



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

IDENIZE PEDRINA ORSINI

**POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES E MICRORGANISMOS EM
SOLOS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR**

Londrina
2009

IDENIZE PEDRINA ORSINI

**POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES E MICRORGANISMOS EM
SOLOS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Martin Homechin.

Londrina
2009

Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O76p Orsini, Idenize Pedrina.
População de nematóides e microorganismos em solos cultivados com cana-de-açúcar / Idenize Pedrina Orsini. – Londrina, 2009.
ix, 49 f. : il.

Orientador: Martin Homechin.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Nematoda em plantas – Teses. 2. Cana-de-açúcar – Cultivo – Teses. 3. Solos – Manejo – Teses. I. Homechin, Martin. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 631.461

IDENIZE PEDRINA ORSINI

**POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES E MICRORGANISMOS EM
SOLOS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Martin Homechin – UEL

Prof. Dr. João Tavares Bueno – UENP/FALM

Prof. Dr. Mário Massayuki Inomoto – ESALQ/USP

Profa. Dra. Claudia Regina Dias Arieira – UEM

Profa. Dra. Débora Cristina Santiago – UEL

Prof. Dr. Martin Homechin – Orientador
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 17 de fevereiro de 2009.

“Aos meus Pais, Reinaldo Orsini e Maria Aparecida Martins Orsini, por amarem-me apesar de todas as minhas imperfeições, não poupando esforços para que meus sonhos pudessem ser realizados, mas principalmente por estarem sempre presentes, incentivando, confiando e acreditando em mim. Meu papai e minha mamãe... obrigada pela educação, ensinamentos, pelos valores e princípios que vocês sempre fizeram questão de falar e mostrar. Obrigada pelas lições de vida, pelas palmadas quando foi preciso... Obrigada pela minha vida, pelos meus irmãos... e obrigada por serem meus pais... Estaremos sempre unidos por um amor eterno”. ‘Meu amor por vocês é simplesmente INCALCULÁVEL’.

“Aos meus irmãos, Izabel Cristiane Orsini e Izael Cristiano Orsini, pela amizade, compreensão, força demonstrada durante minha trajetória de vida e, principalmente, durante a realização deste trabalho”. ‘É na família que concentramos todo nosso amor’.

“Aos meus avós, Américo Orsini e Pedrina Marcusso Orsini, in memoriam, que sempre me incentivaram a lutar com garra, dedicação, amor e perseverança na busca de meus objetivos. Infelizmente vocês não estão mais aqui para ver este sonho realizado. Mas rezo para o meu “Papai Deus” conceder-me a Graça de vocês ai do céu estarem vendo o meu grande sonho realizado aqui na terra. Meus amados avós, vô Mércio e vó Lola... vocês partiram deixando um enorme vazio, mas a lembrança de sua voz amiga, de seu sorriso, de seu abraço, realimenta o amor que jamais se apagará do meu coração. “Meu amor por vocês é eterno... é além da vida e da morte”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

À Nossa Senhora Aparecida e ao Divino Espírito Santo, pois neles encontro a paz nas horas de aflição, medo e angústia.

À minha família, por todo amor demonstrado.

Em especial, ao Professor Dr. Martin Homechin, pela orientação e disposição em me auxiliar e ensinar, dando sugestões e contribuindo para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. João Tavares Bueno, da Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel, pela confiança, amizade, força, carinho e, acima de tudo, paciência e estímulos para continuar seguindo.

Aos professores da comissão examinadora, Prof. Martin Homechin, Prof. Dr. João Tavares Bueno, Prof. Dr. Mário Massayuki Inomoto, Prof^a Dr^a. Débora Cristina Santiago e Prof^a Dr^a. Cláudia Regina Dias Arieira, pela presteza e disposição para as correções e valiosas contribuições.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela disponibilização de bolsa.

A Professora Dr^a. Débora Cristina Santiago pela paciência e grande ajuda.

A Professora Dr^a. Inês Cristina Batista Fonseca, pelo auxílio na análise estatística.

Ao Professor Dr. Seiji Igarashi, pela amizade.

Ao Professor Dr. Mário Massayuki Inomoto da Escola Superior Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, que disponibilizou seu tempo pra ajudar-me nas identificações dos nematóides.

Ao Professor Dr. Marco Antônio Nogueira do Laboratório de Ecologia Microbiana do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, que me ajudou na identificação dos microrganismos e valiosas sugestões.

Ao Pesquisador e Professor Dr. Leo Pires Ferreira, deixo-lhe a frase "Nada de imitar seja lá quem for. [...] Temos de ser nós mesmos [...] Ser núcleo de cometa, não cauda. Puxar fila, não seguir." (Monteiro Lobato). Obrigada por ensinar-nos a ser núcleo de cometa.

À Weda Aparecida Westin, secretária do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela paciência e amizade.

Ao meu pai Reinaldo Orsini, minha mãe Maria Aparecida Martins Orsini, aos meus irmãos Izabel Cristiane Orsini e Izael Cristiano Orsini e ao Thiago Zanoni Bagio, que se propuseram como minha equipe, a ajudar-me nas coletas das amostras.

A Usina Bandeirante de Açúcar e Álcool, USIBAN, que me concedeu espaço e permissão para coletar as amostras de solo.

Aos professores Dr. João Tavares Bueno, Dr. João Pereira Torres e Ms. Dirce Ribeiro de Moraes, pela paciência e grandes ensinamentos durante a minha graduação e o meu período de estágio no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Luiz Meneguel.

Aos meus amigos da Pós-graduação: Ciro Hideki Sumida, Mário Hirano, Vanesca Priscila Camargo Rocha, Ricardo Okumura, Ricardo Michael Levy, Aline Vanessa Sauer, Norberto Cruz, Andréia Maria Faria Macena, Thiago Zaroni Bagio, Leandro Riyuiti Higashibara e aos demais não mencionados. Vocês estarão sempre em meu coração.

Aos amigos do laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Londrina, Ciro Hideki Sumida, Ricardo Michael Levy, Douglas Casaroto Peitl, Leonardo Tamanini, Alexandre Takahashi, Vanessa dos Santos Paes, João Renato Bruneli, Luan Cruz, Marina Cappareli Cadioli, Fernando Baida Camila Mantovani Tavares, Camila Torres, Vaneide Pimenta de Almeida e a todos os estagiários não mencionados. Obrigada pela ajuda e amizade.

Ao Técnico do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual de Londrina, José Aparecido Rocha, pela ajuda e paciência.

Aos Professores e Funcionários do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina.

A todos os meus Professores, da Pós-graduação, pois cada um teve uma contribuição para que meu sonho pudesse ser realizado.

A todos os Professores da Fundação Faculdades Luiz Meneghel, pelo privilégio do convívio amigo e ensinamentos.

Ao Thiago Zaroni Bagio pelo apoio, companheirismo, incentivo, carinho e paciência.

A todos os meus amigos e em especial as minhas eternas amigas, Érica das Graças Gualiume Viera de Mira, Dorli Kosx, Francielle Possinelli, Aline Stella D'Avila, Luciana da Silva e Fláviana Sauné Fernandes pelos momentos de descontração, alegria, tristezas, mas acima de tudo pelas vitórias.

A todos os amigos que conquistei ao longo desta etapa de minha vida.

A todos que me fizeram acreditar que os sonhos não são impossíveis quando não se tem medo de lutar.

E aos que, de uma alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“...Quando alguém encontra seu caminho, não pode ter medo. Precisa ter coragem suficiente para dar passos errados. As decepções, as derrotas, o desânimo são as ferramentas que Deus utiliza para mostrar a estrada”.

(Paulo Coelho)

"Um país se faz com homens e livros." (Monteiro Lobato)

“Sempre que ensinares, ensina a duvidarem do que estiveres ensinando”

(José Ortega Y Casset)

“E nunca considerem seu estudo como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável de aprender sobre a influência libertadora da beleza no domínio do espírito, para o seu prazer pessoal e para o proveito da comunidade à qual pertencerá o seu trabalho futuro” (Albert Einstein)

ORSINI, Idenize Pedrina. **População de nematóides e microrganismos em solos cultivados com cana-de-açúcar**. 2009. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

Para a cultura da cana-de-açúcar, diferentes manejos e tratos culturais são utilizados como: aplicação de vinhaça, torta de filtro, cama de frango e adubação química, podendo levar a modificações da temperatura, umidade, concentração de nutrientes minerais e teores de matéria orgânica. Porém são escassas as informações quanto à ocorrência e frequência de nematóides em diferentes tipos de solo sob diferentes práticas de manejo e tempo de cultivo, em lavouras canavieiras. Assim, o presente estudo foi desenvolvido com os objetivos de: quantificar a população e identificar os gêneros de fitonematóides em cana-de-açúcar em áreas sob diferentes práticas de cultivo; e quantificar a população de bactérias totais, fungos totais, actinomicetos, fungos e bactérias celulolíticas e solubilizadoras de fosfato. O estudo foi desenvolvido em lavouras de cana-de-açúcar, localizadas no município de Bandeirantes – PR. Foram avaliadas sete áreas sob cultivo de cana-de-açúcar sob diferentes manejos com aplicação de: 1) vinhaça em solo LVe com textura argilosa em cana-planta; 2) vinhaça em solo (LVe) com textura argilosa em cana-soca; 3) vinhaça em solo (RU) com textura média em cana-soca; 4) torta de filtro em solo (LVe) com textura argilosa em cana-soca; 5) adubação química em solo (LVe) com textura argilosa em cana-planta; 6) adubação química em solo (LVe) com textura argilosa em cana-soca; 7) adubação química em solo (RU) com textura média em cana-soca; e 8) área sob vegetação secundária nativa, solo (LVe) com textura argilosa adotada como referência para comparação. Cada área foi georreferenciada com auxílio de receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global), delimitando-se três parcelas com um hectare em cada uma das áreas representativas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Foram realizadas duas amostragens, sendo uma em setembro de 2007, período seco, e a segunda em março de 2008, período chuvoso. Foram colhidas 15 sub-amostras de solo e raiz da região rizosférica a uma profundidade de 0 - 30 cm, obtendo-se uma amostra composta em cada parcela. Após identificadas e acondicionadas em sacos escuros de polietileno, foram mantidas sob refrigeração até o momento das análises. Observou-se que a adubação orgânica pela adição de vinhaça e torta de filtro favorece o aumento da população de nematóides de vida livre. Por outro lado, a adubação química, sobretudo nos solos com textura média, favorece a população de *Pratylenchus* sp., e contribui para as maiores populações de fungos totais, bactérias totais, solubilizadores de fosfato, actinomicetos. Na vegetação secundária nativa em solo com textura argilosa, considerada como área referência, foram encontrados o maior número do nematóide do gênero *Mesocriconema* sp., e menores populações de fungos totais, celulolíticos, solubilizadores de fosfato e de *Paecilomyces* sp. As populações dos diferentes gêneros de nematóides no solo ou em raízes foram maiores na amostragem de março de 2008 (período chuvoso), enquanto que a contagem de microrganismos foi significativamente superior na amostragem de outubro de 2007 (período seco).

Palavras-chave: Manejo do solo. Torta de filtro. Vinhaça. *Saccharum* spp. Comunidade microbiana. Fitonematóides. Nematóides de vida livre.

ORSINI, Idenize Pedrina. **Population of nematodes and microorganisms in soil cultivated with sugarcane.** 2009. 58p. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – State University of Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

To the cultivation of sugarcane, different management and cultural tracts are used such as: application of stillage, filter cake, broiler litter and chemical fertilization, which could lead to changes in temperature, humidity, concentration of nutrients and levels of organic matter. Nevertheless, the information related to the occurrence and frequency of nematode in different kinds of soils under different practice of management and cultivation time, in sugarcane agriculture is scarce. Therefore, this study was developed with the objectives to: quantify the population and identify the phytonematode in sugarcane in areas under different practices of cultivation; and quantify the population of total bacteria, total fungi, actinomycetes, cellulolytic and phosphate solubilizing. The study was developed in sugarcane plantations, located in Bandeirantes city, in the state of Paraná. Seven areas under the cultivation of different managements were evaluated with application of: 1) vinasse in soil (LVE) with clay in the plant cane; 2) vinasse in soil (LVE) with clay in ratoon cane; 3) vinasse in soil (RU) with medium texture in ratoon cane; 4) filter cake in soil (LVE) with clay in ratoon cane; 5) chemical fertilizer in soil (LVE) with clay in plant cane; 6) chemical fertilizer in soil (LVE) with clay in ratoon cane; 7) fertilization on soil chemistry (RU) with medium texture in sugarcane-ratoon, and 8) secondary area under native vegetation, soil (LVE) with clay adopted as reference for comparison. Each area was georeferenced using GPS (Global Positioning System), delimitating three parts with one hectare for each one of the representative areas, distributed in a entirely casual outlining. There were two samples, one in September 2007, the dry period and the second in March 2008, the rainy season. Were collected 15 sub-samples of soil and root rhizospheric region at a depth of 0 to 30 cm, in order to obtain a composed sample. After being identified, the samples were put in polyethylene dark bags, stocked in aired place until further arrival at the phytopathology and Nematology Laboratory of the State University of Londrina- PR, where they were kept under refrigeration until their analysis. Were observed that the organic manure by the addition of vinasse and filter cake favors increasing the population of free-living nematodes. Moreover, the chemical fertilizer, especially in soils with medium texture, favors the population of *Pratylenchus* sp., and contributes to the largest populations of total fungi, total bacteria, phosphate solubilizing, actinomycetes. In secondary vegetation in native soil with clay, considered as reference area, were found the highest number of nematode of the genus *Mesocriconema* sp., And smaller populations of total fungi, cellulolytic, phosphate solubilizing and *Paecilomyces* sp. At population in different genera of nematodes in soil or in roots were higher in the sample of March 2008 (rainy season), while the count of microorganisms was significantly higher in the sample of October 2007 (dry period).

Keywords: Soil management. Filter cake. Vinasse. *Saccharum* spp. Microbial community. Phytonematodes. Free-living nematodes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	12
2.2 MANEJOS EMPREGADOS NA CULTURA.....	13
2.3 INDICADORES MICROBIOLÓGICOS	14
2.4 FITONEMATÓIDES	15
2.5 GÊNEROS DE FITONEMATÓIDES ASSOCIADOS À CULTURA	16
2.6 MEDIDAS CONTROLE.....	17
2.7 EFEITO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	17
2.8 LEVANTAMENTOS NEMATOLÓGICOS NO BRASIL	18
REFERÊNCIAS	20
3 ARTIGO – POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES E MICRORGANISMOS EM SOLOS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR	28
RESUMO.....	28
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
CONCLUSÕES.....	45
AGRADECIMENTOS	45
ABSTRACT	45
REFERÊNCIAS	46
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
ANEXOS	51
ANEXO A – Meios de Cultura	52
ANEXO B – Normas para submissão de artigos da Revista Brazilian Archives.....	55

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) é uma espécie de gramínea amplamente cultivada em todo o Brasil, com relevante importância para a economia do país. Desde a sua introdução, seu cultivo tem se destacado dentre as atividades agrícolas com expressão sócio-econômica nacional e internacional. Após a implantação do Programa Nacional do Alcool (Pró-álcool), ocorreu significativo aumento na área de produção em todo o país (ANDRADE, 1985), conferindo ao Brasil o título de maior produtor mundial (GUIMARÃES, 2007).

Como em outras espécies cultivadas, o bom desenvolvimento radicular é fundamental para garantia da produtividade. Práticas agrícolas mais adequadas como espaçamento, adubações, técnicas de cultivo e irrigação podem favorecer as raízes, pois interagem diretamente com o ambiente do solo, onde o crescimento em profundidade destas altera sua estrutura, melhorando a drenagem e aeração de camadas mais profundas do solo (VASCONCELOS; DINARDO-MIRANDA, 2006; ROBAINA JUNIOR, 2001; CASAGRANDE, 1999).

Na cultura da cana-de-açúcar, diferentes manejos e tratos culturais são utilizados como aplicação de vinhaça, torta de filtro, cama de frango e adubação química, que levam a modificações na temperatura, umidade, concentração de nutrientes minerais e teores de matéria orgânica (CASTRO, 1989; CASTRO et al., 1987; MUZILLI, 1983). Assim, com essas práticas e manejos podem ocorrer modificações quali-quantitativas no solo, como disponibilização de substratos e outras alterações favorecedoras ou inibidoras da comunidade microbiana e, atividade de grupos microbianos presentes e mesmo estimular outros (CARDOSO et al., 1992).

Quando mal manejado, o ambiente sofre influência de fatores como baixa fertilidade, compactação do solo, ausência de rotação de cultura no replantio, competição com plantas daninhas e incidência de pragas e doenças. Dentre os agentes causais de doenças, os fitonematóides se destacam entre os principais parasitas da cana-de-açúcar comprometendo a sua produtividade (PITTELI; KUVA, 1997; DINARDO MIRANDA; FERRAZ, 1991; SPAULL; CADET, 1990; ALONSO et al., 1987; NOVARETTI et al., 1986). Eles são facilmente disseminados, mas são de difícil controle. Já foram descritas 275 espécies e 48 gêneros associados às raízes e solo rizosférico de gramíneas. Dentre eles, muitos encontrados associados às raízes da cana-de-açúcar (SILVEIRA; HERRERA, 1995; MOURA, 1995; 1991; CADET; SPAULL, 1985; NOVARETTI et al., 1974). As espécies consideradas como

as mais importantes são *Pratylenchus zae* (GRAHAM, 1951), *Meloidogyne javanica* (TREUB, 1885) e *M. incognita* (KOFOID; WHITE, 1919), sendo a última responsável por perdas de até 40% da produção (DINARDO-MIRANDA, 2005).

Devido aos sérios danos provocados por esse gupo de fitopatógeno, vários trabalhos tem sido realizados no Brasil sobre a importância dos levantamentos e caracterização das espécies de nematóides parasitas da cana-de-açúcar (CHAVES et al., 2003; BARROS et al., 2002; MOURA et al., 2000; MOURA et al., 1999; GOMES; NOVARETTI, 1985; CRUZ et al., 1986; NOVARETTI et al., 1974; BRIEGER, 1962). Assim como a quantificação da influência da prática de cultivo na população dos nematóides (OLIVEIRA et al., 2005; PEDROSA et al., 2005; DINARDO-MIRANDA, 2005; DINARDO-MIRANDA et al., 2003; DINARDO-MIRANDA et al., 2001; ALBUQUERQUE et al., 2001; DIAS et al.; 2000; KAPLAN et al., 1992; NOVARETTI et al., 1989; NOVARETTI et al., 1987; NOVARETTI; NELLI, 1985; BROWN; KERRY, 1987; RODRÍGUEZ-KÁBANA, 1986; LORDELLO, 1981).

Mas, para as condições de lavouras canavieiras localizadas na região norte do Paraná, são escassas as informações quanto a ocorrência e frequência desses nematóides nos diferentes tipos de solo ou quanto ao efeito de práticas de manejo e tempo de utilização da área de cultivo. Assim, os objetivos do trabalho foram: a) quantificar a população e identificar os gêneros de fitonematóides em canaviais sob diferentes condições de cultivo, e mensurar a população de bactérias e fungos totais, actinomicetos, fungos e bactérias celulolíticas e solubilizadoras de fosfato.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é originária do norte da Índia, e o cultivo no Brasil iniciou-se na capitania de São Vicente em 1522, por meio de mudas trazidas da Ilha da Madeira por Martin Afonso de Souza (BASTOS, 1987). A partir de então, expandiu-se para outras regiões brasileiras (FERNADES, 1984). É uma grande fonte de riqueza para a economia brasileira (SACIOTO, 2003) e uma das principais culturas da cadeia produtiva do setor agrícola, geradora de empregos diretos e indiretos (LANDELL et al., 2005). Segundo Chaves et al. (2002), no ano de 2000 foram produzidas 327,70 milhões de toneladas, e a estimativa de produção nacional para a safra de 2007/2008 é de 475,07 milhões de toneladas, sendo 47,0% (223,48 milhões de toneladas) destinadas à fabricação de açúcar e 53,0% (251,59 milhões de toneladas) para álcool (CONAB, 2008).

É considerada espécie tropical semiperene, exigente em condições edafoclimáticas e nutricionais para seu desenvolvimento vegetativo, muito exigente em potássio, o qual influencia diretamente no teor de sacarose (CORSINI, 1986). Normalmente é propagada assexuadamente através de toletes com duas ou três gemas, a partir dos quais desenvolvem-se os colmos secundários, terciários e assim sucessivamente, processo denominado perfilhamento, originando a touceira (BACCHI, 1983). Cada perfilho apresenta sistema radicular próprio, o qual, mesmo após o corte da cana-planta, mantém-se em atividade por determinado tempo, sendo posteriormente substituído pelo sistema radicular da soqueira. As raízes das soqueiras tornam-se mais superficiais que as da cana-planta à medida que se realizam os cortes (MATSUOKA, 1996). Korndörfer et al. (1989) e Bacchi (1983), relataram que o maior volume do sistema radicular da planta está localizado a uma profundidade entre 0,20 a 0,30 m iniciais do solo.

O sistema radicular é fundamental na produção de açúcar. Quanto maior, melhor é a capacidade para explorar o solo e extrair nutrientes e água disponíveis. Seu volume e distribuição se tornam mais importantes sob condições de solo com menor fertilidade e maior deficiência hídrica (KORNDÖRFER et al., 1989). Sua arquitetura muda com a idade da planta (VASCONCELOS; DINARDO-MIRANDA, 2006) com menor sistema radicular em cana-planta quando comparado à cana-soca. Porém, sua eficiência na absorção por unidade de

superfície é maior, devido à presença de raízes mais novas e tenras, ao contrário da cana-soca, que apresenta maior proporção de raízes velhas e lignificadas. Ebrahim et al. (1998) citam que para o desenvolvimento do sistema radicular, um fator importante é a temperatura do solo, e a redução da temperatura de 27 °C para 15 °C pode reduzir em até 85% o desenvolvimento das raízes novas em relação ao crescimento pleno. As menores temperaturas do solo podem interferir, além da biomassa radicular, no grau de alongação e de ramificação de raízes, levando ao crescimento radicular horizontal (WALKER, 1996; BOX, 1996; LOGSDON et al., 1987). Seu intenso crescimento em profundidade pode melhorar a estrutura do solo, uma vez que, após a morte das raízes, permanecem canais que servem como vias de drenagem e aeração das camadas mais profundas e também alterações nas condições químicas do solo pela excreção de substâncias alteradores do pH na rizosfera (VASCONCELOS; DINARDO-MIRANDA, 2006).

2.2 MANEJOS EMPREGADOS NA CULTURA

Os diferentes tipos de manejo empregados nesta cultura podem levar à disponibilização de diferentes substratos favorecedores ou inibidores do estabelecimento e ação de diferentes grupos microbianos (CARDOSO et al., 1992). Quando em equilíbrio químico, o solo promove o restabelecimento microbiano, favorece a transformação da palhada, ocorrendo a partir de então, a liberação de substâncias orgânicas e inorgânicas, auxiliares na manutenção do equilíbrio químico e estruturação do solo, fatores essenciais para o bom desenvolvimento radicular das plantas (CARNEIRO et al., 2004).

A torta de filtro, resíduo da produção de açúcar e álcool, vem sendo utilizada como adubo orgânico e é uma prática rotineira nas áreas de plantio e cultivos de cana-de-açúcar, com significativos ganhos de produtividade (CASTRO; GODOY, 1979).

Outro resíduo industrial bastante utilizado como fonte orgânica é a vinhaça, produzida numa proporção de 12 a 13 litros por litro de álcool produzido (ROSSETO, 1987). Ela é composta por matéria orgânica e elementos minerais, principalmente, potássio e cálcio (FERREIRA; MONTEIRO, 1986). Quando empregada na fertirrigação, disponibiliza alguns nutrientes, pela ação direta dos seus constituintes ou, indireta pelo efeito físico, aumento do pH e da atividade microbiana (GLÓRIA; ORLANDO FILHO, 1983).

A fertilização mineral favorece a produtividade e a longevidade da lavoura de cana-de-açúcar, mas quando é realizada somente com NPK pode levar a deficiências e redução da longevidade do canavial (KÖRNDORFER et al., 1989).

2.3 INDICADORES MICROBIOLÓGICOS

Ao se avaliar a qualidade de um solo de cultivo, indicadores químicos, físicos e biológicos devem ser identificados e, analisados quanto à sua sensibilidade às mudanças e distúrbios decorrentes do manejo. Uma vez definidos, esses indicadores devem ser monitorados no sentido de se avaliar o impacto do manejo adotado sobre a qualidade do solo a médio e longo prazo. Dentre os indicadores, os microbiológicos freqüentemente têm sido sugeridos como mais sensíveis aos impactos causados pelo manejo, quando comparados aos indicadores físicos ou químicos (BENDING et al., 2004; TRASAR-CEPEDA et al., 1998; STABEN et al., 1997). Essa avaliação é de grande importância na distinção entre tratamentos em experimentos envolvendo a avaliação de diferentes práticas de manejo e também, na identificação precoce de eventuais efeitos adversos do manejo sobre a qualidade do solo e permitir a adoção antecipada de medidas corretivas ou de controle (CHAER; TÓTOLA, 2007).

As atividades dos microrganismos estão envolvidas nos ciclos biogeoquímicos, e influenciam diretamente na disponibilidade dos nutrientes e são indicadores das mudanças do funcionamento do ecossistema do solo (TÓTOLA; CHAER, 2002). Bernardes e Santos (2006), ao avaliarem a comunidade microbiana em áreas sob manejos em solos de cerrado cultivados com soja, observaram que a microbiota do solo era composta por bactérias esporulantes, celulolíticos, solubilizadores de fosfato, leveduras e actinomicetos, e que estes não tiveram a sua população alterada pelos diferentes manejos adotados.

Em estudos envolvendo microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas, Nahas (2002) observou um número expressivo de bactérias e de fungos produtores das fosfatases ácida ou alcalina, constituído por mais de 50% de bactérias ou de fungos totais. Verificou, ainda, redução dos percentuais em solo cultivado com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) quando comparado a outros cultivos.

Em lavouras de cana-de-açúcar com adição de bagacilho ao solo, Ruschel e Saito (1977) verificaram melhor estabelecimento de *Rhizobium* e aumento da fixação do nitrogênio. Já Camargo em 1954, constatou aumento significativo da comunidade microbiana em solos que receberam aplicação de vinhaça. Em solo onde a palhada da cana-de-açúcar não foi queimada por ocasião da colheita mecânica, Boopathy et al. (2001) observaram aumentos da comunidade de bactérias e fungos celulolíticos. Por outro lado, Coêlho et al. (2008) salientaram, que a simples enumeração de fungos celulolíticos não garante que estes estejam decompondo a celulose no solo, mas pode indicar a habilidade para produzirem celulasas em ambientes ricos em celulose.

Diante dessa situação, se faz necessário conhecer não só as características do ambiente como: temperatura, umidade, tipo de solo e cobertura vegetal, mas também as interações como um todo, conduzindo ao raciocínio do emprego do manejo integrado.

2.4 FITONEMATOSSES

A expansão da cultura canavieira, ultimamente impulsionada para atender à demanda do mercado, fez com que novos canaviais fossem estabelecido, mesmo em solos pobres e arenosos, o que facilitou a ocorrência de problemas fitossanitários (MOURA, 2000). Nessas condições, Alonso et al. (1987) observaram maior virulência por parte dos fitonematóides, os quais são considerados os principais parasitas da cana-de-açúcar e que, em determinadas condições, podem levar a perdas significativas da produtividade (DINARDO-MIRANDA; FERRAZ, 1991; NOVARETTI et al., 1986). Eles danificam o sistema radicular das plantas, comprometendo a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, seu desenvolvimento. Inviabilizam áreas de produção para novos cultivos, tornando-as anti-econômicas mesmo para a exploração com outras culturas (DINARDO-MIRANDA; MENEGATTI, 2003).

2.5 GÊNEROS DE FITONEMATÓIDES ASSOCIADOS NA CULTURA

Os nematóides causam doenças severas, são facilmente disseminados, e de difícil controle. Em raízes e solo rizosférico de gramíneas são relatadas mais de 275 espécies e 48 gêneros destes organismos (SILVEIRA; HERRERA, 1995; MOURA, 1995; 1991; CADET; SPAULL, 1985; NOVARETTI et al., 1974). Diferentes nematóides ectoparasitos fitopatogênicos são encontrados em diferentes famílias botânicas, inclusive na cana-de-açúcar (LUC et al., 2002). Sua patogenicidade nesta cultura ainda é pouco conhecida, apesar da sua associação quase que permanente com nematóides dos gêneros *Helicotylenchus* Steiner, *Paratrichodorus* Siddiqi, *Trichodorus* Cobb, *Tylenchorhynchus* Cobb, *Hemicycliophora* De Man, *Xiphinema* Cobb, *Criconemella* De Grisse e Loof, *Longidorus* (Micoletzky) Thorne e Swanger e *Rotylenchulus* Lindford e Oliveira (MOURA, 2000; MOURA et al., 2000; MOURA et al., 1999; CRUZ et al., 1986; VAN DEN BERG; SPAULL, 1981). Os do gênero *Criconemella* são considerados como de baixa severidade à cultura, mas os gêneros *Trichodorus* e *Paratrichodorus* são os mais prejudiciais devido à severidade e danos causados às raízes da cana-de-açúcar (ROMÁN, 1968). Sua ação se dá através de injúrias mecânicas, resultantes da sua movimentação no interior das raízes do vegetal, desvio de nutrientes utilizados para a nutrição do parasita e liberação de substâncias tóxicas nos tecidos das plantas. Na maioria das situações, as três ações manifestam-se simultaneamente, comprometendo seriamente a absorção de nutrientes pelas raízes (LORDELLO, 1981; NOVARETTI et al., 1981).

As espécies endoparasitas sedentárias pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, como *M. incognita* (KOFOID; WHITE, 1919) Chitwood, 1949 e *M. javanica* (TREUB, 1885) Chitwood, 1949 e o endoparasito migrador *Pratylenchus zaeae* (Graham, descrito em 1951) são consideradas as mais patogênicas e importantes à cultura (SPAULL; CADET, 1990; MOURA et al., 2000). As melhores condições para sua ação são a presença de raízes novas e tenras, com temperatura e umidade do solo elevadas (VASCONCELOS; DINARDO-MIRANDA, 2006). Sob altas infestações, causam severos danos às raízes, reduzem seu desenvolvimento e torna-as ineficientes, com redução significativa da produtividade (LORDELLO, 1981).

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* injetam suas toxinas ao parasitarem as raízes, o que resulta em deformações, como as galhas (DINARDO-MIRANDA, 2005), podendo atingir duas a quatro vezes o diâmetro do tamanho da raiz normal. A ação do

Pratylenchus zae, leva à ruptura da epiderme, formação de numerosos ferimentos, apodrecimento do córtex e presença de extensas áreas necrosadas (NOVARETTI, 1987). Nas lesões podem se associar fungos como *Pythium* sp. ou *Phytophthora megasperma* (APT; KOIKE, 1962). As raízes podem se tornar pobres, sem radículas e ineficientes para absorver água e os nutrientes necessários ao bom desenvolvimento da planta, tornando-a menor, clorótica, raquítica, murcha em horas mais quentes do dia e menos produtivas. (DINARDO-MIRANDA, 2005). No campo, podem ser observadas reboleiras com plantas menores e cloróticas.

Segundo Spaul (1981), os nematóides do gênero *Pratylenchus* são permanentes indutores de ações patogênicas à cultura da cana-de-açúcar, de modo endêmico, podendo ter sua severidade aumentada por fatores adversos do ambiente, e mesmo pela ação de outros fitonematóides. Associação do *Pratylenchus* sp. com *Helicotylenchus* sp. foi relatada por Jansen et al. em 1951 em cana-de-açúcar no Havai.

2.6 MEDIDAS DE CONTROLE

Os danos causados pelos nematóides podem variar com as espécies presentes na área, níveis populacionais e a variedade cultivada. Para reduzir os danos e perdas, o uso de cultivares resistentes, o controle biológico, o emprego de plantas antagônicas, a rotação de culturas com plantas não hospedeiras e a aplicação de nematicidas sistêmicos têm sido recomendadas (BROWN; KERRY, 1987). Também a adição de resíduos e produtos orgânicos ao solo são indicados para diminuir a população de fitonematóides (LORDELLO, 1981). Uma vez incorporada ao solo, promove condições favoráveis à multiplicação de inimigos naturais, principalmente fungos, pela decomposição dessas substâncias orgânicas, liberando substâncias ácidas nocivas aos nematóides (NOVARETTI et al., 1989).

2.7 EFEITO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Em ensaios de campo para avaliar o efeito da torta de filtro e de nematicidas nas infestações de nematóides e na produtividade da cana-de-açúcar, Dinardo-Miranda et al.

(2003) não observaram efeito nematicida da torta de fito, mas constataram incremento de 20 t.ha⁻¹ na produção de colmos, alegando ser devido aos efeitos nutricionais. Porém, a aplicação simultânea de torta de filtro e nematicida resultou em incremento médio de 40 t.ha⁻¹.

Novaretti e Nelli (1985), ao aplicarem torta de filtro e o nematicida carbofuran, de modo isolado ou em conjunto no plantio da cana da variedade NA56-79, em áreas sob infestação com nematóides, não observaram efeito significativo na redução da população de *P. zaeae* e *M. javanica* devido à torta de filtro, e argumentam que a melhor produtividade foi devida aos efeitos nutricionais. Situação idêntica foi observada por Oliveira et al. (2005) para *P. brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. Entretanto, Albuquerque et al. (2001), em condições controladas, observaram que extratos da torta de filtro reduziram as taxas de eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica* e *M. incognita*.

Rodríguez-Kábana (1986) e Kaplan et al. (1992) argumentam que a matéria orgânica componente das tortas exerce um efeito antagonista aos nematóides devido à liberação de diferentes formas de nitrogênio para o solo. Outro ponto positivo da adição de matéria orgânica é o aumento da comunidade microbiana antagonista. Entretanto, são poucos os dados disponíveis sobre a influência da torta de filtro nas populações desses parasitas e na produtividade da cana-de-açúcar.

A supressividade dos nematóides *M. incognita* e *M. javanica* em cana-de-açúcar causada pela adição de vinhaça ao solo. Segundo Pedrosa et al. (2005), isso deve-se à exposição de ovos à substância, levando à redução da eclosão dos juvenis, e também reduzindo o número de ovos e juvenis em solos infestados.

Dias et al. (2000), ao avaliarem o efeito da aplicação de esterco de galinha poedeira na população de *M. incognita* no solo, observaram redução significativa do número de galhas e ovos do fitonematóide tratamento com adição do esterco submetido à biodigestão e consideraram que o efeito foi pelas substâncias tóxicas resultantes do processo de decomposição.

2.8 LEVANTAMENTOS NEMATOLÓGICOS NO BRASIL

Para as condições brasileiras, os primeiros relatos do parasitismo de nematóides em cana-de-açúcar no Estado de São Paulo datam de 1962 (BRIEGER, 1962). No primeiro levantamento realizado através do convênio ESALQ-Copersucar, no período

compreendido entre outubro de 1970 a abril de 1973, foi relatada a ocorrência de nematóides do gênero *Helicotylenchus* em mais de 90% das 800 amostras coletadas (NOVARETTI et al., 1974).

Na avaliação da população de nematóides em cana-de-açúcar realizada na Usina Bonfin no Estado de São Paulo, foi observada uma incidência de 85% do nematóide *P. zae* e 83% de *M. javanica*. Os maiores níveis populacionais foram observados nos municípios de Monte Alto, Dobrada, Taquaritinga, onde predominam os Argissolos e Latossolos de textura argilosa (GOMES; NOVARETTI, 1985). Moura et al. (2000), ao avaliarem 1.097 amostras compostas de solo e raízes, procedentes de áreas produtoras de cana-de-açúcar do Nordeste do Brasil, observaram ser os gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* os mais freqüentes. Para os Estados de Alagoas e Sergipe, em áreas apresentando baixa produtividade, Cruz et al. (1986) observaram elevados índices populacionais de nematóides dos gêneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Criconemoides* e mais baixos para os gêneros *Meloidogyne* e *Trichodorus*. Em Pernambuco, Moura et al. (1999) encontraram associados à cana-de-açúcar dez gêneros de fitonematóides, dentre eles *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Paratrichodorus* e *Criconemella* em 100% das amostras e, *Tylenchorhynchus*, *Xiphinema*, *Meloidogyne*, *Hemicycliophora* e *Longidorus* em menor freqüência. Chaves et al. (2003) e Barros et al. (2002), verificaram baixas densidades populacionais de ectoparasitas associados à cana-de-açúcar (planta e soca) nas condições do Nordeste brasileiro.

Novaretti et al. (1998) e Novaretti (1987) destaca a importância dos nematóides como agentes causais de doença no cultivo da cana-de-açúcar, principalmente, em solos arenosos onde sua ocorrência é maior, segundo Orlando Filho et al. (1983). Também têm sido observadas maiores populações em períodos com temperatura e umidade favoráveis ao seu desenvolvimento. Moura et al. (1999) observaram no mês de março populações superiores quando comparadas com o mês de outubro, o que pode estar relacionado com o fato de que nestes meses teria o início das chuvas e o das estiagens, respectivamente, levando ao correspondente aumento e diminuição da população.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P.H.S.; PEDROSA, E.M.R.; MOURA, R.M. Efeito da vinhaça e extrato de torta de filtro sobre a eclosão de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**. v. 25, n. 2, p. 175-183. 2001.
- ALONSO, O.; ALBUQUERQUE, F.C.; GERALDI FILHO, L.; PAGGIARO, C.M. Efeitos do nematicida carbofurano em cana planta e duas soqueiras subseqüentes. **Nematologia Brasileira**. v.11, p. 115-124, 1987.
- ANDRADE, J.C. Escorço histórico das antigas variedades de cana-de-açúcar. Maceió: ASPLANA, 1985. 285p.
- APT, W.J. e KOIKE, H. Pathogenicity of *Helicotylenchus nannus* and its relation with *Pythium graminicola* on sugarcane in Hawaii. **Phytopathology**. v. 52, n. 8, p. 798-802, 1962.
- BACCHI, O.O.S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: SEPROG, 1983. cap. 2, 369p.
- BARROS, A.C.B.; MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R. Efeito da aplicação de terbufós nas populações de três fitonematóides ectoparasitas em cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 309-311. 2002.
- BASTOS, E. **Cana-de-açúcar: o verde mar da energia**. São Paulo: Editora Ícone, p. 9-10. 1987.
- 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 regimes. **Soil Biol. Biochem.**, v. 36, p. 1785-1792, 2004.
- BERNARDES, C.M.; SANTOS, M.A. dos. População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 7-16. 2006.
- BOOPATHY, R.; BEARY, T.; TEMPLET, P.J. Microbial decomposition of post-harvest sugarcane residue. **Bioresour. Technol.** v. 79, p. 29-33. 2001.
- BOX, J.E. Modern methods of root investigations. In: WAISE, Y.; ESHEL, A.; KADAFKI, V. **Plant Roots: the hidden half**. 2. ed. Nova York: Macel Decker, 1996. p. 193-237.

BRIEGER, F.A. **Recomendações para o plantio da cana-de-açúcar**. São Paulo. Cooperativa Oeste do Estado de São Paulo, Boletim. n.10. 1962.

BROWN, R.H. e KERRY, B.R. **Principles and Praticce of Nematode Control in Crops**. Academic Press Inc, Orlando, 1987. 421p.

CADET, P. e SPAULL, V.W. Studies on the relationship between nematodes and sugarcane in south and west Africa: plante cane. **Revue de nematologie**. v. 8, p. 131-142, 1985.

CAMARGO, R. **O desenvolvimento da flora microbiana nos solos tratados com vinhaça**. Piracicaba, Instituto Zimotécnico, 1954. 44p. (Boletim, 8)

CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P.(coord.). **Microbiologia do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas. 360 p. 1992.

CARNEIRO, C.E.A.; FIORETTO, R.A.; FONSECA, I.C.B.; NEVES, C.S.V.J.; CASTRO, A.J.S. Alterações químicas no solo induzidas pela aplicação superficial de palha de cana-de-açúcar, calcário e vinhaça. **Semina**, Londrina, v. 25, n. 4, p. 265-272, 2004.

CASAGRANDE, A.A. Tratos culturais da cana-planta e cana-soca. **Apostila**. UNESP-Jaboticabal, 1999, 19p.

CASTRO, O.M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41p.

CASTRO, O.M. de.; CAMARGO, O.A. de.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F.; CANTARELLA, H. **Caracterização química e física de dois latossolos em plantio direto e convencional**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987. 23p. (Boletim Científico, 11).

CASTRO, L.J.P.; GODOY, O.P. Uso da torta de filtro no plantio da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v. 16, n. 5, p. 362-372. 1979.

CHAER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 1381-1396. 2007.

CHAVES, A.; PEDROSA, E.M.R.; MOURA, R.M. Efeito de terbufós em soqueira sobre fitonematóides ectoparasitas de cana-de-açúcar. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p. 195- 198, 2003.

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**, v. 26, n. 2, p. 167-176, 2002.

COÊLHO, D.G.; SANTOS, T.M.C.dos; ALBUQUERQUE, L.S.de; CAMPOS, V.B.; PRAZERES, S. da S. Quantificação de fungos celulolíticos em solos de três ecossistemas. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.1, n.3, p.45-49, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, safra 2007/2008, décimo segundo levantamento setembro de 2008**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3lev-cana.pdf>. Acesso em 06 de novembro de 2008.

CORSINI, P.C.; MALHEIROS, E.B.; SACCHI, E. Sistemas de cultivo da cultura da cana-de-açúcar: efeito na retenção de água e na porosidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p. 71-74. 1986.

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**. v. 10, p. 27-28, 1986.

DIAS, C.R.; EZEQUIEL, D.P.; SHHWAN, A.V.; FERRAZ, S. Efeito da adubação à base de esterco de galinha poedeira sobre a população de *Meloidogyne incognita* no solo. **Nematologia Brasileira**. v. 24, n. 1, p. 59-63. 2000.

DINARDO-MIRANDA, L.L. Cana: sob apuros. **Caderno Técnico Cultivar**. n. 80, p. 3 -10, dezembro, 2005.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; MENEGATTI, C.C. Danos causados por nematóides a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 69-73, 2003.

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**. v. 27, n. 1, p. 61-67. 2003.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; GARCIA, V.; JACON, J.J.; COELHO, A.L. Efeitos da interação entre nematicidas e herbicidas em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**. v. 25, n. 2, p. 197-203. 2001.

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

EBRAHIM, M.K. et al. Growth and sugar storage in sugarcane grown at temperatures below and above the optimum. **J. Plant Physiol.**, v. 153, p. 593-602, 1998.

EGGINS, H.O.; PUGH, G.J.F. **Nature**. v. 193, p. 94-94. 1962.

FERNANDES, A.J. **Manual da Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: Livroceres, 1984. 196p.

FERREIRA, E.S.; MONTEIRO, A.O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. **Boletim Técnico Copersucar**. São Paulo, 1986.

GERHARDT, P.E. **Methods for General and Molecular Bacteriology**. Washington: American Society For Microbiology, 1994. 791p.

GLÓRIA, N.A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação da vinhaça como fertilizante. **Boletim Técnico Planalsucar**. v.5, n.1, p. 5-38. 1983.

GOMES, R.S.; NOVARETTI, W.R.T. Levantamento de nematóides parasitos da cana-se-açúcar na usina Bonfim. **Nematologia Brasileira**, v. 9, p. 135-141, 1985.

GUIMARÃES, O. Eletricidade vegetal. **O Sulco**. p. 6-9, 2007.

JANSEN, H.; MARTIN, J.P.; WISMER, C.A.; KOIKE, H. Nematodes associated with varietal yield decline of sugar cane in Hawaii. **Plant Disease Repr.**, v. 43, p. 253-260. 1959.

KAPLAN, M.; NOE, J. P.; HARTEL, P. G. The role of microbes associated with chicken litter in suppression of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v. 24, n. 1, p. 522-527. 1992.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KORNDÖRFER, G.H.; PRIMAVESI, O.; DEUBER, R. Crescimento e distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo LVA. **Boletim Técnico Copersucar**, n. 47. p. 32-36. 1989.

LANDELL, M.G. de A.; VASCONCELOS, A.C.M. de.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A. dos. Novas opções: cana-de-açúcar. **Caderno Técnico Cultivar**. Ano. 2, n. 79, p. 20-22, novembro, 2005

LANDEL, et al. Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 14ª liberação do programa IAC (11959-2004). **Boletim Técnico IAC**, Campinas: Instituto Agrônomo, n. 195, 2004, 33p.

LOGSDON, S.D. et al. Corn seedling root growth as influenced by soil physical properties. **Agron. J.**, v. 79, p. 221-224, 1987.

LORDELLO, L.G.C. **Nematóides das Plantas Cultivadas**. 6.e.d., São Paulo: Nobel, 1981, 314p.

LUC, M.; SIKORA, R.A. e BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford. CABI Publishing, 2002.

MATSUOKA, S. **Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar**. São Carlos: CCA/UFSCar, 1996. 110p.

MOURA, R.M. Controle integrado dos nematóides da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. Congresso de Brasileiro de Nematologia, 22, **ANAIS...** Uberlândia, MG, p.88-94, 2000.

MOURA, R.M.; PEDROSA, E.M.R.; MARANHÃO, S.R.V.L.; MACEDO, M.E.A.;
MOURA, A.M.; SILVA, E.G. e LIMA, R.F. Ocorrência dos nematóides *Pratylenchus zaeae* e *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**. v. 25, p. 101-103, 2000.

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

MOURA, R. M. Dois anos de rotação de culturas em campos de cana-de-açúcar para o controle de meloidoginose. 2. considerações sobre o método e reflexos na produtividade agroindustrial da cana planta. **Fitopatologia Brasileira**. v. 20, p. 597-600, 1995.

MOURA, R.M. Dois anos de rotação de culturas em campos de cana-de-açúcar para o controle de meloidoginose. 1. efeito dos tratamentos na população do nematóide. **Nematologia Brasileira**. v. 15, p. 1-7, 1991.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.95-102, 1983.

NAHAS, E. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, 267-275, 2002.

NOVARETTI, W.R.T.; MONTEIRO, A.R.; FERRAZ, L.C.C.B. Chemical control of *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* on sugarcane through carbofuran or terbufos application. **Nematologia Brasileira**. v. 22, n.1 p. 60-74, 1998.

NOVARETTI, W.R.T.; CARDERAN, J.O.; STRABELLI, J.; AMORIM, E. Efeitos da utilização de compostos associados ou não a nematicidas e adubos minerais, no controle de nematóides na produtividade da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**. v. 13, p. 93-107, 1989.

NOVARETTI, W.R.T. Pragas e Moléstias. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-Açúcar: Cultivo e Utilização**. Campinas, SP: Fundação cargil, v. 2, c.6, p. 699-734, 1987.

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J.; GOMES, R.S. estudos de interação entre o controle de nematóides e a adubação da cultura da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**. v. 11, p.63-76. 1987.

NOVARETTI, W.R.T.; DINARDO-MIRANDA, L.L.; CARDERAN, J.O.; TOTINO, L.C. **Aspectos do problema de nematóides em cana-de-açúcar e seu controle**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3, Piracicaba, p. 175-186, 1986.

NOVARETTI, W.R.T.; NELLI, E.J. Use of nematicide and filtercake for control of nematodes attacking sugarcane in São Paulo State. **Nematologia Brasileira**. v. 9, p. 175-184. 1985.

NOVARETTI, W.R.T.; COLETI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; GASPARINI, C.T.; TEODORO NETO, O. Influência do ataque de nematóides na produtividade da cana-de-açúcar e seus efeitos na absorção de nutrientes. **Saccharum**. V. 4, n.17, p. 49-55, 1981.

NOVARETTI, W.R.T.; ROCCIA, A.D.; LORDELLO, L.G.E.; MONTEIRO, A.R. Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo. REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 1, **RESUMOS...** Piracicaba, SP. p. 21-32, 1974.

OLIVEIRA, F.S. de; ROCHA, M.R. da; REIS, A.J. dos S.; MACHADO, V. de O.F.; SOARES, R.A.B. Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 171-178, 2005.

OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, O.C.O.; PENATTI, C.P.; PICOLO, M.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2359-2362, 1999.

OLIVEIRA, M.W.; VITI, A.C.; GAVA, G.J.C.; PICOLO, M.C.; TRIVELIN, P.C.O. Decomposição da palha de cana-de-açúcar em campo. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS DO CENA/USP, 3., 1997, Piracicaba. **Resumos...** Universidade Estadual de São Paulo, Piracicaba, 1997.

ORLANDO FILHO, J.; SILVA, G.M.A.; LEME, E.J.A. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. IN: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1983. p. 229-264.

PEDROSA, E.M.R.; ROLIM, M.M.; ALBUQUERQUE, P.H.S.; CUNHA, A.C. Supressividade de nematóides em cana-de-açúcar por adição de vinhaça ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (Suplemento), p. 197-201, 2005.

PITELLI, R.A.; KUVA, M.A. Bases para o manejo integrado de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: A CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTEXTO ATUAL, ASPECTOS TÉCNICOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS. Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba, 2, **ANAIS...** Piracicaba, SP, p. 35-37, 1997.

ROBAINA JUNIOR, R.A.H. **Comparação entre métodos de avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 2001. 15 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

ROMÁN, J. Nematode problems of sugarcane in Puerto Rico. In: Smart Jr., G.C. & Perry, V.G. **Tropical Nematology**. Gainesville. Publish Center for Tropical Agriculture, University of Florida Press. 1968. p.61-67.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. **Journal of Nematology**, v. 18, n. 2, p.192-135. 1986.

ROSSETO, A.J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill. 1987. v.2, cap. 4, p. 435-447.

RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T. Efeito da inoculação de *Rhizobium*, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, n. 1, p. 21-24, 1977.

SACILOTO, R.F.Z. **Inserção do gene Pr 5k em cana-de-açúcar visando induzir resistência ao fungo da ferrugem *Puccinia melanocephala***. 2003. 74 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVEIRA, D.F.; HERRERA, O.J. Principales problemas nematológicos de Cuba. Congresso Internacional de Nematologia Tropical, **ANAIS...** Rio Quente, CO. p. 161-171, 1995.

SPAULL, V.W. Nematodes associated with sugarcane in South Africa. **Phytophylactica**, v. 13, p. 175-179. 1981.

SPAULL, V.W.; CADET, P. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A. e BRIDGE, J. **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Paris C.A.B. International Institute of Parasitology. p. 461-491, 1990.

STABEN, M.L.; BEZDICEK, D.F.; SMITH, J.L.; FAUCI, M.F. Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 61, p. 124-130, 1997.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: VENEGAS, V. H. A. et al. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2. p. 195-276.

TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, C.; GIL-SOTRES, F.; SEOANE, S. Towards a biochemical quality index for soils: An expression relating several biological and biochemical properties. **Biol. Fert. Soils**, v. 26, p. 100-106, 1998.

VAN DER BERG, E.; SPAULL, V. W. *Rotylenchus* species found associated with sugarcane in South Africa with a description of *R. saccari* sp. (Nematoda: Rotylenchulinae). **Phytophylactica**. v. 13, p. 43-47, 1981.

VASCONCELOS, A.C.M. de; DINARDO-MIRANDA, L.L. **Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematóides**. Americana, SP: Adonis, 2006, 56p.

WALKER, J.M. One degree increment in soil temperature affects maize seedling behavior. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, v. 33, p. 729-736, 1996.

3. ARTIGO

População de nematóides e microrganismos em solos cultivados com cana-de-açúcar

Idenize Pedrina Orsini^{1,2*}, Martin Homechin³

¹Parte da Dissertação do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, PR. ²Bolsista CAPES. ³Docente, Universidade Estadual de Londrina, CEP: 86051-990, CP. 6001, Londrina, PR * idenizeorsini@yahoo.com.br

RESUMO

No presente estudo foram avaliados solos sob cultivo de cana-de-açúcar com diferentes práticas de manejo agrícola e tempo de utilização da área para o cultivo, com o objetivo de quantificar e identificar os gêneros de fitonematóides e mensurar a população da comunidade microbiana. As amostragens foram realizadas em duas épocas, obtendo-se três amostras compostas por solo e raízes de cana-de-açúcar dos sete sistemas de manejo. Observou-se que a adubação orgânica com vinhaça e torta de filtro favorece o aumento da população de nematóides de vida livre. A adubação química nos solos com textura média, favorece o aumento da população de *Pratylenchus* sp., e também contribui para as maiores populações de fungos totais, bactérias totais, solubilizadores de fosfato, actinomicetos. Na vegetação secundária nativa em solo argiloso, considerada como referência, foi observado o maior número de nematóides do gênero *Mesocriconema* sp., e menores populações para os microrganismos, como fungos totais, celulolíticos, solubilizadores de fosfato e do gênero *Paecilomyces* sp. As populações dos diferentes gêneros de nematóides no solo ou em raízes foram maiores na amostragem de março de 2008 (período chuvoso), enquanto que a contagem de microrganismos foi significativamente superior na amostragem de outubro de 2007 (período seco).

Palavras-chave: Manejo do solo. Torta de filtro Vinhaça. *Saccharum* spp. Comunidade microbiana. Fitonematóides. Nematóides de vida livre.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura de grande importância como fonte de riqueza para a economia brasileira e uma das principais da cadeia produtiva do setor agrícola, geradora de empregos diretos e indiretos (Landell et al., 2005). Segundo Chaves et al. (2002), no ano de 2000 foram produzidas 327.705.197 toneladas de colmos. Para a safra de 2007/2008 a estimativa de produção é de 475,07 milhões de toneladas, sendo 47,0% (223,48 milhões de toneladas) do total destinadas à fabricação de açúcar e 53,0% (251,59 milhões de toneladas) para álcool (Conab, 2008), garantindo ao Brasil o título de maior produtor mundial (Guimarães, 2007).

A exemplo de outras espécies cultivadas, o bom desenvolvimento radicular das plantas é fundamental para garantia da produtividade. Práticas agrícolas adequadas como: espaçamento,

adubações, técnicas de cultivo e irrigação favorecem o desenvolvimento das raízes, que por sua vez interagem diretamente com o ambiente do solo, podendo promover melhoria da sua estrutura e conseqüentemente o aumento da drenagem e aeração de camadas mais profundas (Vasconcelos & Dinardo-Miranda, 2006; Casagrande, 1999).

Diferentes resíduos têm sido empregados no cultivo da cana-de-açúcar buscando o fornecimento de nutrientes, tais como: vinhaça, torta de filtro e cama de frango, os quais podem levar a modificações da temperatura, umidade, concentração de nutrientes e teores de matéria orgânica do solo quando comparados aos fertilizantes químicos (Castro, 1989; Castro et al., 1987; Muzilli, 1983). Essas alterações podem levar a modificações quali-quantitativas da comunidade de (micro)organismos do solo, pela disponibilização de substratos e outras alterações favorecedoras ou inibidoras de determinados grupos (Cardoso et al., 1992). A perda da diversidade biológica do solo causada por fatores, como diminuição dos seus teores de matéria orgânica, pode favorecer grupos de organismos parasitas de plantas, como é o caso dos fitonematóides.

Os resíduos orgânicos favorecem quantitativa e qualitativamente a comunidade microbiana do solo, promovendo maior competição e equilíbrio entre as populações habitantes. Em solos cultivados com cana-de-açúcar sob adição de bagacilho, Ruschel & Saito (1977) verificaram melhor estabelecimento de *Rhizobium* spp. e aumento da fixação biológica do nitrogênio em leguminosa cultivada em sucessão. Em áreas onde a palhada da cana-de-açúcar não foi queimada por ocasião da colheita mecânica, Boopathy et al. (2001) observaram aumentos da população de bactérias totais e de fungos celulolíticos.

Como conseqüências da falta de manejo do solo têm-se a diminuição dos níveis de fertilidade, compactação, competição com plantas daninhas e aumento da incidência de pragas e doenças. A expansão da cultura canavieira, impulsionada pela demanda do mercado, fez com que canaviais fossem estabelecidos em solos arenosos de baixa fertilidade, favorecedores da ocorrência de doenças (Moura et al., 2000). Para essas condições, Alonso et al. (1987) verificaram maior virulência dos fitonematóides, considerados os principais parasitas da cana-de-açúcar e causadores de perdas significativas da produtividade (Dinardo-Miranda & Ferraz, 1991).

Segundo Dinardo-Miranda (2005), os fitonematóides mais importantes na cultura da cana-de-açúcar são *Pratylenchus zae* (Graham, 1951), *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) e *M. incognita* (Kofoid e White, 1919), este último responsável por perdas de até 40% da produção.

Devido as perdas causadas, várias estudos têm sido realizadas no Brasil para conhecer e caracterizar as espécies de nematóides parasitas da cana-de-açúcar (Chaves et al., 2003; Barros et al., 2002; Moura et al., 2000; Moura et al., 1999; Gomes & Novaretti, 1985; Cruz et al., 1986). Além disso, a avaliação do efeito de práticas de cultivo sobre a população de nematóides também tem sido realizada (Oliveira et al., 2005; Pedrosa et al., 2005; Dinardo-Miranda, 2005; Dinardo-Miranda et al., 2003; Dinardo-Miranda et al., 2001; Albuquerque et al., 2001).

Mas, são escassas as informações quanto a ocorrência e freqüência de nematóides e

microrganismos em diferentes tipos de solo submetidos a diferentes práticas de manejo e tempo de cultivo, em lavouras canavieiras. Assim, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de: a) quantificar a população e identificar os gêneros de fitonematóides em cana-de-açúcar em áreas sob diferentes práticas de cultivo; b) e quantificar a população de bactérias totais, fungos totais, actinomicetos, celulolíticos, solubilizadores de fosfato.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido a partir de amostragens realizadas em lavouras de cana-de-açúcar, localizadas no município de Bandeirantes – PR, latitude 23°06'36" sul, longitude 50°27'28" oeste e altitude de 420 m, clima Subtropical Cfb (Köppen & Geiger, 1928). Os solos das áreas são classificados como Latossolo Vermelho eutroférico (LVe) nas áreas mais altas e como Neossolo Flúvico (RU) nas áreas próximas aos rios (Embrapa, 2006), cujas propriedades químicas e físicas são apresentadas na Tabela 1. Foram amostradas e avaliadas sete áreas sob cultivo de cana sob diferentes manejos: 1) aplicação de vinhaça em solo LVe com textura argilosa em cana-planta; 2) aplicação de vinhaça em solo (LVe) com textura argilosa em cana-soca; 3) aplicação de vinhaça em solo (RU) com textura média em cana-soca; 4) aplicação de torta de filtro em solo (LVe) com textura argilosa em cana-soca; 5) adubação química em solo (LVe) com textura argilosa em cana-planta; 6) adubação química em solo (LVe) com textura argilosa em cana-soca; 7) adubação química em solo (RU) com textura média em cana-soca; e 8) área sob vegetação secundária, solo (LVe) com textura argilosa adotada como referência para comparação (Tabela 2). Cada área foi georreferenciada com auxílio de receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global), delimitando-se três parcelas de um hectare, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Foram realizadas duas amostragens, uma em outubro de 2007, em período seco, e a segunda em março de 2008, período chuvoso, conforme caracterizados pelos dados climáticos (Tabela 3). De cada parcela foram colhidas 15 sub-amostras de solo com volume de 500 mL retiradas da região rizosférica e 100 g de raízes a uma profundidade de 0 - 0,30 m, em caminhamento zigue-zague (Barker, 1985), obtendo-se ao final a amostra composta com 1000 mL de solo e 100 g de raízes. Após, as amostras foram acondicionadas em sacos escuros de polietileno, armazenadas em local fresco até a chegada ao laboratório de Fitopatologia e Nematologia da Universidade Estadual de Londrina – PR, onde foram mantidas sob refrigeração até o momento das análises.

A extração dos nematóides do solo foi realizada a partir de alíquotas de 100 g de solo de cada parcela, empregando-se o método de flutuação-centrífuga descrita por Jenkins (1964). Para as raízes foram processados 25 g, os quais foram cortados em pequenos fragmentos e triturados em liquidificador com 200 mL de solução de hipoclorito de sódio a 10% de produto comercial, por 20 segundos de acordo com o método de Bonetti & Ferraz (1981), associado ao de Jenkins (1964). Após, a suspensão foi vertida em peneira de 0,25 µm de abertura (500"mesh"), para coleta dos nematóides.

A suspensão de solos e raízes obtida após a centrifugação foi preservada em solução aquosa de formalina a 2%, em frascos de plástico com capacidade para 40 mL para a posterior quantificação e identificação, realizadas por meio da contagem em câmara de Peters, em microscópio óptico.

A partir dos números das contagens nas diferentes amostras determinou-se o índice populacional para cada gênero de nematóide.

A estimativa do número de bactérias totais, fungos totais, actinomicetos, fungos e bactérias celulolíticas e solubilizadoras de fosfato nas amostras foi realizada com emprego da técnica da diluição seriada e plaqueamento em meios específicos. Também avaliou-se a presença do fungo *Paecilomyces* spp., potencial agente de biocontrole de fitonematóides. Para tanto, de cada amostra, 10 g de solo foram suspensos por agitação horizontal (200 rpm) em 90 mL de solução salina (0,85%) esterilizada. Na seqüência procedeu-se as diluições seriadas de acordo com o grupo de microrganismo, sendo 10^{-4} para bactérias totais, 10^{-3} para actinomicetos, celulolíticos, solubilizadores de fosfato e fungos totais e 10^{-2} para *Paecilomyces* spp. Da diluição correspondente, 0,1 mL foi transferido para placas de Petri com os respectivos meios: agar nutriente para bactérias totais (Gerhardt, 1994); amido, caseína e agar para actinomicetos (Kuster & Willians, 1964); celulose, asparagina e agar para celulolíticos (Eggins & Pugh, 1962); meio de solubilizadores de fosfato (Sylvester-Bradley et al., 1982); meio de aveia semi-seletivo para *Paecilomyces* spp. (Alves et al., 1998) e meio de Martin para fungos totais (Tsão, 1964). As alíquotas foram transferidas nas placas em quintuplicata por parcela. O pH dos meios de cultura foram 5,5 para fungos totais e 7,0 para os demais microrganismos, sendo determinado antes da autoclavagem com auxílio de potenciômetro.

As incubações foram realizadas em câmara tipo BOD, na temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, no escuro e as contagens das colônias desenvolvidas realizadas após decorrido o período de incubação correspondente para cada grupo de microrganismo, sendo para bactérias de 3 a 5 dias e actinomicetos, celulolíticos, solubilizadores de fosfato, fungos totais e *Paecilomyces* spp. de 7 a 10 dias. Para actinomicetos, celulolíticos e solubilizadores de fosfato, procedeu-se apenas a contagem das colônias que apresentavam halos de degradação/solubilização ao seu redor. Porém para os celulolíticos e solubilizadores de fosfato, contaram-se bactérias e fungos como um grupo específico de microrganismos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de homocedasticidade. Para a comparação das médias dos tratamentos empregou-se o Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade usando-se o programa estatístico SISVAR. Para os solubilizadores de fosfato, actinomicetos e bactérias totais, os dados foram transformados para \sqrt{x} e para a população de fungos totais, celulolíticos, e *Paecilomyces* spp. os dados foram submetidos à transformação $\sqrt{(x + 1)}$.

TABELA 1 – Propriedades químicas e físicas do solo de amostras das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, sob diferentes tipos de adubação e da área sob vegetação secundária nativa – Bandeirantes - PR.

Manejo agrícola	Química												Física			
	M.O		pH		P mg/dm ³		K		Al		¹ V %		Areia	Silte	Argila	Classes texturais do solo (Embrapa, 2006)
	g/kg	g/kg	CaCl ₂	CaCl ₂	1	2	1	2	1	2	1	2	%	%	%	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					
1- Cana planta /LVe*/ vinhaça	21,5	16,1	4,9	5,2	25,7	47,4	0,24	0,26	0,1	0,0	63,8	70,2	11	19	70	Muito argilosa > 60% de argila
2- Cana soca /LVe/ vinhaça	34,9	40,3	5,7	5,3	40,2	32,5	3,6	2,10	0,0	0,0	78,8	77,4	6	18	76	Muito argilosa > 60% de argila
3- Cana soca/RU**/vinhaça	17,4	24,2	4,8	4,8	44,9	46,9	0,60	0,34	0,1	0,1	62,8	63,6	39	26	35	Média<35% argila, >15% areia
4- Cana soca /LVe/ torta	28,2	24,2	5,4	5,6	82,8	66,2	0,56	0,34	0,0	0,0	81,9	81,5	6	19	75	Muito argilosa > 60% de argila
5- Cana planta /LVe/ química	24,2	22,8	5,7	5,9	12,4	13,8	0,80	0,60	0,0	0,0	83,2	81,4	10	21	69	Muito argilosa > 60% de argila
6- Cana soca /LVe/ química	26,8	26,8	4,3	4,1	9,2	7,9	0,8	0,3	0,5	1,0	56,8	41,4	4	16	80	Muito argilosa > 60% de argila
7- Cana soca /RU/ química	13,4	13,4	4,5	4,5	5,3	8,3	0,48	0,25	0,3	0,3	52,9	61,1	39	26	35	Média<35% argila, >15% areia
8- Floresta secundária/LVe	-	59,0	-	7,0	-	34,3	-	0,80	-	0,0	-	92,3	20	21	59	Argilosa 35-60% de argila

¹V% = % de saturação por bases; 1 refere-se à 1ª coleta, outubro de 2007 e; 2 refere-se à 2ª coleta, março de 2008. *Latossolo Vermelho eutroférrico e **Neossolo Flúvico.

TABELA 2 – Histórico das áreas de produção de cana-de-açúcar e floresta secundária e coordenada geográficas amostradas – Bandeirantes - PR.

Manejo agrícola	Data de plantio	¹ Produtividade (t.ha ⁻¹)		² Temp. do solo °C		Cultura anterior a cana-de-açúcar	Coordenadas geográficas		
		1	2	1	2		Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Altitude (m)
1- Cana planta /LVe ³ / vinhaça	17/7/2007	115,22	#	23	25	Cana-de-açúcar	23°17'48''	50°50'07''	391
2- Cana soca /LVe/ vinhaça	27/3/1996	95,24	116,7	26	25	Cana-de-açúcar	23°14'22''	50°58'06''	403
3- Cana soca /RU ⁴ /vinhaça	6/8/2005	104,56	105,5	24	26	Cana-de-açúcar	23°17'03''	50°46'11''	401
4- Cana soca /LVe/ torta	31/3/2004	93,75	121,9	27	26	Cana-de-açúcar	23°17'23''	50° 57'04''	378
5- Cana planta /LVe/ química	9/5/2007	139,19	#	28	30	Soja/milho/trigo	23°38'13''	50°06'01''	510
6- Cana soca /LVe/ química	1/8/2003	101,31	#	26	27	Soja/milho/trigo	23°37'47''	50°49'44''	568
7- Cana soca /RU/ química	6/3/2002	104,42	#	26	27	Café/Soja	22°15'53''	50°52'09''	358
8- Floresta secundária/LVe	-	-	-	25	26	-	23°06'36"	50°27'28"	420

¹Média das áreas amostradas; ²Temp. do solo durante as coletas; (1) 1ª coleta, outubro de 2007 e (2) 2ª coleta, março de 2008; # não colhida até o momento;

³Latossolo Vermelho eutroférico e ⁴Neossolo Flúvico.

TABELA 3 – Dados das temperaturas máxima, mínima e precipitação ocorrida na região de Bandeirantes PR, durante os anos de 2007 e 2008.

Meses	Temp. Max. °C		Temp. Min. °C		Precipitação mm	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Jan.	29,9	28,9	21,1	20,2	447,0	166,0
Fev.	32,0	31,1	20,1	20,0	159,6	177,0
Mar.	32,8	30,3	19,3	19,0	153,5	156,3
Abr.	30,9	28,3	18,6	17,9	33,0	176,3
Mai.	26,1	25,0	14,0	13,4	52,9	78,2
Jun.	27,4	24,2	12,6	13,0	16,7	50,7
Jul.	24,8	27,2	11,9	11,9	185,8	2,9
Ago.	28,6	27,4	13,6	14,7	3,6	91,2
Set.	32,1	27,4	16,8	13,8	7,3	98,05
Out.	32,4	29,9	18,5	18,7	57,9	170,3
Nov.	30,4	30,6	18,4	18,1	158,5	80,3
Dez.	31,3	29,9	20,1	18,9	205,6	86,8
¹ Total Acumulado	-	-	-	-	1481,4	1334,05

Estação Agrometeorológica de Bandeirantes (FALM-UENP). ¹Total de precipitação em mm acumulados nos períodos de 2007 e 2008 respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a população de nematóides nas raízes de cana-de-açúcar, observou-se que o tratamento 4 - manejo de cana soca/textura argilosa/torta de filtro apresentou, na segunda amostragem, maior população de nematóides de vida livre com 4042 indivíduos em 25g de raízes, seguido do tratamento 3 (cana soca/ textura média/vinhaça) e 2 (cana soca/ textura argilosa /vinhaça) com 3362 e 3255 indivíduos, respectivamente (Tabela 4). Segundo Rodríguez-Kábana (1986), Kaplan et al. (1992) e Sudirman & Webster (1995), a matéria orgânica presente nas tortas e na vinhaça pode exercer um efeito antagonista aos nematóides, pela liberação de nitrogênio orgânico e inorgânico no solo, especialmente amônia, da qual diminuiu a eclosão de juvenis de fitonematóides. Além disso, a adição de matéria orgânica ao solo promove o aumento da comunidade microbiana antagonista aos fitonematóides, e favorecem a população de nematóides de vida livre. Esta situação foi observada no presente estudo, onde os tratamentos envolvendo a adubação orgânica favoreceram o aumento da população de nematóides de vida livre e reduziu a população dos fitoparasitas.

O mesmo não foi observado por Novaretti & Nelli (1985), pois, ao aplicarem torta de filtro e o nematicida carbofuran, de modo isolado ou em conjunto no plantio da variedade de cana NA56-79, em áreas infestadas com nematóides, não observaram redução significativa da população de

P. zae e *M. javanica* com a torta de filtro, e argumentaram que a maior produtividade foi devido a efeitos nutricionais. Situação idêntica foi observado por Oliveira et al. (2005) para *P. brachyurus*. Entretanto, Albuquerque et al. (2001), em condições controladas, observaram que extratos da torta de filtro reduziram as taxas de eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica* e *M. incognita*.

TABELA 4 – Índice populacional de nematóides fitoparasitas e de vida livre, em raízes de cana-de-açúcar, sob diferentes manejos agrícolas e avaliados em duas épocas de coleta – Bandeirantes - PR.

Manejo agrícola	¹ Índice populacional de nematóides/25 g de raiz.											
	VL ²		Hel		Pra		Roty		Meso		Total	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1- Cana planta/textura argilosa ³ /vinhaça	569	1130	13	99	50	600	0	0	0	0	633	1839
2- Cana soca/textura argilosa/vinhaça	353	3255	78	219	52	279	0	0	0	0	483	3852
3- Cana soca/textura média ⁴ /vinhaça	1269	3362	9	168	73	1259	0	0	0	0	1352	4789
4- Cana soca/textura argilosa/torta	511	4042	56	272	5	411	0	0	0	0	572	4724
5- Cana planta/textura argilosa/química	431	779	0	63	57	1807	0	0	0	0	488	2649
6- Cana soca/textura argilosa/química	218	919	41	77	83	1066	17	0	0	0	359	2063
7- Cana soca/textura média/química	422	697	22	299	32	741	0	0	0	0	477	1737
Índice Populacional	538	2026	31	171	50	880	2	0	0	0	623	3093

¹Médias aritméticas de três amostras compostas coletadas em outubro de 2007 (1) e março de 2008 (2). ²VL: Vida Livre; Hel: *Helicotylenchus* sp.; Pra: *Pratylenchus* sp.; Roty: *Rotylenchulus* sp.; Meso: *Mesocriconema* sp. ³Latossolo Vermelho eutroférico; ⁴Neossolo Flúvico.

A supressividade dos nematóides *M. incognita* e *M. javanica* em cana-de-açúcar causada pela adição de vinhaça ao solo, segundo Pedrosa et al. (2005) e Lordello (1984), deve-se à exposição de ovos à substância orgânicas, tais como ácidos graxos voláteis, que podem apresentar ação nematicida, levando à redução da eclosão dos juvenis, e também reduzindo o número de ovos e juvenis em solos infestados. Este efeito também pode ser explicado pelo fato de que a introdução de compostos ou resíduos orgânicos pode estimular a atividade de antagonistas biológicos do nematóide no solo (Mc Sorley & Gallaher, 1995), contribuindo para o aumento do parasitismo sobre ovos.

Para as duas épocas avaliadas os tratamentos com vinhaça e torta de filtro como adubação orgânica foi observada maior população de nematóides de vida livre quando comparada à adubação química. Na segunda amostragem, as populações foram superiores quando comparadas à primeira, provavelmente porque nesse período as condições climáticas como chuva e temperatura favoreceram a multiplicação dos nematóides (Tabela 3). Além disso, Bongers & Bongers (1998) afirmam que a adição de matéria orgânica ao solo pode promover o aumento da população de bactérias e fungos, favorecendo o aumento da população de grupos de nematóides bacteriófagos, micófagos considerados como vida livre.

Para os nematóides associados as raízes em todos os tratamentos foi observado aumento da população na segunda amostragem nos tratamentos, provavelmente em função das condições climáticas (Tabela 3). Na primeira amostragem, em 2007, a última precipitação significativa foi em julho, com 185,8 e no início de outubro, no momento da amostragem, o clima estava muito seco. Na segunda amostragem, em março de 2008, o clima era chuvoso, apresentando uma precipitação de 146 mm 25 dias antes da coleta. Comportamento similar foi observado por Moura et al. (1999), quando no mês de março as populações foram superiores comparadas ao mês de outubro, o que pode estar relacionado com o fato de que nestes meses ocorreu o início das chuvas e o das estiagens, respectivamente, levando ao correspondente aumento e diminuição da população de nematóides.

No tratamento 3 (cana soca/textura média/vinhaça) foi observado aumento do número de nematóides de vida livre e do gênero *Pratylenchus* sp. com populações de 3362 e 1259 indivíduos, respectivamente, em 25 g de raízes na segunda amostragem. Este resultado pode estar relacionado a textura do solo ser de textura média (Tabela 1) favorecer o aumento da população de fitonematoides. Rodrigues et al. (2005) observaram que a textura do solo influencia na movimentação dos nematóides do gênero *Steinernema glaseri*, sendo esta mais intensa nos solos arenosos quando comparadas aos argilosos. Segundo Moura et al. (2000), a expansão da cultura canavieira em solos pobres e arenosos facilita a ocorrência de problemas fitossanitários. Nessas condições, Alonso et al. (1987) observaram maior virulência por parte dos fitonematoides, os quais são considerados os principais parasitas da cana-de-açúcar e que, em determinadas condições, podem levar a perdas significativas da produtividade (Dinardo-Miranda & Ferraz, 1991).

Nos tratamentos 5 e 6, foi observado altas populações de *Pratylenchus* sp. apresentando na segunda amostragem populações de 1807 e 1066 indivíduos, respectivamente. Nestes mesmos tratamentos, foram observadas baixas populações de nematóides de vida livre, indicando um desequilíbrio, pois este grupo de nematóide desempenha importantes funções dentro de cada ecossistema, e são considerados indicadores de qualidade de ambientes (Bongers & Bongers, 1998). Estes mesmos autores relatam que, quando estes nematóides se encontram em baixas populações na área, podem aumentar os danos com os nematóides fitoparasitas, uma vez que nos de vida livre estão presentes grupos de predadores dos quais se alimentam dos parasitas.

Nos tratamentos 5 e 6, onde os manejos empregados envolviam a adubação química, pode ter favorecido a população de fitoparasitas. Segundo Körndorfer et al. (1989), a fertilização mineral favorece a produtividade e a longevidade da lavoura de cana-de-açúcar, mas quando é realizada somente com nitrogênio, fósforo e potássio pode levar a deficiências nutricionais e redução da longevidade do canavial, favorecendo ainda mais problemas com nematoses. Em estudos de interação do controle de nematóides e adubação química, Novaretti et al. (1987) concluíram que, devido esses organismos interferirem na planta, promovendo redução do número e alterações fisiológicas nas raízes, diminuem a capacidade da planta em absorver os nutrientes disponibilizados pela adubação.

A maior população de *Pratylenchus* sp. foi observada no tratamento 5, com cana planta em solo argiloso, o que pode estar relacionado as raízes novas da cultura recém instalada. Segundo Vasconcelos & Dinardo-Miranda (2006), o sistema radicular, embora menor na cana-planta, é constituído por raízes mais novas e tenras quando comparado à cana-soca que apresenta maior proporção de raízes velhas e lignificadas, o que facilita a penetração e multiplicação do fitoparasita no primeiro caso. Outro fato relevante a destacar é que as áreas dos tratamentos 5 e 6 são recentes no cultivo de cana-de-açúcar, e com histórico de cultivo de soja-trigo-milho antes da implantação do canavial (Tabela 2). Essas duas gramíneas anteriormente cultivadas podem ter contribuído para o aumento da população de *Pratylenchus* sp.. Segundo Lordello (1961) e Monteiro (1963), os nematóides *Pratylenchus zae* e *P. brachyurus* são as espécies de maior importância no cultivo do milho no Brasil, devido sua patogenicidade, distribuição e elevado número de indivíduos que podem ocorrer no solo.

Mas é difícil saber o nível de dano econômico nas áreas com presença de nematóides. Porém com o cultivo de cana-de-açúcar pode ocorrer o aumento das ainda mais estas populações, pois o nematóide como um parasita obrigatório e a cana-de-açúcar, semi-perene, sempre terá o sistema radicular como fonte de alimento, favorecendo sua proliferação e dificultando o seu controle, principalmente naquelas áreas sem rotação de culturas. Essa situação enfatiza a importância do monitoramento constante das áreas ao longo dos anos, para o conhecimento dos níveis populacionais. Segundo Dinardo-Miranda & Menegatti (2003), a presença de fitonematóides pode inviabilizar áreas de produção para novos cultivos, tornando-as anti-econômicas. Moura et al. (1999) estudando os nematóides associados à cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, observaram uma população de *Pratylenchus* sp. com 470 e 365 indivíduos em 100 mL de solo durante os meses de outubro e março, respectivamente, níveis considerados altos segundo Spaul (1981).

No tratamento 7 com o manejo cana soca/textura média/química, anteriormente cultivado com café e soja (Tabela 2), foi observado as menores populações de *Pratylenchus* sp., na primeira e segunda amostragem, porém maior população para *Helicotylenchus* sp. na segunda amostragem com 299 indivíduos em 25 g de raízes, quando comparada com os tratamentos 5 e 6, em que a cultura anterior era soja/milho/trigo. Isso pode ter ocorrido pelo fato de as culturas cultivadas anteriormente à cana-de-açúcar, no tratamento 7, não serem bons hospedeiros de *Pratylenchus* sp., mas por outro lado favoráveis ao *Helicotylenchus* sp.. Em trabalhos de campo, na Região dos Cerrados do Brasil Central, Mattos et al. (2008), observaram que nos campos nativos e nos sistemas café, milho e tomate este gênero de nematóide prevaleceu.

Foi observado que nos tratamentos onde o solo apresentava textura média com 39% de areia (Tabela 1), as população dos nematóides *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus* sp. e de vida livre foi favorecida. Segundo Novaretti et al. (1998) e Novaretti (1987), os nematóides são importantes agentes causais de doença na cultura da cana-de-açúcar, principalmente nos solos arenosos onde sua ocorrência é geralmente maior (Orlando Filho et al.,1983).

O tratamento 2 apresentou na segunda amostragem, mesmo em condições climáticas favoráveis, a menor população de *Pratylenchus* sp. Isso pode ter ocorrido pelo alto teor de matéria orgânica encontrado no solo, 40,3 g kg⁻¹ (Tabela 1), promovendo a supressividade deste nematóide em decorrência da sua ação direta e indireta.

Na somatória dos nematóides, todos os tratamentos da segunda amostragem apresentaram as maiores populações quando comparadas à primeira amostragem. Observa-se que os tratamentos 3- cana soca/textura média/vinhaça, 4- cana soca/ textura argilosa / torta e 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça apresentaram populações de 4789, 4724 e 3852 indivíduos respectivamente em 25 g de raízes, seguidos dos tratamentos 5- cana planta/ textura argilosa /química, 6- cana soca/textura argilosa/química, 1- cana planta/textura argilosa/vinhaça, 7- cana soca/textura média/química, com 2649, 2063, 1839 e 1737, respectivamente (Tabela 4).

Para o *Rotylenchulus* sp, a maior população foram observadas na segunda amostragem para o tratamento 7- cana soca/textura média/química, seguida do tratamento 3- cana soca/textura média/vinhaça com 234 e 152 indivíduos, destacando novamente o solo com textura média como favorecedor do aumento da população. Além disso, a maior população de *Rotylenchulus* sp. encontrada nesse tratamento pode estar relacionada ao cultivo prévio de café e soja (Tabela 2). Esta é uma espécie polífaga, de ampla disseminação no Brasil, sendo encontrada, infestando raízes de várias plantas como abacaxizeiro, bananeira, cafeeiro, mamoneira, maracujazeiro, soja, tomateiro e, em especial, algodoeiro (Curi & Bona, 1972; Lordello, 1981; Monteiro & Ferraz, 1987). Segundo Rosa et al. (2003), nos municípios de Carpina e Vicência, no Estado de Pernambuco, foram encontradas, em amostras de solo e raiz, elevadas populações de nematóides reniformes associadas à cana-de-açúcar.

Na primeira amostragem, o tratamento 4- cana soca/textura argilosa/torta apresentou a maior população de *Helicotylenchus* sp. com 369 indivíduos, seguido de 352 e 309 no tratamento 6- cana soca/textura argilosa/química e 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça, respectivamente. Na segunda amostragem, as maiores populações deste nematóide ocorreram nos tratamentos 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça e 4- cana soca/textura argilosa/torta com 2190 e 987 indivíduos, respectivamente (Tabela 5) quando comparados com a população nas raízes. Essa maior população encontrada no solo se deve a característica desse nematóide apresentar hábito ectoparasita. Segundo Luc et al. (2002), diferentes nematóides ectoparasitos fitopatogênicos acometem diferentes famílias botânicas, inclusive a cana-de-açúcar. Quanto ao gênero *Helicotylenchus*, a sua patogenicidade ainda é pouco conhecida, apesar da sua associação quase que freqüente nesta cultura (Moura et al., 2000; Moura et al., 1999; Cruz et al., 1986; Van Den Berg e Spaul, 1981).

Observou-se baixa a população de *Pratylenchus* sp. no solo na segunda amostragem, em todos os tratamentos (Tabela 5). Porém, alta população nas raízes (Tabela 4), mostrando a grande capacidade de infecção e reprodução destes nematóides em condições favoráveis e na presença de raízes suscetíveis (Tabela 3). Já na primeira amostragem, as populações de *Pratylenchus* sp. no solo

apresentaram-se maiores do que foi encontrado nas raízes no mesmo período, este caso pode estar associado as condições de ambiente seco e a ausência de raízes novas (Tabela 3).

As populações de nematóides de vida livre foram semelhantes entre os demais tratamentos, tanto na primeira quanto na segunda amostragem, exceto para o tratamento 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça, com as maiores populações de 605 e 4340 indivíduos, respectivamente, apresentando novamente altas populações de nematóides de vida livre no solo com maior teor de matéria orgânica.

TABELA 5 – Índice populacional de nematóides fitoparasitas e de vida livre, em solos cultivados com cana-de-açúcar, sob diferentes manejos agrícolas, em duas épocas de coletas – Bandeirantes - PR.

Manejo agrícola	¹ Índice populacional: nematóides/200mL de solo.											
	VL ²		Hel		Pra		Roty		Meso		Total	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1- Cana planta/textura argilosa ³ /vinhaça	453	1539	194	412	207	556	37	104	0	0	891	2610
2- Cana soca/textura argilosa/vinhaça	605	4340	309	2190	269	559	21	42	0	0	1204	7131
3- Cana soca/textura média ⁴ /vinhaça	282	1029	33	761	89	162	8	152	19	8	429	2113
4- Cana soca/textura argilosa/torta	472	1730	369	987	64	245	0	120	48	23	953	3105
5- Cana planta/textura argilosa/química	472	2046	57	73	57	45	52	65	7	11	645	2240
6- Cana soca/textura argilosa/química	569	1306	352	407	171	448	21	51	5	12	1117	2223
7- Cana soca/textura média/química	511	1573	235	377	161	374	36	234	0	0	943	2557
8- Vegetação secundária/textura argilosa	-	1174	-	59	-	25	-	0	-	1051	-	2322
Índice Populacional	481	1842	221	658	145	302	24	96	20	138	883	3038

¹Médias aritméticas de três amostras compostas coletadas em outubro de 2007 (1) e março de 2008 (2). ²VL: Vida Livre; Hel: *Helicotylenchus* sp.; Pra: *Pratylenchus* sp.; Roty: *Rotylenchulus* sp.; Meso: *Mesocriconema* sp. ³Latossolo Vermelho eutroférico; ⁴Neossolo Flúvico.

Os nematóides do gênero *Mesocrinema* sp. estiveram presentes nos solos cultivados com cana-de-açúcar, apresentando maior população no tratamento 4- cana soca/textura argilosa/torta, mas não foram detectados em raízes. Segundo Román (1968), este gênero é considerado de baixa severidade à cultura da cana-de-açúcar. Porém, para o tratamento 8- mata secundária/textura argilosa, observou-se a maior população deste gênero. Além de ser mais sensível aos distúrbios decorrentes de cultivos anuais (como as arações, por exemplo), o que reduz sua população no solo, quando detectáveis, por outro lado, predominam em certas culturas perenes e em vegetação nativa (Cares & Huang, 1991; Yeates, 1991).

Na avaliação da população de nematóides em cana-de-açúcar realizada na Usina Bonfin no Estado de São Paulo, foi observada uma incidência de 85% do nematóide *P. zae* e 83% de *M. javanica*. Os maiores níveis populacionais foram observados nos municípios de Monte Alto, Dobrada,

Taquaritinga, onde predominam os Argissolos e Latossolos de textura argilosa (Gomes & Novaretti, 1985). Moura et al. (2000), ao avaliarem 1.097 amostras compostas de solo e raízes, procedentes de áreas produtoras de cana-de-açúcar do Nordeste do Brasil, observaram ser os gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* os mais freqüentes. Para os Estados de Alagoas e Sergipe, em áreas apresentando baixa produtividade, Cruz et al. (1986) observaram elevados índices populacionais de nematóides dos gêneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Criconemoides* e mais baixos para os gêneros *Meloidogyne* e *Trichodorus*. Em Pernambuco, Moura et al. (1999) encontraram associados à cana-de-açúcar dez gêneros de fitonematóides, dentre eles *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Paratrichodorus* e *Criconemella* em 100% das amostras e, *Tylenchorhynchus*, *Xiphinema*, *Meloidogyne*, *Hemicycliophora* e *Longidorus* em menor freqüência. Chaves et al. (2003) e Barros et al. (2002), verificaram baixas densidades populacionais de ectoparasitas associados à cana-de-açúcar (planta e soca) nas condições do Nordeste brasileiro.

As maiores populações totais de nematóide observadas na segunda amostragem foram de 7131 e 3105 para os tratamentos 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça e 4- cana soca/textura argilosa/torta, respectivamente e 1204 e 1117 nos tratamentos 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça e 6- cana soca/textura argilosa/química na primeira coleta (Tabela 5).

Os diferentes manejos agrícolas e épocas de amostragem influenciaram também na contagem de alguns grupos de microrganismos do solo (Tabela 6).

O tratamento 7- cana soca/textura média/química foi o que apresentou as maiores contagens de fungos e bactérias nas duas coletas, além de solubilizadores de fosfato na primeira amostragem e actinomicetos na segunda amostragem. Isso pode ter ocorrido devido ao tipo de manejo empregado neste tratamento, tendo influência da cultura anterior, tipo de solo e a adubação química (Tabela 2). Neste tratamento o pH foi de 4,5 nas duas coletas (Tabela 1), favorecendo ao aumento da população de fungos totais. Segundo Alexander (1977), os fungos desenvolvem-se melhor em ambiente ácido em uma faixa mais ampla de pH, enquanto as bactérias se desenvolvem em uma estreita faixa de pH mais próxima da neutralidade. Porém a população de bactérias apresentou-se maior neste tratamento em relação às demais áreas.

Em relação à maior ocorrência dos solubilizadores de fosfato no tratamento 7, na primeira amostragem, pode estar relacionada à escassez de fósforo orgânico no solo, uma vez que P mineral é disponibilizado pelo fertilizante químico (Tabela 1). Segundo Bernardes & Santos (2006), na época da semeadura, quando há no solo maior disponibilidade de fósforo ocasionada pela adubação, a atuação dos solubilizadores é menor. Em estudos envolvendo microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas, Nahas (2002) observou um número expressivo de bactérias e de fungos produtores das fosfatases ácida ou alcalina, constituído por mais de 50% de bactérias ou de fungos totais. Verificou, ainda, redução dos percentuais de microrganismos em solo cultivado com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) quando comparado a outros cultivos.

A população de actinomicetos, no tratamento 7, deve ter sido favorecida pelo cultivo de soja como cultura anterior a cana-de-açúcar, pois segundo Vobis (1997) o cultivo da soja em solo do cerrado incrementa de maneira diferenciada a densidade da população de actinomicetos. Isso deve estar associada a calagem que é feita para adequar o pH e V% do solo antes do cultivo dessa leguminosa, assim os actinomicetos se desenvolvem melhor em pH mais elevado, próximo da neutralidade.

Houve uma tendência para o aumento da população nos tratamentos envolvendo a adubação química como no caso do tratamento 7 e nos tratamentos 5- cana planta/textura argilosa/química e 6- cana soca/textura argilosa/química, pois a comunidade microbiana pode sofrer varias influências da adubação. Conforme Gliessmann (2000), o manejo do solo e das culturas pode influenciar as dinâmicas populacionais dos organismos do solo. Rotações complexas, com várias culturas, grandes quantidades de distintos tipos de resíduos de culturas, esterco, cultivos de cobertura, são práticas que promovem uma população biologicamente diversificada de organismos do solo.

O Tratamento 1- cana planta/textura argilosa/vinhaça, também apresentou as maiores populações para as variáveis fungo total e solubilizadores de fosfato, não diferindo estatisticamente do tratamento 7- cana soca/textura média/química na primeira amostragem. Na segunda amostragem, apenas o tratamento 7 apresentou maior população na variável fungo. Isso pode ter ocorrido pois na primeira amostragem, o clima estava seco e menos favorável, o que pode ter selecionado alguns tipos de microrganismo que resistem a essas condições. Na segunda amostragem, como o clima estava úmido e favorável, a multiplicação pode ter provocado competição entre os mesmos e assim, diminuindo a população estimada final. Segundo Persiani et al. (1998), os ecossistemas, sejam eles referentes às diferentes formas de manejo, podem influenciar na umidade do solo, logo caracterizando-se como um fator extrínseco da comunidade microbiana.

Para fungo total, observou-se que para os tratamentos 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça, 5- cana planta/textura argilosa/química, 6- cana soca/textura argilosa/química e 7- cana soca/textura média/química a população não diferiu estatisticamente entre os anos amostrados, porém nos tratamentos 1- cana planta/textura argilosa/vinhaça, 3- cana soca/textura média/vinhaça e 4- cana soca/textura argilosa/torta apresentaram diferenças significativas, mostrando uma redução na população na segunda amostragem. Segundo Drozdowicz (1991) e Madsen (1995), quando há deficiência hídrica do solo pode levar uma redução da densidade da população devido aos efeitos resultantes das mudanças na cobertura vegetal do solo. Porém foi observada situação contrária, onde em condições adversas durante a primeira coleta apresentou maiores populações.

A maior população de celulolíticos ocorreu no tratamento 6- cana soca/textura argilosa/química com $7,2$ e $8,0 \times 10^3$ ufc/g, na primeira e segunda amostragem, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais, enquanto que a menor população ocorreu no tratamento 3- cana soca/textura média/vinhaça com $2,0 \times 10^3$ na primeira amostragem e $1,4 \times 10^3$ ufc/grama de solo no tratamento 4- cana soca/textura argilosa/torta na segunda amostragem. Cattelan & Vidal (1990),

estudando a população microbiana em vários sistemas de cultivo, verificaram que o solo descoberto apresentou maior número de fungos celulolíticos que em campo nativo e em repouso. Boopathy et al. (2001) observaram aumentos da comunidade de bactérias e fungos celulolíticos em solo onde a palhada da cana-de-açúcar não foi queimada por ocasião da colheita mecânica. Por outro lado, Coêlho et al. (2008) salientaram que a simples enumeração de fungos celulolíticos não garante que estes estejam decompondo a celulose no solo, mas pode indicar a habilidade para produzirem celulases em ambientes ricos em celulose. Isso explica porque alguns tratamentos onde apresentava alto teor de matéria orgânica apresentaram baixas populações desses microrganismos.

A população de *Paecilomyces* sp. foi menor em todos os tratamentos, em relação aos demais microrganismos analisados, apresentando somente diferenças estatísticas na primeira amostragem, nos tratamentos 1- cana planta/textura argilosa/vinhaça, 3- cana soca/textura média/vinhaça e 6- cana soca/textura argilosa/química. Para a segunda amostragem não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos sistemas de manejo amostrado. Segundo Gintis et al. (1983), o pH elevado pode diminuir a atividade de inimigos naturais, especialmente fungos, responsáveis pelo parasitismo de ovos de vários fitonematóides.

As maiores populações de actinomicetos foram observadas na primeira amostragem nos tratamentos 3- cana soca/textura média/vinhaça e 5- cana planta/textura argilosa/química, com 8,8 e 9,1 x 10³ ufc/grama de solo, respectivamente, diferindo dos demais. Já na segunda coleta, as maiores foram nos tratamentos 5- cana planta/textura argilosa/química, 7- cana soca/textura média/química e 8- mata secundária/textura argilosa, com 7,8; 6,5 e 7,0 x 10³ ufc/grama de solo, respectivamente. Como observado, a primeira amostragem apresentou maior população em clima seco (Tabela 3). Desta forma, a população de actinomicetos que apresentam como característica específica a sobrevivência em condições ambientais adversas, como períodos de seca dos solos (Nolan & Cross, 1988; Miyadoh, 1997), foi beneficiada. Quando comparada entre os anos, o único tratamento no qual a população de actinomicetos não variou de ano/ano foi o 2- cana soca/textura argilosa/vinhaça. O mesmo foi observado para as populações de bactérias. Para os demais tratamentos ocorreu uma tendência significativa de maiores índices populacionais no ano de 2007 e uma redução no ano de 2008.

Para a mata secundária/textura argilosa, foram observadas baixas populações de fungo total, celulolíticos, solubilizadores de fosfato e *Paecilomyces* sp.. Esse fato também foi observado por Carneiro et al. (2004) onde em área de Cerrado nativo, observaram populações inferiores aos das áreas cultivadas. Tais diferenças podem estar relacionadas ao teor de matéria orgânica, pH e a adubação (Nahas et al., 1994). Porém Carneiro et al. (2004) relatam que no Cerrado nativo, haja, em maior número, microrganismos que não crescem em meio de cultura comparados aos que ocorrem nas áreas cultivadas. Isso provavelmente também ocorreu na mata secundária analisada, uma vez que se espera maior diversidade de microrganismos em ambientes menos perturbados.

As atividades dos microrganismos estão envolvidas nos ciclos biogeoquímicos e influenciam diretamente na disponibilidade dos nutrientes, além de servirem como indicadores das

mudanças do funcionamento do ecossistema do solo (Tótola & Chaer, 2002). Portanto, são considerados bons indicadores na avaliação dos impactos causados pelo manejo agrícola, e dos efeitos das práticas de cultivo na qualidade do solo a médio e longo prazo (Bending et al., 2004; Trasar-Cepeda et al., 1998; Staben et al., 1997). Além disso, são ferramentas de importância para distinção entre tratamentos dentro de ensaios de avaliação de diferentes práticas de manejo, identificação precoce de eventuais efeitos adversos na qualidade do solo, permitindo assim a escolha e adoção antecipada de medidas corretivas ou de controle (Chaer & Tótola, 2007).

TABELA 6 – Comunidade microbiana em solos cultivados com cana-de-açúcar sob diferentes manejos agrícolas na região de Bandeirantes – PR.

Manejo agrícola	¹ Comunidade Microbiana											
	Fungo Total		Celulolíticos		Solub. Fosfato		<i>Paecilomyces</i> sp.		Actinomicetos.		Bactéria Total	
	(x10 ³)		(x10 ³)		(x10 ³)		(x10 ²)		(x10 ³)		(x10 ⁴)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1- Cana planta/textura argilosa ⁴ /vinhaça	3.3b ² C ³	1.5aA	3.3bB	1.7aA	3.1cC	1.8aA	1.6bB	1.1aA	6.3bD	4.5bB	5.9bC	2.7aA
2- Cana soca/textura argilosa/vinhaça	2.2aB	2.1bB	4.4cB	4.5bB	2.5bB	4.8cD	1.3aA	1.3aA	4.4aB	4.5bB	3.9aA	3.6aA
3- Cana soca/textura média ⁵ /vinhaça	2.4aB	1.6aA	2.0aA	1.9aA	1.7aA	1.6aA	1.4bB	1.2aA	8.8dF	2.6aA	7.3cD	4.9bB
4- Cana soca/textura argilosa/torta	2.5aB	1.3aA	2.3aA	1.4aA	2.4bB	1.4aA	1.3aA	1.2aA	7.5cE	4.2bB	5.8bC	2.9aA
5- Cana planta/textura argilosa/química	2.3aB	2.2bB	2.8aA	4.2bB	2.0aA	1.9aA	1.1aA	1.2aA	9.1dF	7.8cE	5.2bB	4.0aA
6- Cana soca/textura argilosa/química	1.9aB	2.1bB	7.2dC	8.0cC	2.5bB	3.1bC	1.5bB	1.2aA	7.6cE	4.4bB	4.5aB	6.7cC
7- Cana soca/textura média/química	3.0bC	3.4cC	4.2cB	4.4bB	3.3cC	2.1aB	1.1aA	1.2aA	5.8bC	6.5cD	8.3cD	6.5cC
8- Vegetação secundária/textura argilosa	-	1.9b	-	4.3b	-	3.3b	-	1.4a	-	7.0c	-	5.9c
CV%	27.8	31.08	30.0	39.11	28.5	40.7	26.8	27.7	22.5	32.3	32,2	38.2

Coleta, outubro de 2007 (1) e março de 2008 (2). ¹UFCs: unidades formadoras de colônias/grama de solo. ²Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna para os tratamentos, pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade; ³Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem em si na linha para os anos amostrados, pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade; ⁴Latossolo Vermelho eutroférrico; ⁵Neossolo Flúvico.

CONCLUSÕES

A adubação orgânica com vinhaça e torta de filtro favorece o aumento da população de nematóides de vida livre.

A adubação química nos solos com textura média, favorece o aumento da população de *Pratylenchus* sp., e também contribui para as maiores populações de fungos totais, bactérias totais, solubilizadores de fosfato e actinomicetos.

Na vegetação secundária nativa em solo argiloso, considerada como referência, foi observado o maior número de nematóides do gênero *Mesocriconema* sp., e menores populações para os microrganismos, como fungos totais, celulolíticos, solubilizadores de fosfato e do gênero *Paecilomyces* sp.

As populações dos diferentes gêneros de nematóides no solo ou em raízes foram maiores na amostragem de março de 2008 (período chuvoso), enquanto que a contagem de microrganismos foi significativamente superior na amostragem de outubro de 2007 (período seco).

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora. À usina Bandeirantes pela disponibilização das áreas.

ABSTRACT

In the present study evaluated soil under cultivation of sugar cane with different agricultural management practices and time to use the area for cultivation, aiming to quantify and identify the genera of fitonematóides and measure the population of the microbial community. Samples were taken in two periods, resulting in three composite samples of soil and roots of sugarcane of the seven management systems. It was observed that organic fertilization with vinasse and filter cake favors increasing the population of free-living nematodes. The chemical fertilizer in soils with medium texture, contributes to the population increase of *Pratylenchus* sp. and also contributes to the largest populations of total fungi, total bacteria, phosphate solubilizing, actinomycetes. In secondary vegetation native in a clay soil, considered as reference, was observed the highest number of nematodes of the genus *Mesocriconema* sp., and smaller populations to microorganisms such as fungi total, cellulolytic, phosphate solubilizing and gender *Paecilomyces* sp. At population of the different genera of nematodes in soil or in roots were higher in the sample of March 2008 (rainy season), while the count of microorganisms was significantly higher in the sample of October 2007 (dry period).

Keywords: Soil management. Filter cake. Vinasse. *Saccharum* spp. Microbial community. Phytoneumatodes. Free-living nematodes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, P.H.S. et al. (2001), Efeito da vinhaça e extrato de torta de filtro sobre a eclosão de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira*, **25**, 175-183.
- Alexander, M. (1977), *Introduction to soil microbiology*. New York: J. Wiley, 467 p.
- Alonso, O. et al. (1987), Efeitos do nematicida carbofurano em cana planta e duas soqueiras subseqüentes. *Nematologia Brasileira*, **11**, 115-124.
- Alves, S.B. et al. (1998), Técnicas de laboratório. In: *Controle Microbiano de Insetos*, Alves, S.B, Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, pp. 637-711.
- Barker, K.R. (1985), Sampling nematode communities. In: *An Advanced Treatise on Meloidogyne*, Barker, K.R.; Carter, C.C. & Sasser, J.N. North Carolina State University Graphics, Raleigh, USA, **2**, 3-11.
- Barros, A.C.B. et al. (2002), Efeito da aplicação de terbufós nas populações de tres fitonematóides ectoparasitas em cana-de-açúcar. *Fitopatologia Brasileira*, **27**, 309-311.
- Bending, G.D. et al. (2004), Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating áreas under contrasting agricultural management regimes. *Soil Biol. Biochem*, **36**, 1785-1792.
- Bernardes, C.M. & Santos, M.A. dos. (2006), População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja. *Biosci. J.*, **22**, 7-16.
- Bonetti, J.I.S. & Ferraz, S. (1981), Modificação do método de Hussey e Barker para a extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, **6**, 553.
- Bongers, T. & Bongers, M. (1998), Funcional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*, **10**, 239-251.
- Boopathy, R. et al. (2001), Microbial decomposition of post-harvest sugarcane residue. *Bioresour. Technol.* **79**, 29-33.
- Cardoso, E.J.B.N. et al. (1992), *Microbiologia do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, pp. 360.
- Cares, J.H. & Huang, S.P. (1991), Nematode fauna in natural and cultivated Cerrados of Central Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, **16**, 199-209.
- Carneiro, R.G. et al. (2004), Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de Cerrado sob platío direto e plantío convencional. *Pesq. Agropec. Bras.*, **39**, 661-669.
- Casagrande, A.A. (1999), Tratos culturais da cana planta e cana soca. *Apostila*. UNESP-Jaboticabal, pp. 19.
- Castro, O.M. de. (1989), Preparo do solo para a cultura do milho. Campinas: Fundação Cargill, pp. 41.
- Castro, O.M. de. et al. (1987), Caracterização química e física de dois latossolos em plantío direto e convencional. Campinas: Instituto Agrônômico, pp. 23. (Boletim Científico, 11).
- Cattelan, A.J. & Vidor, C. (1990), Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, **14**, p. 125-132.
- Chaer, G.M. & Tótola, M.R. (2007), Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantíos de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, **31**, 1381-1396.
- Chaves, A. et al. (2003), Efeito de terbufós em soqueira sobre fitonematóides ectoparasitas de cana-de-açúcar. *Fitopatologia Brasileira*, **28**, 195- 198.
- Chaves, A. et al. (2002), Efeitos da aplicação de terbufós sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos em cinco variedades de cana-de-açucar no Nordeste. *Nematologia Brasileira*, **26**, 167-176.

- Coelho, D.G. et al. (2008), Quantificação de fungos celulolíticos em solos de três ecossistemas. *Revista Verde*, **1**, 45-49.
- Companhia Nacional De Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, safra 2007/2008, décimo segundo levantamento setembro de 2008*. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3lev-cana.pdf>. Acesso em 06 de novembro de 2008.
- Cruz, M.M. et al. (1986), Levantamento populacional de nematóides em cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade nos Estados de Alagoas e Sergipe. *Nematologia Brasileira*, **10**, 27-28.
- Curi, S. M. & Bona, A. de. (1972), Ocorrência do nematóide reniforme em culturas de algodão e maracujá no Estado de São Paulo. *Biológico*, **38**, 127-128.
- Dinardo-Miranda, L.L. (2005), Cana: sob apuros. *Caderno Técnico Cultivar*, n. 80, 3-10.
- Dinardo-Miranda, L.L. & Menegatti, C.C. (2003), Danos causados por nematóides a variedades de cana-de-açúcar em cana planta. *Nematologia Brasileira*, **27**, 69-73.
- Dinardo-Miranda, L.L. et al. (2001), Efeitos da interação entre nematicidas e herbicidas em cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, **25**, 197-203.
- Dinardo-Miranda, L.L. & Ferraz, L.C.C.B. (1991), Patogenicidade de *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zae* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*). *Nematologia Brasileira*, **15**, 9 -16.
- Drozdowicz, A. G. (1991), Microbiologia ambiental. In: Roitman, I.; Travassos, I.R.; Azevedo, J.L. *Tratado de microbiologia*. Rio de Janeiro, **2**, 1-102
- Eggins, H.O. & Pugh, G.J.F. (1962), *Nature*, **193**, 94-94.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.
- Gerhardt, P.E. (1994), Methods for general and molecular bacteriology. Washington: American Society For Microbiology, pp. 791.
- Gintis, B. O. et al. (1983), Fungi associated with several developmental stages of *Heterodera glycines* from na Alabama soybean field soil. *Nematropica*, **13**, 181-200.
- Gliessman, S.R. (2000), *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. Universidade, 653p.
- Gomes, R.S. & Novaretti, W.R.T. (1985), Levantamento de nematóides parasitos da cana-se-açúcar na usina Bonfim. *Nematologia Brasileira*, **9**, 135-141.
- Guimarães, O. (2007), Eletricidade vegetal. *O Sulco*, p. 6-9.
- Jenkis, W.R. (1964), A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, **48**, 692.
- Kaplan, M. et al. (1992), The role of microbes associated wick chicken litter in suppression of *Meloidogyne arenaria*. *Journal of Nematology*, **24**, 522-527.
- Köppen, W. & Geiger, R. (1928), *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.
- Korndörfer, G.H. et al. (1989). Crescimento e distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo LVA. *Boletim Técnico Copersucar*, **47**, 32-36.
- Kuster, T. & Willians, S.T. (1964), Seletion of media for isolation of *Streptomyces*. *Nature*, **202**, 928-929.
- Landell, M.G. de A. et al. (2005), Novas opções: cana-de-açúcar. *Caderno Técnico Cutivar*, ano. **2**, n. 79, 20-22.

- Lordello, L.G.E. (1984), Métodos gerais de controle. In: *Nematóides das Plantas Cultivadas*. São Paulo: Nobel, p.81-123.
- Lordello, L.G.C. (1981), *Nematóides das Plantas Cultivadas*. 6.e.d., São Paulo: Nobel, 314p.
- Lordello, L.G.E. (1961), Milho atacado por nematóides. *São Paulo Agrícola*, **3**, 6.
- Luc, M. et al. (2002), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. Wallingford. CABI Publishing, 2002
- Madsen, E. L. (1995), Impacts of agricultural practices on subsurface microbial ecology. In: Sparks, D. L. *Advances in Agronomy*. San Diego: Academic Press, **54**, 1-67.
- Mattos, J.K.A. et al. (2008), Gêneros-chaves de onze diferentes comunidades de nematóides do solo na Região dos Cerrados do Brasil Central. *Nematologia Brasileira*, **32**, 142-149.
- McSorley, R. & Gallaher, R.N. (1995), Effect of yard waste compost on plant parasitic nematode densities in vegetable crops. *Journal of Nematology*, **27**, 545-549.
- Miyadoh, S. (1997), Morphology and phylogeny of actinomycetes. In: Miyadoh, S. *Atlas of actinomycetes*. Tokyo : Asakura, 198-199.
- Monteiro, A. R. & Ferraz, L. C. C. B. (1987), Reação de quinze variedades de arroz a *Rotylenchulus reniformis*. *Nematologia Brasileira*, **11**, 25-26.
- Monteiro, A.R. (1963), Pratilencose do milho. *Revista de Agricultura*, **38**, 177-187.
- Moura, R.M. et al. (2000), Ocorrência dos nematóides *Pratylenchus zae* e *Meloidogynes spp.* em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, **25**, 101-103.
- Moura, R.M. et al. (1999), Nematóides associados a cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, Brasil. *Nematologia Brasileira*, **23**, 92-99.
- Muzilli, O. (1983), Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **7**, 95-102.
- Nahas, E. (2002), Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. *Bragantia*, **61**, 267-275.
- Nahas, E. et al. (1994), Efeito de características químicas dos solos sobre os solubilizadores de fosfato e produtores de fosfatases. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, **18**, 49-53.
- Nolan, R.D.; Cross, T. (1988), Isolation and screening of actinomycetes. In: Goodfellow, M.; Williams, S.T.; Mordarski, M. *Actinomycetes in biotechnology*. London : Academic, 1-32.
- Novaretti, W.R.T. et al. (1998), Chemical control of *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zae* on sugarcane through carbofuran or terbufos application. *Nematologia Brasileira*. **22**, 60-74.
- Novaretti, W.R.T. (1987), Pragas e Moléstias. In: Paranhos, S.B. *Cana-de-Açúcar: Cultivo e Utilização*. Campinas, SP: Fundação cargil, **2**, 699-734.
- Novaretti, W.R.T. et al. (1987), Estudos de interação entre o controle de nematóides e a adubação da cultura da cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, **11**, 63-76.
- Novaretti, W.R.T. & Nelli, E.J. (1985), Use of nematicide and filtercake for control of nematodes attacking sugarcane in São Paulo State. *Nematologia Brasileira*, **9**, 175-184.
- Oliveira, F.S. de. et al. (2005), Efeito de produtos químicos e naturais sobre a população de nematóide *Pratylenchus brachyurus* na cultura da cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, **35**, 171-178.

- Orlando Filho, J. et al. (1983), Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: Orlando Filho, J. *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, 229-264.
- Pedrosa, E.M.R. et al. (2005), Supressividade de nematóides em cana-de-açúcar por adição de vinhaça ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **9**, 197-201.
- Persiani, A.M. et al. (1998), Diversity and variability in soil fungi from disturbed tropical rain Forest. *Mycologia*, 206-214.
- Rodrigues, R.C.D. et al. (2005), Influência de diferentes doses de torta de filtro no solo sobre a migração e persistência de *Steinernema glaseri* (Steiner, 1929) (Nematoda: Rhabditida). *Holos Environment*, **5**, 52-54.
- Rodríguez-Kábana, R. (1986), Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology*, **18**, 192-135.
- Román, J. (1968), Nematode problems of sugarcane in Puerto Rico. In: Smart Jr., G.C. & Perry, V.G. *Tropical Nematology*. Gainesville. Publish Center for Tropical Agriculture, University of Florida Press. 61-67.
- Rosa, R.C.T da et al. (2003), Ocorrência de *Rotylenchulus reniformis* em cana-de-açúcar no Brasil. *Nematologia Brasileira*, **27**, 93-95.
- Ruschel, A.P. & Saito, S.M.T. (1977), Efeito da inoculação de *Rhizobium*, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbiótica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **1**, 21-24.
- Spaull, V.W. (1981), Nematodes associated with sugarcane in South Africa. *Phytophylactica*, **13**, 175-179.
- Staben, M.L.; et al. (1997), Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat-fallow soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **61**, 124-130.
- Sudirman, N.A. & Webster, J.M. (1995), Effect of ammonium ions on egg hatching and second-stage juveniles of *Meloidogyne incognita* in axenic tomato root culture. *Journal of Nematology*, **27**, 346-352.
- Sylvester-Bradley, R. et al. (1982), Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfato na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. *Acta Amazônica*, **12**, 15-22.
- Tótola, M. R. & Chaer, G. M. (2002), Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: Venegas, V. H. A. et al. *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, **2**, 195-276.
- Trasar-Cepeda, C. et al. (1998), Towards a biochemical quality index for soils: An expression relating several biological and biochemical properties. *Biol. Fert. Soils*, **26**, 100-106.
- Tsão, P.H. (1964). *Phytopathology*, **54**, 549-555.
- Van Der Berg, E. & Spaull, V. W. (1981), *Rotylenchus* species Found associated with sugarcane in South Africa with a description of *R. sacchari* sp.n. (nematodo: Rotylenchulinae). *Phytophylactica*, **13**, 43-47.
- Vasconcelos, A.C.M. de; & Dinardo-Miranda, L.L. Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematóides. Americana, SP: Adonis, 2006, 56p.
- Vobis, G. (1997), Morphology of actinomycetes. In: Miyadoh, S. *Atlas of actinomycetes*. Tokyo: Asakura, 180-191.
- Yeates, G.W. Impact of historical changes in land use on the soil fauna. (1991), *New Zealand Journal of Ecology*, **15**, 99-106.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação orgânica como a vinhaça e torta de filtro favorece o aumento da população de nematóides de vida livre dos quais podem representar importante ferramenta para detectar os impactos nos diferentes tipos de manejo.

A adubação química nos solos com textura média favorecem o aumento da população de *Pratylenchus* sp., observando um desequilíbrio no ambiente, visando medidas preventivas no sentido de evitar ou minimizar as futuras perdas econômicas causadas por estes fitonemaóides à cultura da cana-de-açúcar. Mas, por outro lado, esse sistema de manejo apresenta as maiores populações de fungo totais, bactéria totais, solubilizadores de fosfato, actinomicetos, mostrando uma tendência ao aumento da comunidade microbiana.

Em solos sob vegetação secundária nativa, é encontrado o maior número do nematóide do gênero *Mesocriconema* sp., e para os microrganismos as menores populações de fungo total, celulolíticos, solubilizadores de fosfato, e *Paecilomyces* sp.

As populações dos diferentes gêneros de nematóides no solo ou em raízes foram maiores na amostragem de março de 2008 (período chuvoso), enquanto que a contagem de microrganismos foi significativamente superior na amostragem de outubro de 2007 (período seco).

ANEXOS

ANEXO A – Meios de culturas

Meio amido, caseína e agar para para actinomicetos (KUSTER e WILLIANS, 1964):

Ágar-ágar.....	20 g
Água destilada (H ₂ O).....	1000 mL
Amido.....	10 g
Caseína de leite.....	0,3 g
Cloreto de sódio (NaCl).....	2 g
Fosfato de potássio dibásico (K ₂ HPO ₄).....	2 g
Nitrato de potássio (KNO ₂).....	2 g
Sulfato de ferro hexahidratado (Fe ₂ (SO ₄) ₃ .6H ₂ O).....	0,01 g
Sulfato de magnésio heptahidratado (MgSO ₄).....	0,05 g
pH = 6,5 – 7,0	

Ágar nutriente para bactérias totais (GERHARDT, 1994):

Ágar.....	20 g
Água destilada (H ₂ O).....	1000 mL
Extrato de carne.....	3 g
Peptona.....	5 g
pH = 6,8 – 7,0	

Meio celulose, asparagina e agar para celulolíticos (EGGINS e PUGH, 1962):

Ágar.....	20 g
Água destilada (H ₂ O).....	1000 mL
Celulose.....	10 g
Cloreto de cálcio anidro (CaCl ₂).....	0,1 g
Cloreto de potássio (KCL).....	0,5 g
Extrato de levedura.....	0,5 g
Fosfato de potássio (KH ₂ PO ₄).....	0,5 g
L - asparagina (C ₄ H ₈ N ₂ O ₃ . H ₂ O).....	0,5 g
Sulfato de amônio ((NH ₄) ₂ SO ₄).....	0,5 g
Sulfato de magnésio heptahidratado (MgSO ₄ 7H ₂ O).....	0,2 g

Meio de Aveia semi-seletivo para *Paecilomyces* spp. (ALVES et al., 1998):

Ágar.....	20 g
Água destilada (H ₂ O).....	1000 mL
Clorotetraciclina.....	5 mL (0,1 g/100 mL de acetona)
Farinha de aveia.....	20 g
Dogyne (Venturol).....	0,3 g
Violeta de genciana.....	0,01 mL

Obs.: Colocar a solução de Clorotetraciclina ao meio somente após a esterilização (autoclavagem) na temperatura de 40° a 50°, pois a temperatura elevada neutraliza o efeito do antibiótico.

Meio de Martin para fungos totais (TSÃO, 1964):

Ágar.....	20 g
Água destilada (H ₂ O).....	1000 mL
D-glucose anidra (C ₆ H ₁₂ O ₆).....	10 g
Fosfato de potássio (KH ₂ PO ₄).....	1 g
Peptona.....	5 g
Rosa de bengala.....	0,033 g
Sulfato de estreptomicina (C ₂₁ H ₃₉ N ₇ O ₁₂) ₂ . (H ₂ SO ₄) ₃	0,050 g
Sulfato de magnésio heptahidratado (MgSO ₄ . 7H ₂ O).....	0,5 g

pH = 5,0 – 5,5

Obs.: Colocar a rosa de bengala e a solução de sulfato de estreptomicina ao meio somente após a esterilização (autoclavagem) na temperatura de 40° a 50°, pois a temperatura elevada neutraliza o efeito do antibiótico.

Atenção: Deve-se evitar a exposição do meio à luz, pois o reagente rosa de bengala se torna tóxico na presença da luz. Portanto, o meio deve ser autoclavado em um erlenmeyer envolto em jornal ou papel alumínio, e vertido no escuro e os fungos que vão ser cultivados nele devem ser incubados no escuro.

Meio para solubilizadores de fosfato (SYLVESTER-BRADLEY et al., 1982):

Ágar.....	20 g
Água destilada (H ₂ O).....	900 mL
Nitrato de potássio.....	0,1 g
Cloreto de cálcio anidro (CaCl ₂).....	0,2 g

Glicose.....	10 g
Extrato de levedura.....	5,0 g
Cloreto de sódio (NaCl).....	0,1 g
Sulfato de magnésio heptahidratado (MgSO ₄).....	0,2 g
Solução de micronutrientes.....	2 mL
Solução Fe-EDTA.....	4 mL

Obs.: Autoclavar separadamente 4,93 g de Ca₃(HPO₄)₃ em 100 ml de água destilada (para 1 litro de meio). Misturar assepticamente, ainda quente (60-70°C), antes de verter o meio. Agitar constantemente para que o fosfato tricálcio não fique sedimentado no fundo do frasco. Esses cristais sedimentarão no fundo da placa.

Solução de micronutrientes

Molibdato de cálcio.....	0,2 g
Sulfato de magnésio.....	0,235 g
Ácido bórico.....	0,28 g
Sulfato cúprico.....	0,08 g
Sulfato de zinco.....	0,024 g
Água destilada.....	200 mL

Armazenar em geladeira.

Solução de Fe-EDTA

Sulfato ferroso.....	0,11 g
EDTA.....	0,14 g
Água destilada.....	100 mL

Dissolver os ingredientes (50 ml de água cada). Aquecer a solução de EDTA e misturar a solução de sulfato ferroso a quente (armazenar em geladeira).

ANEXO B – Normas para submissão de artigos da Revista Brazilian Archives

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Submission of papers

Brazilian Archives of Biology and Technology publishes original research papers, Short notes and Review articles in English in the interdisciplinary areas of biological sciences and engineering/technology. Submission of paper implies that it has not been published or being considered for publication elsewhere. Care should be taken to prepare a compact manuscript with precision in presentation, which will help authors in its acceptance. All the papers are subjected to review by referees.

Manuscript

Three copies of the single-spaced typed manuscript (maximum 12 pages) on a high grade A-4 size paper (210x297 mm), with margins (left 25, right 20, superior and inferior 30 mm) should be prepared. This should be divided under the following headings: ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGEMENTS, RESUMO, REFERENCES. These headings should be typed in bold upper case (12 font).

Title

The title (18 font, bold) of the paper should clearly reflect its contents. It should be followed by the name(s) of author(s) with expanded initials (12 font, bold) and the address(s) (*italic*, 10 font) of the institution(s) where the work has been carried out.

ABSTRACT

Each paper should be provided with an abstract (*italic*) of 100-150 words, describing briefly on the purpose and results of the study. It should be prepared as concisely as possible.

Key words

Authors should provide three to six key words that will be used in indexing their paper.

INTRODUCTION

This should describe the background and relevant information about the work. It should also state the objective of the work.

MATERIALS AND METHODS

Authors must take care in providing sufficient details so that others can repeat the work. Standard procedures need not be described in detail.

RESULTS AND DISCUSSION

Results and Discussion may be presented separately or in combined form (authors may decide easier way for them). Preliminary work or less relevant results are not to be described. The reproducibility of the results, including the number of times the experiment was conducted and the number of replicate samples should be stated clearly.

RESUMO

An abstract of the paper should also be prepared in Portuguese and placed before the list of References. Authors from other than Latin American countries can seek the help of Editor's office to prepare Portuguese resumo of their papers.

REFERENCES

References in the text should be cited at the appropriate point by the name(s) of the author(s) and year (e.g. Raimbault & Roussos, 1996; Raimbault *et al.*, 1997). A list of references, in the alphabetic order (10 font), should appear at the end of the manuscript. All references in the list should be indicated at some point in the text and vice versa. Unpublished results should not be included in the list. Examples of references are given below.

In journals:

Pandey, A. (1992), Recent developments in solid state fermentation. *Process Biochem.*, **27**, 109-117

Thesis:

Chang, C. W. (1975), Effect of fluoride pollution on plants and cattle. PhD Thesis, Banaras Hindu University, Varanasi, India

In books:

Tengerdy, R. P. (1998), Solid substrate fermentation for enzyme production. In-*Advances in Biotechnology*, ed. A. Pandey. Educational Publishers & Distributors, New Delhi, pp. 13-16

Pandey, A. (1998), *Threads of Life*. National Institute of Science Communication, New Delhi

In conferences:

Davison, A. W. (1982), Uptake, transport and accumulation of soil and airborne fluorides by vegetation. Paper presented at 6th International Fluoride Symposium, 1-3 May, Logan, Utah

Tables and Figures

Tables and figures, numbered consecutively with arabic numerals must be inserted at appropriate place in the text. These should be used to present only those data, which can not be described in the text

Units and Abbreviations

The SI system should be used for all experimental data. In case other units are used, these should be added in parentheses. Only standard abbreviations for the units should be used. Full stop should not be included in the abbreviation (e.g. m, not m. or rpm, not r.p.m.). Authors should use '%' and '/' in place of 'per cent' and 'per'.

Manuscript lay-out

It is suggested that authors consult a recent issue of the journal for the style and layout. Except the title, abstract and key words, entire text should be placed in two columns on each page. Footnotes, except on first page indicating the corresponding author (8 font) should not be included. The entire manuscript should be prepared in Times New Roman, 11 font (except reference list, which should be in 10 font).

Spacing

Leave one space between the title of the paper and the name(s) of the author(s), and between the headings and the text. No space should be left between the paragraphs in the text. Leave 0.6-cm space between the two columns.

Electronic submission

Manuscript should be accompanied by a diskette indicating the name and version of the word processing programme used (use only MS Word 6/7 or compatible).

Referees

When submitting the manuscript authors may suggest up to three referees, preferably from other than their own countries, providing full name and address with email. However, the final choice of referees will remain entirely with the Editor.

Page charges and reprints

There will be no page charges. Reprints can be ordered up on acceptance of the paper. Manuscripts and all correspondence should be sent to the Editor, Prof. Dr. Carlos R. Soccol *Brazilian Archives of Biology and Technology* Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader 3775 – CIC 81350-010 Curitiba - PR, Brazil Phone: +55 413316-3012 Fax +55 41 3346-2872 Email: babt@tecpa.br

Prof. Dr. Carlos R. Soccol

Brazilian Archives of Biology and Technology

Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader 3775-CIC 81350-010

Curitiba-PR, Brazil

Phone: +55 413316-3012

Fax +55 41 3346-2872

Email: babt@tecpa.br