

CARMEM VIRGÍNIA MENDONÇA AGUIAR RODRIGUES

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA
NEMATOFUNA ASSOCIADA AO CULTIVO
DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREA DE
VÁRZEA**

RECIFE

Fevereiro de 2010

CARMEM VIRGÍNIA MENDONÇA AGUIAR RODRIGUES

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA NEMATOFUNA
ASSOCIADA AO CULTIVO DA CANA-DE-
AÇÚCAR EM ÁREA DE VÁRZEA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

Prof.^a Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa – Orientadora

Dra. Lilian Margarete Paes Guimarães – Co-Orientadora

RECIFE

Fevereiro de 2010

Ficha catalográfica

R696d Rodrigues, Carmem Virgínia Mendonça Aguiar
Distribuição vertical da nematofauna associada ao
cultivo da cana-de-açúcar em área de várzea / Carmem
Virgínia Mendonça Aguiar Rodrigues. -- 2010.
54 f. : il.

Orientadora: Elvira Maria Regis Pedrosa.
Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia,
Recife, 2010.

Referências.

1. Nematóide 2. Diversidade trófica 3. Variabilidade
espacial 4. Atributos físicos do solo 5. *Saccharum* sp. I.
Pedrosa, Elvira Maria Regis, orientadora II. Título

CDD 632.65182

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA NEMATOFAUNA
ASSOCIADA AO CULTIVO DA CANA-DE-
AÇÚCAR EM ÁREA DE VÁRZEA

CAMEM VIRGÍNIA MENDONÇA AGUIAR RODRIGUES

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 23/02/2010

ORIENTADORA:

Prof.^a. Dr.^a. Elvira Maria Régis Pedrosa

EXAMINADORES:

Dr.^a. Andréa Cristina Baltar Barros (CETENE – MCT/NE)

Prof.^a. Dr.^a. Sônia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)

Prof. Dr. Delson Laranjeira (UFRPE)

RECIFE-PE

Fevereiro de 2010

"A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro."

Albert Einstein

OFEREÇO

Aos meus pais, Carísio Antônio e
Maria do Carmo, que foram os
maiores responsáveis pela minha
formação.

DEDICO

A Bartolomeu Marques Rodrigues,
pelos momentos que
compartilhamos e pelo apoio que
sempre foi dado às minhas
decisões.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** pela força nas horas difíceis e pela oportunidade de realizar este trabalho;

A minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. **Elvira Maria Régis Pedrosa**, pela seriedade, competência, orientação e amizade e a minha co-orientadora, **Lílian Guimarães**, pela ajuda nas horas em que precisei;

Ao **Departamento de Agronomia** da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa;

Ao Dr. **Ricardo Cleber**, agrônomo da Usina Santa Teresa, por ter permitido a realização deste trabalho, a **José Carlos** pela ajuda na escolha da área e durante as coletas, e a todos os trabalhadores de campo da usina;

Ao **CNPq** pelo apoio financeiro;

Aos amigos, **Clayton Albuquerque, Danielly Crhystyne, Jane Kelly, João Vitor, Kamila Camara, Marcella da Fonte, Roberta da Fonte, Socorro Cristina**, pelo incentivo e por sempre terem acreditado em mim;

Em especial as minhas amigas **Alice Gonçalves** e **Daniela Salgues** pela paciência e amizade durante todo este tempo em que estamos juntas;

Aos amigos do laboratório de Fitonematologia, **Ana Karina Oliveira, Anailda Souza, Cícero Costa, Diego Leitão, Jeane Medeiros, Jefferson Serpa Peixoto, Larissa Caixeta, Maurício Estolano, Natalya Ribeiro, Nelson Oliveira, Paulo Henrique Albuquerque, Sandra Maranhão, Thais Vicente, Thiciano Miranda**, meus agradecimentos especiais pela amizade, ajuda e participação que se fizeram presentes ao longo das várias etapas da dissertação;

Aos **Professores** do curso de Mestrado em Fitopatologia, pelos ensinamentos, atenção e amizade, em especial: Prof^a **Sônia Oliveira**;

Aos **colegas** do curso;

À **Darcy Martins, Romildo Angeiras, Luiz Coelho e Sr. Luís**;

Aos funcionários da Área de Fitopatologia, em especial a **Adelmo Santana e Roberto Luiz Xavier da Silva (BOB)**, pela amizade e pelo apoio;

Aos funcionários do Setor de Conservação de Veículos (SCV), em especial a **Antônio José Melo (ZECA)**, pela atenção e por ter tornado possível a realização das viagens de campo;

Aos meus sobrinhos **Rodrigo Ferraz, Maria Beatriz Mendonça, Livia Feitosa, Brunna Ferraz e Mariana Mendonça** pela alegria que vocês me proporcionam;

Aos meus pais, **Carísio Antônio e Maria do Carmo**, por terem paciência comigo. Aos meus irmãos, **Carmem Sofia, Pedro Amaro e Paulo Gustavo**, e a **Débora Ferraz e Rosângela Feitosa**;

Ao meu esposo **Bartolomeu Rodrigues** pelo apoio nas horas em que precisei e pela compreensão nas horas em que não pude estar presente;

E a **todos** que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	8
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL	11
Referências Bibliográficas.....	26
CAPÍTULO II – DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA NEMATOFUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREA DE VÁRZEA	33
Abstract.....	34
Resumo.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	40
Literatura Citada.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

RESUMO

O conhecimento sobre a comunidade trófica de nematóides presentes no solo cultivado com cana-de-açúcar é fundamental para compreensão das variações na dinâmica populacional desses organismos e os efeitos que podem ocasionar na produtividade agrícola. O objetivo do presente estudo foi avaliar a flutuação vertical da comunidade de nematóides e das variáveis físicas do solo: umidade e densidade de partículas, em área de várzea cultivada intensamente com cana-de-açúcar nas condições da Mata Norte de Pernambuco, caracterizando a nematofauna e descrevendo relações entre as variáveis estudadas. Horizontalmente foram coletadas amostras em 40 pontos, formando malha de 36×12 m. Verticalmente, amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm e, amostras de raiz, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. O total de nematóides presentes por 300 cm^3 de solo foi de 369.392, sendo 278.505 fitoparasitos. Os gêneros *Helicotylenchus* (29,66%) e *Pratylenchus* (28,34%) foram dominantes entre os fitoparasitos e o *taxon* Dorylaimidae (21,23%) entre os nematóides de vida livre. O valor da razão micófago/bacteriófago foi 0,16. A relação (onívoros + predadores)/(bacteriófagos + micófagos + parasitos de plantas) apresentou baixos valores (0,29), característico de cultivo anual. De maneira geral, as frequências dos nematóides de vida livre e fitoparasitos diminuíram com a profundidade. *Helicotylenchus* sp. foi o nematóide que mais se correlacionou com os outros *taxa*. No solo, *Pratylenchus* sp. foi mais frequente na camada de 0-40 cm e o *taxon* mais afetado pela umidade. A umidade do solo afetou negativamente os níveis populacionais dos gêneros *Pratylenchus* e *Criconemella* e das famílias Dorylaimidae e Mononchidae. A densidade de partícula do solo não se mostrou adequada para uso como parâmetro indicador da nematofauna na área estudada.

Palavras chave: Nematóide, diversidade trófica, variabilidade espacial, atributos físicos do solo, *Saccharum* sp.

ABSTRACT

Knowledge of nematode trophic community in soil cultivated with sugarcane is fundamental for understanding variations on population dynamics of these organisms and effects on crop productivity. The objective of the present study was to evaluate the vertical fluctuation of nematode community and two physical variables of soil: humidity and particle density in a swamp area cultivated intensively with sugarcane in Pernambuco, Brazil; characterize nematode community and describe relationships among variables evaluated. Horizontally it was collected samples in 40 points designed in a 36×12 m-net. Vertically, soil and root samples were collected at 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm-deep, and 0-10, 10-20 cm-deep, respectively. The total of nematodes present was 369,392 per 300 cm^3 , being 278,505 plant-feeding nematodes per 300 cm^3 of soil. The genus *Helicotylenchus* (29.66%) and *Pratylenchus* (28.34%) were dominants within plant-feeding nematodes and the *taxon* Dorylaimidae (21.23%) within free-living nematodes. The ratio hyphal/bacterial-feeding was 0.16. The ratio (Omnivores + Animal Predators)/(Bacterial-feeding + Hyphal-feeding + Plant-feeding) was low (0.29), characteristic of annual crop. In general, the free-living and plant-feeding nematodes frequencies decreased as soil deep increased. *Helicotylenchus* sp. was the nematode which more correlated with the other *taxa*. In soil, *Pratylenchus* sp. was more frequent at 0-40 cm-deep and the *taxon* more affected by humidity. Soil humidity affected *Pratylenchus*, *Criconemella*, Dorylaimidae and Mononchidae frequencies negatively. Particle density of soil did not offer potential for use as indicator of nematode diversity in the area.

Key word: Nematode, trophic diversity, spatial variability, soil physic attributes, *Saccharum* sp.



Capítulo 1

Introdução Geral

INTRODUÇÃO GERAL

1. Cana-de-açúcar: características e importância econômica

A cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum*, foi descrita inicialmente por Lineu, em 1753. Na classificação atual, esta cultura pertence à divisão Magoliophyta, classe Liliopsida, ordem Graminales, família Poaceae e gênero *Saccharum* spp. (CASTRO; KLUGER, 2001). Originária da Nova Guiné, os primeiros registros de cultivo da cana-de-açúcar datam de 7.000 anos a.C., foi levada posteriormente para o sul da Ásia, onde o principal uso foi em forma de xarope. A primeira evidência de açúcar em forma sólida data do ano 500, na Pérsia. No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época do descobrimento, mas o desenvolvimento se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (MOZAMBANI et al., 2006; BLAINEY, 2009).

Devido à extensão territorial brasileira, o desenvolvimento das lavouras tem ocorrido em períodos alternados, existindo nas mais variadas condições climáticas. O país possui duas épocas de colheitas anuais: a safra Norte/Nordeste de setembro a abril, e Centro-Sul de maio a dezembro (ALFONSI et al., 1987). A cana-de-açúcar se desenvolve em forma de touceira. A parte aérea é formada por colmos, folhas, inflorescências e frutos e a subterrânea por raízes e rizomas. As raízes são fasciculadas ou em cabeleira, sendo que 85% encontram-se nos primeiros 50 cm e aproximadamente 60% entre os primeiros 20-30 cm de profundidade, havendo pequenas variações nas porcentagens dependendo das variedades (MOZAMBANI et al., 2006).

Dados da Food and Agriculture Organization (FAO, 2009) mostram que a produção mundial da safra de 2007 foi de 1.590.701.773 de toneladas, ocupando o Brasil o primeiro lugar, seguido da Índia, China e Tailândia. Atualmente, no Brasil a cultura da cana-de-açúcar

ocupa uma área de aproximadamente 10 milhões de hectares. Na safra 2008/2009 foram produzidos 648.973.981 toneladas de cana, obtendo um rendimento médio nacional de aproximadamente 80 t/ha. A região Nordeste possui aproximadamente 16% da produção nacional, apresentando diferença significativa quando comparada à produção na região Sudeste do país. No Nordeste, o rendimento médio nessa safra foi de 60 t/ha, ficando bem abaixo da média nacional e também das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul que apresentaram valores superiores a média nacional. O maior produtor nacional de cana-de-açúcar foi o estado de São Paulo com aproximadamente 60% e com produção de 390.196.942 toneladas, seguido pelo Paraná (51.244.227), Minas Gerais (47.914.898), Goiás (33.070.209), Alagoas (29.220.000), Mato Grosso do Sul (21.362.034) e Pernambuco (20.272.723) (IBGE, 2009).

A produção da cana-de-açúcar movimenta 51 bilhões de reais, o que representa 1,76% do PIB brasileiro, gerando 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos. A produção nacional foi de 32 milhões de toneladas de açúcar, e 27 bilhões de litros de álcool (JORNALCANA, 2009). A produtividade média brasileira poderia ser maior, no entanto, existem fatores bióticos e abióticos (clima e solo) que prejudicam o desenvolvimento da cultura (DINARDO-MIRANDA; FERRAZ, 1991). A presença de plantas daninhas pode causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido e diminuir o número de cortes viáveis, além de aumentar os custos em cerca de 30% para cana-soca e de 15 a 20% para cana-planta (LORENZI, 1988; PROCÓPIO; SILVA; VARGAS, 2004).

Uma das principais culturas agrícolas brasileiras, a cana-de-açúcar, serve como matéria prima de grande flexibilidade. Considerada fonte de alimentação animal, produz álcool de vários tipos, a exemplo do etanol, usado como biocombustível, bebidas como a cachaça, licor, rum e vodka e gera eletricidade a partir do bagaço via indústria alcoolquímica.

Da cana-de-açúcar aproveita-se tudo: bagaço, méis, torta e resíduos de colheita (MARANHÃO, 2008).

Apesar de a agroindústria brasileira desenvolver completa tecnologia agrícola e industrial, com o aproveitamento máximo da cana-de-açúcar, a expansão da cultura nos últimos anos, para atender a demanda de produção, fez com que novos canaviais fossem estabelecidos em solos pobres e arenosos no Nordeste (MOURA, 2000). Mesmo com o contingente de produção de cana-de-açúcar em Pernambuco diminuindo, em função de intempéries climáticas, degradação do solo e fitopatógenos, impingindo a região penosos reflexos sócio-econômicos, pois no Estado mais de 50 municípios têm essa cultura como a principal renda da população. O setor sucroalcooleiro de Pernambuco contribui com no mínimo 15% de todos os empregos gerados pelo setor no país e, conjuntamente com o resto do Nordeste, com aproximadamente 18% dos empregos (MIRANDA, 2009).

2. Fitonematóides

Fitonematóides são parasitos obrigados que obtêm nutrientes para o desenvolvimento e reprodução a partir do citoplasma de células vivas. A via evolucionária dos nematóides de simples parasitos que se alimentam de planta, a patógenos causadores de doenças que podem alterar a fisiologia do hospedeiro e expressão de genes, não está totalmente elucidada (HUSSEY; GRUNDLER, 1998; BAUM; HUSSEY; DAVIS, 2007).

Interações entre fitonematóides e plantas hospedeiras são complexas e dinâmicas e podem envolver, dependendo da espécie, estímulo à eclosão, atração até o hospedeiro, penetração e migração dentro dos tecidos, reconhecimento do tecido adequado para alimentação e a elaboração de modificações das células hospedeiras. Plantas parasitadas por diferentes espécies de fitonematóides são modificadas de diversas formas. Mudanças celulares destrutivas vão da remoção do conteúdo celular pela alimentação do nematóide até

a completa destruição das células. Alguns nematóides, a exemplo dos formadores de galhas e de cistos, induzem modificações formando sítios de alimentação bem elaborados para prover a remoção de nutrientes (HUSSEY; WILLIAMSON, 1998). Estudos revelam que somente um local de alimentação pode ser induzido por cada nematóide e este local é denominado de sítio de alimentação, onde as células desenvolvidas são mantidas vivas por até seis semanas (ROSSO; JONES; ABAD, 2009).

2.1. Fitonematóides × Cana-de-Açúcar

Uma grande diversidade de nematóides foi registrada como fitoparasitos da cana-de-açúcar no mundo, com mais de 310 espécies e 48 gêneros de endo e ectoparasitos encontrados nas raízes e solo da rizosfera. Alguns gêneros são particularmente mais frequentes nos canaviais no mundo como *Pratylenchus* Fillipjev (com pelo menos 20 espécies assinaladas), *Meloidogyne* Goeldi (07 espécies), *Helicotylenchus* Steiner (35 espécies), *Xiphinema* Cobb (52 espécies), *Hoplolaimus* von Daday (11 espécies), *Paratrichodorus* Siddiqi e *Trichodorus* Cobb (09 espécies) (CRUZ; SILVA; RIBEIRO 1986; MOURA et al., 1999; NOVARETTI et al., 1985; ROSA; CADET; SPAULL, 2005).

Com a expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste em solos arenosos e regiões de tabuleiros costeiros, junto com a ocorrência de períodos com secas prolongadas, os problemas causados por esses patógenos agravaram-se ainda mais (MOURA, 2000). Dessa forma, o monitoramento em áreas que apresentem o mau desenvolvimento da cultura é fundamental, pois a existência de altas populações de fitonematóides geralmente ocasiona perdas significativas na produtividade (CHAVES; PEDROSA; MOURA, 2002).

Os sintomas das fitonematoses são geralmente confundidos com deficiência nutricional. A utilização de variedades suscetíveis em canaviais nordestinos era predominante porque possuíam características agrônômicas satisfatórias. Portanto, o uso contínuo de

poucos genótipos por muito tempo proporcionou evolução e estabelecimento de problemas fitossanitários causados por patógenos e insetos (MOURA, 2000).

Entre os nematóides da cana-de-açúcar no Nordeste, os que mais se destacam são *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *P. zae* Graham, devido à severidade das doenças que causam. São amplamente disseminados nos canaviais em todo mundo e causam prejuízos elevados à produção agrícola mundial. Apenas para as espécies de *Meloidogyne*, estes prejuízos foram estimados em 15%, podendo atingir até 60% em áreas de países menos desenvolvidos, onde as técnicas de controle fitossanitário são pouco difundidas (CADET; SPAULL, 2005).

Moura et al. (1999) efetuaram levantamento da ocorrência de espécies dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* em campos de cana-de-açúcar nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, através da análise de 1.097 amostras coletadas em áreas consideradas de baixa produtividade agrícola. Os resultados mostraram que esses nematóides ocorrem em todos os Estados com populações em muitos casos consideradas altas, com uma maior predominância do *P. zae* e *Meloidogyne* spp., com raros assinalamentos de *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Stekhoven, demonstrando prevalência das fitonematoses no Nordeste.

Outros gêneros de nematóides patogênicos à cana-de-açúcar, encontrados no Nordeste, principalmente em áreas com produtividade agrícola abaixo de 50 t/ha são: *Helicotylenchus*, *Paratrichodorus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus* Cobb, *Hemicycliophora* De Man, *Xiphinema*, *Longidorus* (Micoletzky) Torne e Swanger, *Rotylenchulus* Linford e Oliveira e *Criconemella* De Grisse e Loof, (MOURA; ALMEIDA, 1981; CRUZ; SILVA; RIBEIRO, 1986; MOURA et al., 1999; MOURA, 2000; ROSA; MOURA; PEDROSA, 2004).

Para que se aplique medidas de controle é necessário avaliação da área cultivada. Essa avaliação é realizada antes da renovação de talhões de cana-de-açúcar, que apresentam variações nas dimensões, na maioria das vezes maiores que 1 ha com produtividade baixa (menor que 40 t/ha) e densidades populacionais de um ou dois ou de ambos endoparasitos *Meloidogyne* e *Pratylenchus*, consideradas altas, maiores que 500 adultos e juvenis para *Meloidogyne* spp., e maiores que 5.000 adultos e juvenis para *P. zae* (ROSA; MOURA; PEDROSA, 2004).

As doenças causadas por fitonematóides induzem elevadas perdas na produção da cana-de-açúcar, que variam de suaves até a destruição total da cultura. A patogenia é resultante da ação direta desses organismos sobre a planta hospedeira, muitas vezes agravada por fatores ambientais bióticos e abióticos (WILLIAMS, 1969; BIRCHFIELD, 1984).

Em consequência do ataque dos nematóides, as raízes tornam-se pobres em radículas e incapazes de absorver água e nutrientes necessários para o bom desenvolvimento das plantas que, conseqüentemente, ficam menores, raquíticas, cloróticas, murchas nas horas mais quentes do dia e menos produtivas. Em condições de campo, são verificadas reboleiras de plantas menores e cloróticas entre outras de porte e coloração aparentemente normais (DINARDO-MIRANDA, 2006).

Lordello (1981) observou que adição de matéria orgânica ao solo resulta em diminuição na população de certos nematóides, por criar condições favoráveis a multiplicação de inimigos naturais bem como a liberação de substâncias orgânicas, como ácidos graxos voláteis que pode ter ação nematicida.

Segundo Dinardo-Miranda et al. (2003), em experimentos conduzidos em áreas infestadas com nematóides, a torta de filtro não reduziu as populações desses parasitos, mas propiciou incrementos médios de produtividade variáveis de 14,4 a 23,3 t/ha. Quando utilizados conjuntamente, torta de filtro e nematicidas contribuíram para incrementos de até

40 t/ha. Plantio com torta de filtro também foi indicado para aumento da produtividade em áreas infestadas, embora não tenham reduzido as populações de nematóides nas condições empregadas nas lavouras canavieiras (DINARDO-MIRANDA, 2006).

Os nematóides são fatores limitantes de produtividade em muitas regiões produtoras de cana-de-açúcar. Levantamentos populacionais são imprescindíveis para diagnosticar áreas problemáticas e, então, direcionar o manejo adequado.

3. Bioindicadores

Várias características ressaltam os nematóides do solo como bons bioindicadores, tais como, abundância no ambiente, diversidade dos hábitos alimentares e na estratégia de sobrevivência, ciclos de vida curtos e procedimentos de amostragem bem definidos (PORAZINSKA et al., 1999).

A população de nematóides do solo é composta por diferentes grupos tróficos. Distinguem-se pelo menos cinco grupos, pelo hábito alimentar: fitófago, micófago, bacteriófago, predadores e onívoros (YEATES et al., 1993). Os dois grupos mais abundantes são os bacteriófagos e os fitófagos, estes também conhecidos como parasitas de plantas. O consumo de bactéria e fungos do solo por nematóides é importante para a ciclagem de nutrientes. Uma população de 10 milhões de nematóides/m² pode consumir 800 kg de biomassa viva de bactérias por hectare (NIELSEN, 1961).

Os nematóides desempenham importante papel nos processos ecológicos do solo e participam de várias interações que afetam a produção vegetal. A maioria dos nematóides encontrados no solo não se alimenta diretamente nas raízes das plantas. Os exsudatos radiculares interferem na biologia do solo fornecendo alimentos para bactérias e fungos, atraindo os correspondentes grupos tróficos para a rizosfera (FRECKMAN; CASWELL, 1985).

Segundo Coleman et al. (1991), os nematóides bacteriófagos podem reduzir significativamente as populações de bactérias e incrementar a mineralização. Desta forma, afetariam indiretamente a produtividade das plantas nos ecossistemas, regulando o total de nitrogênio inorgânico disponível. Os nematóides do solo podem ser importantes em tornar disponível o nitrogênio mineral. Ao alimentar-se da biomassa microbiana com baixa relação C/N, contribuem para aumentar o N disponível à planta. Uma população elevada de bacteriófagos, particularmente do gênero *Rhabditis*, pode indicar alta atividade bacteriana, relacionada ao N mineralizável do solo. Nematóides e protozoários excretam volume significativo de N mineral no solo, afetando o crescimento da planta. Desta forma, afetariam indiretamente a produtividade das plantas nos ecossistemas, regulando o total de N inorgânico disponível (FRECKMAN; CASWELL, 1985).

Os nematóides bacteriófagos alimentam-se indistintamente de bactérias benéficas, saprófitas e patogênicas (CHANTANAO; JENSEN, 1969). Freckman e Huang (1998) relataram que os micófitos apresentam maior abundância relativa à medida em que as plantas senescem e morrem. Portanto, a sua flutuação sazonal é afetada pelas diferentes taxas de senescência de espécies da comunidade vegetal. Segundo Rahman et al. (2009), os nematóides que se alimentam de bactérias é o grupo predominante nos vinhedos, devido ao rápido crescimento e à tolerância às intempéries existentes nestes ambientes. Rahman et al. (2009) e Wright e Coleman (2002) afirmaram que a predominância dos nematóides bacteriófagos é de 50 a 60% em solos de florestas. Sanchez-Moreno e Ferris (2007) também registraram predominância de nematóides bacteriófagos, especialmente *Acrobeloides*, durante 20 anos em vinhedos.

Nematóides predadores, também chamados de carnívoros, se alimentam principalmente de pequenos animais do solo, como os protozoários e anelídeos ou mesmo outros nematóides (WALLWORK, 1970). Devido às modificações impostas pelo uso do solo,

e em particular pela agricultura, a fauna e os microrganismos, em diferentes graus de intensidade, são afetados pelos impactos provocados pelas práticas agrícolas, podendo variar o número e a diversidade de organismos do solo (DIAS JUNIOR; PIERCE, 1996). Essa sensibilidade dos organismos do solo frente às variações no meio ambiente permite servir como bioindicadores de qualidade do meio (MIRANDA, 2009). A composição das comunidades de nematóides no solo é influenciada por fatores ambientais como vegetação hospedeira, tipo de solo, estação climática, nível de umidade e teor de matéria orgânica, além da distribuição espacial (WALL; SKENE; NIELSON, 2002).

McSorley (2003) defende que apesar dos nematóides sofrerem influência da temperatura e umidade existente no solo, muitos sobrevivem em condições ambientais extremas de temperatura no solo e umidade relativa de 0%. No entanto, estudos desenvolvidos por Bakonyi e Nagy (2000), mostram que a nematofauna pode sofrer mudanças em poucas semanas quando submetida à temperatura e umidade do solo em locais de clima temperado.

A quantificação da diversidade de grupos tróficos e taxonômicos nos diferentes ecossistemas possibilitarão o conhecimento de índices que serão mais adequados para indicar alterações ocorridas no solo decorrentes de práticas agrícolas. Logo, possibilitará a adoção de práticas que minimizem o impacto do uso da terra na qualidade do solo. Estudos com indicadores biológicos que mostrem efetivamente as alterações ocorridas nos diversos ecossistemas, têm demonstrado que os nematóides se destacam em virtude de características que podem evidenciar a ocorrência de distúrbios ambientais que afetam o solo (MATTOS; HUANG; PIMENTEL, 2006).

4. Nível de dano

As densidades populacionais associadas aos níveis de danos dos fitonematóides podem afetar significativamente a produtividade agrícola da cana-de-açúcar. Esses níveis, no entanto, podem variar devido às questões epidemiológicas como diferentes condições ambientais de predisposição e o uso de diferentes variedades de cana-de-açúcar, propiciando reações diferenciadas ao parasitismo de fitonematóides (DINARDO-MIRANDA; FERRAZ, 1991; DINARDO-MIRANDA, 1999; MOURA, 2000). Por exemplo, a variedade SP70-1143, considerada como resistente a *M. javanica*, e suscetível a *M. incognita* (NOVARETTI; NELLI, 1980; NOVARETTI et al., 1985). Os níveis de danos utilizados rotineiramente em campo para *Meloidogyne* spp. e *P. zae* fundamentam-se os níveis de danos estabelecidos pela Universidade da Carolina do Norte (CLEMSON, 1984), e nas condições do Sudeste do Brasil, considerados por conseguinte não adequados para as condições da região Nordeste.

Quando em altas densidades populacionais, os fitonematóides causam severos danos ao sistema radicular que torna-se mal desenvolvido e pouco eficiente, reduzindo a produtividade agrícola (MOURA; REGIS; MOURA, 1990; CADET; SPAULL, 2005). Embora alguns laboratórios identifiquem e quantifiquem os nematóides presentes nas amostras, pouquíssimos interpretam os dados observados. A interpretação dos dados consiste em definir se as populações encontradas na área são baixas ou altas, o que implica em estabelecer se há ou não necessidade de adoção de medidas de controle na área amostrada (DINARDO-MIRANDA, 2006).

5. Características físicas do solo cultivado com cana-de-açúcar

As atuais técnicas de manejo da cultura da cana-de-açúcar utilizam um vigoroso revolvimento por ocasião do plantio, com o uso de arados, grades pesadas e subsoladores. Ao fim do ciclo de produção, é comumente realizada a queima da palhada da cana antes da

colheita, o que é prejudicial à manutenção dos níveis de matéria orgânica do solo. A matéria orgânica bruta é reduzida, e a prática da queima favorece a mineralização da matéria orgânica já existente. Além disso, o solo permanece descoberto por um período relativamente longo, o que acelera o processo erosivo e culmina com a depauperação de suas propriedades físicas e químicas (MOLINA, 1995; MENDOZA, 1996).

Grande parte do comportamento do solo é determinada pela textura. De modo geral, solos argilosos são mais agregados, enquanto solos arenosos são mais permeáveis e com maior velocidade de infiltração. Porém, os solos arenosos apresentam várias limitações, sejam química ou física, sendo assim quando são manejados de forma errada podem se tornar ainda mais problemáticos para a agricultura (VAN DEN AKKER; ARVIDSSON; HORN, 2003).

Alguns indicadores físicos representam muito bem as condições do solo e o estado de degradação ou conservação, como o arranjo das partículas sólidas e poros e ocorrência de erosão, podendo incluir a profundidade da camada superficial do solo, densidade do solo, porosidade, resistência à penetração, estabilidade de agregados, infiltração de água, percolação, dentre outros. Estes indicadores refletem primariamente limitações ao crescimento de raízes, emergência de plântulas, infiltração ou movimento de água dentro do perfil (VAN DEN AKKER; ARVIDSSON; HORN, 2003).

A maioria dos solos cultivados com a cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil tem como uma das principais características a presença de horizontes coesos situados, em geral, entre 30 e 60 cm de profundidade (JACOMINE, 2001). Esses horizontes respondem pela formação de períodos alternados de ressecamento e encharcamento nos solos criando um ambiente inadequado para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas em geral (CINTRA, 1997), e da cana-de-açúcar em particular, por ser uma espécie que necessita de, no mínimo,

10% de ar para sua sobrevivência. Sem esta condição, a absorção de nutrientes essenciais estará comprometida e, conseqüentemente, todo o seu desenvolvimento (FARONI, 2004).

Demattê (2005) ressalta que uma das limitações dos solos na região tropical úmida é a baixa fertilidade em profundidade que se reflete em menor volume de solo explorado pelas raízes. Da mesma forma, Mello-Ivo (1999) destaca a necessidade de aprofundamento do sistema radicular da cana nos solos dos tabuleiros, enfatizando a importância do estudo de raízes como índice para identificação de práticas culturais e de preparo do solo mais adequadas.

Vários trabalhos têm reforçado a tese de que a configuração do sistema radicular das espécies cultivadas é determinada pela conjunção de fatores do sistema solo/planta/atmosfera. Em solos profundos e com alta demanda atmosférica, as raízes tendem a aprofundar-se, mas se a demanda for baixa, um menor volume de solo explorado será suficiente. Se, no entanto, houver impedimento físico, a eficiência das raízes para absorção de água e nutrientes sobrepuja a importância do volume total do sistema radicular (PEREIRA; ZAMBOLIM,1996). Evensen et al. (1997), estudando a distribuição de raízes de duas cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento, encontraram restrição do sistema radicular nos primeiros 46 cm do solo e associaram este padrão de distribuição das raízes ao sistema de irrigação por gotejamento e fertirrigação. Ao promover um suprimento adequado de água e nutrientes para a cana na superfície do solo, o método de irrigação contribuiu para reduzir a necessidade da planta para produção de um sistema radicular extenso.

Uma das alternativas utilizadas para aumentar a profundidade efetiva dos solos dos tabuleiros com horizontes coesos tem sido o uso de práticas mecânicas (subsolagem), práticas biológicas (leguminosas e/ou adubação orgânica) ou a associação das duas práticas que, em geral, tem se mostrado mais efetiva (SWEENEY; KIRKMAN; SISSON, 2006).

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. Sendo assim, diferentes solos apresentam diferentes composições volumétricas dos constituintes, sendo que a composição de um solo pode variar com a profundidade, teor de matéria orgânica, e teor de argila presente (SWEENEY; KIRKMAN; SISSON, 2006).

Ao comparar a profundidade do sistema radicular de diversas culturas, Demattê (2005) ressalta que o padrão normal da distribuição das raízes da cana-de-açúcar é aquele em que o sistema radicular localiza-se nos primeiros 20 cm do solo e que a utilização de cálcio, via fornecimento de gesso, promove melhor distribuição das raízes, com percentuais de 36%, 36,7% e 19% nas camadas de solo de 0 a 26 cm, 26 a 75 cm e 100 a 150 cm, respectivamente. Da mesma forma, em trabalho com o objetivo de identificar as raízes de cana-de-açúcar metabolicamente ativas, em camadas do solo de 20 cm até a profundidade de 80 cm, Faroni (2004) concluiu que a distribuição das raízes vivas, em relação ao total do sistema radicular de cada camada de solo, foi proporcionalmente maior nas camadas mais profundas do solo.

Os processos físico-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).

Matéria orgânica pode alterar as propriedades físicas do solo, e afetar negativamente o comportamento dos nematóides a exemplo do movimento e sobrevivência. Essas mudanças incluem o pH do solo, salinidade, dióxido de carbono e as concentrações de oxigênio e

estrutura do solo. Nematóides são geralmente tolerantes a uma ampla gama de pH (McSORLEY, 1998).

A estrutura do solo é um fator importante para a sobrevivência dos nematóides. O tamanho dos poros do solo pode afetar o habitat e o movimento dos nematóides. Maior número de nematóides parasitos de plantas e vida livre foi encontrado em solos com diâmetros de 50 a 200 μm (HASSINK et al., 1993). Segundo Oka (2010), solos com poros maiores podem permitir aumento de inimigos naturais, e, conseqüentemente, diminuição de nematóides.

Com base no exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição vertical dos grupos tróficos de nematóides em uma área de várzea cultivada continuamente com cana-de-açúcar, correlacionando os taxa encontrados e efeitos da umidade e densidade de partículas do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R. R.; PEDRO, J. M. J.; BRUNIN, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. 1. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p. 42-55.
- 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, p. 697–707, 2000.
- BAUM, T. J.; HUSSEY, R. S.; DAVIS, E. L. Root-knot and cyst nematode parasitism genes: the molecular basis of plant parasitism. Genetic Engineering, New York, v. 28, p. 17-43, 2007.
- BIRCHFIELD, W. Nematode parasites of sugar-cane. In: NICKLE, W. R. (Ed.). Plant and insect nematodes. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 571-588.
- BLAINEY, G. A primeira revolução verde. In: BLAINEY, G. (Ed.). Uma breve história do mundo. 2. ed. São Paulo: Editora Fundamento Educacional, 2009. p. 30-41.
- CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2. ed. Wallingford: CABI International Publishing, 2005. p. 645-674.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. Ecofisiologia de culturas extrativistas: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendzeneiro e oliveira. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138 p.
- CHANTANAO, A.; JENSEN, H. J. Saprozoic nematodes as carriers and disseminators of plant pathogenic bacteria. Journal of Nematology, Hanover, v. 1, p. 216-218, 1969.
- CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Efeitos da aplicação de terbufós sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 26, p. 167-176, 2002.
- CINTRA, F. L. D. Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. 1997, 90f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 1997.

CLEMON, U. Nematode guidelines for South Carolina. Plant Disease, St. Paul, v. 46, p. 15-23, 1984.

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, Berlim, v. 12, p. 67-72, 1991.

CRUZ, M. M.; SILVA, S. M. S.; RIBEIRO, A. G. Levantamento populacional de nematóides em cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade nos Estados de Alagoas e Sergipe. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 10, p. 27-28, 1986.

DEMETTÊ, J. L. I. Recuperação de manutenção da fertilidade dos solo. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p. 1-11. (Encarte Técnico, 111).

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 20, p. 175-182, 1996.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Manejo de nematóides na cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Eds.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Divisão de Biblioteca e Documentação-ESALQ/USP, 2006. p. 281-292.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 23, p. 76-83, 1999.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERRAZ, L. C. C. B. Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). Nematologia Brasileira, Brasília, v. 15, p. 9-16, 1991.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; GIL, M. A.; COELHO, A. L.; GARCIA, V.; MENEGATTI, C. C. Efeito da torta de filtro e de nematicidas sobre as infestações de nematóides e a produtividade da cana-de-açúcar. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 27, p. 61-67, 2003.

EVENSEN, C. I.; MUCHOW, R. C.; EL-SWAIFY, S. A.; OSGOOD, R. V. Yield accumulation in irrigated sugarcane: I. Effect of crop age and cultivar. Agronomy Journal, Madison, v. 89, p. 638-646, 1997.

FARONI, C. E. Sistema radicular de cana-de-açúcar e identificação de raízes metabolicamente ativas. 2004, 68f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 2004.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAOASTAT – Agricultural statistics database. Rome: World Agricultural Information Centre, 2007. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 04 nov. 2009.

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

FRECKMAN, D. W.; HUANG, S. P. Response of the soil nematode community in a shortgrass steppe to long-term and short-term grazing. Applied Soil Ecology, New York, v. 9, p. 39-44, 1998.

HASSINK, J.; BOUWMAN, L. A.; ZWART, K. B.; BRUSSAARD, L. Relationships between habitable pore space, soil biota and mineralization rates in grassland soils. Soil Biology & Biochemistry, Marrickville, v. 25, p. 47–55, 1993.

HUSSEY, R. S.; GRUNDLER, F. M. W. Nematode parasitism of plants. In: PERY, R. N.; WRIGTH, D. J. (Eds.). The physiology and biochemistry of free living and plant-parasitic nematodes. London: CABI publishing, 1998. p. 213-243.

HUSSEY, R. S.; WILLIAMSON, V. M. Physiological and molecular aspects of nematodes parasitism. In: BARKER, K. R.; PEDERSON, G. A.; WINDHAM, G. L. (Eds.). Plant and nematodes interactions. Winconsin: ASA-ESSA, 1998. p. 87-108.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de recuperação automática. Banco de dados agregados. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 04 nov. 2009.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos do Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1., 2001, Aracajú. Anais... Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p.161-168.

JORNALCANA. Conheça o setor. Dados e estatísticas. Os impressionantes números do setor sucroenergético (safra 2008/09). Ribeirão Preto: ProCana, 2009. Disponível em:

<<http://www.canaweb.com.br/conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>>. Acesso em: 19 dez. 2009.

LORDELLO, L. G. E. Nematóides das plantas cultivadas. 6 ed. São Paulo: Nobel, 1981. 314 p.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. Anais... São Paulo: COOPERSUCAR, 1988. p. 281-301.

MARANHÃO, S. R. V. L., Comunidade, dinâmica populacional e variabilidade espacial de nematóides em área de cultivo da cana-de-açúcar sob diferentes condições edafoclimáticas. 2008, 126f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MATTOS, J. K. A.; HUANG, S. P.; PIMENTEL, C. M. M. Grupos tróficos das comunidades de nematóides do solo em oito sistemas de uso da terra nos cerrados do Brasil central. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 30, p. 267-273, 2006.

McSORLEY, R. Adaptations of nematodes to environmental extremes. Florida Entomologist, Gainesville, v. 86, p. 138–142, 2003.

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

MELLO-IVO, W. M. P. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo de tabuleiros costeiro. In: WORKSHOP SOBRE SISTEMA RADICULAR: METODOLOGIAS E ESTUDOS DE CASOS, 1., 1999, Aracajú. Anais... Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p. 101-138.

MENDOZA, H. N. S. Efeitos de sistemas de colheita dos canaviais sobre propriedades químicas e biológicas em solo de tabuleiro no Espírito Santo. 1996, 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

MIRANDA, T. L., Relações entre atributos físicos e biológicos do solo após operações de colheita e aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar. 2009, 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MOLINA, R. M. A torta de filtro e o bagaço no comportamento da biota, propriedades físicas e produtividade de um solo cultivado em cana-de-açúcar. 1995, 96f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

MOURA, R. M. Controle integrado dos nematóides da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. Resumo... Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2000. p. 88-94.

MOURA, R. M.; ALMEIDA, A. V. Estudos preliminares sobre a ocorrência de fitonematóides associados à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade agrícola no Estado de Pernambuco, Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 5., 1981, Piracicaba. Resumo... Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1981. p. 213-220.

MOURA, R. M.; REGIS, E. M.; MOURA, A. M. Espécies e raças de *Meloidogyne* assinaladas em cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 14, p. 33-38, 1990.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; MARANHÃO, S. R. V. L.; MOURA, A. M.; MACEDO, M. E. A.; SILVA, E. G. Nematóides associados à cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco. Nematologia Brasileira, Brasília, v. 23, p. 92-99, 1999.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUS, C. F. M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Eds.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Divisão de Biblioteca e Documentação-ESALQ/USP, 2006. p. 11-18.

NIELSEN, C. O. Respiratory metabolism of some populations of enchytraeids worms and free living nematodes. OIKOS, Buenos Aires, v. 12, p. 17-35, 1961.

NOVARETTI, W. R. T.; NELLI, E. J. Flutuação populacional de fitonematóides na cultura da cana-de-açúcar – cana de ano e meio. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v. 96, p. 30-36, 1980.

NOVARETTI, W. R. T.; STRABELLI, J.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; AMORIM, E. Comportamento varietal de cana-de-açúcar em relação ao nematóide *Meloidogyne incognita*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 9., 1985, Piracicaba. Resumo... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1985. p. 43.

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

PEREIRA, J. C.; ZAMBOLIM, L. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 4, p. 353-379, 1996.

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

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

RAHMAN, L.; WHITELAW-WECKERT, M. A.; HUTTON, R. J.; ORCHARD, B. Impact of floor vegetation on the abundance of nematode trophic groups in vineyards. Applied Soil Ecology, Amsterdam, v. 42, p. 96-106, 2009.

ROSA, R. C. T.; MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R. Efeitos do uso de *Crotalaria juncea* e carbofuran em fitonematóides ectoparasitas de cana-de-açúcar. Fitopatologia Brasileira, Fortaleza, v. 29, p. 447-449, 2004.

ROSSO, M. N.; JONES, J. T.; ABAD, P. RNAi and functional genomics in plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 47, p. 207-232, 2009.

SANCHEZ-MORENO, S.; FERRIS, H. Suppressive service of the soil foodweb: effects of environmental management. Agriculture Ecosystems Environment, Amsterdam, v. 8, p. 75-87, 2007.

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

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

VAN DEN AKKER, J. J. H.; ARVIDSSON, J.; HORN, R. Introduction to the special issue on experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Union. Soil Tillage Research, Amsterdam, v. 73, p. 1-8, 2003.

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

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

WILLIAMS, J. R. Nematodes attacking sugar-cane. In: PEACHEY, J. E. (Ed.). Nematodes of tropical crops. St. Albans: CAB, 1969. p. 184-203.

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

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



Capítulo 2

Distribuição vertical da nematofauna associada ao cultivo da cana-de-açúcar em área de várzea

1 **DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA NEMATOFUNA ASSOCIADA AO CULTIVO DA**
2 **CANA-DE-AÇÚCAR EM ÁREA DE VÁRZEA**

3 C. V. M. A. Rodrigues², E. M. R. Pedrosa^{3*}, A. K. S. Oliveira⁴, D. A. H. S. Leitão⁴, N. M. R.
4 Barbosa⁵ and N. J. V. Oliveira⁵

5 ¹Parte da dissertação da primeira autora. ²Aluno de Pós-graduação, Universidade Federal
6 Rural de Pernambuco Departamento de Agronomia, Brasil. ³Professor, Universidade Federal
7 Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Brasil. ⁴Aluno de Graduação,
8 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Brasil.
9 ⁵Aluno de Graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de
10 Agronomia. *Autor para correspondência: Universidade Federal Rural de Pernambuco,
11 Departamento de Tecnologia Rural, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, CEP: 52171-900,
12 Phone: 55-81-85151222, Fax: 55-81-33206205, e-mail: elvira.pedrosa@dtr.ufrpe.br

13 **ABSTRACT**

14 Rodrigues, C. V. M. A., E. M. R. Pedrosa, A. K. S. Oliveira, D. A. H. S. Leitão, and N. J. V.
15 Oliveira. 2010. Vertical distribution of nematode community in swamp area cultivated with
16 sugarcane. *Nematropica* 00:00-00.

17 The objective of the present study was to evaluate the vertical fluctuation of nematode
18 community and two physical variables of soil: humidity and particle density in a swamp area
19 cultivated intensively with sugarcane in Pernambuco, Brazil; characterize nematode
20 community and describe relationships among variables evaluated. Horizontally it was
21 collected samples in 40 points designed in a 36 × 12 m-net. Vertically, soil and root samples
22 were collected at 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm-deep, and 0-10, 10-20 cm-deep, respectively.
23 The total of nematodes present was 369,392 per 300 cm³, being 278,505 plant-feeding
24 nematodes per 300 cm³ of soil. The genus *Helicotylenchus* (29.66%) and *Pratylenchus*
25 (28.34%) were dominants within plant-feeding nematodes and the *taxon* Dorylaimidae

1 (21.23%) within free-living nematodes. The ratio hyphal/bacterial-feeding was 0.16. The
2 ratio (Omnivores + Animal Predators)/(Bacterial-feeding + Hyphal-feeding + Plant-feeding)
3 was low (0.29), characteristic of annual crop. In general, the free-living and plant-feeding
4 nematodes frequencies decreased as soil deep increased. *Helicotylenchus* sp. was the
5 nematode which more correlated with the other *taxa*. In soil, *Pratylenchus* sp. was more
6 frequent at 0-40 cm-deep and the *taxon* more affected by humidity. Soil humidity affected
7 *Pratylenchus*, *Criconemella*, Dorylaimidae and Mononchidae frequencies negatively. Particle
8 density of soil did not offer potential for use as indicator of nematode diversity in the area.
9 Key word: Nematode, trophic diversity, spatial variability, soil physic attributes, *Saccharum*
10 sp.

11 RESUMO

12 Rodrigues, C. V. M. A., E. M. R. Pedrosa, A. K. S. Oliveira, D. A. H. S. Leitão, and N. J. V.
13 Oliveira. 2010. Distribuição vertical da nematofauna associada ao cultivo da cana-de-açúcar
14 em área de várzea. *Nematropica* 00:00-00.

15 O objetivo do presente estudo foi avaliar a flutuação vertical da comunidade de
16 nematóides e das variáveis físicas do solo: umidade e densidade de partículas, em área de
17 várzea cultivada intensamente com cana-de-açúcar nas condições da Mata Norte de
18 Pernambuco, caracterizando a nematofauna e descrevendo relações entre as variáveis
19 estudadas. Horizontalmente foram coletadas amostras em 40 pontos, formando malha de 36 ×
20 12 m. Verticalmente, amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-
21 40 e 40-60 cm e, amostras de raiz, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. O total de
22 nematóides presentes por 300 cm³ de solo foi de 369.392, sendo 278.505 fitoparasitos. Os
23 gêneros *Helicotylenchus* (29,66%) e *Pratylenchus* (28,34%) foram dominantes entre os
24 fitoparasitos e o *taxon* Dorylaimidae (21,23%) entre os nematóides de vida livre. O valor da
25 razão micófago/bacteriófago foi 0,16. A relação (onívoros + predadores)/(bacteriófagos +

1 micófagos + parasitos de plantas) apresentou baixos valores (0,29), característico de cultivo
2 anual. De maneira geral, as freqüências dos nematóides de vida livre e fitoparasitos
3 diminuíram com a profundidade. *Helicotylenchus* sp. foi o nematóide que mais se
4 correlacionou com os outros taxa. No solo, *Pratylenchus* sp. foi mais freqüente na camada de
5 0-40 cm e o *taxon* mais afetado pela umidade. A umidade do solo afetou negativamente os
6 níveis populacionais dos gêneros *Pratylenchus* e *Criconemella* e das famílias Dorylaimidae e
7 Mononchidae. A densidade de partícula do solo não se mostrou adequada para uso como
8 parâmetro indicador da nematofauna na área estudada.

9 Palavras chave: Nematóide, diversidade trófica, variabilidade espacial, atributos físicos do
10 solo, *Saccharum* sp.

11 INTRODUÇÃO

12 A produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) é regulada por diversos
13 fatores de produção, dentre os quais se destacam: planta (variedade), solo (propriedades
14 químicas, físicas e biológicas), clima (umidade, temperatura, insolação), práticas culturais
15 (controle da erosão, plantio, erradicação de plantas invasoras, descompactação do solo),
16 controle de pragas e doenças, colheita (maturação, corte, carregamento e transporte), entre
17 outros (Castro e Kluger, 2001). Dentre as doenças, as nematoses são especialmente
18 importantes devido à alta incidência e aos elevados prejuízos à produção agrícola e custos
19 para o controle, com destaque para os nematóides endoparasitos *Meloidogyne javanica*
20 (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *Pratylenchus zaei* Graham
21 (Maranhão, 2008).

22 As populações de nematóides aumentam e diminuem em densidade ao longo do ano e
23 por ocasião de diferentes condições edafoclimáticas, com tendência a maiores densidades
24 populacionais em solos mais arenosos, característicos dos tabuleiros costeiros do Nordeste
25 (Chaves *et al.*, 2007, Maranhão, 2008). Além do mais, os nematóides não se distribuem

1 uniformemente nas áreas de cultivo. A falta de informação sobre a distribuição espacial tem
2 dificultado a adoção de estratégias de manejo mais eficientes. Por outro lado, os nematóides
3 possuem vários atributos que os tornam úteis como indicadores ecológicos (Freckman, 1988).
4 Amplamente distribuídos na fauna do solo, apresentam comunidades constituídas por
5 diversas espécies, classificadas em cinco grupos funcionais, bacteriófagos, micófagos,
6 onívoros, predadores e fitoparasitos, que estão presentes em posições estratégicas na cadeia
7 alimentar no solo. Devido às dificuldades da taxonomia no nível de espécie, as análises de
8 estrutura de comunidades têm sido direcionadas à composição trófica (Bernard, 1992;
9 Sánchez-Moreno e Ferris, 2007).

10 Os atributos físicos do solo são de extrema importância para a sobrevivência dos
11 nematóides no solo e manutenção do mesmo. A agregação do solo pode sofrer alterações
12 permanentes ou temporárias, demonstrando variação cíclica provocada por práticas de
13 manejo de solo e culturas. Essas alterações dependem da estabilidade dos agregados que pode
14 ser resultado da ação de união mecânica por células e hifas dos organismos, dos efeitos
15 cimentantes dos produtos derivados da síntese microbiana ou da ação estabilizadora dos
16 produtos de decomposição que agem individualmente ou em combinação (Baver, Gardner e
17 Gardner, 1973). A estruturação do solo é um bom indicador da qualidade do solo. Portanto, é
18 importante determinar a quantidade de agregados que tem um solo, como estão distribuídos
19 por classes e qual a resistência desses agregados.

20 A expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste para os solos arenosos
21 dos tabuleiros costeiros tem estimulado pesquisas nessas áreas. No entanto, pouco é
22 conhecido sobre a diversidade e distribuição dos nematóides nas áreas de várzea (Miranda,
23 2009). O monitoramento das áreas que apresentem o mau desenvolvimento da cultura é
24 fundamental, pois a existência de altas populações de fitonematóides geralmente ocasiona
25 perdas significativas na produtividade. Por outro lado, o fato do padrão de distribuição

1 espacial horizontal de fitonematóides ser tipicamente agregado, oferece muitas dificuldades
2 na amostragem, adoção de delineamento experimental e implementação de recomendações de
3 controle.

4 O objetivo do presente estudo foi avaliar a flutuação vertical de diferentes *taxa* de
5 nematóides e das variáveis físicas do solo: umidade e densidade de partículas, em área de
6 várzea cultivada intensamente com cana-de-açúcar nas condições da Mata Norte de
7 Pernambuco, caracterizando a nematofauna e descrevendo relações entre as variáveis
8 estudadas.

9 MATERIAL E MÉTODOS

10 O estudo foi realizado na usina Santa Tereza, situado na microrregião da Mata
11 Setentrional do estado de Pernambuco. O clima local foi classificado de acordo com o
12 sistema de Köppen (1948) tropical chuvoso tipo As' ou "pseudotropical", que se caracteriza
13 por ser quente e úmido com chuvas que se concentram entre os meses de março a agosto com
14 temperaturas médias anuais variando em torno de 24°C, durante esse período (os menos
15 quentes do ano), com amplitude térmica anual bastante fraca (cerca de 3°C), com isoietas que
16 variam de 1932,3 a 975,6 mm anuais. A área tem sido manejada sob sistema de plantio
17 convencional há mais de 20 anos, sempre com cana-de-açúcar.

18 As avaliações foram efetuadas em uma mesma área, em quatro períodos do cultivo da
19 cana-de-açúcar: a primeira em janeiro; a segunda, em abril; a terceira, em setembro; e a
20 quarta, em novembro de 2009. As análises físicas fundamentaram-se na determinação da
21 umidade e densidade de partículas do solo. A caracterização da estrutura da nematofauna
22 fundamentou-se na abundância (densidade populacional) e dominância dos *taxa* encontrados.
23 Horizontalmente, as amostras foram coletadas em 40 pontos georeferenciados, com
24 espaçamento de 4 m entre os pontos, formando malha de 36 x 12 m, constituída de 10 linhas
25 e quatro pontos por linha (Figura 1). Verticalmente, em cada ponto foi aberta uma trincheira e

1 coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm, totalizando
2 160 amostras de solo. As amostras de raiz foram coletadas nas profundidades de 0-10 e 10-20
3 cm, totalizando 80 amostras.

4 As amostras de solo foram obtidas com auxílio de um trado de amostras
5 indeformadas, com cilindros de aço inoxidável, com 50 mm de diâmetro e 26,5 mm de altura
6 e 50 cm³. Cada amostra foi acondicionada em recipiente plástico para o transporte até o
7 laboratório. Posteriormente, as amostras de solo foram preparadas e pesadas para obtenção do
8 conteúdo de água (g) e depois levadas à estufa a 105 °C por 48 h para obtenção da massa seca
9 (g). A densidade da partícula foi determinada conforme Embrapa (1997). A umidade
10 gravimétrica foi determinada em cada amostra através da relação entre massa de água e
11 massa de solo seco de cada amostra.

12 Para análise nematológica, após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos
13 plásticos devidamente etiquetados e encaminhados ao laboratório de Fitonematologia da
14 Universidade Federal Rural de Pernambuco. As amostras foram homogeneizadas e
15 processadas imediatamente para a extração, a partir de 300 cm³ de solo, utilizando-se o
16 método da flotação centrífuga (Jenkins, 1964). Foi coletada 10 g de raízes e as amostras
17 processadas utilizando o método da técnica da maceração rápida em liquidificador e flotação
18 centrífuga (Jenkins, 1964). As suspensões de nematóides obtidas foram mantidas sobre
19 refrigeração (4-6 °C), realizando-se a identificação a nível de gênero para os fitonematóides
20 segundo a chave de Mai *et al.* (1996) e a nível de família para os demais. A contagem dos
21 espécimes foi efetuada em lâminas de Peters, sob microscópio óptico, em duas repetições e os
22 resultados computados em números de espécimes por 300 cm³ de solo e espécimes por 10 g
23 de raiz.

24 Os nematóides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos
25 tróficos (fitoparasitos, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), baseado na

1 morfologia do estômago e esôfago, segundo Yeates *et al.* (1993). A estrutura da nematofauna
2 foi descrita pelos grupos tróficos e pelas razões micófagos/bacteriófagos (M/B) e (onívoro +
3 predadores)/(bacteriófagos + micófagos + parasitos de plantas) (O+P)/(B+M+PP), segundo
4 Gomes, Huang e Cares (2003).

5 A análise dos dados foi determinada por meio de análise multivariada para as medidas
6 repetidas com o tempo. Modelos lineares, logarítmicos, quadráticos e cúbicos foram
7 utilizados na tentativa de descrever as variações nas densidades populacionais dos
8 fitonematóides em função do tempo para os nematóides encontrados nas raízes e em função
9 do tempo e profundidade de coleta para os fitonematóides encontrados no solo. Visando
10 avaliar a possível relação entre as populações de nematóides pertencentes aos diferentes *taxa*
11 encontrados na malha da área, foram efetuadas comparações entre os *taxa* e entre *taxa* e
12 variáveis físicas do solo. O grau de correlação linear simples entre os pares de dados obtidos
13 nas análises foi medido pelo coeficiente de correlação de Pearson, utilizando o programa SAS
14 – Statistical Analytical System.

15 RESULTADOS E DISCUSSÃO

16 Os dados relativos à nematofauna associada à rizosfera da cana-de-açúcar em área de
17 várzea encontram-se descritos na Tabela 1. O total de nematóides presentes em 300 cm³ foi
18 de 369.392, sendo 278.505 fitoparasitos, *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. foram os
19 que apresentaram maior dominância, 29,66 e 28,34%, respectivamente. Os resultados obtidos
20 corroboram com Maranhão (2008) que, ao descrever a nematofauna de uma área de várzea
21 cultivada com cana-de-açúcar, encontrou maior dominância de fitoparasitos, com dominância
22 de *Pratylenchus* sp. sobre os demais gêneros. Segundo Goulart *et al.* (2003), *Helicotylenchus*
23 foi o gênero mais abundante em duas áreas cultivadas com milho (*Zea mays* L.) e goiabeira
24 (*Psidium guajava* L.). Em estudos envolvendo diferentes áreas de produção de soja (*Glycine*
25 *max* L.) no Distrito Federal, *Helicotylenchus* apresentou abundâncias de 40% e frequência

1 absoluta de 100% nas duas épocas de amostragem, confirmando o alto grau de adaptação às
2 condições de certas monoculturas (Gomes, Huang e Cares, 2003). Goulart *et al.* (2003)
3 também detectou a presença de *Pratylenchus* em raízes em todas as áreas e épocas estudadas,
4 chegando a atingir altos níveis de abundância e frequência. Segundo Maranhão (2008), em
5 área de várzea cultivada com cana-de-açúcar, as abundâncias dos fitonematóides e demais
6 taxa parecem ser pouco afetadas durante o ciclo da cultura.

7 Dentre os nematóides de vida livre, os onívoros representados pela família
8 Dorylaimidae apresentaram densidade populacional dominante, representando 21,23% do
9 total de nematóides de vida livre, discordando de Neher e Campbell (1994) que ao estudarem
10 este grupo de nematóides verificaram que os bacteriófagos foram mais abundantes que
11 predadores e onívoros em solos cultivados com culturas anuais, perenes e pastos. Segundo
12 Gomes, Huang e Cares (2003), baixa percentagem de onívoros (<25%) representa muita
13 intervenção humana no campo, caracterizada pelas práticas culturais usadas continuamente
14 nos canaviais. A população de Dorylaimidae na comunidade é sensível as práticas culturais, e
15 assim, utilizadas como indicador de distúrbio ambiental. Goulart e Ferraz (2003), estudando
16 áreas nativa e cultivada com goiabeira e milho no estado de São Paulo, concluíram que a
17 retirada da vegetação nativa e a implantação dos cultivos reduziram abundância de
18 nematóides predadores e onívoros. De acordo com Sánchez-Moreno e Ferris (2007),
19 nematóides predadores e onívoros, como componentes dos níveis tróficos superiores da
20 alimentação no solo, podem desempenhar um importante papel na regulação das populações
21 de fitonematóides, especialmente quando os recursos são limitados, por exemplo, nas áreas
22 de florestas onde o crescimento das plantas e atividade são limitadas pela sazonalidade de
23 chuvas.

24 A razão entre nematóides micófagos e bacteriófagos (M/B) tem sido considerada
25 importante na descrição da via de decomposição na cadeia alimentar (Neher e Campbell,

1 1994). No presente estudo, o valor desta razão foi 0,16, superior aos valores estimados para
2 culturas anuais (0,11) por Neher e Campbell (1994), assim como aqueles encontrados por
3 Maranhão (2008) em área de várzea (0,03 e 0,04). A relação (O+P)/(B+M+PP) apresentou
4 baixos valores (0,29), característico de cultivo anual, resultado semelhante aos obtidos por
5 Miranda (2009) (0,20; 0,30 e 0,16) em área de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar, antes
6 do corte da cana, após o corte e após aplicação da vinhaça, respectivamente.

7 As mais altas correlações significativas ocorreram entre *Helicotylenchus* sp. e
8 fitoparasitos ($r = 0,99$), *Helicotylenchus* sp. e total de nematóides ($r = 0,99$), fitoparasitos e
9 total de nematóides ($r = 0,99$), Dorylaimidae e nematóides de vida livre ($r = 0,98$) e entre
10 Rhabditidae e bacteriófagos ($r = 0,91$) (Tabela 2). Em relação às correlações significativas,
11 entre os fitoparasitos, *Meloidogyne* spp. correlacionou-se positivamente com Trichodoridae e
12 *Criconemella* ($r = 0,12$) e com nematóides de vida livre ($r = 0,11$), resultado semelhante ao
13 encontrado por Miranda (2009).

14 De maneira geral, as densidades populacionais dos nematóides de vida livre,
15 diminuíram com a profundidade, exceto *Aphelenchoides*. Com relação aos fitoparasitos, a
16 maioria se correlacionou negativamente, com exceção de *Rotylenchulus* que se comportou de
17 maneira contrária (Tabela 2).

18 A densidade populacional de *Pratylenchus* sp. em solo diminuiu da primeira para a
19 segunda coleta, na terceira a população foi inferior a todas as outras, aumentando novamente
20 na quarta coleta, em todas as profundidades coletadas (Figura 2A). Goulart *et al.* (2003)
21 detectaram *Pratylenchus* em solo apenas na primeira amostragem, quando as plantas de
22 milho já apresentavam a fase final do ciclo, justificando que esses endoparasitos retornam ao
23 solo a partir das raízes infestadas quando a planta está no final do ciclo, entrando em
24 senescência. A profundidade de 20-40 cm na primeira coleta estava baixa em relação às
25 profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, no entanto na quarta coleta a população nesta

1 profundidade superou todas as outras. Durante todas as coletas, a profundidade de 40-60 cm
2 apresentou a menor densidade populacional, corroborando com as recomendações para coleta
3 de amostras para análises nematológicas na profundidade de 20 a 30 cm (Been e Schomaker,
4 2006). As curvas de crescimento populacional descreveram com a função quadrática para a
5 profundidade 40-60 cm e cúbica para as demais profundidades. Os modelos que melhor
6 descreveram a população ao longo do tempo foram: $10^{(-2,73+8,80x-4,41x^2+0,63x^3)}$ ($r = 0,34^{**}$), $10^{(0,76+5,77x-3,09x^2+0,45x^3)}$ ($r = 0,29^{**}$), $10^{(-1,15+5,35x-3,04x^2+0,48x^3)}$ ($r = 0,34^{**}$), $10^{(3,26-2,55x+0,54x^2)}$ ($r =$
7 $0,32^{**}$), para as profundidades 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente (Figura 2A).
8 Segundo Miranda (2009), em solos de tabuleiros as densidades populacionais dos nematóides
9 diminui com a profundidade, sendo as maiores densidades para nematóides endoparasitas na
10 camada de 0-20 cm, explicando o comportamento do *Pratylenchus* sp.

12 Nas raízes a densidade populacional de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* sp. também
13 foi menor na terceira coleta, possivelmente isto ocorreu devido aos altos níveis de
14 precipitação nos meses que antecederam a coleta (Figura 2B). Na quarta coleta as populações
15 voltaram a crescer, ocorrendo uma diminuição na precipitação de 241,18 mm para 5,56 mm.
16 Na segunda coleta o número de *Pratylenchus* sp. foi superior a *Meloidogyne* spp.
17 concordando com Gay e Bird (1973), que relatam a rápida penetração do nematóide das
18 lesões em relação aos das galhas. Este último nematóide se multiplica melhor em solos
19 arenosos, do que em solos de textura mais fina, como é geralmente o solo nas áreas de várzea
20 (Barker *et al.*, 1981; Shane e Barker, 1986; Wallace, 1989). A densidade populacional de
21 *Meloidogyne* spp. em função do tempo foi inversamente proporcional a de *Pratylenchus* sp.
22 (Figura 2B). Resultados semelhantes foram obtidos por Maranhão (2008), em áreas de
23 encosta e chã comprovando que a densidade populacional dos nematóides das galhas foi
24 superada pela dos nematóides das lesões radiculares, quando quantificado raiz + solo.

1 Os resultados relativos às correlações da nematofauna com a umidade do solo e
2 densidade de partículas (Tabela 2) indicaram efeito inverso da umidade do solo nas
3 frequências dos fitoparasitos *Pratylenchus* sp. e *Criconemella* sp. e dos taxa de vida livre
4 Dorylaimidae e Mononchidae. Embora não tenha se correlacionado significativamente com
5 nenhum *taxon* encontrado na área estudada, a densidade de partículas do solo variou de 2,38
6 a 2,82 gcm⁻³, apresentado menores valores, em geral, nas camadas de 10-20 cm e 20-40 cm,
7 indicando que, possivelmente, estas camadas possuem maior teor de matéria orgânica. Altos
8 índices de densidade de partículas indicam teor elevado de minerais pesados no solo
9 (Embrapa, 1997).

10 Os agroecossistemas são geralmente estabelecidos como monoculturas e as práticas de
11 manejo adotadas causam modificações na estrutura dos solos, que por conseqüência mostram
12 variações quanto à umidade e temperatura, resultando em ambiente instável ocasionando a
13 inibição do estabelecimento de muitos nematóides. No entanto, a agricultura pode favorecer
14 alguns nematóides, que são capazes de reproduzir e sobreviver em ambientes sujeitos a
15 mudanças frequentes (Goulart *et al.*, 2003). Os resultados obtidos no presente estudo indicam
16 que na área de várzea cultivada com cana-de-açúcar ocorreu predominância de onívoros, para
17 os nematóides de vida livre e de *Helicotylenchus* e *Pratylenchus* entre os fitoparasitos.
18 *Helicotylenchus* foi o fitonematóide que apresentou maior correlação positiva com todos os
19 taxa, justificando a dominância sobre os demais fitonematóides estudados.

20 LITERATURA CITADA

- 21 Barker, K. R., F. A. Tood, W. W. Shane and L. A. Nelson. 1981. Interrelationships of
22 *Meloidogyne* species with flue-cured tobacco. *Journal of Nematology* 13:67-79
- 23 Baver, L. D., W. H. Gardner and W. R. Gardner. 1973. Soil structure: classification and
24 genesis. Pp.130-177. *in*: Baver, L. D., W. H. Gardner and W. R. Gardner, eds. *Soil*
25 *physics*. New York, NY: John Wiley.

- 1 Been, T. H. and C. H. Schomaker. 2006. Distribution patterns and sampling. Pp. 302-326. *in*:
2 Perry, R. N. and M. Moens, eds. Plant Nematology. Wallingford: CAB International.
- 3 Bernard, E. C. 1992. Soil Nematode Biodiversity. *Biology and Fertility of Soils* 14:99-103.
- 4 Castro, P. R. C. and R. A. Kluger. eds. 2001. *Ecofisiologia de culturas extrativistas: cana-de-
5 açúcar, seringueira, coqueiro, dendazeiro e oliveira. Stoller do Brasil*. 138, Cosmópolis,
6 SP.
- 7 Chaves, A., L. J. O. T. Melo, D. E. Simões Neto, I. G. Costa and E. M. R. Pedrosa. 2007.
8 Declínio severo do desenvolvimento da cana-de-açúcar em tabuleiros costeiros de
9 Pernambuco. *Nematologia Brasileira*, 131:10-12.
- 10 Embrapa. 1997. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solo,
11 EMBRAPACNP. 212, Rio de Janeiro, RJ.
- 12 Freckman, D. W. 1988. Bacterivorous nematodes and organic-matter decomposition.
13 *Agriculture, Ecosystems and Environments* 24:195-217.
- 14 Gay, C. M. and G. W. Bird. 1973. Influence of concomitant of *Pratylenchus brachyurus* e
15 *Meloidogyne* spp. on root penetration and population dynamics. *Journal of Nematology*
16 5:212-217.
- 17 Gomes, G. S., S. P. Huang and J. E. Cares. 2003. Nematode community, trophic structure and
18 population in soybean fields. *Fitopatologia Brasileira* 28:258-266.
- 19 Goulart, A. M. C., A. R. Monteiro and L. C. C. B. Ferraz. 2003. Comunidade de nematóides
20 em cerrados com vegetação original preservada ou substituída por culturas. 2.
21 Diversidade taxonômica. *Nematologia Brasileira* 27:129-137.
- 22 Goulart, A. M. C. and L. C. C. B. Ferraz. 2003. Comunidade de nematóides em cerrados com
23 vegetação original preservada ou substituída por culturas. 1. Diversidade trófica.
24 *Nematologia Brasileira* 27:123-128.

- 1 Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from
2 soil. *Plant Disease Reporter* 48: 692.
- 3 Köppen, W. ed. 1948. *Climatologia: con um estúdio de los climas de La Tierra*. Fondo de
4 *Cultura Económica*. 478, Mexico, MX.
- 5 Mai, W. F., P. G. Mullin, H. H. Lyon and K. Loeffle. eds. 1996. *Plant-parasitic nematodes: a*
6 *pictorial key to genera*. Cornell University Press. 277, Ithaca, NY.
- 7 Maranhão, S. R. V. L. 2008. *Comunidade, dinâmica populacional e variabilidade espacial de*
8 *nematóides em áreas de cultivo de cana-de-açúcar sob diferentes condições*
9 *edafoclimáticas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,
10 *Brasil*. 126 pp.
- 11 Miranda, T. L. 2009. *Relações entre atributos físicos e biológicos do solo após operações de*
12 *colheita e aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar*. Dissertação de Mestrado.
13 *Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil*. 81 pp.
- 14 Neher, A. D. and C. L. Campbell. 1994. Nematode communities and microbial biomass in
15 soils with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology* 1:17-28.
- 16 Shane, W. W. and K. R. Barker. 1986. Effects of temperature, plant-age, soil texture and
17 *Meloidogyne incognita* on early growth of soybean. *Journal of Nematology* 18:320-327.
- 18 Sánchez-Moreno, S.; H. Ferris. 2007. Suppressive service of the soil foodweb: effects of
19 environmental management. *Agriculture Ecosystems Environment* 8:75–87.
- 20 Yeates, G.W., T. Bongers, R. G. M. Goede, D. W. Freckman and S. S. Georgieva. 1993.
21 *Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists*.
22 *Journal of Nematology* 25:315-331.
- 23 Wallace, H. R. 1989. Environment and plant health: A nematological perception. *Annual*
24 *Review of Phytopathology* 27:59-75.
- 25

1 Tabela 1. Abundância, média e dominância da nematofauna associada a área de várzea
 2 cultivada com cana-de-açúcar na Mata Norte de Pernambuco

Várzea			
Grupos Tróficos	A	Média ± DP	D (%)
Parasitas de plantas	278.505	440,67±3516,00	75,39
<i>Meloidogyne</i> sp.	5.432	8,59±24,58	1,49
<i>Rotylenchulus</i> sp.	17.374	27,49±248,56	4,72
<i>Pratylenchus</i> sp.	104.603	165,51±257,05	28,34
<i>Helicotylenchus</i> sp.	109.464	173,20±3501,00	29,66
<i>Criconemella</i> sp.	25.461	40,29±88,54	6,91
<i>Trichodorus</i> sp.	10.849	17,17±43,16	2,95
<i>Hemicliophora</i> sp.	491	0,78±8,30	0,15
<i>Xiphinema</i> sp.	2.479	3,92±24,43	0,69
<i>Thilenchorinchus</i> sp.	1.715	2,71±16,67	0,48
Vida Livre	90.887	143,81±175,13	24,61
Bacteriófagos			
Rhabditidae	4.928	7,80±21,37	1,34
Cephalobidae	1.233	1,95±9,96	0,34
Micófagos			
Aphelenchidae	1.012	1,60±10,71	0,27
Onívoros			
Dorylaimidae	78.435	124,11±155,61	21,23
Predadores			
Mononchidae	5.279	8,35±25,04	1,43
Nematóides Totais	369.392	584,48±3526,00	100
M/B		0,16±0,34	
(O+P)/(B+M+PP)		0,29±0,05	

3 ^wA (Abundância) = Somatório do número de nematóides nas 40 amostras de cada área por 300 cm³ de solo, Média ± DP = Número médio e
 4 desvio padrão de nematóides por 300 cm³ de solo em cada área das 36 amostras,

5 ^xD(%) = Dominância de cada grupo trófico e taxa expresso em percentagem,

6 ^yM/B = Razão média entre micófagos e bacteriófagos das 40 amostras

7 ^z(O+P)/(B+M+PP) = Razão média entre onívoros + predadores / bacteriófagos + micófagos + parasitos de plantas das 40 amostras.

- 1 ^wDory = Dorylaimidae, Mono = Mononchoidea, Rhab = Rhabditidae, Ceph = Cephalobidae, Aphe = Aphelenchoidea, Melo = *Meloidogyne*, Roty = *Rotylenchulus*, Praty = *Pratylenchus*, Heli = *Helicotylenchus*, Tric = Trichodoridae, Xiph =
- 2 *Xiphinema*, Cric = *Criconemella*, Hemi = *Hemicicliophora*, Thil = *Thilenchorinchus*, Bact = Bacteriófagos, VL = vida livre, PP = parasitos de plantas, UMID=umidade, DP=densidade partícula. Total = total de nematóides. *significativo ao nível de
- 3 5%, **significativo ao nível de 1% de probabilidade pela análise de correlação de Pearson.

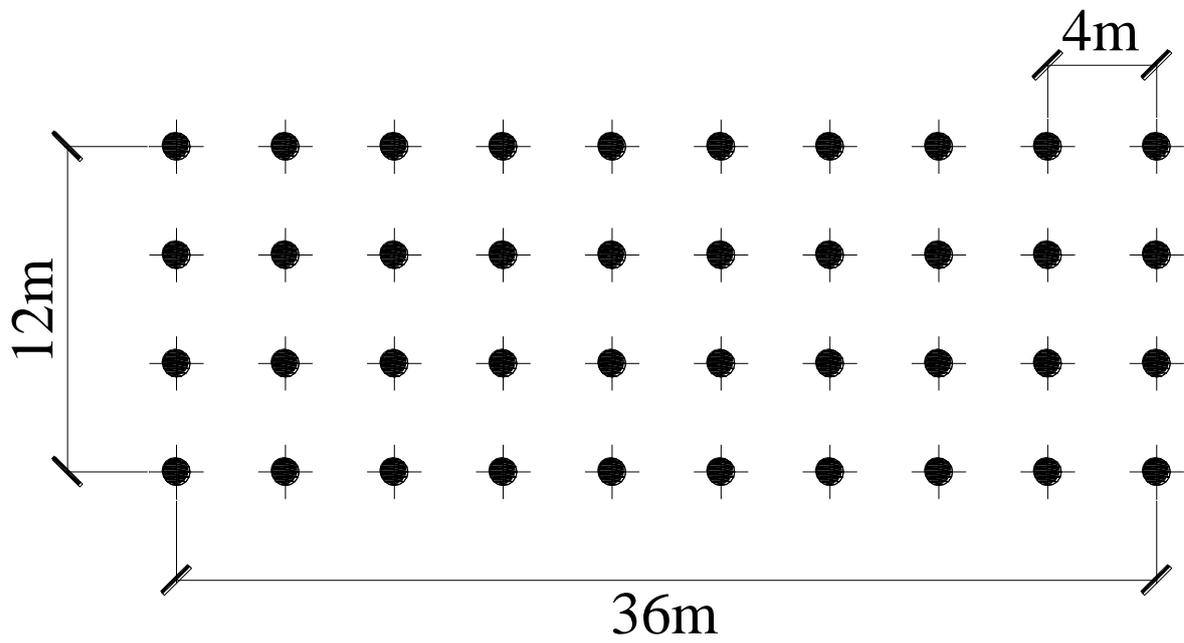


Figura 1. Malha de amostragem retangular com representação dos pontos de amostragem na malha 4x4m.

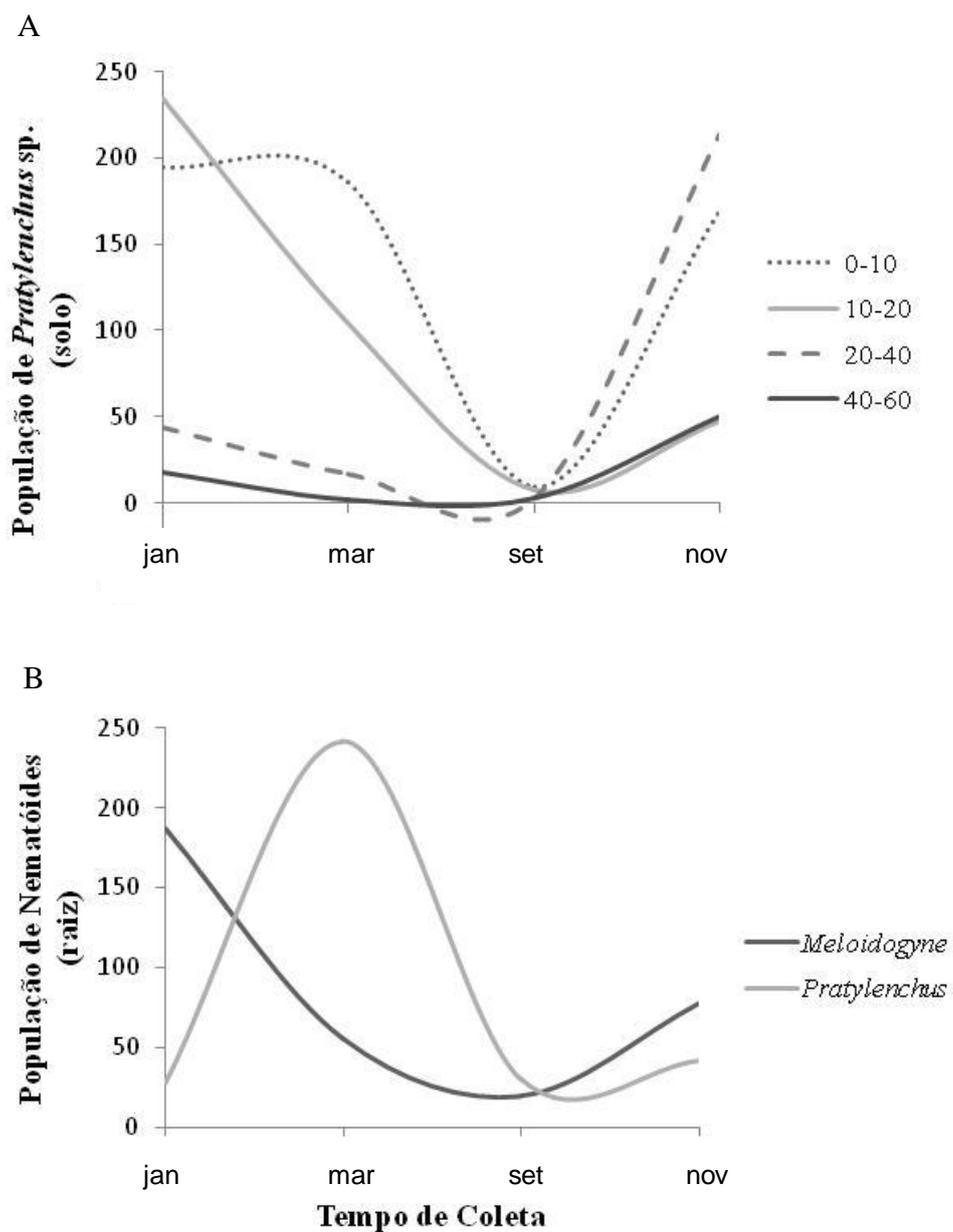


Figura 2. A: População de *Pratylenchus* sp. em solo nos meses de janeiro a novembro.

B: Populações de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* sp. em raiz nos meses de janeiro a novembro.



Considerações Finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

- ✓ Os nematóides fitoparasitos foram dominantes na área de várzea estudada;
- ✓ Os gêneros *Helicotylenchus* e *Pratylenchus* foram dominantes entre os fitoparasitos;
- ✓ A família Dorylaimidae predominou entre os nematóides de vida livre;
- ✓ *Helicotylenchus* sp. foi o fitonematóide que mais se correlacionou com os outros taxa;
- ✓ No solo, *Pratylenchus* sp. foi mais freqüente na camada de 0-40 cm e o táxon mais afetado pela umidade;
- ✓ A umidade do solo aumentou de 1,96 para 13,72, influenciando negativamente os níveis populacionais dos gêneros *Pratylenchus* e *Criconemella* e das famílias Dorylaimidae e Mononchidae diminuiu;
- ✓ A densidade de partícula do solo não foi adequada para uso como parâmetro indicador da nematofauna na área estudada.