônico com lentes de magnitude de 400x e câmara de contagem de Peters. A identificação foi realizada até o nível de gênero, seguindo HEYNS (1971), SIDDIQUI (1985), FORTUNER & RASKI (1987), JAIRAJPURIN & AHMAD (1992), CHAVES, ECHEVERRIA & TORRES (1995), Mai & Mullin (1996), Tihohod (1997), CARES & HUANG (2000 e 2001) e realizada a partir de, até, 200 indivíduos observados ao acaso. Foram coletados espécimes vivos, montados em lâminas temporárias com água e observados em microscópio fotônico com aumento de até 1.000x. Quando necessário, lâminas permanentes foram preparadas por infiltração com glicerina (SEINHORST, 1959). A abundância total foi calculada em função de 800 mL de solo e foi expressa em número de nematoides por dm³ e a abundância relativa dos taxa foi calculada em função dos 200 espécimes identificados por amostras.

2.2.3 Descrição da comunidade de nematoides

A comunidade de nematoides foi caracterizada por meio da abundância, da riqueza de gêneros e índices que avaliam a diversidade de taxa. Para o estudo de estrutura e composição da nematofauna, foram calculadas as abundâncias totais e relativas dos táxons conforme proposto por YEATES *et al.* (1993). Os nematoides

foram distribuídos em cinco grupos tróficos: bacteriófagos, micófitos/fungívoros, parasitos de planta, predadores/carnívoros e onívoros (YEATES, 1999).

Utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon-Weiner (H'), que atribui pesos iguais tanto para as espécies raras quanto as comuns e Índice de Dominância de Simpson (D_s), que atribui pesos maiores às espécies mais abundantes. Maiores valores de D_s , representam menor diversidade de gêneros, pois este índice é uma medida de probabilidade, representando a probabilidade de dois indivíduos tomados ao acaso pertencerem a uma mesma espécie. Os índices de diversidade foram calculados, pelos algoritmos: $H' = -\sum p_i \log_e(p_i)$ e $D_s = \frac{1}{\sum (p_i)^2}$, em que p_i é a frequência dos taxa na população total (KREBS, 1999). Para avaliar o padrão de distribuição da abundância dos gêneros, também foram calculados o Índice de Equabilidade de Pielou (J') e o Índice de Riqueza de Margalef (SR) (KREBS, 1999). Valores maiores de J' , indicam que o ambiente apresenta maior homogeneidade na distribuição de indivíduos nos respectivos gêneros ocorrentes. O SR mede a relação entre o número de taxa pelo número de indivíduos. Maiores valores de SR indicam maior abundância. Estes índices foram calculados por: $J' = H'/H'_{\max}$, em que: H' = Índice de Diversidade de Shannon-Weiner, $H'_{\max} = \log S$, sendo S = número total de gêneros numa comunidade amostrada; e $SR = S - 1/\log_e N$, em que: N = número de indivíduos identificados. Também foram mensurados a diversidade de grupos tróficos por meio do Índice de Dominância Trófica (TD) (FRECKMAN & ETTEMA, 1993), que considera a abundância relativa de cada grupo trófico. O TD foi calculado por: $TD = 1/\sum p_i^2$, em que p_i é a abundância relativa de cada grupo trófico na comunidade.

2.3 Resultados e Discussão

Neste estudo 60 gêneros foram identificados (Tabela 1). Destes, 51 ocorreram no período seco e 58 no período chuvoso. Entre os ambientes e profundidades o número de gêneros variou de 10 a 46, distribuídos em 28 famílias. Apenas dois gêneros (*Discolaimus* Cobb e *Boleodorus* Thorne) ocorreram exclusivamente no período seco e nove (*Udonchus* Coob, *Clarkus*, *Mychonchus*, *Opistodorylaimus*, *Paraxonchus*, *Dorylaimellus* Cobb, *Eudorylaimus*, *Pungentus* e *Radopholoides* Guiran) foram exclusivos do período chuvoso. Apenas *Cephalobus*

Bastian e *Tylenchorhynchus* Cobb ocorreram em todas as amostras, ou seja, ocorreram em todos os ambientes, profundidades e períodos de coleta. No período seco, os gêneros *Cephalobus*, *Helicotylenchus* Steiner e *Tylenchorhynchus* ocorreram em todos os ambientes e profundidades. No período chuvoso foram 17 os gêneros que ocorreram em todos os ambientes e profundidades (*Acrobeles* Von Linstow, *Acrobeloides* Cobb, *Alaimus* Man, *Cephalobus*, *Eucephalobus* Steinar, *Mesorhabditis* Osche (Dougherty), *Rhabditis* Dujardin, *Seinura* Fuchs, *Aphelenchoides* Fischer, *Aphelenchus* Bastian, *Filenchus* Andrassy, *Tylenchus* Bastian, *Labronema* Thorne, *Mesodorylaimus* Andrassy, *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus* Steiner e *Pratylenchus* Filipjev & Schuurmans Stehovem).

Os gêneros *Acrobeles*, *Cephalobus*, *Helicotylenchus* Steiner, *Mesorhabditis*, *Tylenchorhynchus* e *Tylenchus* Bastian representaram, respectivamente, 13, 11, 9, 7, 6 e 6% da abundância total de indivíduos identificados neste trabalho. Entretanto, *Mesorhabditis* e *Acrobeles*, apresentaram, respectivamente, 95% e 82%, da sua abundância no período chuvoso. Por outro lado, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* e *Helicotylenchus*, apresentaram respectivamente, 51, 50 e 45% das suas abundâncias no período seco, sugerindo que a abundância destes, não sofre influência da sazonalidade.

Em relação aos ambientes, cultivo em corte e queima, cultivo de soja e de pastagem, *Acrobeles* e *Cephalobus* foram os gêneros mais abundantes. No cultivo em aléias, os gêneros *Helicotylenchus* e *Acrobeles* e no ambiente de mata nativa, *Tylenchorhynchus* e *Cephalobus* foram os mais abundantes. Em todos os ambientes, *Acrobeles* e *Cephalobus* estão entre os gêneros mais abundantes.

Todos os cinco grupos tróficos de nematoides foram encontrados neste estudo: parasitas de planta (23 gêneros), bacteriófagos (15 gêneros), fungívoros (06 gêneros), carnívoro (06 gêneros) e onívoro (10 gêneros).

Continuação

Gênero	CA _s	CA _c	CQ _s	CQ _c	MN _s	MN _c	CS _s	CS _c	CP _s	CP _c	CA _s	CA _c	CQ _s	CQ _c	MN _s	MN _c	CS _s	CS _c	CP _s	CP _c	CA _s	CA _c	CQ _s	CQ _c	MN _s	MN _c	CS _s	CS _c	CP _s	CP _c	
	Profundidade 0 - 0,10 metros										Profundidade 0,10 - 0,20 metros										Profundidade 0,20 - 0,30 metros										
Parasitas de plantas																															
Nº de Gêneros	10	16	11	9	19	18	9	13	15	14	9	13	9	10	18	17	8	16	12	16	4	10	4	9	8	15	4	11	5	17	
Bacteriófagos																															
<i>Acrobeles</i>	9,8	13,9	6,5	28,3	2,5	16,8	12,4	23,9	13,7	32,5	5,5	17,8	4,4	4,4	1,6	3,6	7,3	25,3	10,4	19,4	11,4	18,9	-	4,2	1,0	1,8	10,3	22,8	16,0	6,0	
<i>Acrobeloides</i>	1,5	2,7	0,6	3,6	5,1	1,8	11,8	2,7	2,0	0,7	3,4	1,1	0,4	1,2	5,3	1,6	4,1	1,4	2,5	2,3	0,9	2,0	-	3,4	-	4,1	-	3,5	-	1,5	
<i>Alaimus</i>	0,1	0,7	-	1,8	1,2	1,5	1,4	10,0	2,1	1,9	-	0,4	-	0,9	0,6	1,9	0,9	3,2	1,3	1,9	-	1,7	-	1,0	-	1,2	-	1,8	-	3,3	
<i>Bathodontus</i>	0,2	-	0,6	-	0,1	-	0,6	-	0,5	-	-	-	2,2	-	-	-	0,9	-	0,3	-	-	0,2	-	-	-	0,2	-	-	4,0	0,5	
<i>Cruzinema</i>	-	-	-	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cephalobus</i>	10,0	10,0	10,1	15,7	11,4	7,7	16,8	9,8	12,6	5,0	9,7	9,1	7,3	29,7	12,0	9,7	17,0	11,6	11,7	12,5	9,7	9,4	3,1	14,0	13,5	16,2	3,5	13,2	14,0	12,1	
<i>Eucephalobus</i>	2,5	1,1	1,8	0,9	0,2	0,6	2,8	0,3	0,5	1,2	4,6	0,3	1,1	0,3	0,3	0,1	2,8	0,7	-	0,7	-	0,6	-	0,3	-	0,8	37,9	3,4	2,0	0,7	
<i>Isolaimium</i>	9,1	1,3	-	0,6	0,1	0,2	2,5	-	0,7	0,2	8,4	1,1	-	0,9	0,3	0,2	1,8	0,7	0,5	1,1	9,7	0,6	-	0,3	-	1,5	-	-	-	1,5	
<i>Isolaimus</i>	-	0,9	0,6	2,4	1,6	-	0,3	0,4	2,7	0,1	0,4	0,6	2,9	2,9	2,5	0,4	0,5	0,3	3,1	1,1	-	0,5	6,3	1,2	1,9	0,5	-	1,2	6,0	0,5	
<i>Mesorhabditis</i>	0,4	10,6	0,3	7,2	1,4	12,2	0,6	3,2	2,1	6,8	0,6	15,5	-	14,9	2,1	15,1	-	6,9	1,8	6,5	-	10,6	-	18,4	1,0	17,4	-	6,7	-	16,1	
<i>Plectus</i>	0,4	1,0	0,6	0,9	0,2	2,0	1,7	4,6	6,6	2,7	0,2	2,0	0,4	0,3	0,6	3,8	1,4	11,7	5,6	2,2	-	2,6	-	0,7	-	1,7	-	8,9	14,0	3,3	
<i>Prismatolaimus</i>	0,1	0,8	16,0	1,2	0,2	3,0	-	0,4	-	1,9	-	0,8	10,6	0,6	-	3,1	-	-	-	2,1	-	1,4	12,5	0,5	-	2,3	-	0,6	-	1,8	
<i>Rhabditis</i>	2,0	-	0,3	-	2,0	0,2	7,4	0,0	2,7	-	2,1	2,4	-	7,9	1,9	2,8	7,8	7,0	2,5	3,0	0,9	2,6	-	3,2	-	3,0	-	9,5	-	1,3	
<i>Udonchus</i>	-	3,9	-	4,8	-	4,3	-	5,6	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,3	
<i>Wilsonema</i>	0,4	0,1	-	0,6	1,6	0,4	-	-	0,1	0,6	0,2	0,1	-	0,3	0,9	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	1,0	-	-	-	-	-	
Nº de Gêneros	12	12	10	12	14	13	11	11	12	12	10	12	8	12	12	11	10	7	10	12	5	13	3	11	5	12	3	11	6	13	
Fungívoros																															
<i>Aphelenchooides</i>	2,4	2,1	3,0	1,5	0,9	2,7	3,3	6,2	0,4	3,3	6,7	0,8	1,8	1,2	-	1,7	4,1	2,8	-	2,1	4,4	2,2	3,1	1,0	-	0,3	-	3,5	-	0,8	
<i>Aphelenchus</i>	6,7	6,3	7,4	4,8	-	0,6	7,4	1,1	2,9	0,5	6,3	5,5	6,6	1,8	-	0,9	12,8	3,2	3,8	1,7	7,0	4,9	12,5	2,5	-	0,9	13,8	3,0	-	1,2	
<i>Ditylenchus</i>	1,0	1,4	2,1	-	6,9	1,2	1,7	0,3	1,8	1,0	1,9	0,7	2,6	-	6,3	0,4	2,8	0,5	3,6	1,4	0,9	0,9	-	1,2	14,4	2,1	3,5	1,0	2,0	1,5	
<i>Filenchus</i>	1,2	2,3	0,9	3,3	5,6	5,1	1,9	7,5	3,0	4,3	1,3	1,6	0,4	3,8	4,7	2,4	1,4	2,4	2,0	2,3	-	0,5	-	1,7	1,9	2,3	6,9	5,7	-	2,7	
<i>Hecphyadophora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,2	-	0,1	-	0,9	-	-	-	-	0,8	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	
<i>Tylenchus</i>	4,3	1,9	14,8	1,8	12,0	8,1	3,3	2,4	10,2	7,4	6,3	1,5	7,3	6,7	9,5	7,7	4,1	3,5	11,2	6,3	1,8	3,5	9,4	4,2	16,4	6,2	-	1,0	8,0	7,1	
Nº de Gêneros	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6	5	6	5	5	3	5	5	5	5	6	4	5	3	5	3	5	3	5	2	6	

Continua

Continuação

Gênero	CA _s	CA _c	CQ _s	CQ _c	MN _s	MN _c	CS _s	CS _c	CP _s	CP _c	CA _s	CA _c	CQ _s	CQ _c	MN _s	MN _c	CS _s	CS _c	CP _s	CP _c	CA _s	CA _c	CQ _s	CQ _c	MN _s	MN _c	CS _s	CS _c	CP _s	CP _c			
	Profundidade 0 - 0,10 metros										Profundidade 0,10 - 0,20 metros										Profundidade 0,20 - 0,30 metros												
Carnívoros																																	
<i>Clarkus</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	0,6	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coomansus</i>	-	0,1	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Discolaimus</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mononchus</i>	-	0,7	-	-	0,6	-	-	-	-	0,2	-	1,5	-	0,3	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mychonchus</i>	-	0,2	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	0,4	-	-	-	
<i>Seimura</i>	-	5,9	0,6	1,8	0,8	3,2	-	2,7	0,5	2,4	-	4,0	0,7	3,5	0,4	11,3	-	1,9	-	6,9	-	2,6	3,1	28,4	-	9,5	-	1,6	-	2,8	-	-	
Nº de Gêneros	-	5	1	1	3	2	1	1	1	3	-	3	1	3	3	3	2	1	-	2	-	3	1	2	-	2	-	2	-	1	-	-	
Onívoros																																	
<i>Opistodorylaimus</i>	-	0,2	-	0,3	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	0,1	-	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	2,7	
<i>Paraxonchus</i>	-	0,2	-	-	-	0,5	-	0,4	-	0,2	0	0,5	-	-	-	0,1	-	0,4	-	-	-	0,5	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	0,7	
<i>Amphidorylaimus</i>	0,8	0,1	-	-	1,3	0,6	-	0,8	-	0,8	0,8	0,9	-	0,3	2,9	0,7	-	1,1	-	1,0	-	0,3	-	0,7	3,9	0,5	-	1,0	-	0,3	-	0,3	
<i>Aporcelaimellus</i>	1,0	0,5	0,9	0,3	0,4	-	0,3	1,1	3,1	0,6	-	0,3	1,1	0,9	0,2	-	-	0,4	2,8	1,4	-	0,3	-	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	4,0	
<i>Dorylaimellus</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dorylaimus</i>	-	0,1	-	0,6	0,6	0,2	0,3	-	-	0,7	-	0,2	-	-	0,6	-	0,5	0,5	-	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Eudorylaimus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	0,6	-	-	-	-	-	0,5	-	0,4	-	-	-	1,2	
<i>Pungentus</i>	-	-	-	0,3	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Labronema</i>	0,1	0,6	0,6	0,3	0,9	1,0	1,4	1,8	0,3	1,9	0,4	1,5	-	0,3	0,3	0,1	0,9	2,2	0,5	1,0	-	1,4	-	0,3	1,0	0,5	-	0,6	-	1,8	-	-	
<i>Mesodorylaimus</i>	-	0,7	-	0,3	5,3	1,1	0,8	0,3	4,8	0,5	-	0,1	-	1,8	4,0	1,2	0,5	0,8	2,8	1,0	-	0,3	-	0,3	-	1,2	-	0,8	-	-	-	3,8	
Nº de Gêneros	3	8	2	6	5	7	4	7	3	6	3	6	1	5	5	6	3	9	3	8	-	7	-	5	2	6	-	5	-	8	-	-	
Nº Total de Gêneros	30	46	29	32	45	45	30	37	37	41	27	40	24	35	41	42	28	38	30	44	13	38	11	32	18	40	10	34	13	45	-	-	
Riqueza acumulada (período seco)					51																												
Riqueza acumulada (período chuvoso)					58																												
Riqueza acumulada total					60																												

No período seco ocorreram oito famílias e 14 gêneros de bacteriófagos: Cephalobidae (*Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Cephalobus*, *Eucephalobus* Steiner), Alaimidae (*Alaimus*), Bathyodontidae (*Bathyodontus* Fielding), Rhabditidae (*Cruzinema*, *Mesorhabditis*, *Rhabditis*), Isolaimidae (*Isolaimium* Cobb, *Isolaimus*), Plectidae (*Plectus* Bastian, *Wilsonema* Cobb) e Prismatolaimidae (*Prismatolaimus* Man); quatro famílias e quatro gêneros de carnívoros: Mononchidae (*Coomansus* Jairajpuri e Khan), Discolaimidae (*Discolaimus*), Mononchidae (*Mononchus* Bastian), Aphelenchoididae (*Seinura*); quatro famílias e seis gêneros de fungívoros: Aphelenchoididae (*Aphelenchoides* Fischer), Aphelenchidae (*Aphelenchus* Bastian), Anguinidae (*Ditylenchus* Filipjev), Tylenchidae (*Filenchus*, *Hecphyadophora*, *Tylenchus*); 12 famílias e 22 gêneros de parasitas de plantas: Tylenchidae (*Aglenchus* Andrassy, *Boleodorus*, *Psilenchus* Man), Belonidiridae (*Axonchium* Coob), Belonolaimidae (*Belonolaimus* Steiner), Criconematidae (*Criconemoides* Andrassy, *Hemicriconemoides*, *Hemicycliophora* Man), Tylenchulidae (*Gracilacus* Raski, *Paratylenchus* Micoletzky), Hoplolaimidae (*Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*), Meloidogynidae (*Meloidogyne* Goeldi), Pratylenchidae (*Pratylenchus* Filipjev, *Rhadopholus* Cobb), Rotylenchulidae (*Rotylenchulus* Siddiqi), Trichodoridae (*Trichodorus* Cobb), Dolichodoridae (*Trophurus* Loof, *Tylenchorhynchus*) e Longidoridae (*Xiphynema* Cobb).

No período chuvoso ocorreram oito famílias e 15 gêneros de bacteriófagos: Cephalobidae (*Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Cephalobus*, *Eucephalobus*), Alaimidae (*Alaimus* Man), Bathyodontidae (*Bathyodontus*), Rhabditidae (*Cruzinema*, *Mesorhabditis*, *Rhabditis*), Isolaimidae (*Isolaimium*, *Isolaimus*), Plectidae (*Plectus*, *Wilsonema*), Prismatolaimidae (*Prismatolaimus*), Rhabdolaimidae (*Udonchus* Cobb); três famílias e cinco gêneros de carnívoros: Mononchidae (*Clarkus*, *Coomansus*, *Mononchus*), Anatonchidae (*Mychonchus*), Aphelenchoididae (*Seinura*); quatro famílias e seis gêneros de fungívoros: Aphelenchoididae (*Aphelenchoides*), Aphelenchidae (*Aphelenchus*), Anguinidae (*Ditylenchus*), Tylenchidae (*Filenchus*, *Hecphyadophora*, *Tylenchus*); oito famílias e oito gêneros de onívoros: Thornenematidae (*Opisthodorylaimus*), Paraxonchidae (*Paraxonchus*), Dorylaimidae (*Amphidorylaimus* Andrassy, *Dorylaimus* Dujardin, *Mesodorylaimus*), Aporcelaimidae (*Aporcelaimellus* Heyna), Dorylaimellidae (*Dorylaimellus*), Qudsianematidae

(*Labronema*); 12 famílias e 22 gêneros de parasitas de plantas: Belonidiridae (*Axonchium*), Criconematidae (*Criconemoides*, *Hemicriconemoides* Chitwood & Birchfield, *Hemicycliophora*), Tylenchulidae (*Gracilacus*, *Paratylenchus*), Tylenchidae (*Psilenchus*, *Aglenchus*), Pratylenchidae (*Radopholoides*, *Rhadophulus*, *Pratylenchus*), Rotylenchulidae (*Rotylenchulus*), Trichodoridae (*Trichodorus*), Dolichodoridae (*Trophurus*, *Tylenchorhynchus*), Longidoridae (*Xiphynema*), Belonolaimidae (*Belonolaimus*), Hoplolaimidae (*Helicotylenchus*, *Hoplolaimus* Von Daday, *Rotylenchus* Filip'ev, *Scutellonema* Sivakumar), Meloidogynidae (*Meloidogyne*).

A abundância total foi maior no período chuvoso (71.065 indivíduos dm^{-3} , 68,7% do total de nematoides) que no período seco (32.335 indivíduos dm^{-3} , 31,3% do total).

Cultivo em aléias e mata nativa foram os que apresentaram maior abundância total de nematoides, e cultivo em corte e queima teve a menor abundância (Figura 1).

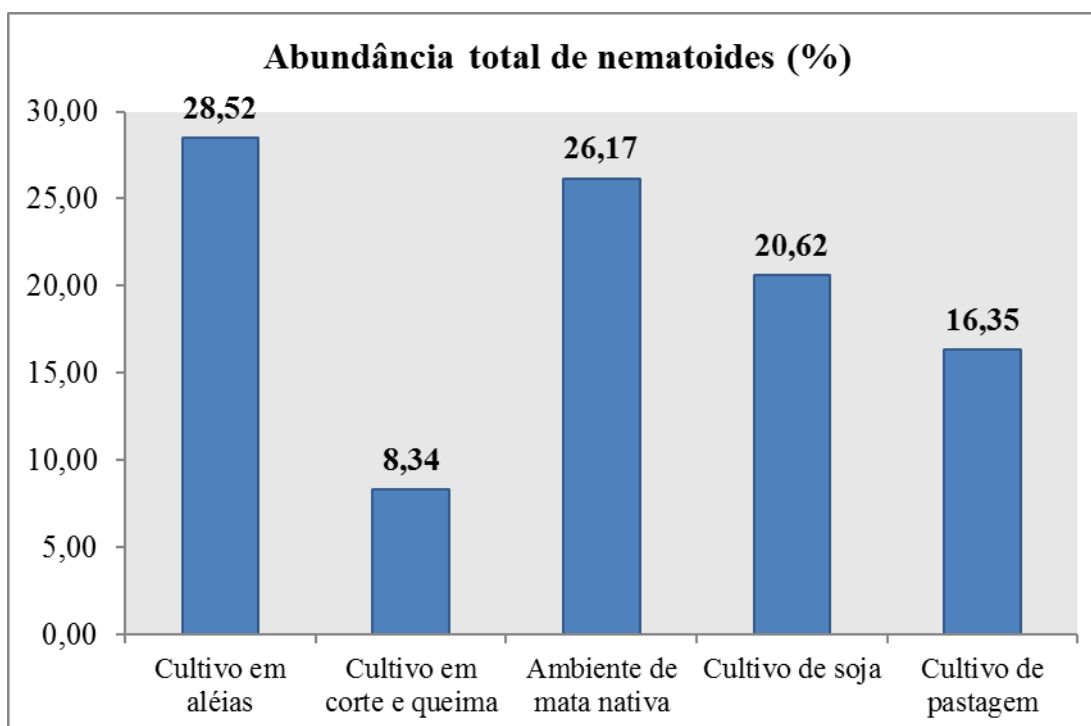


Figura 1. Abundância total (%) de nematoides do solo em cinco sistemas de uso do solo da Microrregião de Chapadinha, nordeste do estado de Maranhão.

Em relação à profundidade de coleta, a camada mais superficial (0-0,10 m) foi a que apresentou maior abundância total de nematoides e a maior profundidade (0,20-0,30 m) foi a que apresentou à menor (Figura 2 B). Estes resultados confirmam observações contidas em outros estudos, em que ao comparar abundância da nematofauna em ambientes nativos e cultivados foi verificada maior abundância de nematoides na camada mais superficial (MONDINHO; CHAVES & CLAUSEN, 2006; TOMAZINE; FERRAZ & MONTEIRO, 2008; MONDINHO *et al.*, 2009).

No período seco, mata nativa e cultivo em aléias tiveram maiores abundâncias de nematoides. No período chuvoso o cultivo em aléias e cultivo de soja foram os de maior abundância. As menores abundâncias totais foram registradas no cultivo de soja e em corte e queima, para os períodos seco e chuvoso, respectivamente (Figura 2 A).

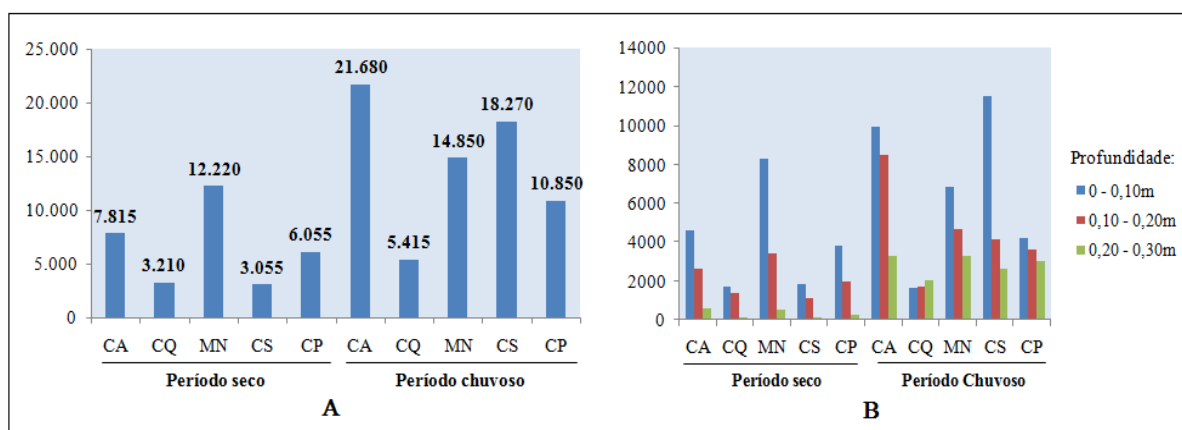


Figura 2. Abundância total de nematoides (indivíduos dm^{-3} de solo) por profundidade e período de coleta em cinco sistemas de uso do solo da Microrregião de Chapadina, nordeste do estado de Maranhão. Onde, CA: cultivo em aléias, CQ: cultivo em corte e queima, MN: ambiente de mata nativa, CS: cultivo de soja e CP: cultivo de pastagem. A: abundância total por sistema de uso do solo no período seco e chuvoso; B: abundância total por sistema de uso do solo, profundidade e período de coleta.

A sazonalidade, além de produzir aumento na abundância dos nematoides, induziu alterações significativas na estrutura das comunidades. De modo geral, o período chuvoso, induziu menores diferenças na abundância entre as profundidades, sugerindo que neste período as camadas menos superficiais são menos restritivas e possibilitam ao desenvolvimento de uma nematofauna mais

abundante, quando comparada ao período seco. Apenas no cultivo em corte e queima a abundância de nematoides nas duas primeiras profundidades do solo, permaneceu praticamente a mesma, tanto no período seco, quanto no chuvoso. Entretanto, na maior profundidade (0,20-0,30 m) houve aumento considerável na abundância dos nematoides no período chuvoso (Figura 2B).

Em relação à estrutura trófica, 39,39% dos gêneros identificados são parasitas de plantas, 24,59% bacteriófagos, 16,39% onívoros, 9,84% carnívoros e 9,84% fungívoros.

A abundância dos grupos tróficos apresentou diferenças sazonais. Os bacteriófagos no período chuvoso representaram mais de 50% dos nematoides identificados, o que evidencia condições mais restritivas para os demais gêneros no período de maior concentração das chuvas na região. No período seco, três grupos tróficos (parasitas de plantas, bacteriófagos e fungívoros) aparecem com abundâncias semelhantes, sugerindo condição ambiental menos restritiva ou mais competitiva (Figuras 3A e 3B).

Observou-se também que, independentemente do período de coleta, os bacteriófagos e parasitas de plantas representam mais de 70% da abundância total de nematoides (Figura 3A e 3B). Estes resultados assemelham-se a outros estudos realizados em ambientes nativos e cultivados (MONDINHO, 2010; ROCHA, *et al.*, 2011), que encontraram bacteriófagos e parasitas de plantas como mais abundantes tanto em ambientes nativos quanto em ambientes cultivados. Segundo YEATES (1999), os bacteriófagos têm sido relacionados com a decomposição de resíduos orgânicos com baixa relação C:N. Assim, como a vegetação espontânea e os restos culturais de áreas em pousio fornecem condições propícias a esses organismos, possibilita o incremento da população de bacteriófagos (ROCHA *et al.*, 2011).

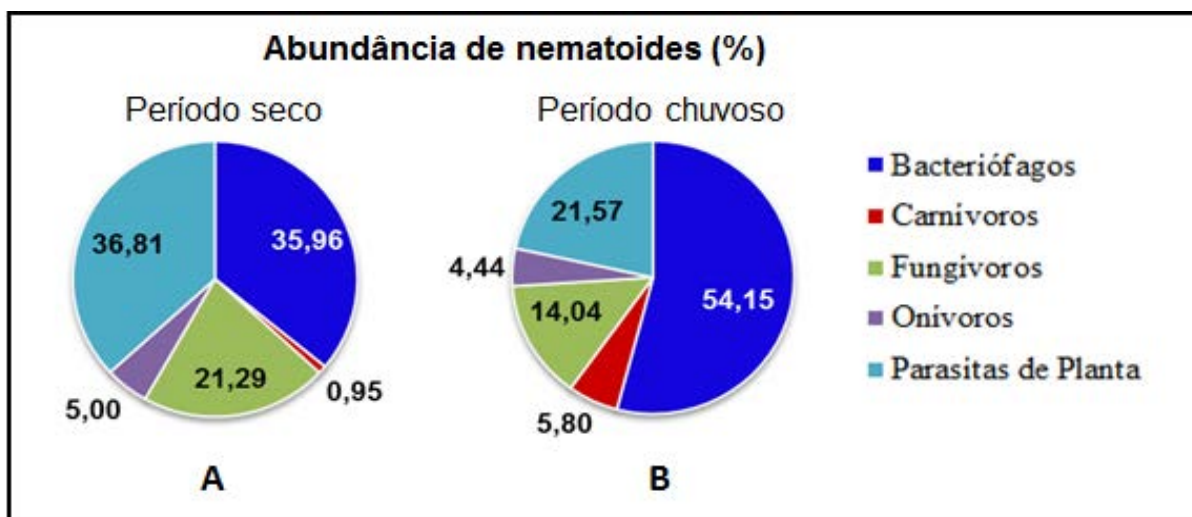


Figura 3. Abundância relativa (%) por grupo trófico e abundância total de nematoides do solo (indivíduos dm^3 de solo) em cinco sistema de uso do solo, pertencentes a Microrregião de Chapadinha, nordeste do estado de Maranhão. A: corresponde à abundância por grupo trófico no período seco; e B: abundância por grupo trófico no período chuvoso.

A abundância relativa de bacteriófagos, no período seco, foi elevada em todas as profundidades no cultivo de soja e cultivo de pastagem (Figura 4A, 4B e 4E). Para os fungívoros a abundância relativa foi uniforme em todos os ambientes, com pequena diminuição no período chuvoso (Figura 4A a 4F).

Quando comparadas as abundâncias de bacteriófagos e parasitas de plantas no período seco, observou-se que, quando ocorre maior abundância de bacteriófagos ocorreu menor abundância de parasitas de planta (Figura 4A, 4C e 4E). Esta condição foi observada também no período chuvoso, uma vez que, a abundância de parasitas de plantas é menor e de bacteriófagos é maior para todos os ambientes e profundidades estudadas, com expressiva abundância deste último, no cultivo em corte e queima e cultivo de soja (Figura 4B, 4D e 4F). Este fato pode ser justificado pelos processos de competição por espaço, alimento, entre grupos tróficos de nematoides, em que as condições oferecidas pelos diferentes ambientes e a habilidade de adaptação e sobrevivência inerente em cada grupo trófico, pode favorecer um grupo em detrimento do outro.

A maior abundância de bacteriófagos no período chuvoso (Figura 4B, 4D e 4F) pode estar relacionada ao aumento da atividade microbiana e

consequentemente oferta de alimento, pois é nesse período que existe maior biomassa vegetal resultante do desenvolvimento de plantas cultivadas e invasoras. FIGUEIRA, BERBARA & PIMENTEL (2011), trabalhando com estrutura da população de nematoides do solo em unidade de produção agroecológica, atribuiu ao incremento da mineralização do material orgânico incorporado, constantemente, ao sistema, o aumento da abundância da população de nematoides da família Rhabditidae (bacteriófagos).

Carnívoros e onívoros obtiveram menor valor de abundância relativa em todos os ambientes e períodos de coleta nas duas primeiras profundidades. Quando avaliado somente os carnívoros, a abundância relativa foi maior apenas no cultivo em corte e queima no período chuvoso na maior profundidade (Figura 4 A–F). Os onívoros na mata nativa e cultivo de pastagem (ambos nas duas menores profundidades e em período seco) e cultivo de pastagem (na menor profundidade e em período chuvoso) expressaram maiores abundâncias relativas (Figura 4 A–F). Segundo NEHER & CAMPBELL (1994), a abundância de predadores e onívoros é maior em solos cultivados com culturas perenes e pasto do que em culturas anuais. E a presença destes grupos tróficos está associado a ambientes que apresentam menor perturbação antrópica. Neste sentido, a mata nativa e cultivo de pastagem por apresentarem maior abundância de predadores e onívoros em relação aos demais, indicam que nestes ambientes ocorre menor perturbação antrópica.

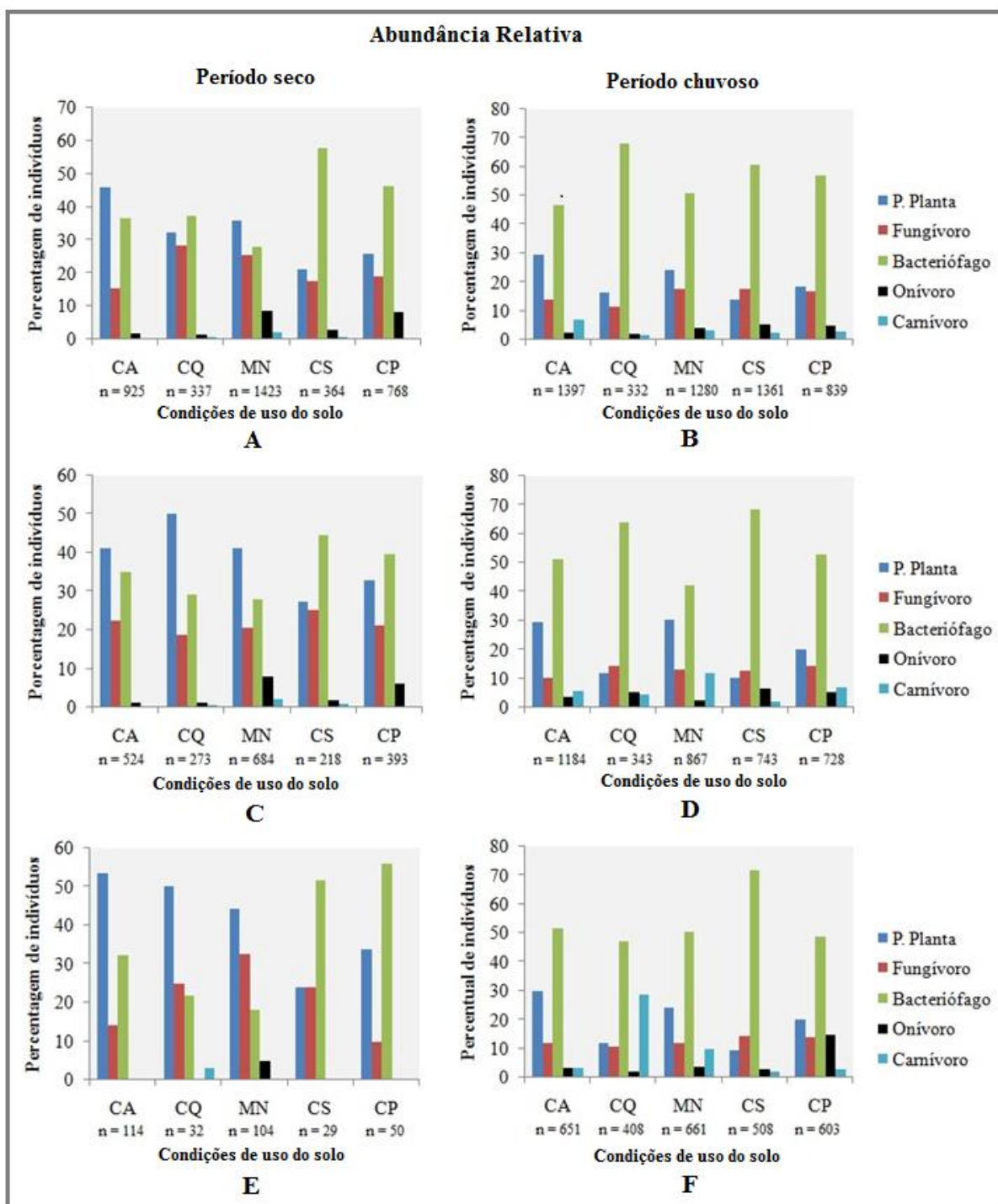


Figura 4. Abundância relativa de nematoides do solo por grupo trófico em cinco sistemas de uso do solo: cultivo em corte e queima (CQ), cultivo em aléias (CA), cultivo de soja (CS), cultivo de pastagem (CP) e ambiente de mata nativa (MN), pertencentes a Microrregião de Chapadinha, nordeste do estado de Maranhão, em dois períodos de coleta e em três profundidades amostrais. A e B, C e D, e E e F: corresponde a abundância relativa nas profundidades de 0 a 0,10m, 0,10 a 0,20m e 0,20 a 0,30m, respectivamente. A coluna A, C e E correspondem ao período seco e B, D e F, ao período chuvoso.

Segundo CARDOSO (2010), as comunidades de nematoides que se desenvolvem sob monocultura, se diferenciam daquelas que se desenvolvem em áreas de florestas. O manejo do solo afeta a estrutura da comunidade de nematoides, talvez pelo fato de que a floresta contém uma heterogeneidade de espécies vegetais e biota do solo (predadores) e, assim não favorece a dominância da comunidade de nematoides parasitas de plantas. Além disso, o alto teor de matéria orgânica e a mínima perturbação do solo pode contribuir para baixas populações de parasitas de plantas. A complexidade na rede alimentar e a maior interação entre os organismos explicam a elevada diversidade de nematoides sob ecossistemas naturais em relação a áreas com monocultivo (PATTISON *et al.*, 2008).

Segundo ROCHA *et al.* (2011) os altos níveis populacionais de bacteriófagos e parasitas de plantas em relação a outros grupos tróficos encontrados e a baixa abundância de onívoros e predadores confirmam o tipo de exploração da área. A baixa abundância de representantes da ordem Dorylaimida corrobora o alto nível de distúrbio, uma vez que são mais sensíveis sendo por essa razão, utilizados como indicadores de impacto ambiental.

A abundância de gêneros foi maior nos ambientes mata nativa (51 gêneros) e cultivo em aléias (49 gêneros) e menor em corte e queimas, com 42 gêneros.

A abundância relativa dos parasitas de plantas foi menor no período chuvoso em relação ao período seco, Isto se deve provavelmente à presença de maior quantidade de água no solo em decorrência das chuvas frequentes, o que promove uma diluição dos exsudatos radiculares, dificultando a orientação dos nematoides ao encontro das fontes de alimento. De acordo com RODRIGUES (2011), a maior abundância dos nematoides parasitas de plantas no sistema Cerrado *sensu stricto*, é provavelmente por estes apresentarem grande suprimento de raízes, mesmo estando no período de seca, ao contrário dos recursos alimentares escassos para nematoides de outros grupos tróficos nessa época do ano.

A mata nativa por apresentar menor abundância de bacteriófagos em relação aos outros ambientes, sugere que os diferentes sistemas de uso do solo impostos pelos sistemas de produção, induzem a alteração da distribuição trófica, provocando oscilação na abundância, e beneficiando os bacteriófagos. Este resultado corrobora

outros estudos, os quais afirmam que a estrutura e composição de comunidades de nematoides sofrem mudanças devido a alterações ocorridas no ambiente, seja na vegetação (PATTISON *et al.*, 2008), no solo (YEATES & PATTISON, 2006), de ordem natural ou por ações antrópicas. Segundo GOULART & FERRAZ, (2003) e PATTISON *et al.* (2008), essas perturbações levam à predominância de certos taxa.

Os índices de diversidade, Shannon-Wiener (H'), Equabilidade de Pielou (J'), Riqueza de Margalef (SR) e Dominância de Simpson (D_s), no geral, foram maiores no período seco, apesar do número de gêneros, em todos os ambientes, terem sido maiores no período chuvoso. Isto indica que no período chuvoso, houve menor diversidade e distribuição menos uniforme do número de espécies entre os gêneros ocorrentes. Também, observou-se que em maior profundidade a diversidade tende a aumentar no período chuvoso (Tabela 2). Este comportamento pode ser resultante de melhores condições oferecidas pelo aumento de umidade do solo, que permite maior atividade biológica e aporte de matéria orgânica, além da possibilidade de carreamento dos nematoides das camadas mais superficiais para as mais inferiores, desencadeado pelo fluxo da infiltração de água no solo. Neste sentido, o período seco por apresentar para a maioria dos ambientes estudados a maior diversidade de gêneros, homogeneidade na distribuição dos nematoides nos respectivos grupos funcionais, evidencia a possibilidade de menor perturbação à comunidade existente.

Tabela 2. Valores do Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), Índice de dominância de Simpson (Ds), Índice de Equabilidade de Pielou (J'), Índice de riqueza de Margalef (SR), Índice de Dominância trófica (TD) e Número de gêneros (S) de nematoides do solo em quatro sistemas de uso do solo e um ambiente de mata nativa, da Microrregião de Chapadinha, Nordeste do estado de Maranhão, em dois períodos de coleta (período seco e chuvoso) nas profundidades 0–0,1, 0,1–0,2 e 0,2–0,3 m.

Índices		Sistema de uso do solo										
		Período seco					Período chuvoso					
		CA	CQ	MN	CS	CP	CA	CQ	MN	CS	CP	
Profundidade	0–0,1 m	H'	2,34	2,63	3,08	2,74	3,04	2,78	2,61	2,91	2,71	2,73
	J'	0,69	0,78	0,81	0,81	0,84	0,73	0,75	0,77	0,76	0,73	
	SR	29,84	28,80	44,85	28,81	36,83	6,52	6,06	6,74	4,82	6,62	
	Ds	0,17	0,10	0,07	0,08	0,07	0,10	0,13	0,08	0,10	0,13	
	TD	2,71	3,06	3,79	2,43	3,07	3,04	2,07	3,00	2,39	2,65	
	S	30	29	45	29	37	46	32	45	35	41	
	0,1–0,2 m	H'	2,60	2,71	3,08	2,69	3,02	2,51	2,65	2,81	2,71	3,08
	J'	0,80	0,85	0,83	0,83	0,89	0,68	0,75	0,75	0,73	0,81	
	SR	25,82	23,80	40,83	25,79	29,81	5,78	6,61	6,67	6,46	7,29	
	Ds	0,11	0,09	0,07	0,08	0,06	0,13	0,13	0,09	0,11	0,08	
	TD	2,92	2,81	3,67	2,98	3,20	2,79	2,25	3,47	1,99	2,98	
	S	26	24	41	26	30	40	35	42	40	44	
	0,2–0,3 m	H'	1,98	2,25	2,17	1,80	2,34	2,67	2,47	2,84	2,75	3,20
	J'	0,77	0,94	0,75	0,82	0,91	0,73	0,71	0,77	0,78	0,84	
	SR	12,75	10,64	17,75	8,63	12,69	6,40	5,83	6,72	5,93	7,71	
	Ds	0,20	0,12	0,16	0,20	0,11	0,12	0,14	0,09	0,10	0,06	
	TD	2,43	2,77	3,56	2,60	2,54	2,76	3,07	3,08	1,86	3,26	
	S	13	11	18	9	13	38	32	40	34	45	

Os valores mais baixos de diversidade, no ambiente de cultivo em aléias, são resultantes da grande abundância de apenas um gênero, *Helicotylenchus* (Tabela 1). Este gênero vem sendo alvo de estudo em função da possibilidade de manter populações de outros nematoides em baixa abundância no solo.

Valores de H' maiores que 3 só foram encontrados, no período seco, nos ambientes de mata nativa e cultivo de pastagem nas menores profundidades, e no período chuvoso, apenas na pastagem nas duas últimas profundidades (Tabela 2). Na literatura tem sido considerado alto, valores de H' superiores a 3 (MAGURRAN, 1988). Estes resultados, aliados aos valores de J' sugerem que a mata nativa e a pastagem apresentaram maior diversidade de gêneros e maior homogeneidade na

distribuição de indivíduos, nos respectivos gêneros ocorrentes. Os valores de D_s seguem o mesmo padrão dos valores de H' , isto é, a mata nativa em todas as profundidades e a pastagem nas duas últimas profundidades apresentaram os menores valores, e, portanto maiores abundâncias.

Os maiores valores de SR ocorreram no período seco, especialmente no ambiente de mata nativa (Tabela 2). Este índice apontou menor diversidade no cultivo em aléias e de soja, ambas na maior profundidade no período seco. Estes resultados corroboram outros estudos, que afirmam que a diversidade é maior nas áreas com vegetação nativa do que em áreas submetidas à exploração agrícola (CARES & ANDRADE, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2011).

Segundo FIGUEIRA, BERBARA & PIMENTEL (2011) a população de nematoides tende a ser maior nos períodos mais quentes e úmidos, pois é quando ocorre maior incremento na produção e desenvolvimento de raízes, além da maior taxa de mineralização da matéria orgânica. Desse modo, espera-se que diferentes manejos e período de coleta modifiquem a distribuição relativa da população de nematoides.

Maiores valores para o Índice de Dominância Trófica (TD) ocorreram no ambiente de mata nativa no período seco. Os menores valores ocorreram no cultivo de soja nas maiores profundidades (Tabela 2).

Considerando principalmente o período chuvoso, os valores H' , SR, e D_s , avaliados conjuntamente, permitem indicar que mata nativa e pastagem, apresentaram maior diversidade.

A condição edáfica, a variação sazonal e a ação antrópica podem ter contribuído para alterar a abundância, diversidade, equabilidade e riqueza de nematoides do solo nos ambientes estudados. Segundo MATTOS *et al.* (2008), estas variações que ocorrem na população de determinadas espécies de nematoides, podem interferir nos índices ecológicos e nematológicos, podendo nivelar ou não as populações ocorrentes em sistemas sabidamente diferentes. Neste sentido, e de acordo com ROCHA *et al.* (2011), favorecendo principalmente a expressão de gêneros de nematoides mais adaptados e resistentes a estas alterações.

2.4 Conclusões

Os diferentes sistemas de uso do solo impostas pelos sistemas de produção induzem alteração na estrutura trófica, provocando oscilação na abundância, e beneficiando os bacteriófagos.

A abundância total e a diversidade de nematoides distribuem-se num gradiente de profundidade do solo, onde os valores diminuem com o aumento da profundidade.

A composição da nematofauna edáfica foi bastante diversificada com representantes de todos os grupos tróficos nos ambientes e profundidades estudados.

A estrutura da comunidade de nematoides é fortemente influenciada pelas características sazonais do regime de chuvas da região.

O período chuvoso favorece o aumento da abundância total de nematoides. Entretanto, provoca diminuição na diversidade da nematofauna.

A maior abundância, diversidade, e riqueza de espécies, nos ambientes de mata nativa e cultivo de pastagem sugere neste, maior estabilidade dos sistemas de uso do solo.

Os ambientes estudados apresentam padrões de diversidade, abundância e estrutura trófica singulares, ratificando a hipótese de que os diferentes sistemas de uso do solo alteram os parâmetros das comunidades.

2.5 Referências

- BONGERS, T. & BONGERS, M. 1998. Functional diversity of nematodes. **Applied Soil Ecology**, 10:239-251.
- BONGERS, T. & FERRIS, H. 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. **Trends in Ecology and Evolution** 4(6): 224-228.
- Brown, G. G. & Sautter, K. D. 2009. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals: the XV International Colloquim on Soil Zoology and XII International Colloquim on Apterygota. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:1-9p.
- CARDOSO, M. O. 2010. **Relações entre a nematofauna e o grau de compactação do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar e em remanescente de Floresta Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE, Recife, 68f. il. 2010.

- CARES, J. E. & ANDRADE, E. P. 2006. Effects of the landuse systems on the abundance and diversity of the nematode community in the region of Upper Solimão River. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXVI, Campos dos Goytacazes. **Anais**, 86p.
- CARES, J. E. & HUANG, S. P. 2000. **Taxonomia atual de fitonematoides. Chave sistemática para gêneros. Parte I.** Revisão Anual de Patologia de Plantas 8:185-223.
- CARES, J. E. & HUANG, S. P. 2001. **Taxonomia de fitonematoides. Chave sistemática simplificada para gêneros. Parte II.** Revisão Anual de Patologia de Plantas, 9:177-235.
- CARES, J. E. & HUANG, S. P. 2008. Comunidade de nematoides de solo sob diferentes sistemas na Amazônia e Cerrados brasileiros. In: Morais, F. M. S., Siqueira, J. O., Brussaard, L (Editores) Biodiversidade de solo em ecossistemas. Ed. UFLA. Lavras, MG. p.409-444.
- CARES, J. E. 2006. Nematoides como indicadores ambientais de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXVI, Campos dos Goytacazes, RJ. **Anais**, p.14-16.
- CASTRO, O. M.; PRADO, H.; SEVERO, A. C. R. & CARDOSO, E. J. B. N. 1993. Avaliação da atividade de microorganismos do solo em diferentes sistemas de manejo de soja. **Scientia Agricola**, 50(2): 212-219.
- CHAVES, E. J.; ECHEVERRIA, M. M. & TORRES, M. S. 1995. **Clave para determinar géneros de nematodes del suelo de la República Argentina.** Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Bs. As.
- CURRY, J. P. 1994. **Grassland invertebrates. Ecology, influence of soil fertility and effects on plants growth.** London: Chapman & Hall, 437p.
- DEBIASI, H, MORAES, M. T. FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V.; GOULART, A. M. C. & RIBAS, L. N. 2011. Atributos químicos de solo relacionados à população e danos do nematoide das lesões radiculares em soja. Resumos da XXXII Reunião de Pesquisa de soja de Região Central do Brasil – São Pedro, SP, agosto de 2011, p. 310- 312.
- DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M. & LIEBIG, M. 1996. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. L. (Org.) **Advances in Agronomy.** San Diego: Academic Press, p. 1-54.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; & OLIVEIRA, J. B. 3ª ed. Ver. e ampl. Brasília, DF.
- FERRIS, H.; VENETTE, R. C. & SCOW, K. M. 2004. Soil management to enhance bacterivore and fungivore nematode populations and their nitrogen mineralization function. **Applaid Soil Ecology**, 24(1): 19-35.
- FERRIS, V. R. & FERRIS. J. M. 1974. Inter-relationship between nematode and plant communities in agricultural ecosystems. **Agroecosystems** v:275-299.
- FIGUEIRA, A. F.; BERBARA, R. L. L. & PIMENTEL, J. P. 2011. Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy** 33(2): 223-229.
- FORTUNER, R. & RASKI, D. J. 1987 A review of Neotylenchoidea – Thorne, 1941 (Nemata: Tylenchida). **Revue de Nématologie** 10(3): 257-267.

- FRECKMAN, D. W. & ETTEMA, C. H. 1993. Assessing nematodes communities in agroecosystems of varying human intervention. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 45(3-4): 239-261.
- GORALCZYK, K. 1998. Nematodes in a coastal dune succession: Indicators of soil properties? **Applied Soil Ecology** 9(1-3): 465-469.
- GOULART, A. M. C. & FERRAZ, L. C. C. B. 2003. Comunidades de nematoides em cerrado com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade trófica. **Nematologia Brasileira** 27(2): 123-128.
- GOULART, A. M. C.; MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; SANTOS JUNIOR, J. DE D. G. & CAROLINO DE SÁ, M. A. 2008. Diversidade de nematoides em um latossolo vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária no cerrado. IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais e II Simpósio Internacional Savana Tropicais. **Anais**. Brasília, Outubro/2008.
- HEYNS, J. 1971. **A guide to the plant & soil nematodes of South Africa**. Balkema: Cape Town.
- JAIRAJPURI, M. S. & AHMAD, W. 1992. **Dorylaimida freeliving predaceous and plant-parasitic nematodes**. New York: E. Brill, 1992.
- JENKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, 692p.
- KREBS, C. J. 1999. **Ecological methodology**. Menlo Park, California: Benjamin/Cummings, ed. 2, 620p.
- MAGURRAN, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press. 179p.
- MAI, W. F.; MULLIN, P. G.; LYON, H. H. & LOEFFLE, K. 1996. **Plant-Parasitic nematodes: a pictorial key to genera**. Cornell University Press. Ithaca, NY. 277p.
- MARANHÃO. 2002. **Gerencia de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN**. Universidade Estadual do Maranhão. Atlas do Maranhão. São Luís. 2002.
- MATTOS, J. K. A.; ANDRADE, E. P., TEIXEIRA, M. A., CASTRO, A. P. G. & HUANG, S. P. 2008. Gêneros-chaves de onze diferentes comunidades de nematoides do solo na região dos cerrados do Brasil central. **Nematologia Brasileira** 32(2): 142-149.
- MONDINHO E. A.; TAVARES, O. C. H.; EBELING, A. G.; FIGUEIRA, A. F.; QUINTERO, E. I. & BERBARA, R. L. L. 2009. Avaliação das comunidades de nematoides do solo em agrossistemas orgânicos. **Acta Scientiarum. Agronomy** 31(3): 509-515.
- MONDINHO, E. A. 2010. **Comunidade de nematoide do solo, no ecossistema do Pamba Austral da Argentina, sob diferentes sistemas de cultivo**. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2010.
- MONDINHO, E. A.; CHAVES, E. J. & CLAUSEN, A. M. 2006. Distribution of nematodes in potato fields soil in Andean Valleys of Argentina. **Revista Faculdade de Agronomia UBA**, 26(2): 141-148.
- NEHER, D. A. 2001. Role of nematode in soil health and their use as indicator. **Journal of Nematology** 33(4): 161-168.
- NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F. & NOGUEIRA, V. S. 2012. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03:708-724.

- PATTISON, A. B.; MOODY, P. W.; BADCOCK, K. A.; SMITH, L. J.; ARMOUR, J. A.; RASIAH, V.; COBON, J. A.; GULINO, L. M. & MYER, R. 2008. Development of key soil health indicators for the Australian banana industry. **Applied Soil Ecology** 40(1): 155-164.
- PROCTER, D. L. C. 1990. Global overview of the functional roles of soil-living nematodes in terrestrial communities and ecosystems. **Journal of Nematology** 22:1-7.
- RAMOS, Y. S.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M. & MIRANDA, T. L. 2010. Relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 5(4):570-578.
- ROCHA, F.; MEDEIROS, L.; SILVA, T.; SOUZA, N. & BERBARA, R. 2011. Variação da nematofauna do solo sob influência de duas diferentes fisionomias vegetais em Teresópolis, RJ. **Resumo: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – 6(2).**
- RODRIGUES, M.; ROCHA, F.; FREITAS, J.; SOUSA, N. & BERBARA, R. 2011. Mudanças na comunidade de nematoides em dois diferentes sistemas de manejo do solo. **Resumo: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE, p. 108-115.**
- RODRIGUES, S. R. 2011. **Comunidades de nematoides associadas às principais fitofisionomias do cerrado do Parque Nacional de Brasília** (2011). 53p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Brasília. 2011.
- SEINHORST, J. W. 1959. Um método rápido para a transferência de nematoides do fixador de glicerina anidra. **Nematologica**, 4:67-69.
- SIDDIQUI, R. M. 1985. **Tylenchida parasites of plants and insects**. St Albans: Commonwealth Institute of Parasitology, 645p.
- SILVA, A. L. G.; SANTOS, R. R.; NUNES, J. L. S. & MARTINS, F. C. 2008. Conservação da Reserva do Itamacaoca em Chapadinha, Maranhão. In: **Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo pés na região**. Orgs. SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. D. A. ed. EDUFMA-IBD, p. 109-116.
- TIHOHOD, D. 1997. **Guia prático para a identificação de fitonematoides**. Jaboticabal. FCAV, 246p.
- TOMAZINE, M. D.; FERRAZ, L. C. C. B. & MONTEIRO, A. R. 2008. Estrutura trófica e índice de maturidade de comunidade de nematoides em áreas contíguas de vegetação natural e submetidas a diferentes tipos de uso agrícola. **Nematologia Brasileira** 32(2): 220-230.
- WALL, J. W.; SKENE, K. R. & NEILSON, R. 2002. Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. **Biology and Fertility of Soils**, 35:293-301.
- WASILEWSKA, L. 1979. The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agrocenosis. **Political Ecology Student** 5:97-145.
- YEATES, G. W. & PATTISON, A. B. 2006. Moving up the Food Chain: Protozoa and nematodes, In: UPHOFF, N.; BALL, A. S.; FERNANDES, E.; HERREN, H.; HUSSON, O. & LAING, M., eds, Biological approaches to sustainable soil systems. New York, CRC/Marcel Dekker, p.149-162.
- YEATES, G. W. 1999. Effects of plants on nematode community structure. **Annual Review of Phytopathology** 37:127-149.

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

CAPÍTULO 3 – Associação de atributos físicos e químicos do solo com a nematofauna edáfica em sistema de uso do solo no Nordeste do Estado do Maranhão

RESUMO – A nematofauna edáfica constitui um grupo de organismos habitantes do solo pertencentes ao filo nematoda e considerados bons indicadores biológicos de qualidade do solo. Com objetivo de associar a nematofauna edáfica a atributos químicos e físicos do solo, analisou-se as populações de nematoides em cinco sistemas de uso do solo (cultivo em aléias, cultivo sob corte e queima, mata nativa, cultivo de soja e cultivo de pastagem). As amostras de solo para as análises de nematoides e de atributos físicos e químicos do solo foram coletadas na camada de 0-0,1 m, em todos os cinco sistemas de uso. As coletas foram realizadas entre os meses de outubro de 2013 e março de 2014, em áreas particulares localizadas na microrregião de Chapadinha no Nordeste do estado do Maranhão. Os nematoides foram extraídos pelo método de flotação centrífuga em solução de sacarose e identificados ao nível de gênero. Para avaliar o efeito da sazonalidade na nematofauna, utilizou-se estatística descritiva e teste não paramétrico de Mann Whitney e as associações da nematofauna edáficas com os atributos físicos e químicos do solo foram analisados por meio da análise de componentes principais. Os nematoides estão associados as características físicas e químicas do solo, entretanto as associações variam em função do sistema de uso do solo; as variáveis Ca, K, H+Al e Al apresentaram padrões de associação semelhantes, independente do sistema de uso do solo; alguns gêneros de nematoides estão associados à ocorrência de outros; as variáveis silte, argila, condutividade elétrica e H+Al apresentaram maior número de associações entre os gêneros de nematoides, sugerindo potencial para avaliar a qualidade do solo.

Palavras-chave: nematoides, atributos do solo, qualidade do solo, agrossistemas, cerrado.

Association of soil physical and chemical attributes to the edaphic nematofauna in land use systems in the state of Maranhão Northeast

ABSTRACT – The edaphic nematofauna is a group of inhabitants of soil organisms belonging to the nematode phylum and considered good biological indicators of soil quality. In order to associate the edaphic nematofauna the chemical and physical soil properties, analyzed the populations of nematodes in five land use systems (alley cropping, cultivation under slash and burn, native forest, soy cultivation and pasture farming). The soil samples for analysis of soil nematodes and physical and chemical attributes were collected at a depth of 0-0.1 m, in use for all five systems. Samples were collected between the months of October 2013 and March 2014, in particular areas located in the micro-region of Chapadinha Maranhão state in the Northeast. The nematodes were extracted by centrifugal flotation method in sucrose solution and identified to genus level. To evaluate the effect of seasonality in nematofauna, it used descriptive statistics and non-parametric Mann Whitney and associations of soil nematofauna with the physical and chemical soil attributes were analyzed using principal component analysis. The nematodes are associated with the physical and chemical characteristics of the soil, however the associations vary according to the land use system; the variables Ca, K, H+Al and Al showed similar patterns of association, regardless of the land use system; some nematode genera are associated with the occurrence of others; The variables silt, Clay, electrical conductivity and H+Al showed greater number the genera of nematodes, suggesting potential to assess soil quality.

Key words: nematoides, soil properties, soil quality, agrosystems, cerrado.

3.1 Introdução

O solo é um recurso natural vital para o funcionamento do ecossistema terrestre. Formado pelas fases gasosa, líquidas e sólida, o solo apresenta como principais componentes materiais inorgânicos, como partículas de areia, silte e argila, formas estáveis de matéria orgânica, minhocas, insetos, bactérias, fungos, algas, nematoides e gases como O₂, CO₂, N₂ e NO₂ (DORAN, SARRANTONIO & LIEBIG, 1996). Entre os componentes da biota do solo, têm sido utilizados principalmente, a microbiota, as minhocas, os colêmbolos e os nematoides para avaliar a qualidade do solo.

Os nematoides são organismos pertencentes ao filo nematoda e constituem um dos grupos de invertebrados mais abundantes encontrados no solo (WALL, SKENE & NEILSON, 2002). Segundo BARKER (1998), existe mais de 15.000 espécies descritas, e cerca de 26% dos gêneros catalogados são habitantes do solo e ocupam diferentes grupos funcionais.

Os diferentes usos do solo e as práticas de manejo agrícola podem desencadear alterações na composição e densidade da biota do solo. Alterações na atividade biológica, na densidade populacional e na estrutura e composição das comunidades de nematoides quando comparada com áreas de florestas nativas são relatadas por KIMENJU *et al.* (2009), STIRLING, MOODY & STIRLING (2010) e BAQUERO *et al.* (2012) afirmam que a distribuição dos nematoides é dependente das características do solo no qual habitam, bem como, permitem a orientação, a movimentação e a reprodução desses organismos, estando mais frequentemente relacionada com a distribuição de raízes, e com a estrutura, textura, umidade e temperatura do solo.

Os nematoides de vida-livre possuem representantes na maioria dos níveis tróficos no solo e são desta maneira, potencialmente bioindicadores de qualidade para ampla variedade de propriedades do solo (FIGUEIRA *et al.*, 2011). Segundo CARDOSO *et al.* (2013), isto se deve à resposta rápida às mudanças no ambiente e alterações no solo.

Diversos autores citam que os indicadores biológicos são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um agrossistema,

objetivando avaliar a qualidade que ele apresenta (DORAN & PARKIN, 1994); NOLASCO, 1999; MARZALL, 1999 & BARRETA *et al.*, 2011).

Segundo RAMOS *et al.* (2010) a preocupação com a integridade do meio ambiente é estimulada através da identificação de parâmetros que avaliam precocemente e de modo eficaz as alterações ambientais, indicando o nível de qualidade do solo. O conhecimento das condições de qualidade do solo é de fundamental importância para manejo dos diferentes sistemas de uso do solo.

O conhecimento da dinâmica de alteração da abundância e diversidade da nematofauna edáfica associado a diferentes condições de uso do solo (com conseqüente modificação na estrutura física, química e biológica), é importante, pois pode trazer informações a respeito das condições dos agrossistemas e da qualidade do solo, bem como, as diferentes associações observadas entre a nematofauna edáfica e as características físicas e químicas do solo, podem servir como uma ferramenta importante, visando buscar técnicas de diagnósticos mais sustentáveis.

BARRETA *et al.* (2011), afirmam que os atributos mais comumente estudados e difundidos em estudos de avaliação da qualidade do solo são os químicos e os físicos envolvendo principalmente, a matéria orgânica, o pH, a disponibilidade de nutrientes, a compactação e a porosidade. MATOS *et al.* (2011) encontraram dependência da populacional de nematoides com as características químicas e físicas do solo.

Neste sentido, objetivou-se associar a nematofauna edáfica a atributos químicos e físicos do solo em cinco sistemas de uso do solo (cultivo em aléias, cultivo em corte e queima, mata nativa, cultivo de soja e cultivo de pastagem).

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado nos municípios de Chapadinha e Mata Roma, ambos pertencentes à Microrregião de Chapadinha, no nordeste do estado do Maranhão. As coletas de solo e de nematoides do solo foram realizadas entre os meses de

outubro de 2013 e março de 2014. O Clima da região, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é sub-úmido com totais pluviométricos anuais que variam de 1.600 a 2.000 mm, com chuvas mal distribuídas ao longo do ano. A temperatura mínima média anual é superior a 22°C, com valores mais elevados durante os meses de setembro a dezembro. A umidade relativa do ar fica em torno dos 34%, com valores mais elevados nos meses de maior precipitação pluviométrica (janeiro a maio) (NOGUEIRA, CORREIA & NOGUEIRA, 2012).

Para a realização do estudo foram selecionados cinco sistemas de uso do solo (ambientes): cultivo em aléias, cultivo em corte e queima, cultivo de soja, cultivo de pastagem e mata nativa. A classificação de solo foi realizada de acordo com metodologia da EMBRAPA (SANTOS *et al.* 2013).

O ambiente de cultivo em aléias (CA) é uma área experimental, localizada no povoado Vila União, município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 3° 47' 71,6" S e 43° 21' 70,8" W e altitude de 98 m, onde são conduzidos ensaios em sistema agroecológico, com combinação de quatro espécies de leguminosas arbóreas (*Leucaena leucocephala* L. x *Clitoria fairchildiana* L.; *L. leucocephala* x *Acassia mangium* Willd.; *Gliricidia sepium* L. x *A. mangium*; *G. sepium* x *C. fairchildiana*) e tratamento controle sem leguminosas. As leguminosas foram plantadas em fileiras, espaçamento entre as fileiras de 4 m. Nestas, é cultivado anualmente milho (*Zea mays* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* Walp.). A área experimental é de 35,5 m x 50,0 m e foi implantada em 2009, sob substituição a uma vegetação secundária. O solo é um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êndico Tb, com A moderado e textura média-argilosa. O relevo é plano e suavemente ondulado. Na avaliação deste ambiente foi utilizada apenas a combinação de *L. leucocephala* x *C. fairchildiana*.

O ambiente de cultivo em corte e queima (CQ), está localizado no povoado Vila União, no município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 03° 46' 34,6" S e 43° 22' 15,5" W e altitude de 104 m, onde é praticado uma agricultura itinerante em substituição a uma vegetação secundária, que foi desmatada e queimada. São cultivados, em consórcio, o feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), o milho (*Zea mays* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.), maxixe (*Cucumis anguria* L.), melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), quiabo

(*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) e arroz (*Oryza sativa* L.). O solo é um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êndico Tb com A moderado e textura média-argilosa. O relevo é plano e suavemente ondulado.

O ambiente de mata nativa (MN) está localizado no município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 3° 44' 31,1" S e 43° 19' 66,1" W e altitude em torno de 151 m. A área é de propriedade particular da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA. A vegetação remanescente apresenta comportamento decidual e está em elevado grau de antropização. O solo é um Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico com A moderado, textura médio-argilosa e coberto com serrapilheira. O relevo é plano e suavemente ondulado.

O ambiente de cultivo de soja (CS) está localizado na Fazenda Unha de Gato, no município de Mata Roma – MA, nas coordenadas geográficas 3° 42' 26,6" S e 43° 11' 27,6" W e altitude em torno de 122 m. A propriedade possui área de plantio de 313 ha, cultivada anualmente com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] e milho. O histórico de cultivo desta área é de aproximadamente nove anos. Nos últimos cinco anos, o manejo do solo incluiu rotação de cultura (4 anos com soja e 1 ano com milho), uma subsolagem de até 32 cm de profundidade a cada cinco anos, até quatro aplicações de dessecante por cultivo, uso de herbicida a base de glifosato, além de aplicações anuais com gesso, superfosfato simples, enxofre e cálcio. O manejo das culturas inclui rotação com soja e milho (4 anos com soja e 1 ano com milho). O plantio foi inicialmente implantado em substituição a um cerrado típico. O solo é um Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico, com A moderado, textura médio-argilosa/argilosa. O relevo é plano e suavemente ondulado.

O ambiente de cultivo de pastagem (CP) está localizado no município de Chapadinha, MA, nas coordenadas geográficas 3° 45' 41,2" S e 43° 23' 1,4" W. O solo é um Plintossolo Argilúvico Distrófico Típico, Tb, com A moderado e textura média-arenosa/média-argilosa. Neste, é cultivado o capim quicuiu (*Brachiaria humidicola* L.) e foi implantada em substituição a uma floresta estacional com domínio de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). O relevo é suave-ondulado.

3.2.2 Coleta de solo e delineamento amostral

As amostras de solo foram coletadas ao acaso, no decorrer do caminhar em zig-zag nos ambientes. Neste caminhar amostral foram afixados oito pontos principais, distantes 30 metros um do outro. Uma subamostra simples foi coletada no ponto principal e mais seis subamostras foram aleatoriamente coletadas ao redor do ponto principal, e distribuídas em área formada por um raio de 10 metros. Dessa forma, em cada ambiente, oito amostras compostas de 0,5 dm³ de solo, formadas por sete subamostras simples foram utilizadas para extração de nematoides. As amostras foram coletadas com o auxílio de um enxadão, e trena para delimitar a profundidade. As amostras imediatamente após a coleta foram identificadas, colocadas em sacos de polietileno e acondicionadas em caixas térmicas, previamente refrigeradas com bolsas de gelo seco e transportadas até o Laboratório de Nematologia da Universidade Estadual Paulista UNESP/Jaboticabal - SP, onde foram feitos os procedimentos de extração, identificação e contagem dos nematoides.

Para a identificação da comunidade de nematoides em cada ambiente estudado, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-0,10 m. Com intuito de verificar alteração na distribuição da comunidade pela sazonalidade, as coletas foram realizadas em dois períodos do ano, a primeira de outubro a dezembro de 2013 (período seco) e a segunda de abril a junho de 2014 (período chuvoso). Na primeira coleta do solo, realizada no período seco, os ambientes de cultivo em aléias, cultivo de soja e cultivo em corte e queima, não havia plantios comerciais, apenas ervas espontâneas. Os ambientes de cultivo de pastagem e mata nativa, estavam ocupados, respectivamente, por capim quicuí e vegetação secundária em elevado estado de regeneração.

3.2.3 Extração de nematoides e identificação dos gêneros de nematoides

Na extração dos nematoides utilizou-se o método de flotação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e realizada em centrífuga de marca CIENTEC modelo 6000 D a 1.750 rpm. Utilizou-se 100 cm³ de solo de cada amostra composta

para extração dos nematoides. Após a centrifugação, as suspensões contendo os nematoides foram acondicionados em vidros de 30 ml e mantidas em geladeira (6 °C), para posterior contagem e identificação dos gêneros de nematoides. A contagem dos nematoides foi realizada em microscópio fotônico com lentes de magnitude de 400x e câmara de contagem de Peters. A identificação foi realizada até o nível de gênero, seguindo HEYNS (1971), SIDDIQUI (1985), FORTUNER & RASKI (1987), JAIRAJPURI & AHMAD (1992), CHAVES, ECHEVERRIA & TORRES (1995), MAI *et al.* (1996), Tihohod (1997), CARES & HUANG (2000 e 2001) e realizada a partir de, até, 200 indivíduos observados ao acaso. Foram coletados espécimes vivos, montados em lâminas temporárias com água e observados em microscópio fotônico com aumento de até 1.000x. Quando necessário, lâminas permanentes foram preparadas por infiltração com glicerina (SEINHORST, 1959).

3.2.4 Análises físicas e químicas do solo

Para as análises físicas e químicas do solo foram coletadas amostras de solo no mesmo ponto de coleta das amostras utilizadas para a coleta de nematoides, nas mesmas quantidades. Utilizou-se anéis volumétricos com capacidade de 10 cm³ para coleta de amostras indeformadas e um trado tipo holandês para as amostras deformadas. Estas análises foram realizadas nos Laboratórios de Física e de Química de Solos do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural da Universidade Estadual do Maranhão.

Na análise granulométrica foram determinados argila, silte, areia fina e areia grossa utilizando solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação com aparato de baixa rotação, por 16 horas conforme metodologia proposta por CARMAGO *et al.* (2009). As determinações de densidade do solo pelo método do anel volumétrico, da condutividade elétrica utilizando condutivímetro, da microporosidade, da macroporosidade e da porosidade total, utilizando-se as amostras indeformadas contidas nos anéis volumétricos, foram determinadas conforme a Embrapa (CLAESSEN *et al.*, 1997; EMBRAPA, 2011).

Nas análises químicas, foram determinados: matéria orgânica, pH_{H₂O} (pH em água), pH_{CaCl₂} (pH em Cloreto de cálcio), P(Mehlich), P(resina), K, Ca, Mg, Na, Al,

H+Al conforme metodologia de Raij *et al.* (2001). Com base nestes resultados, foi calculado a soma de base (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a percentagem de saturação por bases (V%).

3.2.5 Análise estatística

Para verificar a associação da nematofauna edáfica com os atributos físicos e químicos do solo em cada ambiente, foi utilizado a análise multivariada em Componentes principais por meio do programa estatístico InfoStat versão 2013 (DI RIENZO *et al.*, 2013).

A análise em componentes principais foi realizada levando-se em consideração os gêneros de nematoides que apresentaram variação e frequência expressiva, e, as variáveis físicas e químicas que apresentaram maior coeficiente de variação. Para esta análise foi considerado apenas os dados correspondentes ao período seco.

Para avaliar o efeito da sazonalidade na nematofauna, utilizou-se estatística descritiva para selecionar apenas os gêneros de nematoides com valores de mediana superior a cinco. A comparação das frequências dos gêneros de nematoides por estação e por ambiente, foi realizado por meio do teste não paramétrico de Mann-Whitney usando o programa estatístico InfoStat versão 2013 (DI RIENZO *et al.*, 2013).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Caracterização física

A estatística descritiva das características físicas e químicas do solo nos sistemas de uso do solo (ambientes) estudados encontram-se na Tabela 1. Os maiores valores de areia grossa foram encontrados nos ambientes cultivo de soja e cultivo de pastagem. O menor valor foi em cultivo em corte e queima.

Para o solo do ambiente de cultivo em aléias e de cultivo de pastagem, os valores de silte foram maiores, sendo que nos demais ambientes os valores, além

de menores, semelhantes entre si. Os valores de argila foram maiores no cultivo em corte e queima e no cultivo em aléias. Os menores valores ocorreram no cultivo de soja e no cultivo de pastagem.

A macroporosidade, microporosidade e porosidade total foram maiores no ambiente cultivado em aléias. Os menores valores ocorreram no cultivo de soja. O cultivo em corte e queima, a mata nativa e a pastagem apresentaram valores semelhantes entre si.

As características físicas dos ambientes cultivado em aléias e cultivo de pastagem sugerem que eles apresentem maior espaço entre as partículas do solo e conseqüentemente melhores condições para o deslocamento dos nematoides. HASSINK *et al.* (1993), trabalhando com espaços porosos habitáveis da biota do solo, encontraram maior número de nematoides parasitas de plantas e de vida livre em solos com diâmetro de poros de 50 a 200 μm . Entretanto, segundo OKA (2010), solos com poros maiores podem permitir aumento de inimigos naturais, e, conseqüentemente, diminuição da comunidade de nematoides.

3.3.2 Caracterização química

Os valores de fósforo foram maiores na mata nativa e no cultivo em aléias. Os menores valores foram no corte e queima e no cultivo de soja.

Os valores de MO, K, Ca e SB foram maiores no cultivo em aléias e no corte e queima, e os menores se distribuíram da seguinte maneira: K na mata nativa e no cultivo de soja, Ca e SB no cultivo de soja, e MO na mata nativa.

Os maiores valores de Na e Mg ocorreram no cultivo em aléias e no cultivo de pastagem. Os menores valores de Na ocorreram na mata nativa e cultivo de soja e de Mg no cultivo de soja.

Os valores de H+Al foram superiores no ambiente de cultivo em corte e queima, no cultivo de soja e no cultivo em aléias. Os menores valores de H+Al e Al ocorreram na mata nativa. O cultivo de soja apresentou valor elevado de Al quando comparado com os demais ambientes.

Os valores de CTCtotal foram maiores no cultivo em aléias e corte e queima. O menor valor ocorreu na mata. Os valores de V% foram maiores na mata nativa e no cultivo em aléias, e menor no cultivo de soja.

O sistema de cultivo em aléias por apresentar os maiores valores para a maioria dos atributos físicos e químicos (silte, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, MO, Na, K, Ca, Mg, SB e CTCtotal), aliado ao manejo agroecológico empregado, reúne características que favorecem o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente para a maioria dos grupos tróficos de nematoides do solo.

Tabela 1. Valores médios dos atributos físicos e químicos do solo de cinco ambientes tomados na camada de 0–0,1 m da Microrregião de Chapadinha, MA.

Sistema de uso do	Atribut. do solo	n	Média	CV	Mín	Máx	Median
Cultivo em aléias	Argila	8	182,5	10,5	160,0	210,0	180,0
	Silte	8	112,5	21,6	70,0	150,0	110,0
	Areia fina	8	487,5	2,63	470	510	490
	Areia grossa	8	208,8	6,0	200,0	230,0	200,0
	Densidade	8	1,31	7,06	1,16	1,46	1,3
	Porosidade total	8	48,0	6,8	44,7	53,9	47,4
	Microporosidade	8	25,8	10,4	23,2	30,8	25,4
	Macroporosidad	8	22,2	9,7	18,9	26,0	21,8
	Condut. elétrica	8	0,1	14,3	0,1	0,1	0,1
	P(Mehlich)	8	32,8	43,0	16,0	60,0	29,0
	P(resina)	8	34,5	41,1	15,0	60,0	33,5
	MO	8	38,8	6,3	35,0	42,0	38,5
	pH (SMP)	8	5,79	3,74	5,5	6,1	5,8
	pH (CaCl ₂)	8	4,54	3,52	4,3	4,8	4,6
	K	8	2,3	54,7	1,1	4,9	2,0
	Ca	8	48,6	15,4	38,0	60,0	48,5
	Mg	8	10,1	84,5	0,0	27,0	11,0
	Na	8	3,9	61,7	1,2	9,0	3,2
	H+Al	8	49,3	45,2	0,0	73,0	51,0
	Al	8	0	0	0	0	0
SB	8	65,0	14,7	51,3	82,3	63,1	
CTCtotal	8	114,2	13,5	82,3	135,3	115,8	
V%	8	58,78	30,13	42,82	100	56,22	
Cultivo em corte e queima	Argila	8	223,8	10,4	180,0	250,0	230,0
	Silte	8	82,5	36,5	40,0	140,0	85,0
	Areia fina	8	520	4,48	480	540	525
	Areia grossa	8	173,8	9,2	150,0	190,0	175,0
	Densidade	8	1,37	6,12	1,21	1,46	1,38
	Porosidade total	8	42,3	7,8	39,1	48,7	41,6
	Microporosidade	8	21,6	8,5	19,9	24,8	21,1
	Macroporosidad	8	20,7	16,6	17,6	27,2	19,4
	Condut. elétrica	8	0,1	19,8	0,1	0,1	0,1
	P(Mehlich)	8	2,3	20,6	2,0	3,0	2,0
	P(resina)	8	7,0	15,3	6,0	9,0	7,0
	MO	8	33,4	14,8	26,0	39,0	34,0
	pH (SMP)	8	5,66	2,66	5,5	5,9	5,7
	pH (CaCl ₂)	8	4,61	4,98	4,4	5,1	4,5
	K	8	1,5	36,8	1,0	2,8	1,4
	Ca	8	28,8	43,9	14,0	44,0	27,5

Continua

Continuação

Sistema de uso do	Atribut. do solo	n	Média	CV	Mín	Máx	Median
Cultivo em corte e queima	Mg	8	6,0	67,3	0	10,0	6,5
	Na	8	1,9	46,5	1,2	4,0	1,8
	H+Al	8	61,4	15,5	47,0	74,0	60,0
	Al	8	1,8	128,	0	6,0	1,0
	SB	8	38,2	25,9	26,7	52,3	39,3
	CTCtotal	8	99,6	11,9	80,7	117,	100,1
	V%	8	38,12	20,9	26,6	52,4	37,73
Ambiente de mata nativa	Argila	8	142,5	13,9	120,	160,	150,0
	Silte	8	81,3	30,5	60,0	110,	70,0
	Areia fina	8	522,5	2,66	510	550	520
	Areia grossa	8	257,5	12,4	220,	300,	260,0
	Densidade	8	1,5	4,66	1,41	1,62	1,48
	Porosidade total	8	41,3	10,8	36,0	48,6	40,3
	Microporosidade	8	19,4	5,9	17,7	21,0	19,3
	Macroporosidade	8	21,9	18,7	17,1	29,3	20,9
	Condut. elétrica	8	0,1	23,8	0,1	0,2	0,1
	P(Mehlich)	8	62,3	22,4	40,0	86,0	66,0
	P(resina)	8	53,3	72,6	30,0	147,	39,5
	MO	8	12,4	36,6	9,0	23,0	11,5
	pH (SMP)	8	7,18	2,07	6,9	7,4	7,2
	pH (CaCl ₂)	8	6,09	5,3	5,7	6,8	6
	K	8	0,8	23,0	0,6	1,1	0,9
	Ca	8	23,8	29,6	18,0	40,0	23,0
	Mg	8	6,1	49,7	2,0	11,0	6,5
	Na	8	1,5	26,9	0,8	2,0	1,6
	H+Al	8	12,5	14,8	10,0	16,0	12,0
	Al	8	0	0	0	0	0
SB	8	32,3	28,0	26,0	53,8	28,3	
CTCtotal	8	44,5	23,8	36,5	69,5	40,9	
V%	8	72,06	3,97	67,5	77,4	71,52	
Cultivo de soja	Argila	8	95,0	14,9	80,0	120,	100,0
	Silte	8	85,0	18,9	70,0	110,	80,0
	Areia fina	8	518,7	5,2	490	560	510
	Areia grossa	8	301,3	7,6	280,	340,	295,0
	Densidade	8	1,65	3,35	1,56	1,72	1,65
	Porosidade total	8	34,8	5,6	32,5	38,6	34,7
	Microporosidade	8	15,2	5,5	13,8	16,6	15,1
	Macroporosidade	8	19,7	7,3	17,9	22,0	20,0
	Condut. elétrica	8	0,1	16,9	0,1	0,1	0,1

Continua

Continuação

Sistema de uso do	Atribut. do solo	n	Média	CV	Mín	Máx	Mediana
Cultivo de soja	P(Mehlich)	8	4,0	0	4,0	4,0	4,0
	P(resina)	8	5,9	19,2	4,0	7,0	6,0
	MO	8	20,0	7,6	18,0	22,0	20,5
	pH (SMP)	8	5,76	2,26	5,6	6	5,7
	pH (CaCl ₂)	8	3,84	2,39	3,7	4	3,8
	K	8	1,0	74,1	0,2	2,6	0,9
	Ca	8	5,5	43,5	2,0	9,0	5,0
	Mg	8	3,0	53,5	1,0	5,0	3,0
	Na	8	1,7	75,8	0,1	4,4	1,7
	H+Al	8	53,6	11,7	44,0	62,0	56,5
	Al	8	9,5	41,0	5,0	16,0	8,5
	SB	8	11,3	39,1	5,4	16,8	11,3
	CTCtotal	8	64,8	7,4	59,8	72,7	64,7
	V%	8	17,43	39,99	8,33	27,82	16,93
	Cultivo de pastagem	Argila	8	105,0	8,8	100,0	120,0
Silte		8	101,3	39,7	50,0	170,0	85,0
Areia fina		8	445,01	40,46	0,06	520	510
Areia grossa		8	286,3	12,5	230,0	330,0	295,0
Densidade		8	1,49	7,37	1,34	1,66	1,47
Porosidade total		8	40,2	17,8	26,1	50,0	41,3
Microporosidade		8	18,0	34,1	6,5	28,9	17,5
Macroporosidade		8	22,1	13,2	18,1	27,5	21,7
Condut. elétrica		8	0,1	19,8	0,1	0,1	0,1
P(Mehlich)		8	6,4	69,1	3,0	17,0	5,0
P(resina)		8	7,0	56,9	0,1	11,0	8,0
MO		8	21,4	48,5	15,0	46,0	17,0
pH (SMP)		8	6,19	3,28	5,8	6,4	6,3
pH (CaCl ₂)		8	4,54	3,52	4,3	4,8	4,6
K		8	1,1	25,0	0,8	1,6	1,2
Ca		8	21,3	86,8	11,0	66,0	14,5
Mg		8	9,6	62,8	5,0	24,0	7,0
Na		8	2,0	30,2	1,2	2,7	2,1
H+Al		8	36,0	26,3	27,0	55,0	31,5
Al		8	0,6	146,6	0	2,0	0
SB		8	34,0	72,2	20,0	93,2	25,5
CTCtotal		8	70,0	47,0	50,8	148,1	55,8
V%		8	45,67	18,18	38,47	62,91	42,67

CV – Coeficiente de variação (%); P(Mehlich) – Fósforo em Mehlich; P(resina) – Fósforo em resina; MO – matéria orgânica; H+Al – Acidez potencial; Al – Acidez trocável (Al³⁺); SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V% – saturação por base (%); Os valores de areia grossa, silte e argila são expresso em g Kg⁻¹, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e V% em percentagem (%), condutividade elétrica em mmhos cm⁻¹, P(Mehlich) e P(resina) são expressos em mgdm⁻³, de MO em gdm⁻³, de Na, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB e CTC e, mmol_cdm⁻³.

3.3.3 Caracterização biológica

Os dados de abundância dos gêneros de nematoides nos ambientes estudados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva para os dados de abundância dos gêneros de nematoides nos sistemas de uso do solo cultivado em aléias, cultivado em corte e queima, mata nativa, cultivo de soja e cultivo de pastagem e período de coleta.

Sistema de uso	Período	Gêneros	N	CV	Min	Máx	Mediana
Cultivo em aléias	chuvoso	<i>Acrobeles</i>	8	53,12	9	51	20,5
		<i>Aphelenchus</i>	8	60,69	3	19	13
		<i>Cruzinema</i>	8	42,1	7	27	19,5
		<i>Hemicycliophora</i>	8	74,86	1	87	32
		<i>Paratylenchus</i>	8	48,61	10	38	16
	seco	<i>Acrobeles</i>	8	30,07	8	17	9,5
		<i>Aphelenchus</i>	8	68,19	3	19	6,5
		<i>Cephalobus</i>	8	67,03	3	24	9,5
		<i>Helicotylenchus</i>	8	46,76	21	79	40
		<i>Isolaimium</i>	8	105,07	0	30	8,5
Cultivo de pastagem	chuvoso	<i>Acrobeles</i>	8	50,4	16	66	32,5
	seco	<i>Acrobeles</i>	8	49,11	4	20	16
		<i>Cephalobus</i>	8	61,31	2	22	12
		<i>Tylenchus</i>	8	39,44	6	17	9
Cultivo em corte	chuvoso	<i>Acrobeles</i>	8	108,49	1	39	7
Cultivo de soja	chuvoso	<i>Acrobeles</i>	8	25,68	17	50	41,5
		<i>Aphelenchoides</i>	8	105,69	0	31	7,5
		<i>Cruzinema</i>	8	27,65	9	24	17
		<i>Gracilacus</i>	8	82,98	3	36	10,5
		<i>Rhadophulus</i>	8	54,06	2	14	8
		<i>Trichodorus</i>	8	50,01	3	17	10
	seco	<i>Cephalobus</i>	8	97,88	0	19	6
Ambiente de mata nativa	chuvoso	<i>Acrobeles</i>	8	63,07	1	58	27
		<i>Cruzinema</i>	8	65,78	3	29	11,5
		<i>Gracilacus</i>	8	33,18	4	12	8
		<i>Mesorhabditis</i>	8	66,71	0	11	6,5
		<i>Paratylenchus</i>	8	115,97	2	65	9
	seco	<i>Acrobeloides</i>	8	46	2	16	8,5
		<i>Cephalobus</i>	8	47,05	14	43	17
		<i>Ditylenchus</i>	8	67	5	30	9,5
		<i>Filenchus</i>	8	56,06	2	20	9
		<i>Mesodorylaimus</i>	8	58,47	2	19	10
	<i>Tylenchorhinchus</i>	8	37,08	8	40	31,5	
	<i>Tylenchus</i>	8	43,62	11	34	17	

CV – Coeficiente de variação (%); n – número de amostras; Min – mínimo; Máx – máximo.

Os gêneros de nematoides apresentaram abundâncias diferentes entre os ambientes. *Acrobeles* Von Linstow foi o único gênero a apresentar valores de abundância sempre elevadas, independente do ambiente. Para a maioria dos gêneros de nematoides, a abundância foi maior no período chuvoso com exceção do gênero *Helycotylenchus* Steiner no ambiente de cultivo em aléias e *Tylenchorhynchus* Cobb na mata nativa que, apresentaram, abundância elevada no período seco (Tabela 2). Muitos trabalhos envolvendo avaliação da diversidade, tem demonstrado um aumento na diversidade de nematoides em períodos chuvosos, principalmente, de bacteriófagos e parasitas de plantas (GOMES *et al.*, 2003; MONDINHO, 2010; ROCHA, *et al.*, 2011), devido principalmente ao aumento de biomassa vegetal e mineralização da matéria orgânica (ROCHA, *et al.*, 2011). No entanto, FIGUEIRA, BERBARA & PIMENTEL, (2011), verificaram que em todos os sistemas de manejo (pasto, capoeira, figo (*Ficus* L.) com grama-batatais (*Paspalum notatum* Flügge) e horta) avaliados, a população de bacteriófagos apresentou decréscimo na estação chuvosa. E segundo GOULART *et al.* (2008), as comunidades de nematoides presentes no solo aumentam ou diminuem conforme as alterações decorrente do diversificado tipo de manejo utilizado, o que afeta diretamente a quantidade e diversidade das espécies existentes.

Os resultados da comparação da abundância de gêneros de nematoides por período de coleta (períodos seco e chuvoso) e por tipo de solo estão na Tabela 3.

Comparando os períodos de coleta, observa-se que, no período chuvoso, a maioria dos gêneros avaliados apresentou aumento na abundância de indivíduos. Este fato pode ser explicado pelo aumento do volume de matéria orgânica devido ao desenvolvimento de biomassa vegetal, favorecido pelo aumento de água pela precipitação pluviométrica (Tabela 3).

Muitos trabalhos têm demonstrado um aumento significativo na abundância de alguns gêneros de nematoides com o aumento de umidade (MONDINHO, CHAVES & CLAUSEN, 2009; RAMOS *et al.*, 2010; ROCHA *et al.*, 2011; FIGUEIRA, BERBARA & PIMENTEL, 2011), Entretanto, RODRIGUES *et al.* (2011a), trabalhando com a distribuição da nematofauna associada a cana-de-açúcar, observaram que a elevação da umidade do solo, decorrente da alta precipitação, afetou negativamente os níveis populacionais de endoparasitos nas raízes, e dos gêneros *Pratylenchus*

Filipjev & Schuurmans Stehovem e *Criconemella* De Grisse & Loof (ambos parasitas de plantas) e das famílias Dorylaimidae (onívoro) e Mononchidae (carnívoro) no solo.

Tabela 3. Teste não paramétrico de Mann-Whitney para a comparação entre os períodos de coleta (período seco e chuvoso), por tipo de solo e por gênero.

Sistema de uso do solo	Gêneros	Família	Ha	n1	n2	Mediana		P
						P.	P.	
Cultivo em aléias	<i>Acrobeles</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	20,5 a	9,5 b	0,008
	<i>Aphelenchus</i>	Aphelenchidae	Fu	8	8	13,0 a	6,6 a	0,491
	<i>Cruzinema</i>	Rhabditidae	Ba	8	8	19,0 a	0,0 b	0,000
	<i>Hemicycliophora</i>	Criconematidae	PI	8	8	32,0 a	0,0 b	0,000
	<i>Isolaimium</i>	Isolaimidae	Ba	8	8	0,5 a	8,5 a	0,093
	<i>Pratylenchus</i>	Tylenchulidae	PI	8	8	16,0 a	0,0 b	0,000
	<i>Cephalobus</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	0,0 b	9,5 a	0,000
	<i>Helicotylenchus</i>	Hoplomaidae	PI	8	8	0,0 b	40,0 a	0,000
Cultivo em	<i>Acrobeles</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	7,0 a	1,5 b	0,028
Ambiente de mata nativa	<i>Acrobeles</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	27,0 a	5,0 b	0,007
	<i>Acrobelloides</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	2,0 b	8,5 b	0,009
	<i>Cephalobus</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	0,0 b	17,0 a	0,000
	<i>Cruzinema</i>	Rhabditidae	Ba	8	8	11,5 a	0,0 b	0,000
	<i>Ditylenchus</i>	Anguinidae	Fu	8	8	0,0 b	9,5 a	0,000
	<i>Filenchus</i>	Tylenchidae	Fu	8	8	0,0 b	9,0 a	0,000
	<i>Gracilachus</i>	Tylenchulidae	PI	8	8	8,0 a	2,0 b	0,000
	<i>Mesodorylaimus</i>	Dorylaimidae	O	8	8	1,5 b	10,0 a	0,002
	<i>Mesorhabditis</i>	Rhabditidae	Ba	8	8	6,5 a	2,0 a	0,056
	<i>Pratylenchus</i>	Tylenchulidae	PI	8	8	9,0 a	0,5 b	0,000
	<i>Tylenchorhynchus</i>	Dolichodoridae	PI	8	8	0,5 b	31,5 a	0,001
	<i>Tylenchus</i>	Tylenchidae	Fu	8	8	2,5 b	17,0 a	0,000
Cultivo de soja	<i>Acrobeles</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	41,5 a	5,5 b	0,000
	<i>Alaimus</i>	Alaimidae	Ba	8	8	5,0 a	0,0 b	0,036
	<i>Cephalobus</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	0,0 b	6,0 a	0,003
	<i>Cruzinema</i>	Rhabditidae	Ba	8	8	17,0 a	0	0,000
	<i>Aphelenchoides</i>	Aphelenchoidida	Fu	8	8	7,5 a	1,5 a	0,087
	<i>Gracilachus</i>	Tylenchulidae	PI	8	8	10,0 a	0,0 b	0,000
	<i>Rhadophulus</i>	Pratylenchidae	PI	8	8	8,0 a	0,0 b	0,000
	<i>Trichodorus</i>	Trichodoridae	PI	8	8	10,0 a	1,0 b	0,000
Cultivo de pastagem	<i>Acrobeles</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	32,5 a	16,0 b	0,011
	<i>Cephalobus</i>	Cephalobidae	Ba	8	8	0,0 b	12,0 a	0,000
	<i>Tylenchus</i>	Tylenchidae	PI	8	8	1,5 b	9,0 a	0,000

n1 – número de repetições do período chuvoso e n2 – número de repetições do período seco. Ha – Hábito alimentar. P. chuvoso – período chuvoso e p. seco – período seco. Ba – bacteriófago. Fu – fungívoro. PI – parasita de planta. Om – onívoro. Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as estações ($p > 0,05$).

3.3.4 Associações entre atributos físicos e químicos do solo e a nematofauna do solo

Os resultados das associações entre os atributos físicos e químicos do solo e os gêneros de nematoides em cada ambiente estudado, encontram-se nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5.

De acordo com a análise multivariada constatou-se que, no cultivo em aléias (Figura 1), o gênero *Isolaimium* Cobb está positivamente associado aos valores de K e Na, e altamente antagônico aos valores de Ca; *Aphelenchus* Bastian está associado positivamente aos valores de silte, e antagonismo ao Ca e argila; *Acrobeles* Von Linstow está altamente e positivamente associado ao Mg, sendo antagônico aos valores de Ca, H+Al, CTCtotal e argila; *Cephalobus* Bastian está associado positivamente à condutividade elétrica e negativamente ao H+Al, CTC total, Argila, K e Na; e *Helicotylenchus* Steiner está altamente e positivamente associado a SB (Figura 1).

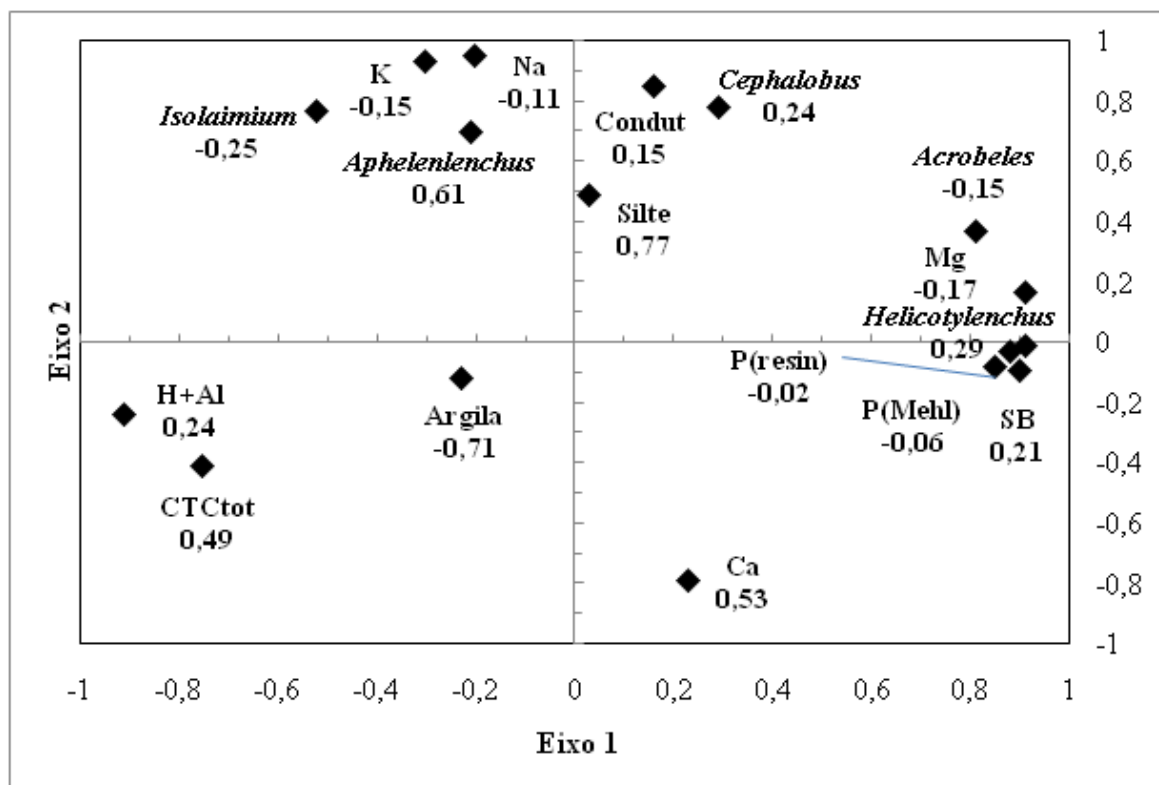


Figura 1. Representação gráfica das variáveis Na (sódio), K (potássio), Condução (condutividade elétrica), Silte, P (resin) (Fósforo em resina), P (Mehl) (Fósforo em Mehlich), Mg (Magnésio), SB (Soma se bases), H+Al (Hidrogênio + alumínio), Argila, CTCtot (Capacidade de troca catiônica total) e Ca (Cálcio) no sistema tridimensional da análise em componentes principais no estudo do sistema de cultivo em aléias. As coordenadas no terceiro eixo estão registradas logo abaixo da identificação das variáveis no gráfico. Inércia do sistema: 86%.

No cultivo em aléias houve antagonismos entre o gênero *Isolaimium* com *Cephalobus* e *Helicotylenchus*, e entre *Aphelenchus* e *Acrobeles* Von Linstow (Figura 1).

No cultivo em corte e queima, o gênero *Aphelenchus* está associado positivamente ao Na, K, e é antagônico ao Al e H+Al. Os gêneros *Tylenchus* Bastian e *Pratylenchus* estão associados entre si e ambos com *Aphelenchus*, e também associados positivamente à condutividade elétrica, e apresenta antagonismo com Mg e argila. O gênero *Acrobeles* é antagônico ao CTC total, condutividade, silte, Ca, H+Al, Al, K, Na e também com os gêneros *Aphelenchus*, *Pratylenchus* e *Tylenchus* (Figura 2).

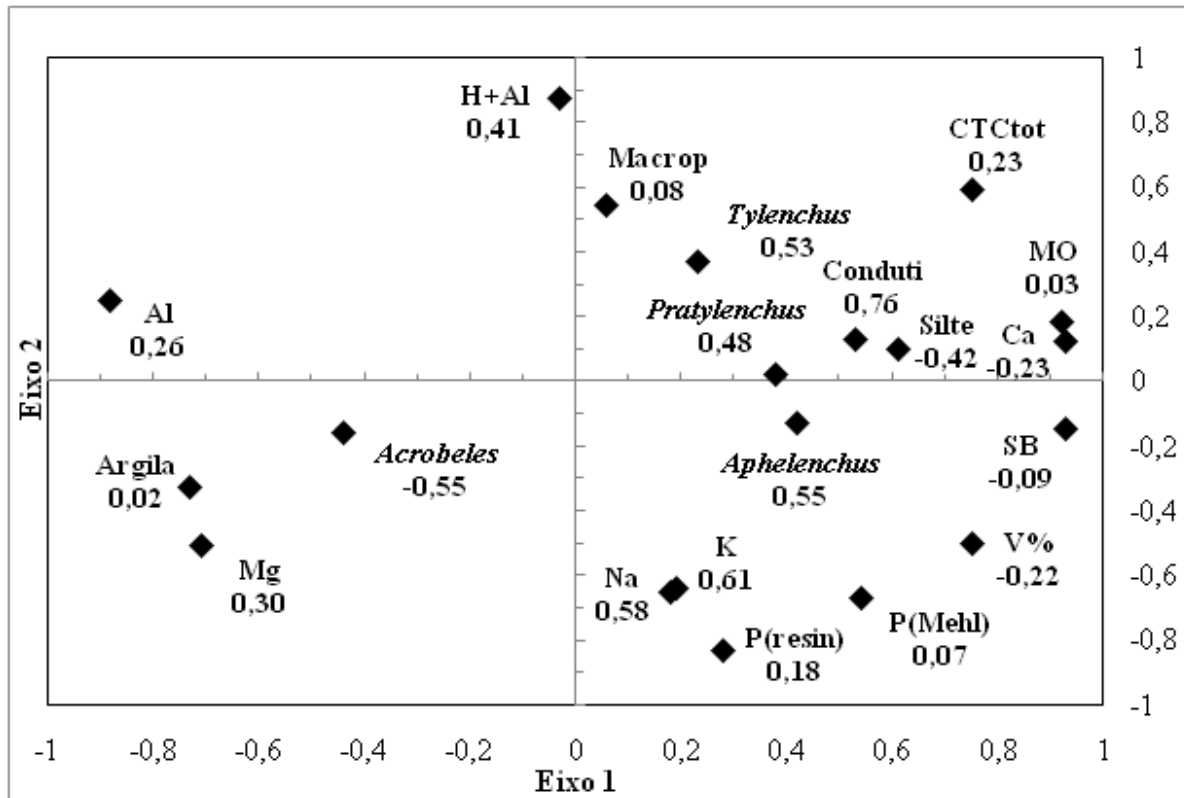


Figura 2. Representação gráfica das variáveis Al (alumínio), H+A (hidrogênio + alumínio), Macrop (macroporosidade), CTCtot (capacidade de troca catiônica total), Condu (condutividade elétrica), MO (matéria orgânica), Silte, Ca (Cálcio), Argila, Mg (magnésio), SB (soma se bases), K (potássio), Na (sódio), V% (percentagem de saturação por bases), P (Mehl) (fósforo em Mehlich) e P (resin) (fósforo em resina) no sistema tridimensional da análise em componentes principais no estudo do sistema de cultivo em corte e queima. As coordenadas no terceiro eixo estão registradas logo abaixo da identificação das variáveis no gráfico. Inércia do sistema: 74%.

Na mata nativa, o gênero *Filenchus* Andrassy está associado positivamente ao P(Mehl), antagônico ao silte, argila e H+Al; *Tylenchorhynchus* Cobb associado positivamente à macroporosidade e antagônico à argila, H+Al e silte; *Tylenchus* associado positivamente a P(Mehl) e antagônico à macroporosidade, H+Al, argila, condutividade e P(resina) e *Mesodorylaimus* Andrassy está altamente associado a P(Mehl) e antagônico à macroporosidade, argila, H+Al, areia grossa e condutividade (Figura 3).

MATTOS *et al.* (2011) em trabalho relacionando nematofauna a atributos químicos do solo com vinhaça, verificaram que em áreas de tabuleiro, o P, o Ca e a SB se correlacionaram positivamente com os nematoides fitoparasitas e com o

número total de nematoides. Também verificaram que, em área de encosta, existe correlação negativa entre magnésio e nematoides fitoparasitas. Ainda detectaram reduções nas densidades populacionais dos nematoides com o aumento nos níveis de carbono e MO promovidos pela adição da vinhaça. Esses resultados indicaram que a dinâmica populacional dos nematoides é dependente das características químicas do solo.

Associações positivas foram observadas na mata nativa entre os gêneros *Tylenchus* com *Filenchus* e *Mesodorylaimus*, e de *Ditylenchus* com *Acrobeloides*. Houve associações negativas entre o gênero *Cephalobus* com *Tylenchorhynchus*, *Acrobeloides* e *Ditylenchus* (Figura 3).

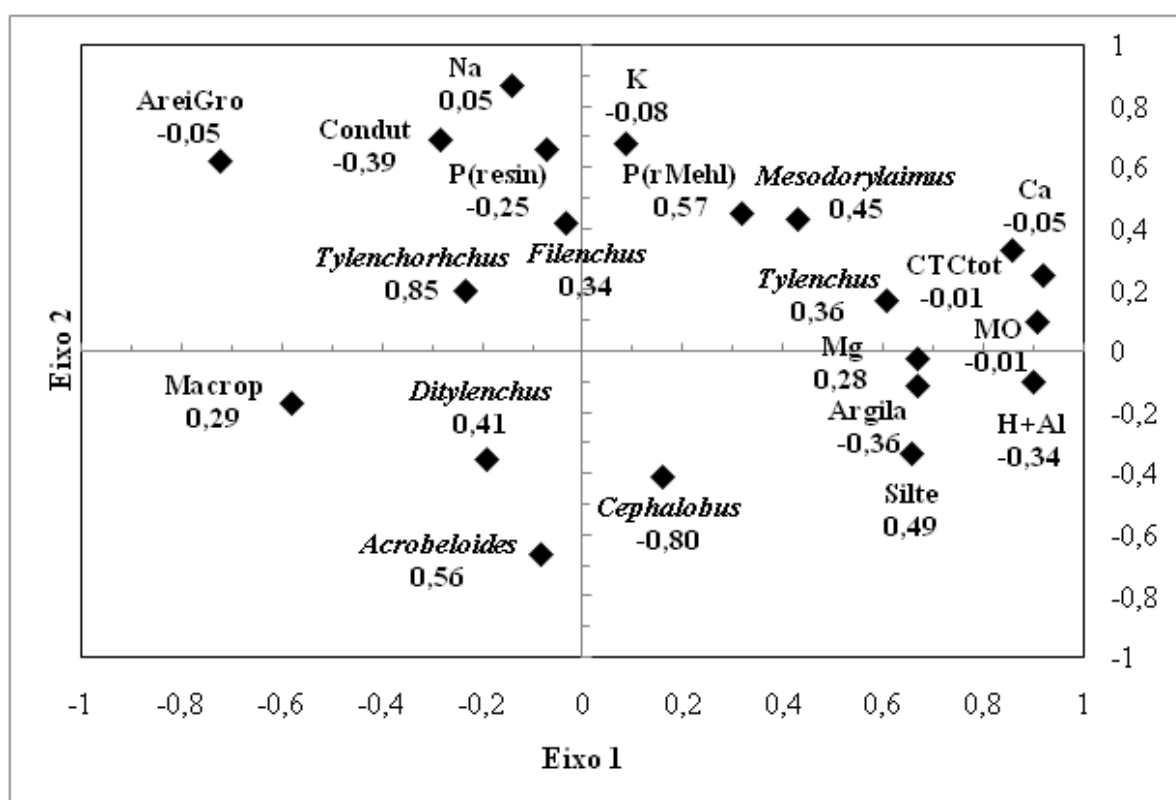


Figura 3. Representação gráfica das variáveis Na (Sódio), H+A (Hidrogênio + alumínio), Macrop (Macroporosidade), CTCtot (Capacidade de troca catiônica total), Condut (condutividade elétrica), MO (Matéria orgânica), Silte, Ca (Cálcio), Argila, Mg (Magnésio), K (potássio), P (Mehl) (Fósforo em Mehlich) e P (resin) (Fósforo em resina) no sistema tridimensional da análise em componentes principais no estudo do ambiente de mata nativa. As coordenadas no terceiro eixo estão registradas logo abaixo da identificação das variáveis no gráfico. Inércia do sistema: 67%.

No cultivo de soja, o gênero *Cephalobus* está associado positivamente a H+Al, condutividade elétrica e Al, e antagônico ao Ca, porosidade total e Mg; e *Acrobeles* associado positivamente à condutividade e antagônico ao Ca, porosidade, P(resina), MO e silte (Figura 4).

ALBUQUERQUE, PEDROSA & MOURA (2002), relacionam a matéria orgânica à redução da população dos nematoides do solo. Entretanto, sugerem que esta relação seja de forma indireta, através do aumento de inimigos naturais e da atividade e biodiversidade dos nematoides nos ecossistemas.

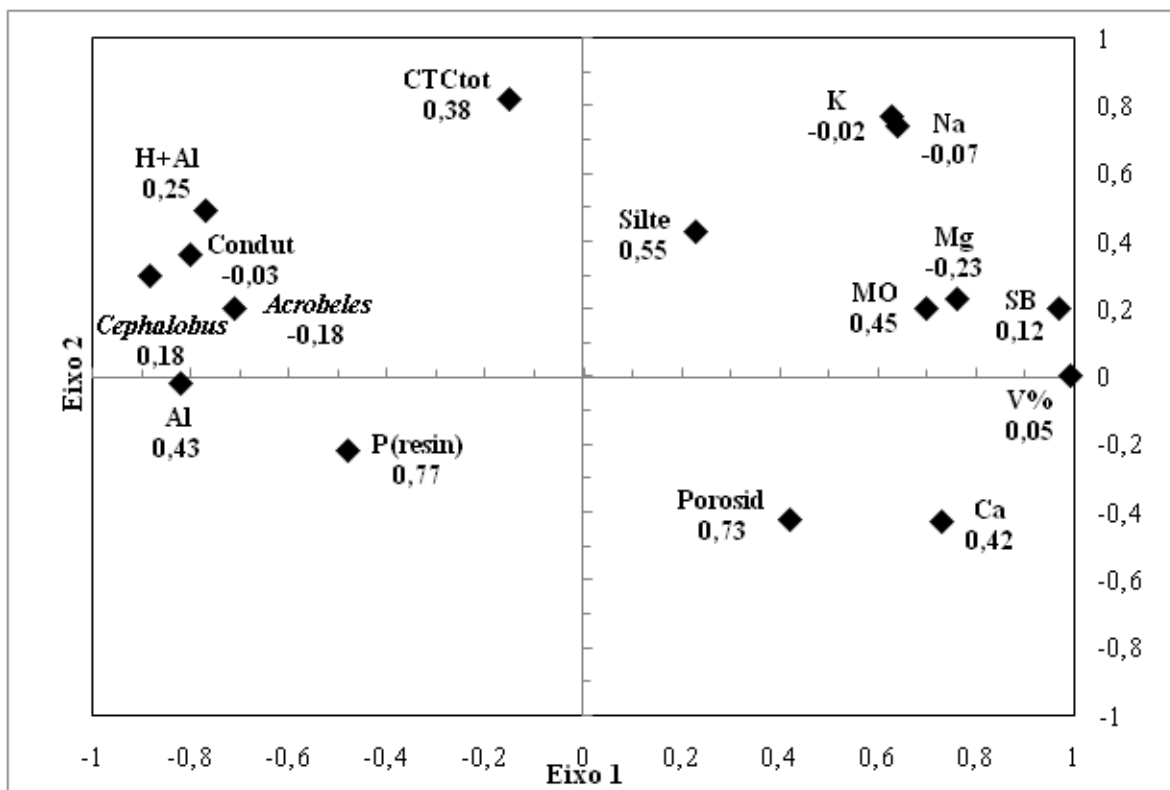


Figura 4. Representação gráfica das variáveis Na (Sódio), Al (alumínio), H+Al (Hidrogênio + alumínio), CTCtot (Capacidade de troca catiônica total), Condut (condutividade elétrica), MO (Matéria orgânica), Silte, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), SB (Soma se bases), K (potássio), V% (Percentagem de saturação por bases), Porosid (Porosidade total), e P (resin) (Fósforo em resina) no sistema tridimensional da análise em componentes principais no estudo ambiente cultivo de soja. As coordenadas no terceiro eixo estão registradas logo abaixo da identificação das variáveis no gráfico. Inércia do sistema: 84%.

No cultivo de pastagem, o gênero *Tylenchus* está associado positivamente ao Na e antagônico ao Al, microporosidade, areia grossa, H+Al, e condutividade elétrica;

Acrobeles e *Aphelenchus* estão associados entre si e à areia grossa e são antagônicos ao silte, Na, H+Al e condutividade; e *Pratylenchus* associado à areia grossa e antagônico ao silte, K, H+Al e condutividade. *Tylenchus* está associando negativamente com *Pratylenchus*, *Aphelenchus* e com *Acrobeles* (Figura 5).

A ocorrência de alteração na abundância dos gêneros encontrados no presente estudo, corroboram com BUSSAU (1990); DE GOEDE *et al.* (1993) e GORALCZYK (1998), os quais observaram a ocorrência de alterações na abundância e na diversidade de gêneros. Esses autores atribuem a essas alterações, às mudanças em variáveis ambientais tais como: o acúmulo diferencial de matéria orgânica na superfície, a variações de pH, a salinidade e mudanças na disponibilidade de água, e primariamente as mudanças da sucessão vegetal, e afirmam serem estes, os principais fatores que influenciaram a abundância e composição da nematofauna. Assim como com os resultados encontrados por DE GOEDE *et al.* (1993), os quais reportaram ocorrência de mudanças na estrutura da nematofauna em dunas costeiras em função da sucessão vegetal, e por GORALCZYK (1998) e BUSSAU (1990), segundo o qual a sucessão vegetal de dunas costeiras foi acompanhada por uma sucessão paralela na nematofauna.

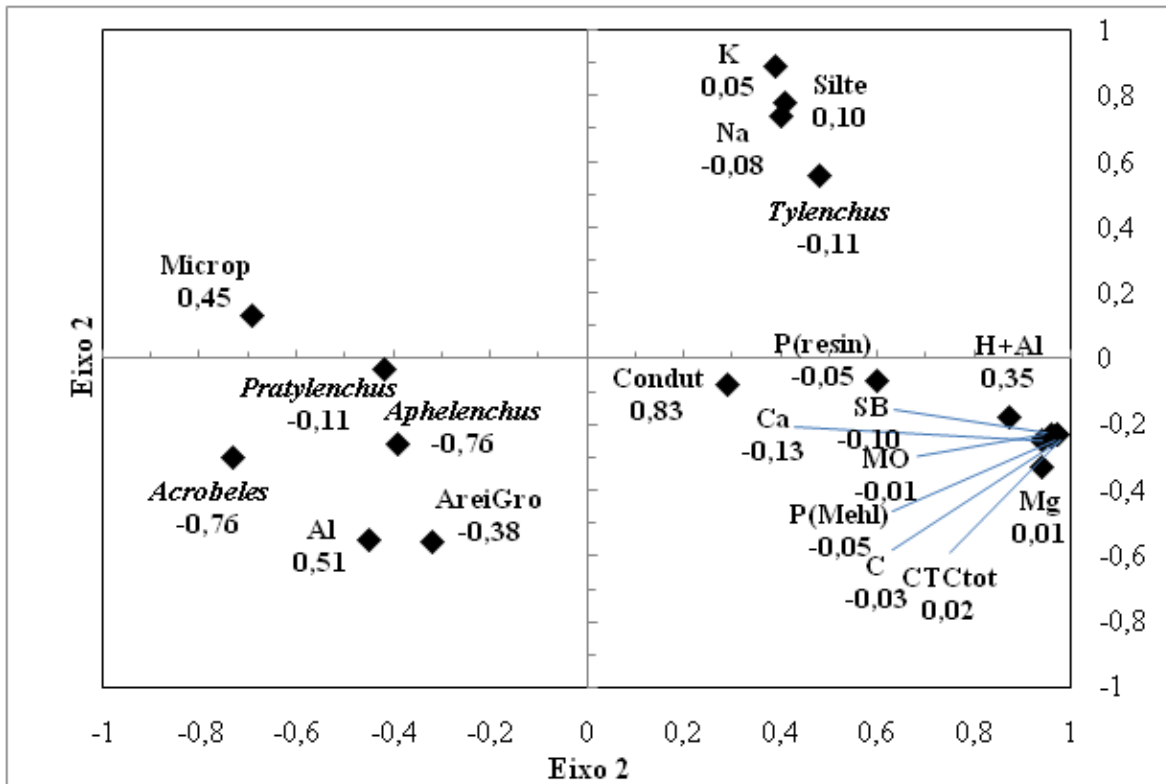


Figura 5. Representação gráfica das variáveis Na (sódio), Al (alumínio), AreiGro (areia grossa), H+Al (hidrogênio + alumínio), Macrop (macroporosidade), C (carbono), CTCtot (capacidade de troca catiônica total), Condut (condutividade elétrica), MO (matéria orgânica), Silte, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), SB (Soma se bases), K (potássio), P (Mehl) (Fósforo em Mehlich) e P (resin) (Fósforo em resina) no sistema tridimensional da análise em componentes principais no estudo do ambiente cultivado de pastagem. As coordenadas no terceiro eixo estão registradas logo abaixo da identificação das variáveis no gráfico. Inércia do sistema: 82%.

As variáveis químicas Ca, K, H+Al e Al, apresentaram-se associadas negativamente com os gêneros de nematoides para todos os sistemas de usos do solo (Figuras 1, 2, 3, 4, e 5).

Isso se deve provavelmente pela influência destas variáveis sob a nematofauna, uma vez que os nematoides são sensíveis a alterações edáficas e fatores ambientais. Essa afirmativa corrobora as mencionadas por vários autores (WALL *et al.*, 2002; WALL & VIRGINIA, 1999; RAMOS, 2010) onde afirmam que a diversidade nas comunidades de nematoides são alteradas por mudanças ambientais ou perturbação antrópica e edáficas podem alterar a composição da nematofauna do solo.

DEBIASI *et al.* (2011) em trabalho realizado avaliando oito lavouras de soja no Mato Grosso com sintomas de *Pratylenchus. Brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Stekhoven (observaram que os danos ocasionados pelo nematoides foram mais intensos em áreas com maior acidez e menores teores de Ca e Mg, porém não houve correlação significativa entre a população de *P. brachyurus* e os atributos químicos do solo.

RAMOS *et al.* (2010) observou que mesmo em áreas com erosão inicial foi constatado alto grau de correlação linear entre *Helicotylenchus* e as variáveis físico-químicas avaliadas, destacando-se as correlações com argila, argila natural, cálcio, magnésio, potássio, soma de bases e saturação por base.

Apenas no ambiente de mata nativa e no cultivo de soja ocorreu associação dos nematoides com o Fósforo. Os gêneros *Filenchus* Andrassy, *Mesodoryleimus* e *Tylenchus*, associaram positivamente ao P(mehl). Este último e *Acrobeles* (no cultivo de soja) associaram-se negativamente com o P(resina) (Figura 3).

Houve uma tendência de associações negativas para silte e argila com os nematoides. Onde há maiores valores de silte e argila, haviam menores números de gêneros. Apenas o gênero *Aphelenchus* apresentou-se associado positivamente com o silte no cultivo em aléias (Figura 1). Foi observado somente no cultivo de pastagem, que areia grossa apresentou associação positiva com os gêneros *Acrobeles*, *Aphelenchus* e *Pratylenchus* (Figura 5). Muitos nematoides, segundo DE GOEDE & BONGERS (1994) e citado por RAMOS *et al.* (2010), com hábitos alimentares como carnívoros, onívoros e espécies com ornamentação na região cefálica necessitam de poros grandes para favorecer sua movimentação, o que, esclarece a associação positiva principalmente com o gênero *Acrobeles* (Figuras 1, 2, 4 e 5) o qual apresenta estas características. Estes mesmo autores também encontraram forte correlação de *Trichodorus* Cobb, *Aphelenchoides* Fischer, *Mononchus* Bastian e *Helicotylenchus* com a argila. Neste sentido, muito embora alguns gêneros de nematoides sejam bem diminutos, precisa de solos com maior porosidade e teores de areia, pois favorece sua locomoção. Isto provavelmente esclarece as associações antagônicas dos gêneros de nematoides com a argila e o silte (Figuras 1, 2, 3 e 4).

As variáveis, Na, K, Mg, CTCtotal, condutividade elétrica, macroporosidade e areia grossa, apresentaram hora associações positivas hora negativas quando analisados os sistemas de uso e os gêneros de nematoides (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5). *Acrobeles* e *Cephalobus* se associaram positivamente com condutividade elétrica e CTCtotal em cultivo de soja, respectivamente e negativamente na pastagem e aléias. *Aphelenchus* se associou positivamente com Na em corte e queima e com silte em aléias e negativamente na pastagem. Isso se deve provavelmente pelas diferentes condições do solo, da dinâmica de adaptabilidade dos nematoides, além de outros fatores não avaliados podem estar influenciando essas associações. De acordo com ANTONIOLLI *et al.* (2006) e MOÇO *et al.* (2010), diferentes coberturas vegetais e práticas culturais podem ter influência direta sobre a fauna do solo, uma vez que este fato determina a composição de resíduos mantidos na superfície do solo.

De maneira geral, os gêneros de nematoides não apresentaram-se altamente associados aos atributos químicos e físicos do solo, apenas os gêneros *Acrobeles*, *Helicotylenchus* e *Mesodorylaimus* tiveram esse tipo de associação com Mg, SB e P (Mehl), respectivamente. E, os gêneros *Aphelenchus* e *Cephalobus* apresentaram associações inversas quando comparados os ambientes. *Aphelenchus* se associou positivamente com o silte no cultivo em aléias e antagonicamente no cultivo de pastagem, e *Cephalobus* associou-se positivamente com a CTCtotal no cultivo de soja e antagonicamente no cultivo em aléias (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5).

RAMOS *et al.* (2010) encontrou correlações consistentes entre argila natural com *Helicotylenchus* e saturação por alumínio com Mononchidae, Aphelenchidae e *Trichodorus*, em trabalho avaliando as relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar.

Dentre as variáveis físicas e químicas do solo, o silte, a argila, a condutividade e o H+Al foram as que apresentam maior número de associações entre os gêneros de nematoides nos sistemas de uso avaliados. RAMOS *et al.* (2010) estudando as relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar, afirmam que dentre as variáveis estudadas, a argila natural e a saturação por alumínio (Al) influenciaram mais diretamente a estrutura da nematofauna.

Ocorreu maior número de associações entre gêneros de nematoides bacteriófagos e fungívoros em comparação as demais associações com outros grupos tróficos. Na mata nativa e corte e queima, a ocorrência de associações hora positivas e hora negativas entre nematoides bacteriófagos e fungívoros (Figura 2 e 3), sugere que estes ambientes apresentem maior dinâmica de relações tróficas entre os grupos de nematoides e influenciando a estrutura da comunidade de nematoides.

A ocorrência de *Tylenchus* (fungívoro) associado positivamente à ocorrência de *Pratylenchus* (parasitas de plantas) no corte e queima e antagonicamente ao *Pratylenchus*, *Aphelenchus* (fungívoro) e *Acrobeles* (bacteriófago) no cultivo de pastagem, bem como, a ocorrência de antagonismo entre *Cephalobus* (bacteriófago) com *Tylenchorhynchus* (parasita de planta), *Acrobeles* (bacteriófago) e *Ditylenchus* (fungívoro), indicam a complexidade das relações entre gêneros e grupos tróficos de nematoides do solo. Resultados encontrados por CARDOSO (2010) indicam correlações entre os gêneros de nematoides parasitas de plantas com os demais grupos tróficos. Nematoides Rhabditidae teve correlação positiva com Dorylaimidae, Mononchidae, Aphelenchidae e parasitos de plantas. Dorylaimidae com *Helicotylenchus*, *Meloiddogyne* Goeldi e *Xiphinema* Cobb; e Mononchidae com *Xiphinema*. RODRIGUES *et al.* (2011) citam que *Helicotylenchus* (parasitas de plantas) foi quem mais se correlacionou com outros taxa.

3.4 Conclusões

Os nematoides estão associados as características físicas e químicas do solo, entretanto as associações variam em função do ambiente;

As variáveis Ca, K, H+Al e Al apresentaram padrões de associação semelhantes, independente do ambiente;

Os gêneros de nematoides podem estar associados à ocorrência de outro;

As variáveis silte, argila, condutividade elétrica e H+Al por apresentam maior número de associações entre os gêneros de nematoides, apresentam potencial para avaliar a qualidade do solo.

3.5 Referências

- ALBUQUERQUE, P. H. S.; PEDROSA, E. M. R. & MOURA, R. M. 2002. Relações nematoides-hospedeiros em solo infestado por *Meloidogyne* spp. e tratado com torta de filtro e vinhaça. **Nematologia Brasileira** 26:27-34.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V. D.; PORT, O.; SILVA, D. M. & SILVA, R. F. 2006. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal** 16:407-417.
- BAQUERO, J. E.; RALISCH, R.; MEDINA, C. C.; TAVARES FILHO, J. & GUIMARÃES, M. F. 2012. Soil physical properties sand sugarcane root growth in red oxissol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36:63-70.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I. & ALVES, M. V. 2011. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L. & GATIBONI, L. eds. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 7. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.141-192.
- BARKER, K. R. Introduction and synopsis of advancements in nematology. 1998. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G.A. & WINDHAM, G. L. Plant and nematode interactions. Madison: **American Society of Agronomy**, p.1-20.
- BUSSAU, C. V. 1990. Free-living nematodes from the coastal dunes and adjoining biotopes of the German and Danish coasts. 1. General part and redescription of some Chromadorida (Nematoda). **Zoologischer Anzeiger** 225:161-188.
- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A. & VALADARES, J. M. A. S. 2009. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos de Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo. 77p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).
- CARDOSO, M. DE O. 2010. Relações entre a nematofauna e o grau de compactação do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar e em remanescente de floresta atlântica. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife, 68 f.: il.
- CARDOSO, M. DE O.; VICENTE, T. F. S.; DAVID, M. F. DE LIMA & PEDROSA, E. M. R. 2013. **Interação entre nematoides predadores e fitoparasitos (predador-presa) e sua distribuição vertical em solos cultivados e conservados**. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro 2013.
- CARES, J. E. & HUANG, S. P. 2000. **Taxonomia atual de fitonematoides. Chave sistemática para gêneros. Parte I**. Revisão Anual de Patologia de Plantas 8:185-223.
- CARES, J. E. & HUANG, S. P. 2001. **Taxonomia de fitonematoides. Chave sistemática simplificada para gêneros. Parte II**. Revisão Anual de Patologia de Plantas, 9:177-235.
- Claessen, M. E. C.; Barreto, O. W.; Paula, J. P.; Duarte, M. N. 1997. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, RJ, 2ª ed. EMBRAPA, CNPS, 212p.
- CHAVES, E. J.; ECHEVERRIA, M. M. & TORRES, M. S. 1995. **Clave para determinar géneros de nematodes del suelo de la República Argentina**. Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Bs. As.

- DE GOEDE, R. G. M., GEORGIEVA, S. S., VERSCHOOR, B. C. & KAMERMAN, J. W. 1993. Changes in nematode community structure in a primary succession of blown-out areas in a drift sand landscape. **Fundamental Appl. Nematology** 16:501-513.
- DEBIASI, H.; MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; SILVA, J. F. V. & RIBAS, L. N. 2011. Monitoramento da fertilidade do solo e da ocorrência do nematoide das lesões radiculares em soja no Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.1 CD-ROM.
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M. & ROBLEDO, C. W. 2013. **InfoStat versión 2013**. InfoStat Group, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- DORAN, J. W. & PARKIN, T. B. 1994. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; CELEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F. & STEWART, B. A., eds, *Defining soil quality form sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America, p. 3-21.
- DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M. & LIEBIG, M. 1996. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D. L. (Org.) **Advances in Agronomy**. San Diego: Academic Press, p. 1-54.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2011. DONAGEMA, G. K. *et al.* (Orgs.). **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS.
- FIGUEIRA, A. F.; BERBARA, R. L. L. & PIMENTEL, J. P. 2011. Estrutura da população de nematoides do solo em uma unidade de produção agroecológica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta. Scientiarum. Agronomy** Maringá, 33(2):223-229.
- FORTUNER, R. & RASKI, D. J. 1987. A review of Neotylenchoidea - Thorne, 1941 (Nemata: Tylenchida). **Revue de Nématologie** 10(3):257-267.
- GOMES, G. S.; HUANG, S. P. & CARES, J. E. 2003. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields. **Fitopatologia Brasileira** 28(3):258-266.
- GORALCZYK, K. 1998. Nematodes in a coastal dune succession: Indicators of soil properties. **Applied Soil Ecology** 9:465-469.
- GOULART, A. M. C.; MARCHÃO, R. L.; VILELA, L.; SANTOS JUNIOR, J. DE D. G. & CAROLINO DE SÁ, M. A. 2008. Diversidade de nematoides em um latossolo vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária no cerrado. IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais e II Simpósio Internacional Savana Tropicais. **Anais...** Brasília, Outubro/2008.
- HASSINK, J.; BOUWMAN, L. A.; ZWART, K. B. & BRUSSAARD, L. 1993. Relationships between habitable pore space, soil biota and mineralization rates in grassland soil. **Soil Viology & Biochemistry**, Marrickville, v. 25, p. 47-55.
- HEYNS, J. 1971. **A guide to the plant & soil nematodes of South Africa**. Balkema: cape Town, A. A.
- JAIRAJPURI, M. S. & AHMAD, W. 1992. **Dorylaimida, free-living, predaceous and plant-parasitic nematodes**. New York: E. J. BRILL.
- JENKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, St. Paul, 48:692p.

- KIMENJU, J. W.; KARANJA, N. K.; MUTUA, G. K.; RIMBERIA, B. M. & WACHIRA, P. M. 2009. Nematode community structure as influenced by land use and intensity of cultivation. **Tropical and subtropical agroecosystems** 11(2):353-360.
- MAI, W. F.; MULLIN, P. G.; LYON, H. H. & LOEFFLE, K. 1996. **Plant-Parasitic nematodes: a pictorial key to genera**. Cornell University Press. Ithaca, NY. 277p.
- MARZALL, K. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 234p.
- MATOS, D. S. S.; PEDROSA, E. M. R.; GUIMARÃES, L. M. P.; RODRIGUES, C. V. M. A. & BARBOSA, N. M. R. 2011. Relações entre a nematofauna e atributos químicos de solo com vinhaça. **Nematropica** 41(1):23-28.
- MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; MACHADO, R. C. R. & BALIGAR, V. C. 2010. Relationships between invertebrate communities, litter quality and soil attributes under different agroforestry systems in the south of Bahia, Brazil. **Applied Soil Ecology** 46:347-354.
- MONDINHO, E. A.; CHAVES, E. J. & CLAUSEN, A. M. 2009. Distribution of nematodes in potato fields soil in Andean Valleys of Argentina. **Revista Faculdade de Agronomia UBA** 26(2):141-148.
- NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F. & NOGUEIRA, V. S. 2012. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03:708-724.
- NOLASCO, F. 1999. Avaliação da sustentabilidade em agroecossistema: um método fitotécnico. UFV, Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. 225p.
- OKA, Y. 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments – A review. **Applied Soil Ecology** 44:101-115.
- RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. 2001. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico. 285p.
- RAMOS, Y. S.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M. & MIRANDA, T. L. 2010. Relações entre a nematofauna e atributos físico-químicos do solo em áreas degradadas por erosão laminar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 5(4): 570-578.
- ROCHA, F.; MEDEIROS, L.; SILVA, T.; SOUZA, N. & BERBARA, R. 2011. Variação da nematofauna do solo sob influência de duas diferentes fisionomias vegetais em Teresópolis, RJ. **Resumo: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934. 6(2):1-5.**
- RODRIGUES, C. V. M. A.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, A. K. S.; LEITÃO, D. A. H. S.; BARBOSA, N. M. R. & OLIVEIRA, N. J. V. 2011. Distribuição vertical da nematofauna associada à cana-de-açúcar. **Nematropica** 41:05-11.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; & OLIVEIRA, J. B. 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 3ª ed. Ver. e ampl. Brasília, DF.
- SIDDQUI, R. M. 1985. **Tylenchida parasites of plants and insects**. St Albans: Common wealth Institute of Parasitology.
- STIRLING, G. R.; MOODY, P. W. & STIRLING, A. M. 2010. The impact of an improved sugarcane farming system on chemical, biochemical and biological properties associated with soil health. **Applied Soil Ecology** 46:470-477.

- TIHOHOD, D. 1997. **Guia prático para a identificação de fitonematoides**. Jaboticabal FCAV, 246p.
- WALL, D. H. & VIRGINIA, R. A. 1999. Controls on soil biodiversity: insights from extreme environments. **Applied Soil Ecology** 13:137-150.
- WALL, J. W.; SKENE, K. R. & NEILSON, R. 2002. Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. **Biology and Fertility of Soil** 35(4):293-301.