

**SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO**

**Comunidade, Dinâmica Populacional e Variabilidade  
Espacial de Nematóides em Áreas de Cultivo da  
Cana-de-Açúcar sob Diferentes Condições Edafoclimáticas  
no Nordeste**

**Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Fitopatologia da  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, como parte dos  
requisitos para obtenção do grau de  
Doutor em Fitopatologia**

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO, 2008**

**SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO**

**Comunidade, Dinâmica Populacional e Variabilidade  
Espacial de Nematóides em Áreas de Cultivo da  
Cana-de-Açúcar sob Diferentes Condições Edafoclimáticas  
no Nordeste**

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO**

**Professora Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa - Orientadora**

**Professor Dr. Sami Jorge Michereff - Co-orientador**

**Professor Dra. Uided Maazi Tiburcio - Co-orientadora**

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO, 2008**

**Comunidade, Dinâmica Populacional e Variabilidade  
Espacial de Nematóides em Áreas de Cultivo da  
Cana-de-Açúcar sob Diferentes Condições Edafoclimáticas  
no Nordeste**

**SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO**

Tese defendida e aprovada pela Banca Examinadora em / /2008

**ORIENTADORA:**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa**

**EXAMINADORES:**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Andréa Chaves (ECCC)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Elineide Barbosa da Silveira (UFRPE)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Sonia Maria Alves de Oliveira (UFRPE)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Uided Maazi Tiburcio (UFPE)**

---

**Dra. Tereza Cristina de Assis (IPA)**

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO, 2008**

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

**Dalai Lama**

Ao meu pai, **Luiz Hermano de Andrade Maranhão** (*in memoriam*), minha eterna gratidão, pela força que em vida me foi concebida e que sua ausência continua viva, pela constante presença em meu coração;

Ao amigo, **José Ulisses da Silva** (*in memoriam*), pelo exemplo de força e coragem imprescindíveis nas horas difíceis;

## OFEREÇO

A minha mãe **Conceição Maranhão** e à minha avó **Emerita Vaz**, pelo amor, carinho e dedicação, sempre presentes em todos momentos da minha vida e pelo incentivo e confiança, depositados em mim;

Aos meus irmãos **Marta** e **Sandro Maranhão**, por serem minha fonte de energia, proporcionando apoio e alegria nas adversidades cotidianas;

## DEDICO

A minha querida Orientadora e Professora  
**Elvira Maria Régis Pedrosa**

## AGRADEÇO EM ESPECIAL

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela vida e força suprema nos momentos difíceis desta minha caminhada;

À Professora **Dra. Elvira Maria Régis Pedrosa**, pela orientação acadêmica, que muito contribuiu para minha formação profissional e, sobretudo, pelo empenho, atenção, paciência, dedicação e amizade.

Ao **Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)**, pela oportunidade de realização dos cursos de Graduação, Mestrado e Doutorado/Fitopatologia;

Ao **Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Fitopatologia e aos Membros do Conselho de Coordenação Didática (CCD)**, pela confiança e apoio em mim depositada, bem como pela compreensão na minha tomada de decisão no início do curso;

Aos **professores que compõem o Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)**, pelos ensinamentos transmitidos com seriedade e compromisso;

Ao professor **Dr. Abelardo Montenegro e Robertson Fontes** pelo apoio e valiosa contribuição na geoestatística;

A **Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelas concessões de bolsas de estudo.

À equipe das **Usinas Santa Tereza, Cruangi II e Salgado** e aos **Engenheiros Agrônomos Guilherme Cordeiro, Evandro Rodrigues Braga Filho, Paulo André Belo**

e **Hugo Amorim Rodrigues**, pela cessão das áreas experimentais e pelo apoio durante todo o período de realização da pesquisa;

Em especial as minhas AMIGAS, **Andréa Chaves** e **Lílian Guimarães**, pela presença constante em todos os momentos, proporcionando-me tranquilidade nos momentos difíceis, pelos bons momentos de descontração, pelo carinho e amizade incondicional;

Externo também meus agradecimentos as AMIGAS, **Cláudia Ulisses** e **Laura Maria de Carvalho Silva**, pela valiosa e eterna amizade, companheirismo e constante apoio em todos os momentos de minha vida;

Às amigas e amigos, **Andréa Baltar**, **Cynthia Albuquerque**, **Fabyana Rodrigues**, **Marcelo Rodrigues**, **Paulo Henrique**, **Regina Ceres**, **Regina Daniela**, **Silvana Pinho**, **Valéria Sandra** e **Tereza Assis**, pela amizade, apoio, motivação e presença certa nas horas difíceis;

À equipe e amigos do Laboratório de Fitonematologia, **Anailda Souza**, **Carmem Virgínia**, **Daniela Salgues**, **Fátima Pontes**, **Jeane Medeiros**, **Maurício Estolano**, **Natália Ribeiro**, **Roberto Cavalcanti**, **Thaís Vicente** e **Thiciano Miranda**, pelas colaborações técnicas, amizade e agradável convívio nos momentos alegres e difíceis, sempre arrostados com muita união;

Aos amigos do curso **Albaneide Lopes**, **Adriano Silva**, **Beatriz Barguil**, **Denise Santana**, **Érick Couto**, **Genira Andrade**, **Giltembergue Tavares**, **Ilka Serra**, **Indira Molo**, **Íris Lettiere**, **Janaína Cortez**, **Jearbes Alexandre**, **Kirley Silva**, **Marcelo Cruz**, **Marissônia Noronha**, **Neilza Castro**, **Paula Radaelli**, **Robson Nascimento**, **Rosemberg**

**Senhor, Rinaldo Filho, Waléria Guerreiro e Wagner Pessoa**, pela amizade, solidariedade, estímulo e bons momentos vividos.

À toda equipe da **Estação de Cana-de-açúcar do Carpina**, em especial ao Diretor e amigo, **Djalma Simões**, pela oportunidade de realização de parte desta pesquisa, oferecendo toda infra-estrutura de apoio material e laboratorial, para desenvolvimento de trabalhos práticos. E a amiga **Misterlaine Karla** pela ajuda nas extrações das amostras, dedicação e amizade.

À **Darcy Martins, Romildo Angeiras, Adriana Melo e Ivanise Viana**, pela amizade e presteza, ao longo do curso;

Aos funcionários da **Área de Fitossanidade**, em especial a **Roberto Luiz Xavier da Silva** (Bob) e **Adelmo Santana**, pela atenção, apoio e colaboração nos momentos de coletas em campo;

Aos funcionários do **Setor de Conservação de Veículos** (SCV), em especial a **Jamesson Crispim de Freitas** e a **Antônio José Barbosa Melo** (Zeca), pela atenção e valioso esforço, tornando possível a realização das viagens de campo;

A **Luiz Coelho (Lula)**, e a **Sr. Luís** pelo apoio na realização dos trabalhos executados em casa de vegetação;

Finalmente, a minha gratidão sincera a todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para a conclusão de mais essa etapa da minha **VIDA**.

## SUMÁRIO

**RESUMO** .....

**ABSTRACT** .....

**CAPÍTULO I – Introdução Geral** .....

Referências Bibliográficas .....

**CAPÍTULO II** – .....

Resumo .....

Abstract .....

Introdução .....

Material e Métodos .....

Resultados e Discussão .....

Referências Bibliográficas .....

**CAPÍTULO III -** .....

Resumo .....

Abstract .....

Introdução .....

Material e Métodos .....

Resultados e Discussão .....

Referências Bibliográficas .....

**CAPÍTULO IV –**

.....

Resumo .....

Abstract .....

Introdução .....

Material e Métodos .....

Resultados e Discussão .....  
Referências Bibliográficas.....  
**CONCLUSÕES GERAIS** .....  
**ANEXOS** .....

## RESUMO

A estrutura da comunidade trófica e distribuição espacial de nematóides, em particular *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus zaeae*, presente no solo por ocasião da renovação e colheita da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) são fundamentais para compreensão das variações na dinâmica populacional desses organismos e conseqüentes efeitos na produtividade agrícola. Os objetivos do presente estudo foram: 1) caracterizar a comunidade de nematóides parasitos de planta, correlacionar grupos tróficos e determinar a influência das épocas de renovação e colheita de canaviais na comunidade de nematóides em diferentes condições edafoclimáticas do Nordeste; 2) comparar as variações nas densidades populacionais de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. em áreas com diferentes atributos edafo-climáticos, no período compreendido entre a renovação e a colheita da cana-de-açúcar, usando modelos de regressão e a área abaixo da curva da densidade populacional (AACDP) do nematóide para avaliar as variações; e 3) caracterizar a magnitude da dependência espacial das densidades populacionais de *Pratylenchus* sp. em raízes de cana-de-açúcar e mapear as densidades populacionais desse parasito usando geoestatística. As avaliações foram conduzidas na Zona da Mata Norte e Sul de Pernambuco e Litoral Sul da Paraíba, em áreas de tabuleiro, várzea, encosta e chã. Os resultados obtidos indicaram que a dinâmica populacional dos nematóides parasitos de planta é dependente das características físico-químicas do solo e, possivelmente, da variedade de cana-de-açúcar cultivada. Em áreas de encosta e chã da Mata Sul e tabuleiro irrigado da Mata Norte de Pernambuco, a dominância dos parasitos de planta tende a aumentar sensivelmente com o desenvolvimento da cultura, embora declínio na abundância

dos *taxa* seja verificado. Situação inversa ocorre em tabuleiros em regime de sequeiro (Mata Norte de Pernambuco e Litoral Sul da Paraíba) e encosta da Mata Norte de Pernambuco. Em áreas de várzea, as abundâncias e dominâncias dos parasitos de plantas e demais *taxa* parecem ser pouco afetadas durante o ciclo da cultura. Entre os Parasitos de planta, *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. foram os *taxa* dominantes nas áreas e épocas estudadas, exceto na colheita em áreas de encosta e chã da Mata Sul, cujos *taxa* dominantes foram *Helicotylenchus* sp. e *Xiphinema* sp. Os estudos epidemiológicos indicaram que em várzea, encosta e chã o crescimento populacional de *Pratylenchus* sp. descreveu função quadrática. Nenhum dos modelos usados descreveu adequadamente as variações nas densidades populacionais de *Meloidogyne* sp. nas áreas estudadas, nem o comportamento de quaisquer dos parasitos em tabuleiros. Os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores da AACDP para *Meloidogyne* sp., no solo ou raiz, ocorreram em encosta e chã, e os maiores ( $P \leq 0,05$ ) em tabuleiros e várzea. Para *Pratylenchus* sp. as áreas de encosta e tabuleiro apresentaram os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores de AACDP na raiz e solo, respectivamente. As maiores ( $P \leq 0,05$ ) AACDP na raiz ocorreram em chã, encosta, tabuleiro não irrigado e várzea; e no solo em chã e encosta. O maior fator de reprodução de *Pratylenchus* sp., em solo ou raiz, foi detectado em tabuleiro e o menor em várzea na raiz. No solo, em várzea, a densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp., isoladamente, correlacionaram-se inversamente com a precipitação mensal. Ao contrário, na mesma área, as maiores densidades populacionais de *Pratylenchus* sp. na raiz estavam associadas às maiores precipitações mensais. Nas áreas de chã e encosta a precipitação acumulada afetou negativamente a densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp., principalmente a do segundo, no solo e na raiz, semelhante ao que ocorreu na área de

várzea. Os estudos de geoestatística indicaram que o modelo esférico proporcionou o melhor ajuste para a maioria das áreas. Em geral, as áreas de várzea e tabuleiro apresentaram grau de dependência fraco enquanto nas áreas de chã e encosta a dependência variou de fraco a forte, dependendo da época de amostragem. Considerando os semi-variogramas obtidos, trata-se de modelos isotrópicos, onde um único modelo foi suficiente para descrever a variabilidade espacial do nematóide. Os mapas de krigagem mostraram variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. com aumento gradual entre as amostragens.

**Palavras-chave:** Biomonitoramento, Abundância, Diversidade trófica, *Saccharum* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., nematóide das galhas, nematóide das lesões radiculares, *Saccharum* sp., textura do solo, estresse hídrico, curva reprodutiva, distribuição espacial, semivariograma, isotropia

## ABSTRACT

Community trophic structure and spatial distribution of nematodes, in particular *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus zaeae*, in soil at field renovation and harvest of sugarcane (*Saccharum* spp.) are fundamentals for understanding shifts in population dynamic and consequent effects on crop production. The objectives of the present study were 1) to characterize plant parasitic nematode community, correlate trophic groups, and asses the influence of crop field renovation and harvest period on nematode community under different edaphic and climatic conditions at Northeastern Brazil; 2) to compare variations on population density of *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. in areas with different edaphic and climatic attributes, from crop field renovation to harvest, using regression models and the area under population density curve (AUPDC) of the nematode to evaluate the variations; and 3) to characterize the magnitude of spatial dependence of *Pratylenchus* sp. population densities in sugarcane roots and map the population densities using geostatistics. Evaluations were carried out in Zone of North and South Mata of Pernambuco and South Cost of Paraíba, in costal tables and swamp, lean and sheet lands. The results pointed out that plant parasitic nematodes population dynamic is dependent on physic-chemical soil characteristics and possible sugarcane variety. In lean and sheet lands from South and irrigated costal table from North Mata Zone of Pernambuco, the dominance of plant parasitic nematodes tended to increase highly along with crop development, although decrease in *taxa* abundance was registred. Contrary situation occurred in no irrigated costal table (North Mata of Pernambuco and South Coast of Paraíba) and lean land of North Mata of Pernambuco. In swamp lands, abundance and dominance of plant

parasitic nematodes and the other *taxa* seem to be lowly affected during crop season. Among the plant parasitic nematodes *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. were the dominant *taxa* in all areas and periods evaluated, except in lean and swamp lands from South Mata at harvest in which the dominant *taxa* were *Helicotylenchus* sp. and *Xiphinema* sp. Epidemiological studies pointed out that in swamp, lean and sheet lands *Pratylenchus* sp. population increase described quadrature function. None of the tested model fitted *Meloidogyne* sp. population density on the studied areas, neither any parasite on costal tables. The lowest ( $P \leq 0.05$ ) values of AUPDC for *Meloidogyne* sp., in soil or root, occur in lean and sheet lands, and the highest ( $P \leq 0.05$ ) in costal tables and swamp. To *Pratylenchus* sp. the lean land and costal table showed the lowest ( $P \leq 0.05$ ) AUPDC in soil and root, respectively. The highest ( $P \leq 0.05$ ) AUPDC in root occur in no irrigated costal table, swamp, sheet and lean lands; and in soil in sheet and lean land. The highest reproduction factor of *Pratylenchus* sp., in soil or root, was verified in costal table, and the lowest in swamp in root. In swamp soil *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp, with no association, inverse correlated with mensal precipitation. In contrast, at the same area, the highest *Pratylenchus* sp. population densities in root were associated to the highest mensal precipitations. In lean and sheet lands the accumulated precipitation negatively affected *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. population density, especially the second one, in root and soil, similarly to swamp. Geostatistic evaluations pointed out that the spherical model best fitted in all areas evaluated. In general, swamp land and costal table areas showed weak dependence in contrast with lean and sheet lands that dependence ranged from weak to strong, depending on sampling period. According to semivariograms, they are isotropic models, in which one model is enough to describe the nematode spatial variability. The

krigagen maps showed *Pratylenchus* sp. spatial variability with gradual increase in sampling.

**Key Words:** Biomonitoring, Abundance, Trophic diversity, Community structure, *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., root-knot nematode, root lesion nematode, *Saccharum* sp., soil texture, water stress, reproductive curve, spatial distribution, semivariogram, isotropy

# Introdução Geral

## 1. A cana-de-açúcar

### 1.1. Classificação botânica e origem

Planta de ciclo semi-perene, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, sub-classe Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogonae e sub-tribo Saccharininae (LUCCHESI, 2001). A espécie *S. officinarum* (L.), também chamada vulgarmente de “cana nobre”, foi amplamente cultivada, servindo de material para cruzamentos devido à maior riqueza sacarina (FIGUEIREDO; LANDELL; CAMPANA, 1995; MATSUOKA et al., 1999).

Barnes (1964) admite que a cana-de-açúcar seja nativa do Sul do Pacífico, com migrações para várias regiões como para Madagascar, Sudeste da Ásia, Índia e China. Há suposições de ter havido cana-de-açúcar na América antes da chegada dos espanhóis. Entretanto, é possível que a planta seja nativa do Pacífico, talvez de Papua, Nova Guiné, onde já era conhecida há cerca de 12 mil anos (GOMES, 2006). Segundo alguns pesquisadores, a cana-de-açúcar é originária do Sudeste asiático, provavelmente da Índia, alcançou a Pérsia, sendo levada pelos conquistadores árabes à costa oriental do Mediterrâneo (CASCUDO, 1971; FREYRE, 1987; ANDRADE, 2004; GOMES, 2006).

### 1.2. Aspectos históricos e econômicos

Há uma hipótese de que a cana-de-açúcar tenha sido oriunda da Ilha da Madeira, centro de grande irradiação do cobiçado produto e maior produtora de cana-de-açúcar do mundo no século XV. Oficialmente, foi introduzida no Brasil por Martim Afonso de Souza,

na Capitania de São Vicente, em 1532. No entanto, a cana-de-açúcar já havia sido instalada no país em meados de 1526, antes da chegada do primeiro donatário. Em Pernambuco, a civilização do açúcar iniciou-se com Duarte Coelho, dois anos após a introdução no Brasil. A ascensão vertiginosa da cultura foi proporcional ao seu declínio, em meados do século XVI, devido à rápida expansão do cultivo no Brasil. (VARNHAGEN, 1975; FERNANDES, 1990; GOMES, 2006).

Em função da extensão territorial, o desenvolvimento das lavouras tem ocorrido em períodos alternados, existindo as mais variadas condições climáticas, e possivelmente, é o único país com duas épocas de colheita anuais: a safra do Norte-Nordeste de setembro a abril, e Centro-Sul de maio a dezembro, correspondendo às épocas secas nessas regiões (ALFONSI et al., 1987).

Na safra 2006/2007, a cana-de-açúcar cultivada no Brasil, maior produtor mundial, teve expressiva participação no mercado mundial com produção de 514.079.729 t em 7.822.342 ha e produtividade de 76.594 t/ha. No Nordeste foram produzidas 67.844.327 t em 1.230.061 ha; suplantado apenas pelo Sudeste, com 345.627.058 t em 5.219.368 ha. O estado de São Paulo é o primeiro produtor nacional de cana-de-açúcar com 295.477.005 t em 4.328.450 ha cultivados. Pernambuco participa com 18.866.525 t em 369.683 ha cultivados, ocupando o quinto lugar no ranking (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2007).

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas brasileiras servindo como matéria prima de grande flexibilidade. Além de ser considerada fonte de alimentação animal, produz álcool de vários tipos, a exemplo do etanol, usado como biocombustível, bebidas como cachaça, licor, rum e vodka e gera eletricidade a partir do bagaço via

alcooolquímica. Da cana-de-açúcar aproveita-se absolutamente tudo: bagaço, méis, torta e resíduos de colheita (UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO – ÚNICA, 2006).

## **2. Fitonematóides**

### **2.1. Interações fitonematóides – cana-de-açúcar**

As doenças causadas por fitonematóides induzem elevadas perdas na produção da cana-de-açúcar, que variam de suaves até a destruição total da cultura. A patogenia é resultante da ação direta desses organismos sobre a hospedeira, muitas vezes agravada por fatores ambientais bióticos e abióticos (BIRCHFIELD, 1984; WILLIAMS, 1969). Os fitonematóides mais importantes para a cultura são os endoparasitos sedentários pertencentes aos gêneros *Meloidogyne* Göeldi, representados pelas espécies *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood e o endoparasito migrador *Pratylenchus zaeae* Graham, devido à severidade das doenças que causam e expressiva disseminação em todas as regiões açucareiras do mundo (MOURA; RÉGIS; MOURA, 1990; CADET; SPAUL, 2005).

Em relação aos ectoparasitos, a flutuação populacional é influenciada pelas condições climáticas, principalmente a precipitação e temperatura (NOVARETTI E NELLI, 1980). Os danos ocasionados por *Helicotylenchus dihystera* (Cobb) Sher e *Criconemella* sp. na cultura, são considerados de baixa severidade (ROMÁN, 1968; CADET, 1985). Ao contrário, *Trichodorus* spp. Cobb e *Paratrichodorus* spp. ocasionam nas raízes danos com maior severidade. Experimentos conduzidos na África do Sul relatam que *Trichodorus* sp. e *Paratrichodorus* sp. diminuíram a absorção de água através das raízes, limitando o crescimento dos colmos em cana planta. No oeste da África, em Burkina

Faso, observou-se menor efeito, em virtude da cana ser irrigada. No mesmo local, em socarias, as perdas foram ocasionadas devido à presença de *Xiphinema* sp. Cobb. e *Paratrichodorus* sp. (CADET, 1985).

No Brasil, variedades susceptíveis a fitonematóides foram cultivadas durante muitos anos (MATSUOKA, 1991; MATSUOKA; GARCIA; ARIZONO, 1999). A natureza epidemiológica e o desconhecimento no passado dos efeitos desses organismos no campo contribuíram para o acúmulo e aumento dos problemas nematológicos no país (MOURA, 2000).

Na região Nordeste, vários fitonematóides ectoparasitos foram assinalados pelo Laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, a exemplo de *Criconemella ornata* Raski, *H. dihystra*, *Hemicycliophora arenaria* Raski, *Longidorus* sp. Micoletzky, *Paratrichodorus minor* (Colbran) Siddiqi, *Radopholus* sp. Thorne, *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira, *Trichodorus* sp. e *Xiphinema* sp (MOURA, 2005).

Apesar da ocorrência de ectoparasitos do Nordeste ser freqüente, pouca influência é observada na produtividade da cana planta e na socaria, devido às condições climáticas locais, justificando menores populações desses organismos (CHAVES; PEDROSA; MOURA, 2002). Ao contrário, os problemas ocasionados por espécies endoparasitas dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus* na região foram agravados pela expansão do cultivo da cana-de-açúcar para tabuleiros costeiros, locais em que a ocorrência de estações secas prolongadas e solos arenosos são comuns (MOURA et al., 2000).

Vários pesquisadores ressaltam que as deficiências de fertilidade, as freqüentes ocorrências do raquitismo das soqueiras, incidência de cupins e os baixos níveis de matéria

orgânica em tabuleiros costeiros também são fatores agravantes, predispondo a cultura à alta severidade destes patógenos (MOURA, 2000; MOURA et al., 1997; RÉGIS; MOURA, 1989; MOURA; RÉGIS, 1991).

### **2.1.1. Níveis de Dano**

Os níveis de danos dependem da susceptibilidade da cultura, das condições ambientais e da presença de outros patógenos, que podem interagir com os fitonematóides, além da densidade populacional desses patógenos. (TIHOHOD, 1993). Em climas tropicais, a densidade populacional pode variar durante todo o ano, em função das oscilações de temperatura e da umidade do solo, podendo ocorrer dormência dos fitonematóides no período frio ou de seca (LORDELLO, 1992).

Os níveis populacionais associados aos níveis de danos dos fitonematóides podem afetar significativamente a produtividade agrícola da cana-de-açúcar. Esses níveis, no entanto, podem variar devido a questões epidemiológicas como diferentes condições ambientais de predisposição e pelo fato de diferentes variedades de cana-de-açúcar reagirem de modo diferenciado ao parasitismo de fitonematóides (DINARDO-MIRANDA, 1999; DINARDO-MIRANDA; FERRAZ, 1991; MOURA, 2000). Por exemplo, a variedade SP70-1143, considerada como resistente a *M. javanica*, é suscetível a *M. incognita* (NOVARETTI; JUNIOR, 1980; NOVARETTI et al., 1985). Além do mais, os níveis de dano econômico utilizados rotineiramente em campo para *Meloidogyne* spp. e *P. zae* fundamentam-se nos níveis de danos estabelecidos pela Universidade da Carolina do Sul e nas condições do Sudeste do Brasil, considerados por conseguinte não adequados para as condições da região Nordeste (CLEMSON, 1984; NOVARETTI, 1997).

Moura et al. (2000) efetuaram um levantamento de ocorrência das espécies do gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus* em canaviais dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Foram analisadas 1.097 amostras compostas, de raízes e solos, coletadas em áreas consideradas de baixa produtividade agrícola ( $P < 30t/ha$ ). Os resultados evidenciaram que esses organismos ocorriam em todos os Estados citados, sendo em muitos casos as populações consideradas altas, com predominância de *P. zae* e *Meloidogyne* spp., com raros assinalamentos de *P. brachyurus* (Godfrey) Filipjev e Steckhoven, demonstrando prevalência das fitonematoses na região Nordeste.

Existe relação direta entre densidades populacionais e dano. O crescimento da planta pode ser estimulado em baixas densidades populacionais de fitonematóides. No entanto, as densidades aumentam na medida em que o tempo avança, relacionando-se diretamente às limitações de crescimento da cultura ou produtividade (BARKER; OLTHOF, 1976). Seinhorst (1965) estabeleceu que a relação entre a densidade populacional de fitonematóides e a proporção de plantas doentes pode ser desenvolvida através de duas suposições básicas: o fitonematóide é encontrado diferentes densidades populacionais, e a atividade ou densidade do fitonematóide não é influenciada pela presença de outros espécimes parasitando a mesma planta.

A relação entre densidade populacional e o grau de parasitismo poderá ser expresso através do número de plantas doentes (FERRIS; NOLING, 1987). Entretanto, os fitonematóides não se alimentam ou destroem as plantas após o último ter alcançado desenvolvimento máximo. O parasitismo inicia-se no estágio de plântula e o dano visível é observado durante o crescimento, com plantas de tamanhos desiguais em diferentes densidades do patógeno (SEINHORST, 1965).

## **2.2. Amostragem de fitonematóides**

No estudo de epidemias, a amostragem é fundamental para a obtenção de estimativas da intensidade da doença, reduzindo custos com maior exatidão e precisão possíveis (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

De acordo com Davis (2005), a coleta adequada de amostras pode permitir adoção de práticas eficientes no controle de fitonematóides e reduzir os custos. Ao contrário, a amostragem ou manipulação imprópria das amostras pode conduzir a recomendações não adequadas e perdas econômicas que poderiam ser evitadas. As amostras indicam as espécies de fitonematóides presentes, permitindo que possam ser avaliada a susceptibilidade e previstos os níveis de danos para a cultura (FERRIS; GOODELL; McKENRY, 1981).

As amostras de solo podem ser coletadas com diferentes tipos de equipamentos tais como, pás, enxadeco e cilindro extrator de solo, sendo o último usado convencionalmente. Devido à distribuição horizontal dos nematóides no campo, o número de amostras coletadas dependerá do tamanho da área afetada. É importante que os pontos coletados sejam representativos para cada área amostrada. Diagramas de amostragem foram desenvolvidos, para culturas de grande e pequeno porte (BARKER; CAMPBELL, 1981). Segundo McSorley (1987), os diagramas são do tipo ilustrativos e sistemáticos, preferencialmente com modelos aleatórios para coleta dos pontos. Na prática, a amostragem sistemática apresenta resultados mais confiáveis do que a amostragem aleatória, contudo, os pontos amostrados deverão ser coletados em áreas com altas e baixas densidades populacionais (ANSCOMBE, 1950). Mudanças no modelo e direção da amostragem ocasionam poucos efeitos sobre a precisão das amostras (GOODELL; FERRIS, 1981). Em muitos estudos são

usados 10 a 30 pontos para estimar densidades populacionais em campos superiores a 1,6 a 2,0 ha (McSORLEY, 1987). Grandes áreas podem ser divididas aleatoriamente em áreas de até 2,0 ha (BARKER; CAMPBELL, 1981).

Para várias espécies de nematóides e tamanhos de campo, a precisão da amostragem diminuiu quando o número de pontos foi inferior a 10, porém, não ocorreu muita diferença quando o número de pontos foi superior a 30 (McSORLEY; PARRADO, 1982).

Na escolha do método de amostragem, vários fatores devem ser considerados, a exemplo do hábito alimentar e do ciclo de vida do fitonematóide. Para a interpretação de dados, é importante considerar a época do ano em que é realizada a amostragem, haja visto que a velocidade de multiplicação do parasito é influenciada pelas condições climáticas e ambientais (FERRIS; GOODELL; McKENRY, 1981).

Matos (2006), objetivando determinar diagrama de amostragem e número de amostras de solo para monitoramento de populações de *Meloidogyne* sp. e *Rotylenchulus* sp. em cultivo de mamoeiro (*Carica papaya* L.), observou que o caminhar aleatório em linhas, diagonais ou diamante é o recomendado para a coleta de amostras dos nematóides das galhas, enquanto o caminhar em linhas paralelas ou diagonais foi mais apropriado para a coleta de amostras do nematóide reniforme, porém não diferindo do caminhar padrão em nenhuma das áreas estudadas. Para os monitoramentos de ambas as espécies estudadas, os resultados indicam 20 amostras por área de 5.776m<sup>2</sup>, em quaisquer dos diagramas selecionados, para obtenção de dados representativos e alocação de menor quantidade de recursos.

### **2.3. Distribuição espacial de fitonematóides no solo**

O arranjo espacial das populações de fitonematóides nos ecossistemas possui dois importantes componentes: a distribuição horizontal e a distribuição vertical dos organismos no solo. Ambos componentes podem mudar o tempo por causa de diferentes aspectos da dinâmica de população, da redistribuição ativa e passiva e da disseminação. (BEEN; SCHOMAKER, 2006).

A distribuição horizontal pode ser dividida, arbitrariamente, em uma micro distribuição dos componentes (dentro do campo) e uma macro distribuição dos componentes (grandes regiões, países e partes de continentes). A micro distribuição é atribuída a fitonematóides que são profundamente vinculadas na dinâmica das populações, por sítios de alimentação e disponibilidade de plantas hospedeiras. Fitonematóides endoparasitos sedentários, depositam todos seus ovos nas mesmas posições, freqüentemente em massas de ovos, que inicialmente, e em geral, são muito agregados em arranjo espacial. Fitonematóides ectoparasitos direcionam proporcionalmente suas energias assimiladas para movimentos e seleção de sítios de alimentação. Os ovos geralmente são depositados individualmente, resultando em um arranjo menos agregado. Fitonematóides em micro distribuição é primeiramente dividido pela distribuição nos sítios de alimentação. Para fitonematóides parasitos de plantas, o espaçamento e a morfologia do sistema radicular, a freqüência dos hospedeiros e distribuição de implementos são decisões dominantes. Os efeitos biológicos e edáficos influenciam na variação dos graus de agregações no arranjo espacial das populações no campo. A macro distribuição é medida

por fatores relacionados à duração do tempo em que a população está presente no agrossistema (BEEN; SCHOMAKER, 2006).

Nos campos de cultivo, os fitonematóides parasitos de plantas estão usualmente agrupados. Dependendo da profundidade do solo, é necessária a utilização de três a quatro escalas de distribuição, que poderão ser distintas. A distribuição espacial poderá ser iniciada em escala muito pequena até a grande. Uma escala pequena pode ser exemplificada através da distribuição de *Globodera pallida* (Stone) Behrens representado por um número de cistos por 70 g de solo seco; e *Paratrichodorus teres* (Hooper) Siddiqi representado por um número de juvenis por 300 g de peso fresco com densidades populacionais descritas em 1 m<sup>2</sup> do lote, sendo cada ponto representado por uma área de 1 dm<sup>2</sup> (BEEN; SCHOMAKER, 2006).

Been e Schomaker (2006) desenvolveram estudos em campo com infestação em larga escala de distribuição de *G. pallida* em uma região cultivada com batata (*Solanum tuberosum* L.) na Holanda. Amostras de 1,5 kg foram coletadas em pontos de 1 m<sup>2</sup> (1,33 x 0,75). Cada ponto foi espaçado com 5 m em direção ao cultivo e a cada 3 m para a direita. Neste estudo, verificou-se no estágio final do campo, um aumento populacional de *G. pallida*, após a utilização de rotação de cultura com variedades susceptível de batata na proporção de 1:2. Não foi possível se distinguir o arranjo de distribuição. Entretanto, na amostragem por metro quadrado em blocos de 5 x 3 m<sup>2</sup>, as densidades dos nematóides foram dependentes e relativamente próximas. Essa relação foi usada para descrever a variabilidade de densidades populacionais nesses blocos e, generalizando, poderia ser usado para prever densidades populacionais entre grades em cada um dos pontos dos blocos. Com

o campo mapeado e cortado transversalmente foi possível desenhar um método de amostragem detalhado, e avaliar que o campo estava completamente infestado.

A distribuição vertical de espécies de fitonematóides é limitada por dois fatores. Primeiro, a profundidade da camada do solo, acessível para as raízes das plantas hospedeiras. Segundo, o enraizamento das plantas hospedeiras, que pode limitar a profundidade habitada pelas espécies de nematóides. Embora a morfologia de diferentes raízes, por exemplo, cenoura (*Daucus carota* L.) e milho (*Zea mays* L.), possa afetar a distribuição dos fitonematóides, a distribuição vertical dos parasitos de plantas depende principalmente da distribuição do sistema radicular das plantas hospedeiras, com variações das espécies de nematóides e profundidade diretamente relacionadas com textura do solo, temperatura e fatores bióticos (BEEN; SCHOMAKER, 2006).

Na literatura, a distribuição vertical é considerada limitada. Em experimento sobre a distribuição vertical de *G. pallida*, amostras de solo foram coletadas no sulco e entre sulcos em cinco diferentes campos cultivados e em cinco camadas até 25 cm. As amostras foram coletadas imediatamente após a colheita ou durante o cultivo. A distribuição vertical dos nematóides do cisto da batata acima de 25 cm do solo foi uniforme e, portanto, não estabeleceu exigências na profundidade das amostras. Amostras retiradas em solo sob cultivo não teve efeito na distribuição vertical dos cistos e não teve conseqüências para as profundidades exigidas na amostragem (BEEN; SCHOMAKER, 2006).

Whitehead (1977), investigando a distribuição vertical de nematóides dos cistos da batata, beterraba (*Beta vulgaris* L.) e ervilha (*Pisum sativum* L.), quanto à profundidade em solos infestados (camadas: 0-20, 20-40, 40-60 cm), obtiveram resultados semelhantes

quanto ao número de ovos/g. Cistos de *Heterodera geottingiana* Liebscher, o nematóide do cisto da ervilha, são raramente encontrados acima de 20 cm.

Seinhorst (1998), monitorando densidades de *R. reniformis* e *Trichodorus* sp. em camadas de 3 cm até 21 cm, apresentou números de nematóides significativamente mais baixo nas três camadas superiores quando comparadas com as demais.

A distribuição vertical de *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Chitwood e Oteifa foi relatada na presença de raízes de quatro diferentes culturas, escorcioneira (*Scorzonera hispanica* L.) cenoura, milho e batata, indicando que para uma simples espécie de nematóide a distribuição vertical é diferente e predominantemente determinada pelo hospedeiro. O sistema radicular de um hospedeiro é o fator mais importante, influenciando na distribuição vertical dos nematóides parasitos de plantas, apenas em milho foram encontrados nematóides com 70 cm de profundidade, as demais culturas estudadas no máximo 50 cm (PUDASAINI *et al.*, 2006; GIPI, 2006).

Na distribuição espacial das populações de fitonematóide, são definidos dois componentes: um micro, que ocorre em escala menor que manchas e um macro que ocorre em escala de campo. Esse último é afetado por variáveis ambientais como textura do solo, umidade ou padrão de drenagem que constituem os mais importantes fatores para um ambiente adequado e fatores externos como histórico de cultivo e pressão de seleção da distribuição diferencial de plantas hospedeiras. Por conseguinte, o padrão de distribuição espacial de fitonematóides é fortemente afetado pela fisiologia da planta, arquitetura do sistema radicular e espaçamento das plantas hospedeiras (ROSSI; DELAVILLE; QUÉNÉHERVÉ, 1996).

Segundo Seinhorst (1965) a influência da distribuição irregular dos fitonematóides em uma determinada área amostrada é função da densidade encontrada na amostra de solo, que poderá corresponder à média aritmética obtida no centro das densidades populacionais, sendo o dano considerado também como uma média. O maior grau de irregularidade da distribuição dos fitonematóides é justificada pela obtenção de amostras em locais diversos. Este fato é explicável, por exemplo, quando tanto os números dos fitonematóides encontrados em amostras, quanto os números de plantas doentes encontradas nas áreas amostradas são proporcionais, as áreas com fitonematóides nos diversos locais e os números de plantas doentes são proporcionais aos números de fitonematóides presentes nas amostras. Portanto, o autor ressalta que a relação entre a densidade média populacional dos fitonematóides e o rendimento dependem da distribuição freqüente da densidade de fitonematóide observada no campo.

A análise da distribuição espacial da doença pode fornecer informação vital sobre a dispersão dos patógenos, e ser a chave sobre seus mecanismos de sobrevivência. À análise do padrão pontual, a média e variância de uma amostra da população em estudo podem ser usadas para calcular índices de dispersão, os quais indicam a existência de casualidade ou agrupamento e quantificam o grau de agregação das plantas doentes (DAVIS; BROWN, 1996).

O conhecimento da distribuição espacial das infestações por nematóides permite direcionar as técnicas de controle apenas nas áreas onde os níveis populacionais se encontram acima do nível de tolerância (SILVA et al., 2000). No entanto, segundo Wallace e Hawkins (1994), a distribuição espacial dos nematóides no campo descrita como do tipo agregada implica em dependência espacial de dados, Por conseguinte, a estatística

convencional é geralmente inadequada para descrevê-los quando estes estão espacialmente correlacionados.

### **2.3.1. Utilização da Geoestatística**

Para representar a dependência espacial nas amostragens, utiliza-se a geoestatística, permitindo a elaboração de mapas e a delimitação de áreas de manejo diferenciado. Trabalhando com dados de concentração de ouro na África do Sul, na década de 50 o Engenheiro de Minas Kringe, concluiu que a variância era insuficiente para tal, e que seria necessário levar em consideração a distância entre as observações, surgindo o conceito da Geoestatística (FARIAS et.al., 2002; SOARES, 2003). Baseado nessas observações, Matheron (1963) desenvolveu uma teoria, a que chamou Teoria das Variáveis Regionalizadas, que contém os fundamentos da geoestatística.

A Geoestatística é uma importante ferramenta de Análise Espacial, muito utilizada em processos de modelagem, enfatizando a variação espacial que o dado sofre. Durante muito tempo estudou-se essa variabilidade através de cálculos utilizando parâmetros baseados na estatística clássica, considerando essa variação aleatória (SOARES, 2003).

A construção de mapas diagnósticos a partir dos dados coletados é tarefa da geoestatística, que deve ser integrada nas rotinas do Sistema de Informação Geográfica (SIG), com softwares e pessoal treinado para um sistema de monitoração georreferenciado. A geoestatística consiste em variografia e krigagem. A variografia usa semivariogramas para caracterizar e modelar a variância espacial do dado (CAHN; HUMMEL; BROUER, 1994; FARIAS, 2001). E a técnica de estimação da krigagem permite que valores em locais não amostrados sejam estimados e em áreas com valores amostrados seja feito desenho preciso de mapas (ROSSI; DELAVILLE; QUÉNÉHERVÉ, 1996).

O grande potencial dessa técnica é que, de posse dos modelos (semivariogramas) e do armazenamento de dados de várias safras, torna-se possível além do citado anteriormente, também, a otimização de planos de amostragem para a área, gerar mapas ou simulações de níveis de infecção de patógenos, ou de futuros danos esperados na cultura, principalmente em locais não amostrados (SILVA, et al., 2000).

De acordo com Wallace e Hawkins (1994), o tipo e a intensidade da associação espacial é definida através do semivariograma. Pode não haver associação espacial entre mensurações em dois pontos, implicando em independência espacial, por outro lado, pode ocorrer alto grau de continuidade entre pontos, levando-se em consideração nestes casos situações extremas. Os autores ainda ressaltam que na prática, fenômenos recaem entre estas situações extremas podendo demonstrar variabilidade puramente ao acaso e alguma continuidade espacial que se manifesta com uma correlação entre amostras, diminuindo com o aumento da distância entre elas e desaparecendo completamente quando as amostras são estatisticamente independentes.

O semivariograma experimental geralmente é calculado em várias direções, desenhando todos em um único gráfico, e avaliando suas similaridades. Se os semivariogramas direcionais são aproximadamente idênticos, então é razoável proceder ajustando um modelo isotrópico. Quando o semivariograma experimental apresenta diferenças acentuadas, a distribuição é denominada de anisotrópica. A anisotropia é uma característica muito freqüente nos elementos da natureza, acontece quando a variabilidade ou distribuição espacial de tais elementos ocorre mais intensamente numa direção e menos intensamente em outra direção. O semivariograma típico geralmente surge com o aumento da distância entre amostras e então em torno de um valor constante denominado de

patamar. Amostras quando coletadas no mesmo local têm valores iguais, logo, o semivariograma deveria passar na origem, mas geralmente existe uma semivariância não nula quando a distância tende a zero, que é chamada de “efeito pepita”. Quando não ocorre associação espacial entre as amostras, chama-se de “puro efeito pepita” (WALLACE; HAWKINS, 1994; CAMARGO; FELGUEIRAS; MONTEIRO, 2001; FARIAS et. al., 2003). O semivariograma quantifica a relação comumente observada em campo, onde amostras retidas próximas tendem a ter valores mais similares. A natureza e intensidade da relação de variáveis entre determinados pontos dependem da distância entre os pontos e não onde os pares destes estão localizados (WYSE-PESTER; WILES; WESTRA, 2002).

Silva, et al. (2000) ressalta como uma das vantagens da geoestatística o uso na caracterização e modelagem da variabilidade espacial de fitonematóides e outras variáveis do solo relacionadas ao rendimento das culturas infestadas. Todavia, as pesquisas aplicadas a Fitonematologia, que utilizaram a Geoestatística, fundamentaram-se em espécies individuais de fitonematóides, bem como na correlação de características edáficas que justificam a distribuição espacial. Cabe ressaltar, a importância da compreensão dos aspectos relacionados com o efeito dos fitonematóides sobre o funcionamento do ecossistema, a exemplo da heterogeneidade das interações tróficas na cadeia alimentar do solo (ROBERTSON; FRECKMAN, 1995).

Wallace e Hawkins (1994) quantificaram a variabilidade espacial na distribuição de *Aglenchus agricola* (Andrássy) Meyl, *P. penetrans*, *Heterodera trifolli* Goffart, *Tylenchorhynchus* spp. Cobb, *Paratylenchus* spp. Filipjev e *Criconemella* sp. De Grisse e Loof e geraram, através de “krigeagem” ordinária, mapas de ocorrência destas espécies para a área estudada.

Tsuchiya; Imai e Silva (2000) mostraram como a geoestatística foi aplicada na reconstrução de superfícies que representam fatores importantes à produção de soja. Utilizando o geoprocessamento no controle do nematóide do cisto da soja, em uma área experimental de produção de soja, localizada no município de Sertaneja – PR, observaram que no mapa de distribuição de cistos viáveis ocorreu um elevado grau de correlação entre a produtividade e a presença de nematóides, sendo que as áreas de maior concentração desses cistos apresentaram menor rendimento da cultura. Portanto, o referido trabalho mostra ao agricultor que é possível realizar um manejo de combate ao nematóide, nas áreas de maior concentração do nematóide do cisto da soja, ao contrário do método tradicional de manejo, no qual toda a área de plantio deve ser tratada. Os resultados positivos desse trabalho foram obtidos com um grande número de elementos amostrais, sendo necessário desenvolver métodos que viabilizem a reconstrução das superfícies com um número mais reduzido desses elementos. Pois, o maior custo da implementação do processo estava na análise do solo realizada pelos laboratórios especializados.

A dinâmica de padrões espaciais de *H. glycines* Ichinohe foi estudada sob diferentes sistemas de cultivo em dois campos de produção de soja com solos infestados naturalmente. Os tratamentos consistiram em quatro diferentes cultivos: cultivo convencional, reduzido, alto e não cultivado. Os padrões espaciais para populações de *H. glycines* foram caracterizados através de análises de geoestatística. Os resultados indicaram que nos tratamentos onde não houve cultivo e cultivo alto, o sistema promoveu agregações para as populações de nematóides, entretanto nos cultivos convencionais e reduzidos o sistema resultou em uma baixa agregação no padrão espacial (GAVASSONI; TYLKA; MUNKVOLD, 2001).

Estudos utilizando geoestatística na distribuição espacial de *R. reniformis* em campo cultivado com algodoeiro durante 20 anos e submetido a rotação de cultura com sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e mucuna (*Mucuna pruriens* L.) mostraram que o melhor modelo descrito foi o esférico, sendo altamente agregada com um alcance médio de 15 m. Concluiu-se também que com a adoção das técnicas de geoestatística, as densidades populacionais foram mapeadas e as áreas de risco precisamente identificadas, como também o efeito da rotação de culturas sobre a redução dos níveis populacionais (FARIAS et. al., 2002).

Torres et al. (2006), estudando a estrutura de uma comunidade de nematóides associada ao cultivo comercial do meloeiro (*Cucumis melo* L.), determinaram as correlações existentes entre os taxa e estimaram o padrão da distribuição espacial destes em áreas com e sem plantas apresentando sintomas reflexos de nematose, em uma propriedade situada no município de Baraúnas, Rio Grande do Norte. Os autores observaram predominância de baixo grau de correlação positiva significativa entre os taxa que constituíam a nematofauna das áreas estudadas, destacando-se a correlação positiva encontrada entre *R. reniformis* e dorilaimídeos em ambas as áreas. Nematóides pertencentes à família Dorylaimidae e Aphelenchidae apresentaram dependência espacial moderada. Já *R. reniformis* apresentou dependência espacial forte e moderada nas áreas contendo plantas com sintomas e sem sintomas, respectivamente, ambas descritas pelo modelo Gaussiano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R. R.; PEDRO, J. M. J.; BRUNIN, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Ed.). **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. 1. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v 1, p. 42-55.

ANDRADE, M. C. (Ed.). **Pernambuco cinco séculos de colonização**. João Pessoa: Grafset, 2004. 168 p.

ANSCOMBE, F. J. Soil Sampling for potato root eelworm cysts. **Annual Applied Biology**, Harpenden, v. 37, p. 286-295, 1950.

BARKER, K. R.; CAMPBELL, C. L. Sampling nematode populations. In: ZUCKERMAN, B. M.; NOE, J. P. (Eds.). **Plant parasitic nematodes**. New York: Academic Press, 1981. v. 3, p. 451-474.

BARKER, K. R.; OLTHOF, T. H. A. Relationships between nematode population densities and crop responses. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 14, p. 327-353, 1976.

BARNES, A. C. (Ed.). **The sugar cane**. New York: The New York Publishers Science INC, 1964. 456 p.

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

BIRCHFIELD, W. Nematode parasites of sugar-cane. In: NICKLE, W. R. (Ed.). **Plant and insect nematodes**. New York: Marcel Dekker, 1984. p. 571-588.

CADET, P. Incidence des nématodes sur lês reponsses de canne à sucre au Burkina Faso et en Cote d'vore. **Revue de Nématologie**, Bondy, v. 8, p. 277-284, 1985.

CADET, P.; SPAULL, V. W. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.; SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. 2. ed. Wallingford: CABI International Publishing, 2005. p. 645-674.

CAHN, M. D.; HUMMEL, J. W.; BROUER, B. H. Spatial analyses of soil fertility for site-specific crop management. **Soil Science Society of America**, Madison, v. 58, p. 1240-1248, 1994.

CAMARGO, E. C. G.; FELGUEIRAS, C. A.; MONTEIRO, A. M. V. A importância da modelagem da anisotropia na distribuição espacial de variáveis ambientais utilizando procedimentos geoestatísticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: Divisão de Sensoriamento Remoto, 2001. p. 395-402.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. (Eds.). **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Willey & Sons, 1990. 532 p.

CASCUDO, L. C. **Sociologia do açúcar**: pesquisa e dedução. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool. Serviço de Documentação, 1971. 478 p. (Coleção canavieira, 5).

CHAVES, A.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Efeitos da aplicação de terbufós sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos em cinco variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 167-176, 2002.

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

DAVIS, F. R. **Plant pathology** – extension. Geórgia: University of Georgia, 2005. Disponível em <<http://www.Plant.uga.edu/Extension/nematode/nemasample.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

DAVIS, R. I.; BROWN, J. F. Epidemiology and management of kava dieback caused by cucumber mosaic cucumovirus. **Plant Disease**, St. Paul, v. 80, p. 917-921, 1996.

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

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

FARIAS, P. R. S. A geoestatística e a agricultura de precisão como ferramenta no controle de pragas e doenças. In: ROBERTO, S. R.; RALISCH, R. (Eds.). **V Mostra acadêmica de trabalhos de agronomia**. Londrina: UEL, 2001. p. 9-18.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; VIEIRA, S. R.; SÁNCHEZ-VILA, X.; FERRAZ, L. C. C. B. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v.10, p. 1-9, 2002.

FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 235-241, 2003.

FERNANDES, A. J. (Ed.). **Manual da cana-de-açúcar**. 2. ed. São Paulo: Livro Ceres, 1990. 196 p.

FERRIS, H.; GOODELL, P. B.; McKENRY, M. V. Sampling for nematodes. **California Agriculture**, California, v. 35, p. 13-15, 1981.

FERRIS, H.; NOLING, J. W. Analysis and prediction as a basis for management decisions. In: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. (Eds.). **Principles and practice of nematode control in crop**. Orlando: Academic Press, 1987. v. 1, p. 49-85.

FIGUEIREDO, P. D.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1995. (Boletim Técnico, 200). CD-ROM 6.

FREYRE, G. (Ed.). **Açúcar em torno da etnografia da história e da sociologia do doce no Nordeste canavieiro do Brasil**. 3. ed. Recife: Massangana, 1987. 213 p.

GAVASSONI, W. L.; TYLKA, L. G.; MUNKVOLD, G. Relationships between tillage and spatial patterns of *Heterodera glycines*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, p. 534-545, 2001.

**GIPI – grupo interministerial de propriedade intelectual**. Brasil: Lista não-exaustiva de nomes associados à biodiversidade de uso costumeiro no Brasil, 2006. Disponível em: <<http://www.notadez.com.br/anexos/ListaBiodivBrasilVer1.xls>>. Acesso em: 05 fev. 2008.

GOMES, G. (Ed.). **Engenho e arquitetura**. Recife: Massangana, 2006. 411 p.

GOODELL, P. B.; FERRIS, H. Sample optimizations for five plant-parasitic nematodes in an alfalfa field. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 13, p. 304-313, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA 97**: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Disponível em: <  
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z=t&o=23&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 12 dez. 2007.

LORDELLO, L. G. E. (Ed.). **Nematóides das plantas cultivadas**. São Paulo: Nobel, 1992. 314 p.

LUCCHESI, A. A. Cana-de-açúcar. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Eds.). **Ecofisiologia de culturas extrativistas**: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendeneiro e oliveira. Piracicaba: Cosmópolis Stoller do Brasil, 2001. v. 1, p. 13-45.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Economic Geology**, Littleton, v. 58, p. 1246-1266, 1963.

MATOS, D. S. S. **Nematofauna associada ao cultivo comercial de mamoeiro e considerações sobre amostragem em campos infectados com *Meloidogyne* sp. e**

***Rotylenchulus* sp.** 2006, 60 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

MATSUOKA, S. The contribution of man-made varieties to the sugar cane industry in São Paulo. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 43, p. 282-289, 1991.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 205-251.

MATSUOKA, S.; LAVORENTI, N. A.; MENEZES, L. L.; SALIBE, A. C.; GHELLER, A. C. A.; ARIZONO, H. Novas variedades de cana-de-açúcar para a região Oeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 7., Londrina, 1999. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1999. p. 34-39.

McSORLEY, R. Extraction of nematodes and sampling methods. In: BROWN, R. H.; KERRY, B. R. (Eds.). **Principles and practice of nematode control in crops**. Orlando: Academic Press, 1987. p. 13-47.

McSORLEY, R.; PARRADO, J. L. Estimating relative error in nematodes numbers from single soil samples composed of multiple cores. **Journal of Nematology**, Hanover, v. 14, p. 522-529, 1982.

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

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

MOURA, R. M. Nematóides de interesse agrícola assinalados pela UFRPE no  
Nordeste do Brasil (1967-2005). **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 289-  
292, 2005.

MOURA, R. M.; MOURA, A. M.; MACEDO, M. E.; SILVA, E. G. Influência de três  
diferentes combinações de culturas sobre populações de nematóides associados à cana-de-  
açúcar. **Nematologia Brasileira**, Brasília v. 21, p. 75-83, 1997.

MOURA, R. M.; RÉGIS, E. M. Interações entre a meloidoginose da cana-de-açúcar e  
deficiências minerais observadas através de biotestes. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba,  
v. 15, p. 179-188, 1991.

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

NOVAETTI, W. R. T. **Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae* (Nemata: Tylenchoidea) em cana-de-açúcar com nematicidas, associados ou não à matéria orgânica.** 1997, 51f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1997.

NOVARETTI, W. R. T.; JUNIOR, D. N. Comportamento de clones SP e variedades comerciais de cana-de-açúcar em relação ao nematóide *Meloidogyne javanica*. Resultados preliminares. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, n. 4, p. 47-58, 1980.

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

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

PUDASAINI, M. P.; SCHOMAKER, C. H.; BEEN, T. H.; MOENS, M. The vertical distribution of the plant-parasitic nematode, *Pratylenchus penetrans*, under four field crops. **Phytopathology**, St. Paul, v. 96, p. 226-233, 2006.

RÉGIS, E. M. O.; MOURA, R. M. Efeito conjunto da meloidoginose e do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 13, p. 119-128, 1989.

ROBERTSON, P. G.; FRECKMAN, W. D. The spatial distribution of nematode trophic groups across a cultivated ecosystem. **Ecology**, Brighton, v. 76, p. 1425-1432, 1995.

ROMÁN, J. Nematode problems of sugarcane in Puerto Rico. In: SMART JR., G. C.; PERRY, V. G. (Eds.). **Tropical Nematology**. Gainesville: Published Center for Tropical Agriculture, 1968. p. 61-67.

ROSSI, J. P.; DELAVILLE, L.; QUÉNÉHERVÉ, P. Microspatial structure of a plant-parasitic nematode community in a sugarcane field in Martinique. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 3, p. 17-26, 1996.

SEINHORST, J. W. The common relation between population density and plant weight in pot and micro plot experiments with various nematode plant combinations. **Fundamental and Applied Nematology**, Orstom, v. 21, p. 459-468, 1998.

SEINHORST, J. W. The relation between nematodes density and damage to plants. **Nematologica**, Leiden, v. 11, p. 137-154, 1965.

SILVA, E. A.; GARCIA, A.; MONICO, J. F. G.; SILVA, J. F. V. Agricultura de precisão e o potencial de tecnologias inovadoras no manejo integrado de fitonematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 22., 2000, Uberlândia. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Nematologia, 2000. p. 19-27.

SOARES, A. F. Estudo de dados climáticos utilizando o módulo “análise” do spring (v. 3.6.02) In: CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA Á AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA (SBI-Agro), 4., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira Agroinformática. 2003. p. 11-15.

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

TORRES, C. R. G.; PEDROSA, E. M. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; MICHEREFF, S. M.; MOURA, R. M. Aspectos Ecológicos de Comunidade de Nematóides Associada a Cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 1-9, 2006.

TSUCHIYA, I.; IMAI, N. N.; SILVA, E. A. **Aplicação do geoprocessamento no controle de nematóides da soja**. Florianópolis: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC, 2000. Disponível em:  
<[http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2000/119/119.htm](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2000/119/119.htm)>.

Acesso em: 13 dez. 2007.

UNIÃO AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. **UNICA**. Estatísticas. São Paulo: União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, 2006. Disponível em <<http://www.portalunica.com.br/ação/cana.jsp>>. Acesso: em 12 dez. 2007.

VARNHAGEN, F. A. (Ed.). **História geral do Brasil**: antes da sua separação e independência de Portugal. São Paulo: Melhoramentos, 1975. v. 5, 314 p.

WALLACE, M. K.; HAWKINS, D. M. Applications of Geostatistics in Plant Nematology. **Journal of Nematology**, Lawrence, v. 26, p. 626-634, 1994.

WHITEHEAD, A. G. Vertical distribution of potato, beet and pea cyst nematodes in some heavily infested soils. **Plant Pathology**, London, v. 26, p. 85-90, 1977.

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

WYSE-PESTER, D. Y.; WILES, L. J.; WESTRA, P. The potential for mapping nematode distributions for site-specific management. **Journal of Nematology**, Lawrence, v. 34, p. 80-87, 2002.

1 **Correlações na Comunidade de Nematóides do Solo em Áreas de Renovação e Colheita da**  
2 **Cana-de-açúcar em Diferentes Condições Edafoclimáticas\***

3 SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO<sup>1</sup>, ELVIRA MARIA RÉGIS PEDROSA<sup>1</sup>,

4 LILÍAN MARGARETE PAES GUIMARÃES<sup>2</sup> &

5 ANDRÉA CHAVES<sup>2</sup>

6 \* Parte da tese da primeira autora, para o título de Doutorado em Fitopatologia da UFRPE,  
7 Recife, PE. <sup>1</sup> Departamento de Agronomia, Laboratório de Fitonematologia, Universidade  
8 Federal Rural de Pernambuco, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, PE. <sup>2</sup> Estação Experimental  
9 do Carpina / Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Ângela Cristina C. P. de  
10 Luna, s/n, Bairro Novo, 55.810-000, Carpina, PE.

11 e-mail: srmaranhao@nlink.com.br

12 (Recebido para publicação em / /2008. Aceito em / /2008)

13 **Resumo** – Maranhão, S.R.V.L., Pedrosa, E.M.R., Guimarães, L M.P. & Chaves, A. 2008.

14 Correlações na Comunidade de Nematóides do Solo em Áreas de Renovação e Colheita da Cana-de-  
15 açúcar em Diferentes Condições Edafoclimáticas. Nematologia Brasileira.

16 A estrutura da comunidade trófica de nematóides, em particular *Meloidogyne* spp. e  
17 *Pratylenchus zaeae*, presente no solo por ocasião da renovação e colheita da cana-de-açúcar  
18 (*Saccharum* spp.) são fundamentais para compreensão das variações na dinâmica  
19 populacional desses organismos e conseqüentes efeitos na produtividade agrícola. O  
20 objetivo do presente estudo foi caracterizar a comunidade de nematóides parasitos de planta,  
21 correlacionar grupos tróficos e determinar a influência das épocas de renovação e colheita  
22 de canaviais na comunidade de nematóides em diferentes condições edafoclimáticas do  
23 Nordeste. As avaliações foram conduzidas na Zona da Mata Norte e Sul de Pernambuco e  
24 Litoral Sul da Paraíba, em áreas de tabuleiro, várzea, encosta e chã. Os resultados obtidos  
25 indicaram que a dinâmica populacional dos nematóides parasitos de planta é dependente das  
26 características físico-químicas do solo e, possivelmente, da variedade de cana-de-açúcar

27 cultivada. Em áreas de encosta e chã da Mata Sul e tabuleiro irrigado da Mata Norte de  
28 Pernambuco, a dominância dos parasitos de planta tende a aumentar sensivelmente com o  
29 desenvolvimento da cultura, embora declínio na abundância dos *taxa* seja verificado.  
30 Situação inversa ocorre em tabuleiros em regime de sequeiro (Mata Norte de Pernambuco e  
31 Litoral Sul da Paraíba) e encosta da Mata Norte de Pernambuco. Em áreas de várzea, as  
32 abundâncias e dominâncias dos parasitos de plantas e demais *taxa* parecem ser pouco  
33 afetadas durante o ciclo da cultura. Entre os Parasitos de planta, *Meloidogyne* sp. e  
34 *Pratylenchus* sp. foram os *taxa* dominantes nas áreas e épocas estudadas, exceto na colheita  
35 em áreas de encosta e chã da Mata Sul, cujos *taxa* dominantes foram *Helicotylenchus* sp. e  
36 *Xiphinema* sp. A baixa riqueza de *taxa* da nematofauna reflete o baixo equilíbrio das  
37 comunidades, característicos de cultivos intensivos.

38 **Palavras-chave:** Biomonitoramento, Abundância, Diversidade trófica, *Saccharum* sp.,  
39 *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp.

#### 40 **Summary – Correlations in Soil Nematode Community in Sugarcane Field**

##### 41 **Renovation and Harvest in Different Edaphic and Climatic Conditions**

42 Nematodes community trophic structure, in particular *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus*  
43 *zeae*, in soil at field renovation and harvest of sugarcane (*Saccharum* spp.) are fundamentals  
44 for understanding shifts in population dynamic and consequent effects on crop production.  
45 The objective of the present study was to characterize plant parasitic nematode community,  
46 correlate trophic groups, and asses the influence of crop field renovation and harvest period  
47 on nematode community under different edaphic and climatic conditions at Northeastern  
48 Brazil. Evaluations were carried out in Zone of North and South Mata of Pernambuco and  
49 South Cost of Paraíba, in costal tables and swamp, lean and sheet lands. The results pointed  
50 out that plant parasitic nematodes population dynamic is dependent on physic-chemical soil

51 characteristics and possible sugarcane variety. In lean and sheet lands from South and  
52 irrigated costal table from North Mata Zone of Pernambuco, the dominance of plant  
53 parasitic nematodes tended to increase highly along with crop development, although  
54 decrease in *taxa* abundance was registred. Contrary situation occurred in no irrigated costal  
55 table (North Mata of Pernambuco and South Coast of Paraíba) and lean land of North Mata  
56 of Pernambuco. In swamp lands, abundance and dominance of plant parasitic nematodes  
57 and the other *taxa* seem to be lowly affected during crop season. Among the plant parasitic  
58 nematodes *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. were the dominant *taxa* in all areas and  
59 periods evaluated, except in lean and swamp lands from South Mata at harvest in which the  
60 dominant *taxa* were *Helicotylenchus* sp. and *Xiphinema* sp. The low *taxa* richness of  
61 nematofauna reflects the low balance of the communities, characteristic of intensive crop  
62 management.

63 **Keywords:** Biomonitoring, Abundance, Trophic diversity, Community structure,  
64 *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp.

## 65 **Introdução**

66 A agroindústria canavieira é uma importante atividade sócio econômica no Nordeste  
67 e a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) o principal produto agrícola de  
68 Pernambuco, em área cultivada e volume de produção. O uso permanente de poucas  
69 variedades e o crescimento da área plantada, a cada ano, nos canaviais nordestinos são  
70 fatores que contribuem para altas incidências e diversificação de patógenos, especialmente  
71 nematóides. Os efeitos prejudiciais dos nematóides adicionam-se às irregularidades  
72 pluviométricas, solos de baixa fertilidade e textura arenosa com baixos níveis de matéria  
73 orgânica (Asano & Moura, 1995; Moura & Régis, 1991).

74 Os nematóides mais importante, *Meloidogyne* spp. Göeldi, e *Pratylenchus zae*  
75 Graham, encontram-se disseminados praticamente em todos os canaviais nordestinos, sendo  
76 de difícil controle (Moura *et al.*, 2000). Quando em altas densidades populacionais,  
77 ocasionam danos ao sistema radicular e redução da produtividade agrícola. Nematóides dos  
78 gêneros *Criconemella* De Grisse e Loof, *Helicotylenchus* Steiner, *Paratricodorus* Siddiqi e  
79 *Trichodorus* Cobb formam um segundo complexo de nematóides, permanentemente  
80 presente nos canaviais nordestino, porém sem o devido reconhecimento como patógenos da  
81 cana-de-açúcar (Lordello, 1992; Spaul & Cadet, 2005; Moura *et al.*, 1990).

82 Diferentes variedades de cana-de-açúcar reagem diferentemente às espécies mais  
83 frequentes na região, *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub)  
84 Chitwood e *P. zae* (Dinardo-Miranda & Ferraz, 1991; Dinardo-Miranda, 1999; Moura *et*  
85 *al.*, 2000). O nível de dano está associado às densidades populacionais e complexo de  
86 espécies de nematóides envolvidos, podendo variar devido a questões epidemiológicas, a  
87 exemplo de condições ambientais favoráveis ao patógeno (Moura, 2000).

88 Ordinariamente, os níveis de danos estabelecidos para a cultura na região Nordeste  
89 fundamentam-se em comparações de produtividades de áreas tratadas e não tratadas com  
90 nematicidas sistêmicos em campos naturalmente infestados, em geral, estabelecidos em  
91 outras condições (Clemson, 1984; Novaretti, 1997; Moura, 2000; Moura & Almeida, 1981).  
92 Muito embora esses níveis não sejam adequados, têm sido de grande utilidade,  
93 especialmente quando aplicados em áreas de renovação, antes da colheita. De acordo com  
94 esses níveis, talhões de produtividade baixa, menor que 40 t/ha, estão associados a  
95 densidades populacionais consideradas altas, maiores que 400 ou 2.500 adultos e juvenis em  
96 50 g de raiz parasitada por *Meloidogyne* spp. ou *Pratylenchus* spp., respectivamente.

97 Pin (1986), ao concluir experimentos com carbofuran, verificou que apesar do  
98 aumento da produtividade na cana planta, devido ao nematicida, a proteção química não se

99 prolongava às socas. Esse fato foi posteriormente confirmado por outros pesquisadores  
100 (Ferreira Lima, 1997; Barros *et al.*, 2000; Chaves *et al.*, 2002), que verificaram, por ocasião  
101 da colheita da cana planta, níveis populacionais dos fitonematóides iguais ou  
102 estatisticamente superiores aos das plantas não tratadas, em cana planta e em cana soca. Os  
103 mesmos pesquisadores também constataram em áreas tratadas que as populações finais,  
104 determinadas no momento da colheita, eram, em maioria, estatisticamente iguais, e às vezes  
105 superiores, às populações iniciais, aferidas por ocasião do plantio, antes do tratamento  
106 (Moura *et al.*, 1998; Ferreira Lima, 1997; Barros *et al.*, 2000; Chaves *et al.*, 2002). No  
107 entanto, a interferência do princípio ativo do nematicida nas populações dos inimigos  
108 naturais, associada à ação fitotônica, resultante da proteção conferida durante os três  
109 primeiros meses após o plantio, compromete as investigações, principalmente quando a  
110 parcela tratada com o produto químico é considerada a testemunha em campos naturalmente  
111 infestados.

112 A composição da comunidade de nematóides parasitos de planta e da comunidade  
113 trófica presente no solo por ocasião da renovação e colheita dos canaviais são fundamentais  
114 para compreensão das variações de dinâmica populacional desses organismos e  
115 conseqüentes efeitos na produtividade da cultura. O objetivo do presente estudo foi  
116 caracterizar a comunidade de nematóides parasitos de planta, correlacionar grupos tróficos e  
117 determinar a influência das épocas de renovação e colheita de canaviais na comunidade de  
118 nematóides em diferentes condições edafoclimáticas do Nordeste.

## 119 ***Material e Métodos***

120 Os estudos foram realizados na Usina Santa Teresa, Goiana, PE, localizada na  
121 Mesorregião da Mata Norte, Usina Cruangi II, Goiana, PE e Alhandra, PB, localizada na  
122 Mesorregião da Mata Norte do Estado PE e Mesorregião do Litoral Sul do Estado da PB e

123 na Usina Salgado, Ipojuca, PE, localizada na Mesorregião Mata Sul do Estado de PE. A  
124 partir do histórico das usinas em relação a problemas nematológicos, amostras de solo foram  
125 coletadas em diferentes áreas de renovação do cultivo de cana-de-açúcar, um mês antes do  
126 plantio e por ocasião da colheita, 14 meses após o plantio. As amostras foram coletadas em  
127 2006 por ocasião da renovação do canavial e em 2007 na colheita da cana, em sete áreas  
128 com as seguintes variedades: Área 1 - Várzea Santa Teresa (VST) – RB872552; Área 2 -  
129 Tabuleiro Santa Teresa (TST) – SP71-6949; Área 3 - Encosta Santa Teresa (EST) –  
130 RB863129; Área 4 - Tabuleiro Irrigado Cruangi II (TIC) – RB863129; Área 5 - Tabuleiro  
131 Não Irrigado Cruangi II (TNIC) – RB863129; Área 6 - Encosta Salgado (ES) – SP81-3250;  
132 Área 7 - Chã Salgado (CS) – RB92579. Os diferentes tipos de solos das áreas onde foram  
133 efetuadas as coletas são caracterizados nas Tabelas 1 e 2.

134 Cada área selecionada foi delimitada 900m<sup>2</sup> (30X30 m), estabelecida malha  
135 de amostragem quadrangular, de 5X5 m, composta por 36 pontos,  
136 georreferenciados com GPS, modelo ETREX da Garmin. Amostras de 1 kg de solo  
137 foram coletados a 0-25 cm de profundidade, em pontos alternados na linha de  
138 cultivo da cana-de-açúcar. No total, foram coletadas e processadas 504 amostras  
139 de solo. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em duplos sacos  
140 plásticos, que continham etiquetas padronizadas, e encaminhadas ao Laboratório  
141 de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

142 As amostras foram homogeneizadas e processadas imediatamente para  
143 extração, a partir de 300 cm<sup>3</sup> de solo, utilizando-se o método da flotação centrífuga  
144 (Jenkins, 1964). As suspensões de fitonematóides obtidas foram mantidas sob  
145 refrigeração (4-6 °C), realizando-se a identificação genérica e contagem dos  
146 espécimes em lâminas de Peters, sob microscópio ótico. Os resultados foram  
147 computados em número de espécimes por 300 cm<sup>3</sup> de solo.

148 Os nematóides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos  
149 tróficos (parasitos de plantas, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), baseado na  
150 morfologia do estoma e esôfago, segundo Yeates *et al.* (1993). Para os nematóides parasitos  
151 de plantas foram efetuadas identificações ao nível de gênero segundo a chave de Mai *et al.*  
152 (1996). A estrutura da nematofauna foi descrita pelos grupos tróficos e pelas razões  
153 micófagos/bacteriófagos (M/B) e onívoros + predadores/ bacteriófagos + micófagos +  
154 parasitos de plantas (O+P)/(B+M+PP), segundo Gomes *et al.* (2003).

155 Visando avaliar a possível relação entre as populações de nematóides pertencentes aos  
156 diferentes taxa encontrados nas malhas de cada área, foram efetuadas comparações entre os  
157 totais de cada taxa, em cada malha separadamente. O grau de correlação linear simples entre  
158 os pares de dados obtidos nas análises nematológicas foi medido pelo coeficiente de  
159 correlação de Pearson, utilizando o programa SAS – Statistical Analytical System (SAS  
160 Institute, 1998).

## 161 **Resultados e Discussão**

162 Os dados relativos a nematofauna associada a rizosfera da cana-de-açúcar  
163 nos períodos da renovação e colheita das sete áreas cultivadas com cana-de-  
164 açúcar encontram-se descritos na Tabela 3. O total de nematóides presentes por  
165 300 cm<sup>3</sup> de solo por ocasião da renovação variou de 10.328 a 45.667, havendo nas  
166 áreas 1, 2, 3, 4 e 5, maior dominância de nematóides parasitos de plantas 58,03,  
167 51,80, 66,86, 51,99 e 64,84%, respectivamente.

168 As áreas 6 e 7, ambas da Mata Sul de Pernambuco, caracterizaram-se por  
169 maior dominância de bacteriófagos, 58,37 e 63,06%, respectivamente; com  
170 dominância de parasitos de planta de 39,92 e 33,27%, respectivamente. A menor  
171 abundância de parasitos de planta na Mata Sul em relação à Mata Norte corrobora  
172 com resultados obtidos por outros pesquisadores (Moura & Almeida, 1981; Moura  
173 *et al.*, 2000) e possivelmente está associada aos maiores teores de carbono  
174 orgânico e matéria orgânica dos solos da Mata Sul (Tabela 2), aliado aos maiores  
175 teores de argila, maior porosidade e, conseqüentemente, menores densidades,  
176 graus de flocculação e relação silte/argila (Tabela 1). Os efeitos dos componentes  
177 físico-químicos do solo na dinâmica populacional da comunidade de nematóides, e  
178 em particular dos parasitos de plantas, já foram estudados por outros  
179 pesquisadores, a exemplo da temperatura, umidade, textura e estrutura do solo  
180 (Ducan & McSorley, 1987; Noe, 1991; Heatherly & Young, 1991; Huang & Pereira,  
181 1994).

182 Quanto às correlações significativas por ocasião da renovação, entre os  
183 parasitos de planta, *Pratylenchus* sp. correlacionou-se positivamente com  
184 *Criconemella* sp. nas áreas 1 e 4, com os Trichodorídeos (*Paratrichodorus* sp. e  
185 *Trichodorus* sp.) nas áreas 3 e 4, com *Helicotylenchus* sp. e *Meloidogyne* sp. na  
186 área 4, e com *Xiphinema* sp. nas áreas 3 e 7, e negativamente com *Radopholus*  
187 sp. na área 1. Correlações positivas entre *Pratylenchus* sp. e grupos tróficos não  
188 parasitos de planta ocorreram com bacteriófagos nas áreas 1, 3 e 4; onívoros nas  
189 áreas 3 e 7 e predadores nas áreas 4 e 7. Não foram detectadas correlações entre  
190 o referido *táxon* e os demais nematóides encontrados nas áreas 2, 5 e 6 (Tabela  
191 4).

192 Ao contrário, na área 4 foi encontrado o maior número de correlações entre  
193 *Pratylenchus* sp. e outros taxa, cinco dos quais parasitos de planta (Tabela 4), destacando-se

194 a correlação de 0,63 com *Meloidogyne* sp. Em estudos com tomateiro (*Lycopersicon*  
195 *esculentum* Mill.), *P. penetrans* (Cobb) Chitwood & Oteifa e *M. incognita* foram  
196 mutuamente supressivos (Estores & Chen, 1970; Estores & Chen, 1972). Comportamento  
197 semelhante ocorreu em fumo (*Nicotiana tabacum* L.) com *P. brchyurus* (Godfrey) Filipjev  
198 & Schuurmans Stekhoven e *M. incognita* (Johnson & Nusbaum, 1970).

199 Muito embora existam relatos de penetração de raízes mais rápidas por espécies de  
200 *Pratylenchus* do que por espécies de *Meloidogyne* (Gay & Bird, 1973) ou da inibição da  
201 penetração de *P. penetrans* por *M. incognita* (Turner & Chapman, 1972), os efeitos de  
202 interações dessa natureza têm variado com a época e a resistência do hospedeiro (Freckman  
203 & Chapman, 1972). Os endoparasitos sedentários são mais avançados em termos de  
204 parasitismo do que os endoparasitos migradores e, geralmente, estabelecem uma relação  
205 muito complexa com o hospedeiro, alterando acentuadamente a fisiologia da planta. Em  
206 alguns casos, essas mudanças favorecem o endoparasito migrador, em outros não  
207 (Eisenback, 1985).

208 Além do mais, a área 4 caracteriza-se como tabuleiro, de solo leve, arenoso com  
209 baixa capacidade de retenção de água. A maior disponibilidade de água no solo, nessa área,  
210 possivelmente resultante da irrigação, aliada a adição de fertilizante químico e matéria  
211 orgânica (Tabelas 1 e 2), deve ter proporcionado melhor desenvolvimento do sistema  
212 radicular da cultura e, conseqüentemente, aumento da densidade populacional de parasitos  
213 de planta em relação aos demais *taxa* (Tabela 3). Essa área, por outro lado, apresentou a  
214 mais baixa média populacional de *Pratylenchus* sp., em relação às demais áreas estudadas,  
215 como também as mais baixas médias populacionais dos demais *taxa*. A alta abundância de  
216 bacteriófagos (44,29%) em contraste com a extremamente baixa abundância de micófitos,  
217 onívoros e predadores deve ser conseqüência do tipo de matéria orgânica adicionada ao solo  
218 e sua conseqüente via de decomposição.

219 Em relação à *Meloidogyne* sp., ocorreram correlações positivas com *Criconemella*  
220 sp. e *Pratylenchus* sp. na área 4, com *Paratrichodorus* sp. nas áreas 3 e 5 e *Trichodorus* sp.  
221 na área 4. Correlações positivas entre *Meloidogyne* sp. e os grupos tróficos não parasitos de  
222 planta ocorreram com bacteriófagos nas áreas 2 e 3; onívoros nas áreas 1 e 3, e predadores  
223 na área 6. Não foi detectada correlações entre o referido *táxon* e os demais nematóides  
224 encontrados na área 6. Salienta-se que, a despeito da ocorrência de correlações positivas, as  
225 densidades populacionais de *Meloidogyne* sp. foram baixas em todas as áreas, exceto a área  
226 2, com média de 176,67 espécimes/300cc de solo e abundância de 30,83%.

227 Ao contrário de *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp. foi o *táxon* parasito de planta  
228 dominante nas áreas 1, 3, 5, 6 e 7 com densidade populacional acima do limite de dano  
229 referido por Robinson *et al.* (1997). *Meloidogyne* sp. foi o *táxon* dominante na área 2. O  
230 parasito de planta *Helicotylenchus* Steiner sp. foi o dominante na área 4. Pelas razões  
231 descritas anteriormente, a área quatro parece proporcionar um habitat mais favorável para os  
232 ectoparasitos do que as demais áreas estudadas.

233 Variações no ranking dos *taxa* foram registradas na colheita. Contrastando com a  
234 época de renovação, *Meloidogyne* sp. foi o *táxon* dominante nas áreas 1, 4 e 5; *Pratylenchus*  
235 sp. nas áreas 2 e 3; *Helicotylenchus* sp. na área 6; e *Xiphinema* sp. na área 7 (Tabela 3).  
236 Ainda na colheita, *Pratylenchus* sp. correlacionou-se positivamente com *Meloidogyne* sp. na  
237 área 1 e 6; *Paratrichodorus* sp. na área 5; *Helicotylenchus* sp. na área 3; e *Hemicicliophora*  
238 sp. na área 6. Correlação positiva entre *Pratylenchus* sp. e grupos tróficos não parasitos de  
239 planta ocorreu com bacteriófagos na área 1. *Meloidogyne* sp. correlacionou-se positivamente  
240 com *Xiphinema* sp. na área 6, com bacteriófagos nas áreas 1 e 4, e negativamente com  
241 micófitos na área 1 (Tabela 5).

242 O total de nematóides na colheita variou de 4.800 a 46.863, havendo nas áreas 1, 4,  
243 5, 6 e 7 dominância de parasitos de plantas com 57,84, 59,44, 54,35, 61,25 e 66,50%,

244 respectivamente (Tabela 3). Com exceção da área 1, o total de nematóides por área,  
245 inclusive parasitos de planta, foi menor na época de colheita do que na renovação.  
246 Paralelamente, a dominância dos parasitos de planta quase duplicou nas áreas 6 e 7, na  
247 época de colheita em relação à renovação, apresentando oscilações menores nas demais  
248 áreas (Tabelas 4 e 5), enfatizando a importância de práticas culturais que reduzam a  
249 população dos parasitos de planta antes e após o plantio da cana.

250 Entre os ectoparasitos, os gêneros *Criconemella*, *Helicotylenchus*, *Trichodorus* Cobb  
251 e *Paratrichodorus* Siddiqi, comuns na região (Cruz *et al.*, 1986; Moura, 2005), porém  
252 considerados de baixa severidade para a cultura (Román, 1968; Cadet, 1985), foram os mais  
253 freqüentes, no entanto, com baixas abundâncias e dominâncias (Tabela 3).

254 A área 7 destacou-se das demais em relação aos bacteriófagos por ocasião da  
255 renovação, com dominância de 63,06%, fato que ocorreu na área 2 com 55,20% por ocasião  
256 da colheita. Segundo Porazinska *et al.* (1999), nematóides pertencentes a esse grupo trófico,  
257 como restritos colonizadores, parecem ser afetados predominantemente por repentinos  
258 aumentos nas fontes de alimento.

259 Em relação aos onívoros, a área 5 destacou-se com dominância de 5,71% e 33,16%  
260 por ocasião da renovação e colheita, respectivamente. Segundo Gomes *et al.* (2003), a  
261 população de dorilaimídeos na comunidade é sensível às práticas culturais, e assim,  
262 utilizadas como indicador de distúrbio ambiental. Ao contrário dos predadores, a  
263 dominância de onívoros e micófagos foi inexpressiva na área 1 por ocasião da renovação e  
264 colheita, apesar da dominância de onívoros ser maior que a dos predadores e micófagos. A  
265 relação  $(O+P)/(B+M+PP)$ , apresentou baixos valores característicos de cultivo anual. Ao  
266 contrário dos onívoros, a dominância de predadores e de micófagos também foi inexpressiva  
267 nas demais áreas estudadas, e a relação  $(O+P)/(B+M+PP)$  também apresentou baixos  
268 valores, característicos de cultivo anual.

269 Embora tenham ocorrido correlações significativas entre os grupos tróficos nas sete  
270 áreas estudadas, de maneira geral, as correlações variaram entre as áreas e épocas de  
271 avaliação (Tabelas 4 e 5). As correlações positivas significativas mais altas observadas na  
272 renovação foram entre espécimes do gênero *Pratylenchus* sp. e bacteriófagos ( $r=0,84$ ) na  
273 área 3; predadores e *Helicotylenchus* sp. ( $r=0,68$ ), bacteriófagos e *Trichodorus* sp. ( $r=0,61$ ),  
274 *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. ( $r=0,63$ ), *Paratrichodorus* sp. e *Trichodorus* sp.  
275 ( $r=0,69$ ), *Pratylenchus* sp. e *Trichodorus* sp. ( $r=0,72$ ) na área 4; onívoros e predadores  
276 ( $r=0,70$ ), micófagos e *Trichodorus* sp. ( $r=0,67$ ) na área 7.

277 Na colheita, as correlações positivas significativas mais altas ocorreram entre  
278 onívoros e predadores ( $r=0,74$ ), e onívoros e *Paratrichodorus* sp. ( $r=0,62$ ) na área 1;  
279 micófagos e *Paratrichodorus* sp. ( $r=0,85$ ), e *Helicotylenchus* sp. e *Trichodorus* sp. ( $r=0,67$ )  
280 na área 2, *Paratrichodorus* sp. e *Criconemella* sp. ( $r=0,69$ ) na área 4; bacteriófagos e  
281 *Helicotylenchus* sp. ( $r=0,67$ ) na área 6.

282 Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a dinâmica populacional dos  
283 nematóides parasitos de planta é dependente das características físico-químicas do solo e  
284 possivelmente da variedade de cana-de-açúcar cultivada. Em áreas de encosta e chã da Mata  
285 Sul e tabuleiro irrigado da Mata Norte de Pernambuco, a dominância dos parasitos de planta  
286 tende a aumentar sensivelmente com o desenvolvimento da cultura, embora declínio na  
287 abundância dos *taxa* seja verificado. Situação inversa ocorre em tabuleiros em regime de  
288 sequeiro (Mata Norte de Pernambuco e Litoral Sul da Paraíba) e encosta da Mata Norte de  
289 Pernambuco. Em áreas de várzea, as abundâncias e dominâncias dos parasitos de plantas e  
290 demais *taxa* parecem ser pouco afetadas durante o ciclo da cultura. Entre os Parasitos de  
291 planta, *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. foram os *taxa* dominantes nas áreas e épocas  
292 estudadas, exceto na colheita em áreas de encosta e chã da Mata Sul, cujos *taxa* dominantes

293 foram *Helicotylenchus* sp. e *Xiphinema* sp. A baixa riqueza de *taxa* da nematofauna reflete o  
294 baixo equilíbrio das comunidades, característicos de cultivos intensivos.

#### 295 **Literatura Citada**

296 ASANO, S. & R.M. MOURA. 1995. Efeitos dos macro e dos micronutrientes na  
297 severidade da Meloidoginose da cana-de-açúcar. *Nematologia Brasileira*, 19:  
298 15-20.

299

300 BARROS, A.C.B., R.M. MOURA & E.M.R. PEDROSA. 2000. Aplicação de terbufós  
301 no controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco  
302 variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – efeitos na cana planta.  
303 *Nematologia Brasileira*, 24: 73-78.

304

305 CADET, P. 1985. Incidence des nêmatodes sur les reponsses de canne à sucre au Burkina  
306 Faso et en Côte d'vore. *Revue de Nématologie*, 8: 277-284.

307

308 CHAVES, A., E.M.R. PEDROSA & R.M. MOURA. 2002. Efeitos da aplicação de  
309 terbufós sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos em 5  
310 variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. *Nematologia Brasileira*, 26: 167-  
311 176.

312

313 CLEMSON, U. 1984. Nematode Guidelines for South Carolina. Clemson  
314 University/USDA. Extension Service. *Plant Disease*, 46: 15-23.

315

316 CRUZ, M.M., S.M.S. SILVA & C.A.G. RIBEIRO. 1986. Levantamento populacional de  
317 nematóides em cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade nos Estados de Alagoas  
318 e Sergipe. *Nematologia Brasileira*, 10: 27-28.

319

320 DINARDO-MIRANDA, L.L. & L.C.C.B. FERRAZ. 1991. Patogenicidade de *Pratylenchus*  
321 *brachyurus* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). *Nematologia*  
322 *Brasileira*, 15: 9-16.

323

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

326

327 DUCAN, L.W. & R.W. McSORLEY. 1987. Modeling nematode populations. In: VEECH,  
328 J.A. & D.W. DICKSON (eds). Vistas on Nematology. Society of Nematologists,  
329 Hyattsville, MD. p. 377 -389.

330

331 EISENBACK, J.D. 1985. Interactions among concomitant populations of nematodes. In:  
332 SASSER, J.N. & C.C. CARTER (eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, v. I.  
333 Biology and Control. North Carolina State University, North Carolina. p. 193-213.

334

335 ESTORES, R. A. & T. A. CHEN. 1970. Interaction of *Pratylenchus penetrans* and  
336 *Meloidogyne incognita acrita* as cohabitants on tomatoes. Phytopathology, 60: 1291  
337 (Abstract).

338

339 ESTORES, R. A. & T. A. CHEN. 1972. Interaction of *Pratylenchus penetrans* and  
340 *Meloidogyne incognita* as cohabitants on tomatoes. Journal of Nematology, 4: 170-174.

341

342 FERREIRA LIMA, R. 1997. Reação de dois genótipos de cana-de-açúcar  
343 (*Saccharum* sp.) em relação ao parasitismo de fitonematóides na presença ou  
344 ausência de dois nematicidas. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal  
345 Rural de Pernambuco, Recife, 82 p.

346

347 FRECKMAN, D.W. & R.A. CHAPMAN. 1972. Infection of red clover seedlings by  
348 *Heterodera trifolii* Goffart and *Pratylenchus penetrans* (Cobb.). Journal of Nematology,  
349 4: 23-28.

350

351 GAY, C.M. & G.W. BIRD. 1973. Influence of concomitant of *Pratylenchus brachyurus* e *Meloidogyne* spp. on root penetration and  
352 population dynamics. *Journal of Nematology*, 5: 212-217.

353

354 GOMES, G.S., S.P. HUANG & J.E. CARES. 2003. Nematode community, trophic structure and population fluctuation in soybean fields.  
355 *Fitopatologia Brasileira*, 28: 258-266.

356

357 HEATHERLY, L.G. & L.D. YOUNG. 1991. Soybean and soybean cyst nematode response  
358 to soil water content in loam and clay soils. *Crop Science*, 31: 191-196.

359

360 HUANG, S.P. & A.C. PEREIRA. 1994. Influence of inoculum density, host, and low-  
361 temperature period on delayed hatch of *Meloidogyne javanica* eggs. *Journal of*  
362 *Nematology*, 26: 72-75.

363

364 JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes  
365 from soil. *Plant Disease Report*, 48: 692.

366

367 JOHNSON, A.W. & C.J. NUSBAUM. 1970. Interactions between *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* e *Pratylenchus brachyurus* in tobacco.  
368 *Journal of Nematology*, 2: 334-340.

369

370 LORDELLO, L.G.E. 1992. Nematóides das plantas cultivadas. Nobel, São Paulo, 314 p.

371

372 MAY, W.F., P.G. MULLIN, H.H. LYON & K. LOEFFLE. 1996. Plant-parasitic nematodes: a pictorial key to genera. 5<sup>th</sup>. Ed. Cornell  
373 University Press, Ithaca, 277 p.

374

375 MOURA, R.M. & A.V. ALMEIDA. 1981. Estudos preliminares sobre a ocorrência de  
376 fitonematóides associado à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade  
377 agrícola no estado de Pernambuco. *Sociedade Brasileira de Nematologia*, 5:  
378 213-220.

379

380 MOURA, R.M. 2000. Controle integrado dos fitonematóides da cana-de-açúcar no nordeste  
381 do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXII, Uberlândia.  
382 Anais, p. 88-94.

383

384 MOURA, R.M. 2005. Nematóides de interesse agrícola assinalados pela UFRPE no  
385 Nordeste do Brasil (1967-2005). *Nematologia Brasileira*, 29: 289-292.

386

387 MOURA, R.M., & E.M.O. RÉGIS. 1991. Interações entre a Meloidoginose da cana-de-  
388 açúcar e deficiências minerais observadas através de biotestes. *Nematologia Brasileira*,  
389 15: 179-188.

390

391 MOURA, R.M., E.M.O. RÉGIS & A.M. MOURA. 1990. Espécies e raças de *Meloidogyne*  
392 assinaladas em cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte. *Nematologia*  
393 Brasileira, 14: 33-38.

394

395 MOURA, R.M., E.M.R. PEDROSA, S.R.V.L. MARANHÃO, M.E.A. MACEDO, A.M.  
396 MOURA, E.G. SILVA, & R.F. LIMA. 2000. Ocorrência dos nematóides *Pratylenchus*  
397 *zeae* e *Meloidogyne* spp. em cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. *Fitopatologia*  
398 Brasileira, 25: 101-103.

399

400 MOURA, R.M., M.E.A. MACEDO, E.G. SILVA & J.P. SILVA. 1998. Efeito da aplicação de Carbofuran em cana-de-açúcar  
401 variedade CB45-3. *Fitopatologia Brasileira*, 23: 503 (Resumo).

402

403 NOE, J.P. 1991. Development of *Meloidogyne arenaria* on peanut and soybean under two  
404 temperature cycles. *Journal of Nematology*, 23: 468-476.

405

406 NOVARETTI, W.R.T. 1997. Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zeae*  
407 (Nemata: Heteroderidae) em cana-de-açúcar associados ou não à matéria orgânica.

- 408 (Tese de Doutorado). Piracicaba, Universidade de São Paulo - Escola Superior de  
409 Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 112 p.
- 410
- 411 PIN, L.H. 1986. Efeito do Furadan 5G FMC no plantio em relação à produção da  
412 cana planta, soca e ressoça. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA,  
413 X, Mossoró. Resumos, p.110-111.
- 414
- 415 PORAZINSKA, D.L., L.W. DUNCAN, R. MCSORLEY & J.H. GRAHAM. 1999.  
416 Nematode communities as indicators of status and processes of a soil ecosystem  
417 influenced by agricultural management practices. *Applied Soil Ecology*, 13: 69-86.
- 418
- 419 ROBINSON, A.F., R.N. INSERRA, E.P. CASWELL-CHEN, N. VOVLAS & A. TROCCOLI. 1997. *Rotylenchulus* species:  
420 identification, distribution, host range, and crop plant resistance. *Nematropica*, 27: 127-180.
- 421
- 422 ROMÁN, J. 1968. Nematode problems of sugarcane in Puerto Rico. In: SMART JR., G.C.  
423 & V.G. PERRY (eds). *Tropical Nematology*. Gainesville: Published Center for Tropical  
424 Agriculture, University of Florida Press, p. 61-67.
- 425
- 426 SAS Institute. SAS/STAT user's guide. Release 6.03, ed. Cary, 1988.
- 427
- 428 SPAULL, V.W. & P. CADET. 2005. Nematode parasitics of sugarcane. In: LUC, M., R. A.  
429 SIKORA & J. BRIDGE. (eds). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical*  
430 *Agriculture*. 2<sup>nd</sup>. Ed. Wallingford: CAB International, Institute of Parasitology. p. 645-  
431 674.
- 432
- 433 TURNER, D.R. & R. A. CHAPMAN. 1972. Infection of seedlings of alfalfa and red clover  
434 by concomitant populations of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus penetrans*.  
435 *Journal of Nematology*, 4: 280-286.

436

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

440 **Tabela 1.** Caracterização física de solos de áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Pernambuco e Paraíba

441

Áreas	Composição Granulométrica (%)						<sup>1</sup> GF (%)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	<sup>2</sup> P (%)	<sup>3</sup> Umidade (%)	<sup>4</sup> CH (cm/h)
	Areia	Argila	Silte	Silte/Argila	Argila/Nat	Classif. Textural					
<sup>5</sup> ST Várzea	74,90	12,60	12,50	0,99	7,60	Franco Arenoso	39,68	1,39	47,15	2,73	28,63
ST Tabuleiro	93,90	4,10	2,00	0,49	1,60	Areia	60,97	1,56	41,57	1,77	217,85
ST Encosta	83,40	10,10	6,50	0,64	5,60	Areia Franca	44,55	1,45	44,87	2,67	21,72
<sup>6</sup> C-Tabuleiro I	87,40	7,10	5,50	0,77	3,60	Areia Franca	49,29	1,42	44,53	3,53	24,11
<sup>7</sup> C-Tabuleiro NI	89,40	6,60	4,00	0,61	2,60	Areia	60,61	1,48	43,08	2,30	30,24
<sup>8</sup> S Encosta	69,90	24,60	5,50	0,22	17,60	Franco Argilo-arenoso	28,45	1,25	52,47	4,10	37,39
S Chã	74,40	20,60	5,00	0,24	16,10	Franco Argilo-arenoso	21,84	1,28	50,77	2,97	27,62

442 <sup>1</sup>Grau de floculação; <sup>2</sup>P – Porosidade; <sup>3</sup> Umidade (%) – Água Disponível; <sup>4</sup>CH – Condutividade Hidráulica; <sup>5</sup>ST – Usina Santa Teresa, Zona  
443 da Mata Norte de Pernambuco; <sup>6</sup>C – Usina Cruangi II – Tabuleiro Irrigado, <sup>7</sup> C – Usina Cruangi II – Tabuleiro Não Irrigado, Litoral Sul da  
444 Paraíba; <sup>8</sup>S – Usina Salgado, Litoral Sul de Pernambuco.

445 **Tabela 2.** Caracterização química de solos de áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Pernambuco e Paraíba

Áreas	<sup>1</sup> pH	<sup>2</sup> P	<sup>3</sup> Na <sup>+</sup>	<sup>4</sup> K <sup>+</sup>	<sup>5</sup> Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup>	<sup>6</sup> Ca <sup>+2</sup>	<sup>7</sup> Al <sup>+3</sup>	<sup>8</sup> H + Al	<sup>9</sup> C.O.	<sup>10</sup> M. O.
	(água – 1:2,5)	(mg/dm <sup>3</sup> )	(cmol <sub>o</sub> / dm <sup>3</sup> )			(cmol <sub>o</sub> / dm <sup>3</sup> )		(cmol <sub>o</sub> / dm <sup>3</sup> )	g/kg	
<sup>11</sup> ST Várzea	5,0	08	0,05	0,11	1,50	0,85	0,50	3,73	5,15	8,88
ST Tabuleiro	6,1	52	0,02	0,07	4,00	2,50	0,10	2,58	5,39	9,28
ST Encosta	5,6	14	0,03	0,06	2,20	1,15	0,20	2,93	4,04	6,96
<sup>12</sup> C-Tabuleiro I	6,9	41	0,05	0,14	4,50	2,40	0,00	2,43	8,60	14,83
<sup>13</sup> C-Tabuleiro NI	6,4	22	0,04	0,12	3,40	2,20	0,10	2,93	7,02	12,11
<sup>14</sup> S Encosta	5,9	10	0,05	0,06	3,00	1,60	0,10	3,31	8,72	15,04
S Chã	6,5	16	0,07	0,39	4,25	2,90	0,05	2,58	9,07	15,64

446  
447 <sup>1</sup> Potencial hidrômetro; <sup>2</sup>P – Fósforo; <sup>3</sup>Na<sup>+</sup> – Sódio; <sup>4</sup>K<sup>+</sup> – Potássio; <sup>5</sup>Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> – Cálcio + Magnésio; <sup>6</sup>Ca<sup>+2</sup> – Cálcio; <sup>7</sup>Al<sup>+3</sup> – Alumínio; <sup>8</sup>H +  
448 AL – Hidróxido + Alumínio; <sup>9</sup>C.O. – Carbono Orgânico; <sup>10</sup>M.O. – Matéria Orgânica; <sup>11</sup>ST – Usina Santa Teresa, Zona da Mata Norte de  
449 Pernambuco; <sup>12</sup>C – Usina Cruangi II – Tabuleiro Irrigado; <sup>13</sup>C – Usina Cruangi II – Tabuleiro Não Irrigado, Litoral Sul da Paraíba; <sup>14</sup>S – Usina  
450 Salgado, Litoral Sul de Pernambuco.

451 **Tabela 3.** Abundância, média e dominância da nematofauna associada a áreas de renovação  
 452 e colheita da cana-de-açúcar na Zona da Mata Norte de Pernambuco e Litoral Sul de  
 453 Pernambuco e Paraíba  
 454

Grupo Trófico/Táxon	Áreas de Renovação			Áreas de Colheita		
	A <sup>a</sup>	Média ± DP <sup>b</sup>	D <sup>c</sup> (%)	A	Média ± DP	D (%)
<b>Área 1 - Santa Teresa (Várzea)</b>						
<b>Bacteriófagos</b>	13.980,00	388,33±176,66	33,80	14.234,00	395,39± 201,64	30,37
<b>Micófagos</b>	320,01	8,89± 13,04	0,77	234,01	6,50± 15,81	0,50
<b>Onívoros</b>	400,01	11,11± 18,17	0,97	2.991,01	83,08±101,45	6,38
<b>Predadores</b>	2.660,01	73,89± 73,42	6,43	2.298,01	63,83± 91,37	4,90
<b>Parasitos de Plantas</b>	24.00,10	666,67±276,92	58,03	27.106,08	752,94±367,10	57,84
<i>Criconemela</i> sp.	5.920,01	164,44± 81,57	14,31	2.841,01	78,92± 93,14	6,06
<i>Belonolaimus</i> sp.	460,01	12,78± 17,98	1,11	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Helicotylenchus</i> sp.	2.340,01	65,01± 80,62	5,66	578,01	16,05± 27,89	1,23
<i>Hemicicliophora</i> sp.	20,01	0,55± 3,33	0,05	29,01	0,80± 4,83	0,06
<i>Hoplolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Meloidogyne</i> sp.	5.900,01	163,89±129,16	14,26	7.435,01	206,53± 185,12	15,86
<i>Pratylenchus</i> sp.	7.920,01	220,01±127,75	19,15	6.030,01	167,50± 111,88	12,87
<i>Paratrichodorus</i> sp.	300,01	8,33± 16,12	0,73	6.088,01	169,11± 127,78	12,99
<i>Radopholus</i> sp.	160,01	4,44± 8,43	0,39	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Trichodorus</i> sp.	660,01	18,33± 19,35	1,60	565,01	15,69± 26,61	1,20
<i>Xiphinema</i> sp.	320,01	8,89± 13,89	0,77	3.540,01	98,33± 72,70	7,55
Nematóides Totais	<b>41.360,13</b>	1.148,89±425,59		<b>46.863,11</b>	1.301,75± 505,99	
M/B		0,03± 0,05			0,04± 0,12	
(O+P)/(B+M+PP)		0,09± 0,08			0,15± 0,19	
<b>Área 2 - Santa Teresa (Tabuleiro)</b>						
<b>Bacteriófagos</b>	8.565,01	237,92±122,71	41,52	4.772,01	132,55±100,86	55,20
<b>Micófagos</b>	217,01	6,03± 14,07	1,05	146,01	4,05± 13,71	1,69
<b>Onívoros</b>	779,01	21,64± 20,47	3,78	337,01	9,36± 27,85	3,90
<b>Predadores</b>	382,01	10,61± 16,01	1,85	50,01	1,39± 8,34	0,58
<b>Parasitos de Plantas</b>	10.684,09	296,78±211,10	51,80	3.339,06	92,75± 67,47	38,62
<i>Criconemela</i> sp.	761,01	21,14± 32,83	3,69	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Belonolaimus</i> sp.	3,01	0,08± 0,28	0,01	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Helicotylenchus</i> sp.	164,01	4,56± 11,76	0,79	241,01	0,00± 0,00	0,00
<i>Hemicicliophora</i> sp.	314,01	8,72± 22,18	1,52	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Hoplolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Meloidogyne</i> sp.	6.360,01	176,67±212,86	30,83	1.253,01	34,80± 45,26	14,49
<i>Pratylenchus</i> sp.	1.261,01	35,03± 32,33	6,11	1.491,01	41,42± 35,22	17,25
<i>Paratrichodorus</i> sp.	268,01	7,44± 14,56	1,30	103,01	2,86± 11,97	1,19
<i>Radopholus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Trichodorus</i> sp.	184,01	5,11± 12,19	0,89	43,01	1,19± 7,17	0,50
<i>Xiphinema</i> sp.	1.369,01	38,03± 36,86	6,64	208,01	5,78± 14,80	2,41
Nematóides Totais	<b>20.627,13</b>	572,97±302,48		<b>8.644,10</b>	240,11±120,02	
<b>Continua...</b>						
M/B <sup>d</sup>		0,03± 0,06			0,00± 0,00	
(O+P)/(B+M+PP) <sup>e</sup>		0,07± 0,08			0,06± 0,16	



<b>Parasitos de Plantas</b>	8.558,73	339,89±175,32	64,84	5.603,06	155,64± 98,47	54,35
<i>Criconemela</i> sp.	3.681,01	102,25±133,05	21,81	575,01	15,97± 33,76	5,58
<i>Belonolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Helicotylenchus</i> sp.	2.058,01	57,17± 67,75	12,19	580,01	16,11± 35,50	5,63
<i>Hemicliphora</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Hoplolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Meloidogyne</i> sp.	1.613,00	44,81± 46,22	9,56	2.815,01	78,19± 71,19	27,31
<i>Pratylenchus</i> sp.	3.742,01	103,94± 73,82	22,17	631,01	17,53± 25,07	6,12
<i>Paratrichodoros</i> sp.	561,01	15,58± 41,56	3,32	434,01	12,05± 21,31	4,21
<i>Radopholus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Trichodoros</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Xiphinema</i> sp.	581,01	16,14± 23,96	3,44	568,01	15,78± 21,42	5,51
Nematoídes Totais	<b>13.198,77</b>	468,78±199,12		<b>10.309,10</b>	286,36±134,89	
M/B		0,00± 0,00			0,00± 0,00	
(O+P)/(B+M+PP)		0,10± 0,14			0,65± 0,60	
<b>Área 6 – Salgado (Encosta)</b>						
<b>Bacteriófagos</b>	30.948,00	859,67±974,10	58,37	1.590,01	44,17±103,79	33,13
<b>Micófagos</b>	173,01	4,80± 22,47	0,33	0,00	0,00± 0,00	0,00
<b>Onívoros</b>	432,01	12,01± 45,10	0,81	120,01	3,33± 11,95	2,50
<b>Predadores</b>	299,01	8,30± 17,58	0,56	150,01	4,17± 12,73	3,13
<b>Parasitos de Plantas</b>	21.169,05	588,03±270,90	39,92	2.939,98	81,67± 83,51	61,24
<i>Criconemela</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	330,01	9,17± 25,68	6,88
<i>Belonolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Helicotylenchus</i> sp.	5.114,01	142,06±132,22	8,66	960,01	26,67± 37,11	20,00
<i>Hemicliphora</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	120,01	3,33± 15,67	2,50
<i>Hoplolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Meloidogyne</i> sp.	1.371,01	38,08± 52,52	2,59	90,01	2,50± 15,00	1,88
<i>Pratylenchus</i> sp.	13.810,00	383,61±239,67	26,05	480,01	13,33± 24,26	10,00
<i>Paratrichodoros</i> sp.	145,01	4,03± 12,30	0,27	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Radopholus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Trichodoros</i> sp.	118,01	3,28± 10,06	0,22	300,01	8,33± 21,04	6,25
<i>Xiphinema</i> sp.	611,01	16,97± 37,61	1,15	660,01	18,33± 37,45	13,75
Nematoídes Totais	<b>22.104,03</b>	1472,81± 1096,35		<b>4.800,01</b>	133,33±169,47	
M/B		0,01± 0,01			0,00± 0,00	
(O+P)/(B+M+PP)		0,01± 0,03			0,10± 0,24	
<b>Área 7 – Salgado (Chã)</b>						
<b>Bacteriófagos</b>	28.798,00	799,94± 717,14	63,06	2.250,01	62,50± 73,26	18,61
<b>Micófagos</b>	58,01	1,61± 6,80	0,13	0,00	0,00± 0,00	0,00
<b>Onívoros</b>	1.619,01	44,97± 57,73	3,55	1.230,01	34,17± 67,71	10,17
<b>Predadores</b>	552,01	15,33 ± 23,20	1,21	570,01	15,83± 26,33	4,71
<b>Parasitos de Plantas</b>	15.192,09	406,67±242,56	33,27	8.040,04	233,33±172,48	60,50
<i>Criconemela</i> sp.	40,01	1,11± 6,67	0,09	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Belonolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Helicotylenchus</i> sp.	3.565,01	99,03± 87,43	7,81	1.770,01	49,17± 42,52	14,64
<b>Continua...</b>						
<i>Hemicliphora</i> sp.	54,01	1,50± 6,28	0,12	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Hoplolaimus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Meloidogyne</i> sp.	404,01	11,22± 20,34	0,88	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Pratylenchus</i> sp.	8.493,01	235,92±182,50	18,60	1980,01	55,01± 85,91	16,38
<i>Paratrichodoros</i> sp.	726,01	20,17± 36,49	1,59	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Radopholus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0,00	0,00± 0,00	0,00	0,00	0,00± 0,00	0,00
<i>Trichodoros</i> sp.	171,01	4,75± 14,08	0,37	1.050,01	29,17± 58,47	8,68
<i>Xiphinema</i> sp.	1.187,01	32,97± 41,15	2,60	3.240,01	90,01± 93,23	26,80
Nematoídes Totais	<b>45.667,11</b>	1268,53± 834,89		<b>12.090,07</b>	335,83±202,69	

	M/B	0,01± 0,03	0,00± 0,00
	(O+P)/(B+M+PP)	0,05± 0,07	0,30± 0,72
455	<sup>a</sup> A (Abundância) = somatório do número de nematóides nas 36 amostras de cada área por taxa por 300 cm <sup>3</sup> de solo, <sup>b</sup> Média ± DP =		
456	Número médio e desvio padrão de nematóides por 300 cm <sup>3</sup> de solo em cada área, <sup>c</sup> D (%) = Dominância de cada grupo trófico e		
457	taxa expresso em porcentagem, <sup>d</sup> M/B = razão média entre micófagos e bacteriófagos, <sup>e</sup> (O+P)/(B+M+PP) = razão média entre		
458	onívoros + predadores e bacteriófagos + micófagos + parasitos de plantas.		

459 **Tabela 4.** Coeficientes de correlação significativa entre as distribuições dos taxa que  
 460 compõem a nematofauna associada a rizosfera em áreas de renovação da cana-de-açúcar na  
 461 Zona da Marta Norte do Estado de Pernambuco e Litoral Sul do Estado de Pernambuco e  
 462 Paraíba

	Mico	Cric	Oniv	Heli	Hemi	Melo	Pred	Prat	Para	Tric	Rado
Mico											
Belo			0,34**				0,52**				
Cric			0,43*				0,47*		0,57*	0,40*	
Oniv						0,39**	0,55*	0,36**			-0,44*
Pred									0,47**		0,34**
Para											0,49*
Prat											-0,55*
Tric											0,31*
											0,57*
											0,37**
<b>Área 2 - Santa Teresa (Tabuleiro)</b>											
Mico	0,48*										
Cric										0,33**	
Oniv							0,38**				0,57*
Melo											0,56*
Para										0,34**	
Tric										0,32**	
<b>Área 3 - Santa Teresa (Encosta)</b>											
Cric									0,47*		
Oniv				0,35**		0,41**		0,34**	0,36**		0,33**
Melo									0,32**		0,37**
Pred										0,48*	
Para											0,32**
Prat									0,46*	0,36**	0,50*
Tric											0,84*
Xiph											0,42*
											0,40**
<b>Área 4 - Cruangi II (Tabuleiro Irrigado)</b>											
Cric						0,49*		0,59*	0,45*	0,35**	
Heli							0,68*	0,40**			
Melo								0,63*		0,42**	
Pred								0,40**			
Para										0,69*	0,44*
Prat									0,55*	0,72*	0,51*
Tric											0,61*
<b>Área 5 - Cruangi II (Tabuleiro Não Irrigado)</b>											
Mico											0,35**
Cric							0,41**				
Oniv											-0,34**
Melo									0,42**		
Para											0,56*
<b>Área 6 - Salgado (Encosta)</b>											
Mico											0,33**
Oniv							0,41**		0,55*		
Melo							0,45*				
Pred							0,45*		0,45*		
Xiphi											0,50*
<b>Área 7 - Salgado (Chã)</b>											
Mico									0,37**	0,67**	
Oniv							0,70*	0,58*	0,39**		0,46*
Pred								0,50*			0,50*
Para										0,39**	
Prat											0,34**

463 Mico = Micófagos., Belo = *Belonolaimus* sp., Crico = *Criconemella* sp., Oniv = Onívoros,  
 464 Hemi = *Hemicicliophora* sp., Heli = *Helocotylenchus* sp., Melo = *Meloidogyne* sp., Pred =  
 465 Predadores, Prat = *Pratylenchus* sp., Para = *Paratrichodorus* sp., Tric = *Trichodorus* sp.,

466 Xiphi = *Xiphinema* sp., Rado = *Radopholus* sp., e Bact = Bacteiófagos. \*\* significativo ao  
467 nível de 5%; \* significativo ao nível de 1% de probabilidade pela análise de correlação de  
468 Pearson.

469 **Tabela 5.** Coeficientes de correlação significativa entre as distribuições dos taxa que  
 470 compõem a nematofauna associada a rizosfera da cana-de-açúcar por ocasião da colheita, na  
 471 Zona da Marta Norte do Estado de Pernambuco e Litoral Sul do Estado de Pernambuco e  
 472 Paraíba

Mico	Cric	Oniv	Heli	Hemi	Melo	Pred	Prat	Para	Tric	Rado
Mico					-0,35**				0,42**	-0,42**
Cric		0,46*				0,47*		0,35**	0,35**	
Oniv						0,74*		0,62*	0,38**	-0,43*
Heli						0,35**				
Hemi									0,59*	
Melo							0,32**			0,40**
Pred								0,53*	0,35**	
Prat										0,51*
Tric									0,38**	
<b>Área 2 – Santa Teresa (Tabuleiro)</b>										
<b>Mico</b>								0,85*	0,49*	0,49*
Heli									0,67*	
Tric										0,43*
Xiphi										-0,44*
<b>Área 3 – Santa Teresa (Encosta)</b>										
<b>Mico</b>		0,48*								0,53*
Heli							0,34**			
Pred										0,56*
Para										0,42**
<b>Área 4 – Cruangi II (Tabuleiro Irrigado)</b>										
Cric						0,33**		0,69*		
Melo										0,40**
<b>Área 5 – Cruangi II (Tabuleiro Não Irrigado)</b>										
<b>Cric</b>									0,43*	
Oniv									0,46*	
Heli										0,41**
Prat								0,36**		
<b>Área 6 – Salgado (Encosta)</b>										
Heli									0,43*	0,67*
Hemi							0,42**			
Melo							0,33**		0,33**	
Pred									0,59*	
Xiphi										0,53*
<b>Área 7 – Salgado (Chã)</b>										
Oniv									-0,32**	0,51*
Heli										

473 Mico = Micófagos., Belo = *Belonolaimus* sp., Crico = *Criconemella* sp., Oniv = Onívoros,  
 474 Hemi = *Hemicicliophora* sp., Heli = *Helocotylenchus* sp., Melo = *Meloidogyne* sp., Pred =  
 475 Predadores, Praty = *Pratylenchus* sp., Para = *Paratrichodorus* sp., Tric = *Trichodorus* sp.,  
 476 Xiphi = *Xiphinema* sp., Rado = *Radopholus* sp., e Bact = Bacteiófagos. \*\* significativo ao  
 477 nível de 5%; \* significativo ao nível de 1% de probabilidade pela análise de correlação de  
 478 Pearson.

1 *Dinâmica Populacional de Meloidogyne sp. e Pratylenchus sp. em Áreas de Cultivo*  
2 *de Cana-de-Açúcar com Diferentes Atributos Edafo-climáticos\**

3 **SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO<sup>1</sup>, ELVIRA MARIA RÉGIS**  
4 **PEDROSA<sup>2</sup>, LILÍAN MARGARETE PAES GUIMARÃES<sup>3</sup>,**  
5 **ANDRÉA CHAVES<sup>3</sup> & DOMINGOS EDUARDO GUIMARÃES TAVARES**  
6 **DE ANDRADE<sup>4</sup>**

7 \* Parte da tese da primeira autora, para o título de Doutorado em Fitopatologia da UFRPE,  
8 Recife, PE. <sup>1</sup> Departamento de Agronomia, Laboratório de Fitonematologia, Universidade  
9 Federal Rural de Pernambuco, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, PE. <sup>2</sup> Estação Experimental  
10 do Carpina / Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Ângela Cristina C. P. de  
11 Luna, s/n, Bairro Novo, 55.810-000, Carpina, PE. <sup>3</sup> Estação Experimental de  
12 Itapirema/Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Goiana, PE.

13 e-mail: srmaranhao@nlink.com.br

14 **(Recebido para publicação em / /2008. Aceito em / /2008)**

15 **Resumo – Maranhão, S.R.V.L., Pedrosa, E.M.R., Guimarães, L M.P., Chaves, A.**  
16 **& Andrade, D. E. G. T. 2008. Dinâmica Populacional de Meloidogyne sp. e**  
17 **Pratylenchus sp. em Áreas de Cultivo de Cana-de-Açúcar com Diferentes**  
18 **Atributos Edafo-climáticos. Nematologia Brasileira.**

19 Considerando a aplicabilidade de modelos na epidemiologia de doenças de plantas e  
20 as diferentes condições edafo-climáticas das áreas de cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum*  
21 sp.) no Nordeste, o presente trabalho teve por objetivo comparar as variações nas densidades  
22 populacionais de *Meloidogyne sp.* e *Pratylenchus sp.* em áreas com diferentes atributos  
23 edafo-climáticos, no período compreendido entre a renovação e a colheita da cana-de-  
24 açúcar, usando modelos de regressão e a área abaixo da curva da densidade populacional  
25 (AACDP) do nematóide para analisar as variações. As avaliações foram conduzidas na Zona

26 da Mata Norte e Sul de Pernambuco e Litoral Sul da Paraíba, em sete áreas caracterizadas  
27 como tabuleiro, várzea, encosta e chã, quatro épocas de coleta. Em várzea, encosta e chã a  
28 curva de crescimento populacional de *Pratylenchus* sp., isoladamente ou associado a  
29 *Meloidogyne* sp., descreveu função quadrática. Nenhum dos modelos usados descreveu  
30 adequadamente as variações nas densidades populacionais de *Meloidogyne* sp. nas áreas  
31 estudadas, nem o comportamento de quaisquer dos parasitos em tabuleiros. Os menores  
32 ( $P \leq 0,05$ ) valores da AACDP para *Meloidogyne* sp., no solo ou raiz, ocorreram em encosta e  
33 chã, e os maiores ( $P \leq 0,05$ ) em tabuleiros e várzea. Para *Pratylenchus* sp. as áreas de encosta  
34 e tabuleiro apresentaram os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores de AACDP na raiz e solo,  
35 respectivamente. As maiores ( $P \leq 0,05$ ) AACDP na raiz ocorreram em chã, encosta, tabuleiro  
36 não irrigado e várzea; e no solo em chã e encosta. O maior fator de reprodução de  
37 *Pratylenchus* sp., em solo ou raiz, ocorreu em tabuleiro e o menor em várzea na raiz. No  
38 solo, em várzea, a densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp.,  
39 isoladamente, correlacionaram-se inversamente com a precipitação mensal, registrando-se  
40 comportamento inverso de *Pratylenchus* sp. em raiz. Em chã e encosta a precipitação  
41 acumulada afetou negativamente a densidade populacional de ambos nematóides  
42 principalmente *Pratylenchus* sp., no solo e na raiz.

43

44 **Palavras-chave:** Nematóide das galhas, nematóide das lesões radiculares, *Saccharum* sp.,  
45 textura do solo, estresse hídrico, curva reprodutiva

46

47 **Summary – Population Dynamic of *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. in**  
48 **Sugarcane Growing Areas with different Edaphic Climatic Attributes**

49 Considering plant disease epidemiology models applicability and the different  
50 edaphic and climatic conditions of sugarcane (*Saccharum* sp.) growing areas in

51 Northeastern Brazil, the present study had the objective of comparing variations on  
52 population density of *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp. in areas with different edaphic  
53 and climatic attributes, from crop field renovation to harvest, using regression models and  
54 the area under population density curve (AUPDC) of the nematode to analyse the variations.  
55 Evaluations were carried out in Zone of North and South Mata of Pernambuco and South  
56 Cost of Paraíba, in seven areas characterized as costal tables and swamp, lean and sheet  
57 lands, in four collect periods. Population curve increasing of *Pratylenchus* sp., along with  
58 *Meloidogyne* sp. or not described quadrature functions, in swamp, lean and sheet lands. None  
59 of the tested model fitted *Meloidogyne* sp. population density on the studied areas, neither  
60 did any parasite on costal tables. The lowest ( $P \leq 0.05$ ) values of AUPDC for *Meloidogyne*  
61 sp., in soil or root, occurred in lean and sheet lands, and the highest ( $P \leq 0.05$ ) in costal tables  
62 and swamp. To *Pratylenchus* sp., lean land and costal table showed the lowest ( $P \leq 0.05$ )  
63 AUPDC in soil and root, respectively. The highest ( $P \leq 0.05$ ) AUPDC in root occur in no  
64 irrigated costal table, swamp, sheet and lean lands; and in soil in sheet and lean land. The  
65 highest reproduction factor of *Pratylenchus* sp., in soil or root, was verified in costal table,  
66 and the lowest in swamp in root. In swamp soil *Meloidogyne* sp. and *Pratylenchus* sp, with  
67 no association, inverse correlated with mensal precipitation. In contrast, at the same area,  
68 the highest *Pratylenchus* sp. population densities in root were associated to the highest  
69 mensal precipitations. In lean and sheet lands, the accumulated precipitation negatively  
70 affected both parasite population density especially *Pratylenchus* sp., in root and soil.

71

72 **Keywords:** Root-knot nematode, lesion nematode, *Saccharum* sp., soil texture, water stress,  
73 reproductive curve

#### 74 **Introdução**

75 A atividade sucroalcooleira é uma atividade que enfrenta dificuldades. Entre as  
76 razões salientam-se estar implantada numa estrutura fundiária concentrada,

77 pequenos investimentos federais, má política de preços e ausência de efetiva  
78 assistência técnica. Os canaviais nordestinos apresentam baixa produtividade  
79 agrícola, verificada em quase todas as variedades cultivadas no Nordeste, com  
80 médias na ordem de 50t/ha, conseqüência do acúmulo de problemas técnicos  
81 de campo, especialmente as fitonematoses. Estas se destacam por  
82 ocasionarem perdas elevadas e pelas limitações das técnicas de controle em  
83 diminuir de forma drástica e prolongada as populações em áreas infestadas  
84 (Barros *et al.*, 2000; Chaves *et al.* 2002 & Moura, 2000).

85 O uso contínuo de poucas variedades, ao longo dos anos nos canaviais  
86 nordestinos, tem sido responsável pelas altas incidências, diversificações e  
87 especializações de patógenos, principalmente os fitonematóides. Os efeitos  
88 prejudiciais desses parasitos à cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) somam-se  
89 às conseqüências de uma ambiente muitas vezes hostil, devido a longas e  
90 freqüentes estiagens (Moura & Almeida, 1981). Outros efeitos agravantes são as  
91 deficiências em fertilidade do solo, principalmente de macronutrientes, alta  
92 ocorrência de textura arenosa e predominância de baixos níveis de matéria  
93 orgânica (Moura & Régis, 1991). A associação desses fatores compõe o quadro  
94 de predisposição da cana-de-açúcar em relação às mais altas severidades das  
95 nematoses (Moura & Macedo, 1997).

96 Altos níveis populacionais de fitonematóides estão geralmente associados a danos  
97 elevados. Diferentes variedades de cana-de-açúcar reagem diferentemente a *Meloidogyne*  
98 *incognita* (Kofoid & White) Chitwood, *M. javanica* (Treub) Chitwood e *Pratylenchus zea*  
99 Graham, as três espécies mais prevalentes nos canaviais nordestinos. (Dinardo-Miranda,  
100 1999; Dinardo-Miranda & Ferraz, 1991; Moura 2000). Fatores ambientais físico-químicos e  
101 biológicos também afetam as relações parasito - planta hospedeira. Portanto, é tarefa difícil  
102 o estabelecimento de níveis de dano específicos para as três espécies de nematóides,  
103 diferentes variedades e condições de predisposição.

104 O manejo de cultivo é outro componente que reconhecidamente interfere nas  
105 epidemias, tanto em intensidade quanto em estrutura. Vanderplank (1963) quantificou a  
106 doença, por meio da taxa de progresso, inoculo inicial, intensidade máxima e intensidade  
107 final. Plotando-se a proporção de doença em função do tempo, obtem-se a curva de  
108 progresso da doença que pode ser construída para qualquer patossistema. Outra variável  
109 empregada é a área abaixo da curva de progresso da doença (AUDPC), usada  
110 principalmente quando os dados observados não se ajustam aos modelos ordinariamente

111 utilizados em epidemiologia ou, então, como uma variável discriminatória de tratamento  
112 (Campbell & Madden, 1990; Jesus Júnior *et al.*, 2004).

113 Considerando a aplicabilidade de modelos na epidemiologia de doenças de plantas e  
114 as diferentes condições edafo-climáticas das áreas de cultivo de cana-de-açúcar no Nordeste,  
115 o presente trabalho teve por objetivo comparar as variações nas densidades populacionais de  
116 *Meloidogyne* spp. e *P. zae* em áreas com diferentes atributos edafo-climáticos, no período  
117 compreendido entre a renovação e a colheita da cana-de-açúcar, usando modelos de  
118 regressão e a área abaixo da curva da densidade populacional (AACDP) desses  
119 fitonematóides para avaliar as variações.

120

## 121 **Material e Métodos**

122 Os estudos foram realizados na Usina Santa Tereza, Goiana, PE, localizada na  
123 Mesorregião da Mata Norte, Usina Cruangi II, Goiana, PE e Alhandra, PB, localizada na  
124 Mesorregião da Mata Norte do Estado PE e Mesorregião do Litoral Sul do Estado da PB e  
125 na Usina Salgado, Ipojuca, PE, localizada na Mesorregião do Estado de PE. A partir do  
126 histórico das usinas em relação a problemas nematológicos, amostras de solo e raiz foram  
127 coletadas em diferentes áreas de renovação do cultivo de cana-de-açúcar.

128 As avaliações foram realizadas nos anos de 2006 a 2007. As amostras foram  
129 retiradas em sete áreas cultivadas com as seguintes variedades: Área 1 - Várzea Santa  
130 Teresa (VST) – RB872552; Área 2 - Tabuleiro Santa Teresa (TST) – SP71-6949; Área 3 -  
131 Encosta Santa Teresa (EST) – RB863129; Área 4 - Tabuleiro Irrigado Cruangi II (TIC) –  
132 RB863129; Área 5 - Tabuleiro Não Irrigado Cruangi II (TNIC) – RB863129; Área 6 -  
133 Encosta Salgado (ES) – SP81-3250; Área 7 - Chã Salgado (CS) – RB92579. Os diferentes

134 tipos de solos das áreas onde foram efetuadas as coletas são caracterizados nas Tabelas 1 e  
135 2.

136 As densidades populacionais dos fitonematóides foram determinadas um mês antes  
137 do plantio da cana-de-açúcar, por ocasião da renovação (setembro de 2006 para a área de  
138 várzea e junho/2006 para as demais áreas), e aos 4, 9 e 14 meses após o plantio. As amostras  
139 foram coletadas, em seis pontos alternados por linha de cultivo da cana-de-açúcar, formando  
140 uma malha de 900 m<sup>2</sup> (30X30 m), com 36 pontos (5x5 m) por área, georreferenciados com  
141 GPS, modelo ETREX da Garmin. Para a coleta utilizou-se enxadeco, retirando-se 1 kg de  
142 amostra composta de solo e de raiz, a 0-25 cm profundidade. Foram coletadas e processadas  
143 504 amostras de solo e de raiz, nos quatro diferentes períodos, totalizando 2.016 amostras.  
144 Após cada coleta, o material foi acondicionado em duplo saco plástico, devidamente  
145 identificado com etiquetas padronizadas, e encaminhado ao Laboratório de Fitonematologia  
146 da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

147 Para as análises nematológicas, as amostras foram homogeneizadas e  
148 processadas imediatamente para extração, a partir de 300 cm<sup>3</sup> de solo e 10 g de  
149 raiz, utilizando-se o método da flotação centrífuga (Jenkins, 1964). As raízes foram  
150 processadas utilizando-se a associação da técnica da maceração rápida em  
151 liquidificador, por 20 segundos em velocidade média, associada a flotação  
152 centrífuga (Jenkins, 1964; Novaretti, 1997).

153 As suspensões de fitonematóides obtidas foram mantidas sob refrigeração (4-6 °C),  
154 realizando-se a contagem dos fitonematóides em lâminas de Peters, sob microscópio ótico,  
155 utilizando-se a média de duas leituras. Os resultados foram computados em número de  
156 espécimes por 300 cm<sup>3</sup> de solo e 10 g de raízes. As identificações genéricas dos  
157 fitonematóides fundamentaram-s na chave de identificação de Mai *et al.*, 1996.

158 Modelos lineares, logarítmicos, quadráticos e cúbicos foram utilizados na tentativa de  
159 descrever as variações nas densidades populacionais dos fitonematóides em função do  
160 tempo relativo ao desenvolvimento da cultura e em função da precipitação mensal e  
161 acumulada. Curvas de progresso da densidade populacional dos fitonematóides foram  
162 plotadas e a área abaixo da curva da densidade populacional (AACDP) calculada pela  
163 expressão  $AACPD = \Sigma(y_i + y_{i+1})/2 * d_{ti}$ , onde,  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são valores das densidades  
164 observados nas quatro avaliações consecutivas e  $d_{ti}$  o intervalo entre avaliações (Shaner  
165 & Finney, 1977), normalizadas conforme Fry (1978). O fator de reprodução (FR) foi  
166 determinado pela expressão  $FR = P_f/P_i$ , onde  $P_f$  é a população final aos 480 dias por  
167 ocasião da colheita e  $P_i$  é a população inicial obtida na primeira coleta, um mês antes do  
168 plantio, por ocasião da renovação do cultivo da cana-de-açúcar. Para análise de variância,  
169 os dados relativos às densidades populacionais dos fitonematóides foram transformados,  
170 buscando homogeneidade de variância, para  $\log_{10}(x+1)$  e o fator de reprodução para  
171  $\sqrt{(x+1)}$ , utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para separação das médias.

172

## 173 **Resultados e Discussão**

174 Na área de várzea da Usina Santa Teresa a densidade populacional de *Meloidogyne*  
175 *sp.* e *Pratylenchus sp.* em solo permaneceu baixa até o quarto mês após o plantio (Figura  
176 1A). A partir do quarto mês, os índices populacionais cresceram rapidamente em função do  
177 tempo, e embora *Pratylenchus sp.* tenha apresentado nível populacional inferior a  
178 *Meloidogyne sp.*, as densidades populacionais de ambos parasitos não diferiram por ocasião  
179 da colheita. Na raiz, o nível populacional de *Pratylenchus sp.* também se manteve baixo até  
180 o quarto mês, quando então a população cresceu rapidamente, apresentando níveis elevados  
181 na colheita (Figura 1B). As curvas de crescimento da população conjunta (*Meloidogyne sp.*

182 + *Pratylenchus* sp.) descreveram função quadrática ao longo do tempo, indicando  
183 comportamento semelhante dos dois nematóides no solo e raiz (Figura 1C).

184 Os modelos quadráticos que melhor descreveram o crescimento populacional dos  
185 parasitos em função das épocas de coleta foram, respectivamente:  $Y=483,7500-$   
186  $407,1416X+84,6250X^2$  ( $R^2=0,37^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. no solo e  $Y=541,7013-$   
187  $414,3208X+80,9236X^2$  ( $R^2=0,43^{**}$ ) para *Meloidogyne* sp. no solo (Figura 1A);  
188  $Y=2964,1319-1900,7458X+295,7985X^2$  ( $R^2=0,59^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. na raiz (Figura  
189 1B); e  $Y=2964,1319-1900,7458X+295,7985X^2$  ( $R^2=0,47^{**}$ ) para população conjunta  
190 (*Meloidogyne* sp. + *Pratylenchus* sp.) no solo e na raiz (Figura 1C).

191 Esses resultados indicam que, a despeito dos dois parasitos descreverem função de  
192 crescimento semelhante, a taxa de crescimento de *Pratylenchus* sp. foi maior do que a de  
193 *Meloidogyne* sp. e que, apesar de não ter sido encontrada função significativa que se  
194 ajustasse ao crescimento de *Meloidogyne* sp. na raiz, a função descrita pela população  
195 conjunta (*Meloidogyne* sp. + *Pratylenchus* sp.) no solo e na raiz (Figura 1C) retrata o  
196 somatório do comportamento de cada parasito isoladamente no solo ou raiz (Figura 1A, B,  
197 C).

198 O fato de *Pratylenchus* sp. apresentar maior taxa de crescimento no solo do que  
199 *Meloidogyne* sp. deve estar associado ao comportamento endoparasítico sedentário do  
200 nematóide de galhas, que após estabelecer o sítio de alimentação na raiz perde a capacidade  
201 de locomoção (Hussey & Williamson, 1998).

202 As baixas densidades populacionais aos quatro meses são possivelmente  
203 decorrências do preparo do solo para o plantio, cujas ações incluem revolvimento de solo e  
204 aplicação de herbicida. No primeiro caso, os nematóides são expostos aos efeitos de  
205 temperaturas mais altas e dessecação. No segundo caso, o nematóide é privado de alimento,  
206 pela destruição das plantas hospedeiras.

207 Em áreas de encosta e chã, o comportamento da população de *Pratylenchus* sp.  
 208 isoladamente ou em associação com *Meloidogyne* sp., no solo e na raiz, em função do  
 209 tempo, também foi expresso por modelos quadráticos de acordo com as seguintes equações:  
 210  $Y=1262,9652-755,3263X+711,1736X^2$  ( $R^2=0,45^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. e  $Y=1283,4583-$   
 211  $743,8472X+714,4861X^2$  ( $R^2=0,41^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. e *Meloidogyne* sp. em encosta  
 212 (Usina Santa Teresa, Figura 2A);  $Y=2837,9027-1838,3861X+312,9861X^2$  ( $R^2=0,44^{**}$ ) para  
 213 *Pratylenchus* sp. e  $Y=3142,0763-2130,7458X+387,7708X^2$  ( $R^2 = 0,44^{**}$ ) para *Pratylenchus*  
 214 sp. e *Meloidogyne* sp. em encosta (Usina Salgado, Figura 2B);  $Y=2034,1041-$   
 215  $1025,0092X+138,7013X^2$  ( $R^2=0,41^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. e  $Y=2124,7500-$   
 216  $1059,4027X+143,0694X^2$  ( $R^2 = 0,42^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. e *Meloidogyne* sp. em chã  
 217 (Usina Salgado, Figura 2C).

218 Embora nenhum dos modelos usados tenha descrito adequadamente as variações nas  
 219 densidades populacionais de *Meloidogyne* sp. nas áreas estudadas, nem o comportamento de  
 220 quaisquer dos parasitos em tabuleiros, as curvas que descreveram a evolução da população  
 221 conjunta (*Meloidogyne* sp. + *Pratylenchus* sp.) mostraram tendências semelhantes àquelas  
 222 descritas para *Pratylenchus* sp. isoladamente, sugerindo que o comportamento de  
 223 *Meloidogyne* sp. foi sobrepujado pelo efeito de *Pratylenchus* sp., possivelmente devido a  
 224 maior densidade populacional do segundo (Figuras 2A, B, C). As áreas de encosta,  
 225 principalmente as da Usina Santa Tereza foram as que apresentaram densidades  
 226 populacionais conjuntas mais elevadas em solo e raiz; a de chã (Usina Salgado), as mais  
 227 baixas.

228 A área abaixo da curva da densidade populacional e o fator de reprodução obtido nas  
 229 sete áreas estudadas são apresentados na Tabela 3. Os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores da AACDP  
 230 para *Meloidogyne* sp., no solo ou raiz, foram apresentados em encosta (Usina Santa Teresa)  
 231 e chã (Usina Salgado), e os maiores ( $P \leq 0,05$ ) nos tabuleiros (Usinas Santa Tereza e Cruangi

232 II) e várzea (Usina Santa Teresa). A várzea também se destacou por apresentar os maiores  
233 FR em solo e raiz, em contraste com a grande quantidade de  $FR \leq 1$  em solo na quase  
234 totalidade das demais áreas.

235 Para *Pratylenchus* sp. as áreas de encosta e tabuleiro da Usina Santa Teresa  
236 apresentaram os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores de AACDP na raiz e solo, respectivamente  
237 (Tabela 3). As maiores ( $P \leq 0,05$ ) AACDP na raiz ocorreram em chã e encosta (Usina  
238 Salgado), tabuleiro não irrigado (Usina Cruangi II) e várzea (Usina Santa Teresa), e no solo  
239 em chã (Usina Salgado) e encosta (Usinas Salgado e Santa Tereza). O maior FR de  
240 *Pratylenchus* sp., em solo ou raiz, foi detectado em tabuleiro Usina Santa Teresa) e o menor  
241 em várzea na raiz (Tabela 3).

242 É amplamente aceito que o ambiente do solo afeta a densidade populacional dos  
243 fitonematóides e a sobrevivência das espécies de forma direta ou indireta, pelos efeitos  
244 sobre a planta hospedeira (Francl, 1993). Em geral, os nematóides de galhas se multiplicam  
245 melhor em solos mais leves, arenosos, do que em solos de textura mais fina como os  
246 argilosos (Barker *et al.*, 1981; Shane & Barker, 1986; Wallace, 1989). Com efeito, as áreas  
247 de tabuleiro das Usinas Santa Tereza e Cruangi II correspondem a areia ou areia franca,  
248 positivamente relacionadas com as maiores densidades populacionais de *Meloidogyne* sp.,  
249 enquanto a encosta na Usina Salgado corresponde a um solo franco argilo-arenoso (Tabela  
250 1).

251 Variações na textura tem explicado, em parte, as variações nas densidades  
252 populacionais de muitos fitonematóides, a exemplo de *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus*  
253 *penetrans* (Cobb) Filipjev e Schuurmans Stekhoven, *Helycotylenchus multycinctus* (Cobb)  
254 Golden, *H. Dihystera* (Cobb) Sher e *Heterodera glycines* Ichinohe (Noe & Barker, 1985;  
255 Quénéhervé, 1988; Francl, 1993; Wallace *et al.*, 1993), muito embora algumas relações  
256 sejam inconsistentes em diferentes ambientes. Populações de *P. penetrans* apresentaram

257 densidade populacional mais elevada em solos de textura fina (Jordaan *et al.*, 1989),  
 258 enquanto em outros estudos a maior densidade ocorreu em solos arenosos (Florini *et al.*,  
 259 1987).

260 As Figuras 3 e 4 apresentam relações entre a densidade populacional de nematóides  
 261 e a precipitação pluviométrica mensal (Figura 3) na Usina Santa Teresa, e a precipitação  
 262 pluviométrica acumulada (Figura 4) na Usina Salgado, no ano de 2006 e 2007. Nos dois  
 263 casos, as relações descreveram funções exponenciais. No solo, em área de várzea, a  
 264 densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp., isoladamente,  
 265 correlacionaram-se inversamente com a precipitação mensal de acordo com as funções:  $Y=$   
 266  $10^{2,690599-0,010135X}$  ( $R^2=0,71^{**}$ ) e  $Y=10^{2,718063-0,009441X}$  ( $R^2=0,61^{**}$ ), respectivamente (Figura  
 267 3A, B). Ao contrário, na mesma área, as maiores densidades populacionais de *Pratylenchus*  
 268 sp. na raiz estavam associadas às maiores precipitações mensais, como descrito pela  
 269 equação  $Y=10^{0,270060+0,005500X}$  ( $R^2=0,57^{**}$ ) (Figura 3C).

270 Nas áreas de chã da Usina Salgado, as maiores densidades populacionais estavam  
 271 associadas às menores precipitações acumuladas, conforme as equações  $Y=10^{3,058631-0,000535X}$   
 272 ( $R^2=0,54^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. na raiz,  $Y=10^{3,113110-0,000461X}$  ( $R^2=0,51^{**}$ ) para  
 273 *Pratylenchus* sp. no solo e raiz, e  $Y=10^{3,131956-0,000440X}$  ( $R^2=0,48^{**}$ ) para *Meloidogyne* sp. e  
 274 *Pratylenchus* sp. no solo e raiz (Figuras 4A, B, C). Comportamento semelhante ocorreu na  
 275 encosta, descrito pela função  $Y=10^{2,808073-0,000882X}$  ( $R^2=0,53^{**}$ ) para *Pratylenchus* sp. no solo  
 276 (Figura 4D).

277 No mês da primeira coleta (setembro/2006) na área da várzea, as chuvas foram  
 278 escassas, de fevereiro a junho, o volume pluviométrico aumentou consideravelmente,  
 279 provavelmente ocasionando condições de anaerobiose e propiciando o desenvolvimento de  
 280 antagonistas, diminuindo a densidade de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. no solo (Figura  
 281 3A, B). Muitas espécies de nematóides permanecem em quiêscência durante estádios

282 específicos do ciclo de vida, dependendo do nível de estresse, levando a criptobiose  
283 (Womersley, 1987). Em geral, o máximo de eclosão ocorre na capacidade de campo,  
284 enquanto a seca ou encharcamento inibem a eclosão de juvenis (Jones et.al., 1969),

285 A área de tabuleiro da Usina Santa Teresa teve comportamento inverso ao da várzea,  
286 muito embora no mês de coleta inicial (junho/2006) tenha ocorrido um pico, onde o volume  
287 pluviométrico foi maior, as características do solo, tipicamente arenoso, permitiram rápida  
288 drenagem do excesso de água, promovendo condições propícias para a multiplicação do  
289 parasito. Além do mais, no interior das raízes os nematóides estão mais protegidos das  
290 intempéries do ambiente (Figura 3C).

291 Nas áreas de chã e encosta da usina Salgado, constituídas de maneira geral por solos  
292 de textura franco-argilo-arenosa, a precipitação acumulada afetou negativamente a  
293 densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp., principalmente a do  
294 segundo, no solo e na raiz, semelhante ao que ocorreu na área de várzea. Poucos estudos  
295 têm focado nas relações entre estresse hídrico, fisiologia da planta hospedeira e seus efeitos  
296 na densidade populacional dos fitonematóides. É aceito que uma variedade de fatores físico-  
297 químicos e biológicos afeta a reprodução desses parasitos, a exemplo da temperatura (Noe,  
298 1991), umidade (Yeates, 1981), antagonistas (Stirling, 1991) e práticas agrícolas (Dutra &  
299 Campos, 2003). As funções apresentadas no presente estudo descrevem variações na  
300 densidade populacional de dois importantes fitonematóides endoparasitos e suas relações  
301 com atributos do ambiente no qual a cana-de-açúcar é cultivada no Nordeste. Essas  
302 informações poderão ser úteis na dinâmica de sistemas de manejo empregado em diferentes  
303 condições de solo e precipitação.

304

305 **Literatura Citada**

306

- 307 BARKER, K.R., F. A. TODD, W.W. SHANE & L. A. NELSON. 1981. Interrelationships of  
308 *Meloidogyne* species with flue-cured tobacco. *Journal of Nematology*, 13: 67-79.  
309
- 310 BARROS, A.C.B., R.M. MOURA & E.M.R. PEDROSA, 2000. Aplicação de terbufós no  
311 controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Pratylenchus zae* em cinco variedades de  
312 cana-de-açúcar no Nordeste. Parte 1 – efeitos na cana planta. *Nematologia Brasileira*,  
313 24: 73-78.  
314
- 315 CAMPBELL, C.L. & L.V. MADDEN. 1990. Introduction to plant disease epidemiology.  
316 John Wiley & Sons, New York, 532 p.  
317
- 318 CHAVES, A., E.M.R. PEDROSA & R.M. MOURA, 2002. Efeitos da aplicação de  
319 terbufós sobre a densidade populacional de nematóides endoparasitos em 5  
320 variedades de cana-de-açúcar no Nordeste. *Nematologia Brasileira* 26: 167-  
321 176.  
322
- 323 DINARDO-MIRANDA, L.L. & L.C.C.B. FERRAZ. 1991. Patogenicidade de *Pratylenchus*  
324 *brachyurus* a duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). *Nematologia*  
325 *Brasileira*, 15: 9-16.  
326
- 327 DINARDO-MIRANDA, L.L. 1999. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo  
328 de *Meloidogyne javanica* e de *M. incognita*. *Nematologia Brasileira*, 23: 76-83.  
329
- 330 DUTRA, M.R. & V.P. CAMPOS. 2003. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de  
331 controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 28: 608-614.

332

333 FLORINI, D.A.R. LORIA & J.B. KOTCON. 1987. Influence of edaphic factors and  
334 previous crop on *Pratylenchus* spp. population densities in potato. Journal of  
335 Nematology, 19: 85-92.

336

337 FRANCL, L.J. 1993. Multivariate analysis of selected edaphic factors and their relationship  
338 to *Heterodera glycines* populations density. Journal of Nematology, 25: 270-276.

339

340 FRY, W.E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and  
341 fungicide effects for integrated control of potato late blight. Phytopathology, 68:  
342 1650-1655.

343

344 JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes  
345 from soil. Plant Disease Report, 48: 692.

346

347 JESUS JUNIOR, W. C., E.A. POZZA, F.X.R. VALE & G.M. AGUILERA. 2004. Análise  
348 temporal de epidemias. In: VALE, F.X.R, W.C. JUNIOR JESUS & L. ZAMBOLIM.  
349 (eds). Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Editora Perffil, Belo  
350 Horizonte. p. 127-191.

351

352 JOMES, S. W., D.W. LARBAY & D.M. PARROT. 1969. The influence soil structure and  
353 moisture on nematodes, especially *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus* and *Heterodera*  
354 spp. Soil Biology and Biochemistry, 1: 153-155.

355

356 JORDAAN, E. M., D. D. WAELE & P.J. VAN ROOYEN. 1989. Endoparasitic nematodes  
357 in maize roots in the Western Transvaal as related to soil texture and rainfall. Journal of  
358 Nematology, 21: 356-360.

359

360 MAI, W.F., P.G. MULLIN, H.H. LYON & K. LOEFFLE. 1996. Plant-parasitic nematodes:  
361 a pictorial key to genera. 5<sup>th</sup>. Ed. Cornell University Press, Ithaca, 277 p.

362

363 MOURA, R.M. & MACEDO, M.E.A. 1997. Efeito da aplicação de carbofuran em  
364 populações de fitonematóides ecto e endoparasitos da cana-de-açúcar e no desenvolvimento  
365 de cana-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XX, Gramado.  
366 Resumos, p. 73.

367

368 MOURA, R. M. 2000. Controle integrado dos fitonematóides da cana-de-açúcar no nordeste  
369 do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, XXII, Uberlândia.  
370 Anais, p. 88-94.

371

372 MOURA, R.M. & A.V. ALMEIDA. 1981. Estudos preliminares sobre a ocorrência de  
373 fitonematóides associado à cana-de-açúcar em áreas de baixa produtividade  
374 agrícola no estado de Pernambuco. Sociedade Brasileira de Nematologia, 5:  
375 213-220.

376

377 MOURA, R.M., & E.M.O. RÉGIS. 1991. Interações entre a Meloidoginose da cana-de-  
378 açúcar e deficiências minerais observadas através de biotestes. Nematologia Brasileira,  
379 15: 179-188.

380

- 381 NOE, J.P. & K.R. BARKER. 1985. Relation of within-field spatial variation of plant-  
382 parasitic nematode population densities and edaphic factors. *Phytopathology*, 75: 247-  
383 252.  
384
- 385 NOE, J.P. 1991. Development of *Meloidogyne arenaria* on peanut and soybean under two  
386 temperature cycles. *Journal of Nematology*, 23: 468-476.  
387
- 388 NOVARETTI W.R.T. 1997. Controle de *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus zaeae*  
389 (Nemata: Heteroderidae) em cana-de-açúcar associados ou não à matéria orgânica.  
390 (Tese de Doutorado). Piracicaba, Universidade de São Paulo - Escola Superior de  
391 Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 112 p.  
392
- 393 QUÉNÉHERVÉ, P. 1988. Population of nematodes in soil under banana cv. Poyo in the  
394 Ivory Coast. 2. Influence of soil texture, pH and organic matter on nematode populations.  
395 *Revue de Nématologie*, 11: 245-251.
- 396 SHANE, W.W. & K.R. BARKER. 1986. Effects of temperature, plant age, soil texture, and  
397 *Meloidogyne incognita* on early growth of soybean. *Journal of Nematology*, 18: 320-  
398 327.  
399
- 400 SHANER, G. & R.E. FINNEY. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the  
401 expression of slow-mildewing resistance in Knox Wheat. *Phytopathology*, 67:  
402 1051-1056.  
403
- 404 STIRLING, G.R. 1991. Conservation and enhancement of naturally occurring antagonists  
405 and the role of organic matter. In: STIRLING, G.R. (ed). *Biological control of plant-*  
406 *parasitic nematodes: progress, problems and prospects*. C.A.B. International, Australia.  
407 p. 167-185.

408

409 VANDERPLANK, J.E. Plant Disease: epidemics and control. Academic Press, New York,  
410 349 p.

411

412 WALLACE, H.R. 1989. Environment and plant health: A nematological perception. Annual  
413 Review of Phytopathology, 27: 59-75.

414

415 WALLACE, M.K., R.H. RUST, D.M. HAWKINS & D.H. MACDONALD. 1993.  
416 Correlation of edaphic factors with plant-parasitic nematode population densities in a  
417 forage field. Journal of Nematology, 25: 642-653.

418

419 WILLIAMSON, V.M. & R.S. HUSSEY. 1998. Physiological and molecular aspects of  
420 nematode parasitism. In: BARKER, K.R., G.A. PEDERSON & G.L. WINDHAM (eds).  
421 Plant and Nematodes Interactions. Soil Science Society of America, Inc. p. 87-108.

422 WOMERSLEY, C. 1987. A reevaluation of strategies employed by nematode anhydrobiotes  
423 in relation to their natural environment. In: VEECH, J.A. & D.W. DICKSON (eds).  
424 Vistas on Nematology. Society of Nematologists, Hyattsville, MD. p. 165-173.

425

426 YEATES, G.W. 1981. Nematodes populations in relation to soil environmental factors: a  
427 review. Pedobiologia, 22: 312-338.

428

429 **Tabela 1.** Caracterização física de solos de áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Pernambuco e Paraíba

430

<b>Áreas</b>	Composição Granulométrica (%)						<sup>1</sup> GF (%)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	<sup>2</sup> P (%)	<sup>3</sup> Umidade (%)	<sup>4</sup> CH (cm/h)
	Areia	Argila	Silte	Silte/Argila	Argila/Nat	Classif. Textural					
<sup>5</sup> <b>ST Várzea</b>	74,90	12,60	12,50	0,99	7,60	Franco Arenoso	39,68	1,39	47,15	2,73	28,63
ST Tabuleiro	93,90	4,10	2,00	0,49	1,60	Areia	60,97	1,56	41,57	1,77	217,85
<b>ST Encosta</b>	83,40	10,10	6,50	0,64	5,60	Areia Franca	44,55	1,45	44,87	2,67	21,72
<sup>6</sup> TIC-Tabuleiro	87,40	7,10	5,50	0,77	3,60	Areia Franca	49,29	1,42	44,53	3,53	24,11
<sup>7</sup> <b>TNIC-Tabuleiro</b>	89,40	6,60	4,00	0,61	2,60	Areia	60,61	1,48	43,08	2,30	30,24
<sup>8</sup> <b>S Encosta</b>	69,90	24,60	5,50	0,22	17,60	Franco Argilo-arenoso	28,45	1,25	52,47	4,10	37,39
S Chã	74,40	20,60	5,00	0,24	16,10	Franco Argilo-arenoso	21,84	1,28	50,77	2,97	27,62

431 <sup>1</sup>Grau de flocculação; <sup>2</sup>P – Porosidade; <sup>3</sup>Umidade (%) – Água Disponível; <sup>4</sup>CH – Condutividade Hidráulica; <sup>5</sup>ST – Usina Santa Teresa,  
432 Zona da Mata Norte de Pernambuco; <sup>6</sup>TIC – Usina Cruangi II – Tabuleiro Irrigado, <sup>7</sup> TNIC – Usina Cruangi II – Tabuleiro Não  
433 Irrigado, Litoral Sul da Paraíba; <sup>8</sup>S – Usina Salgado, Litoral Sul de Pernambuco.

434 **Tabela 2.** Caracterização química de solos de áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Pernambuco e Paraíba

<b>Amostras</b>	<sup>1</sup> pH	<sup>2</sup> P	<sup>3</sup> Na <sup>+</sup>	<sup>4</sup> K <sup>+</sup>	<sup>5</sup> Ca <sup>+2</sup> + Mg <sup>+2</sup>	<sup>6</sup> Ca <sup>+2</sup>	<sup>7</sup> Al <sup>+3</sup>	<sup>8</sup> H + Al	<sup>9</sup> C.O.	<sup>10</sup> M. O.
	(água – 1:2,5)	(mg/dm <sup>3</sup> )	_____ (cmol <sub>0</sub> / dm <sup>3</sup> )_____			_____ (cmol <sub>0</sub> / dm <sup>3</sup> )_____		_____ (cmol <sub>0</sub> / dm <sup>3</sup> )_____		_____ g/kg_____
<sup>11</sup> <b>ST Várzea</b>	5,0	08	0,05	0,11	1,50	0,85	0,50	3,73	5,15	8,88
ST Tabuleiro	6,1	52	0,02	0,07	4,00	2,50	0,10	2,58	5,39	9,28
<b>ST Encosta</b>	5,6	14	0,03	0,06	2,20	1,15	0,20	2,93	4,04	6,96
<sup>12</sup> TIC-Tabuleiro	6,9	41	0,05	0,14	4,50	2,40	0,00	2,43	8,60	14,83
<sup>13</sup> <b>TNIC-Tabuleiro</b>	6,4	22	0,04	0,12	3,40	2,20	0,10	2,93	7,02	12,11
<sup>14</sup> <b>S Encosta</b>	5,9	10	0,05	0,06	3,00	1,60	0,10	3,31	8,72	15,04
S Chã	6,5	16	0,07	0,39	4,25	2,90	0,05	2,58	9,07	15,64

435

436 <sup>1</sup> Potencial hidrômetro; <sup>2</sup>P – Fósforo; <sup>3</sup>Na<sup>+</sup> – Sódio; <sup>4</sup>K<sup>+</sup> – Potássio; <sup>5</sup>Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup> – Cálcio + Magnésio; <sup>6</sup>Ca<sup>+2</sup> – Cálcio; <sup>7</sup>Al<sup>+3</sup> – Alumínio;437 <sup>8</sup>H + AL – Hidróxido + Alumínio; <sup>9</sup>C.O. – Carbono Orgânico; <sup>10</sup>M.O. – Matéria Orgânica; <sup>11</sup>ST – Usina Santa Teresa, Zona da Mata438 Norte de Pernambuco; <sup>12</sup>TIC – Usina Cruangi II – Tabuleiro Irrigado; <sup>13</sup>TNIC – Usina Cruangi II – Tabuleiro Não Irrigado, Litoral Sul439 da Paraíba; <sup>14</sup>S – Usina Salgado, Litoral Sul de Pernambuco.

440 **Tabela 3.** Área abaixo da curva da densidade populacional (AACDP) e fator de reprodução  
 441 (FR) para *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. em cana-de-açúcar, em diferentes  
 442 Pernambuco e Paraíba.

Área	<i>Meloidogyne</i> sp.				<i>Pratylenchus</i> sp.			
	AACDP		Fr		AACDP		Fr	
	<b>Raiz</b>	Solo	<b>Raiz</b>	Solo	<b>Raiz</b>	Solo	<b>Raiz</b>	Solo
STV	2433,9 a	868,5 a	10,76 a	2,27 a	3985,9 a	1030,2 b	0,05 d	1,03 ab
STT	1394,4 ab	840,4 a	1,89 c	0,41 b	2694,6 c	469,0 d	2,35 a	1,23 a
STE	230,7 c	128,5 c	0,31 c	0,02 b	1076,7 d	1496,1 ab	0,16 cd	0,67 abc
TIC	3725,9 a	2168,7 a	0,88 c	0,69 b	2929,1 bc	653,0 c	0,80 bc	0,40 c
TNC	1688,1 a	1055,7 a	1,21 c	1,36 a	3856,9 ab	634,6 cd	1,70 b	0,24 c
SE	1024,7 b	286,1 b	5,65 b	0,05 b	4090,7 a	1729,3 a	0,88 bc	0,06 c
SC	348,6 c	83,0 c	0,44 c	0,00 b	4397,2 a	1190,1 ab	0,15 cd	0,57 bc

443 STV – Várzea da Usina Santa Teresa; STT – Tabuleiro da Usina Santa Teresa;  
 444 STE – Encosta da Usina Santa Teresa; TIC - Tabuleiro Irrigado da Usina Cruangi  
 445 II; TNIC – Tabuleiro Não Irrigado da Usina Cruangi II; SE – Encosta da Usina  
 446 Salgado; SC – Chã da Usina Salgado. Para análise estatística os dados obtidos da  
 447 AACDP e Fr foram transformados respectivamente para  $\log_{10}(x+1)$  e  $\sqrt{(x+1)}$ , sendo  
 448 apresentadas às médias dos dados originais. Médias seguidas de mesma letra  
 449 minúscula na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey,  
 450 ao nível de 5% de probabilidade.

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

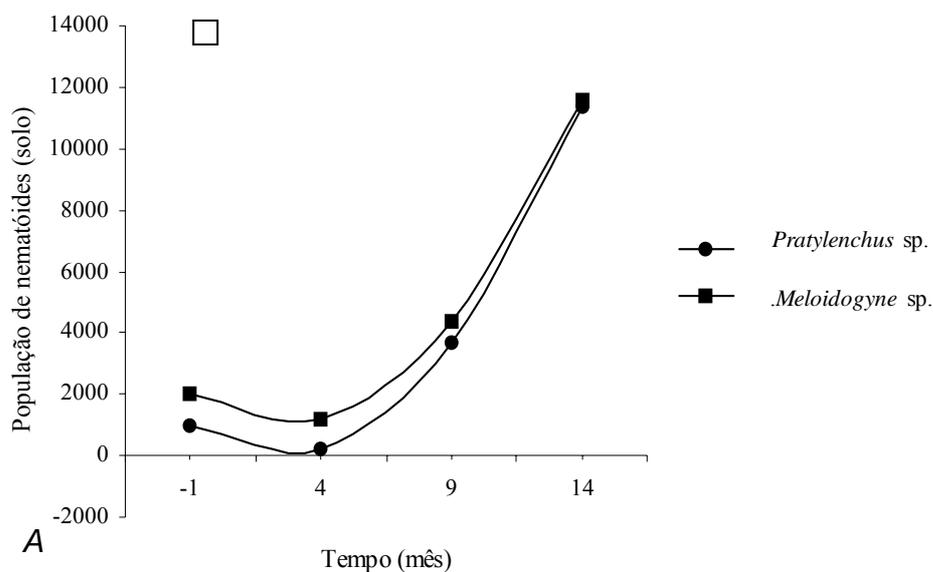
468

469

470

471

472

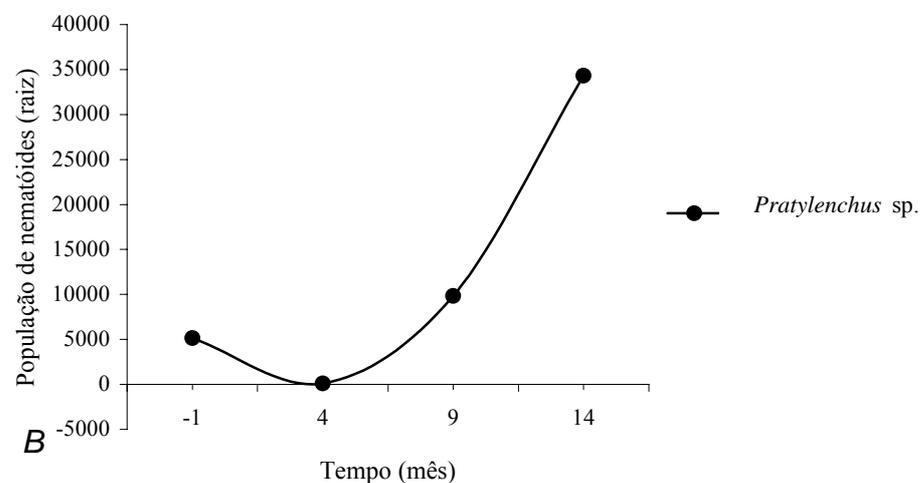


A

473

474

475



B

466

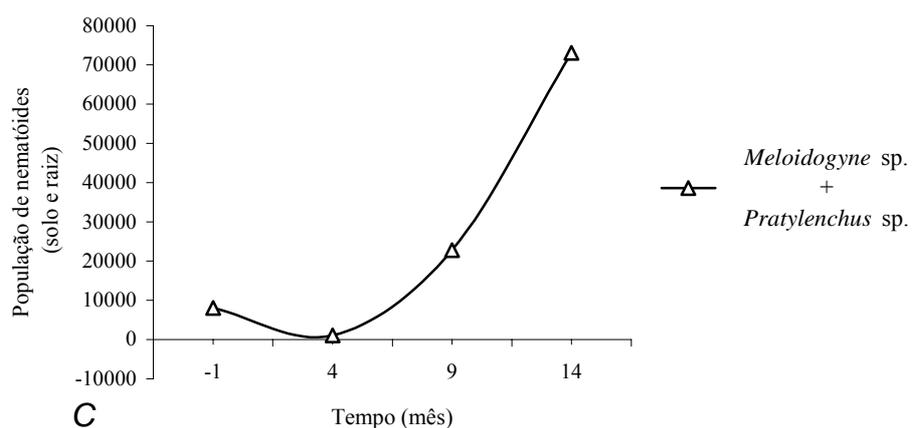
467

468

469

470

471



C

**Figura 1.** Populações de endoparasitos em cana-de-açúcar, da época de renovação à colheita, na

área da várzea da Usina Santa Teresa (A: *Pratylenchus* sp e *Meloidogyne* sp. no solo; B:

*Pratylenchus* sp. na raiz; C: *Meloidogyne* sp. + *Pratylenchus* sp. no solo e raiz)

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

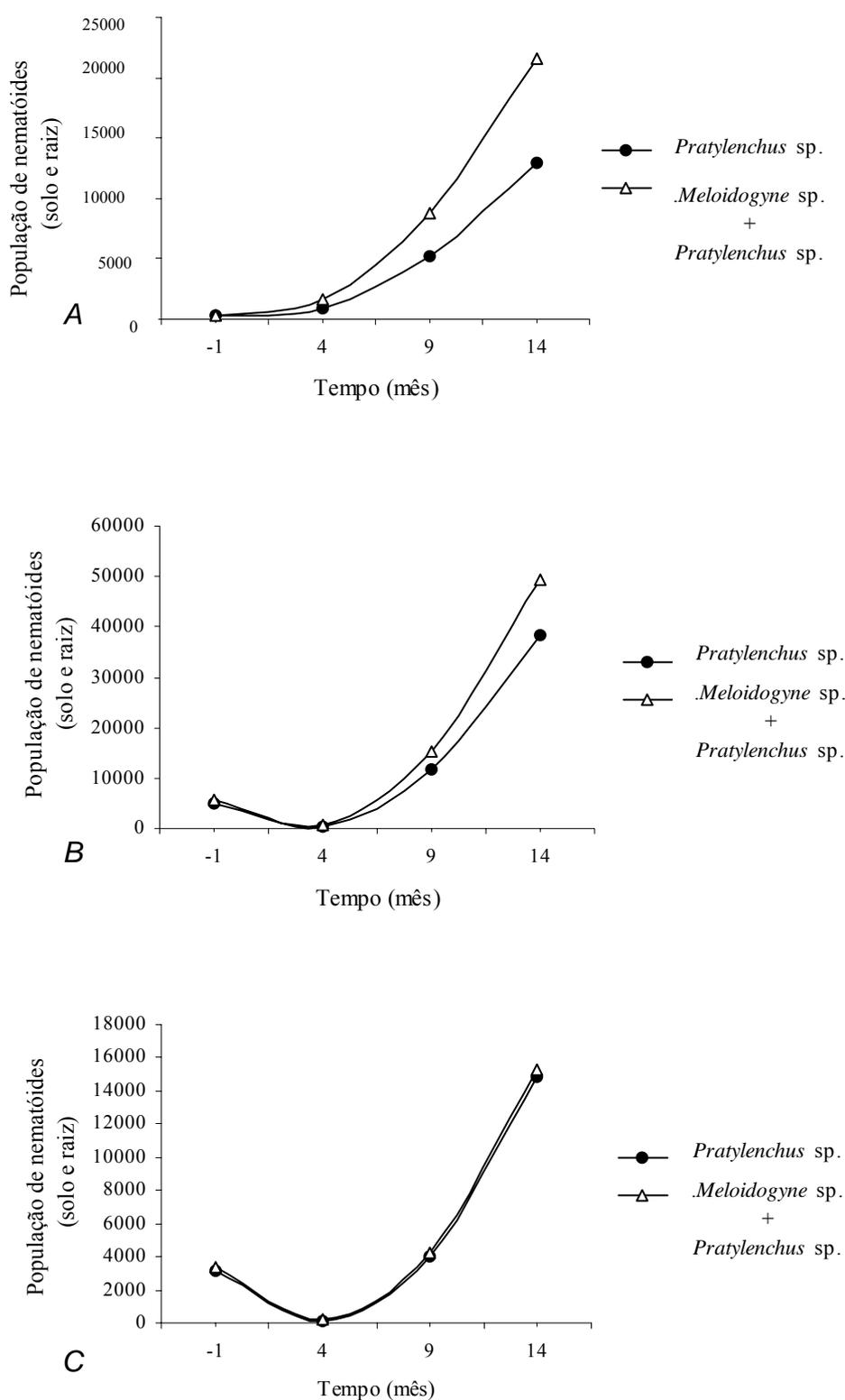
493

494

495

496

497



498 **Figura 2.** Populações de *Pratylenchus* sp., isoladamente ou em associação com *Meloidogyne* sp.,  
 499 em solo e raiz de cana-de-açúcar, da época de renovação à colheita nas áreas de A: Encosta-Santa  
 500 Teresa; B: Encosta-Salgado; C: Chã-Salgado.

501

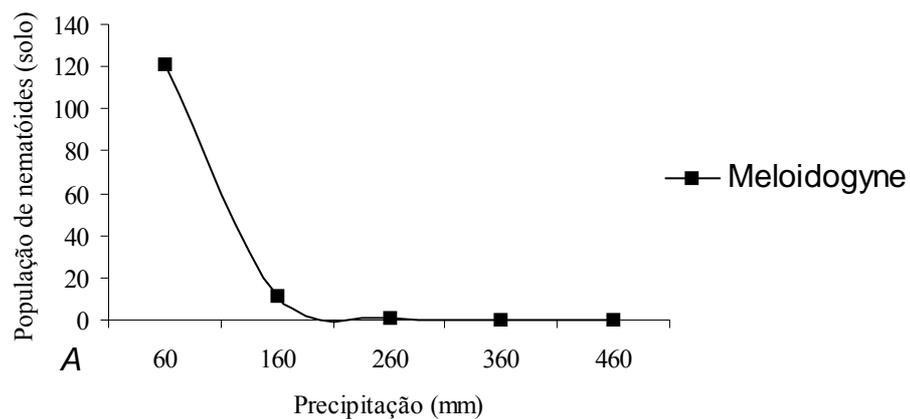
502

503

504

505

506



507

508

509

510

511

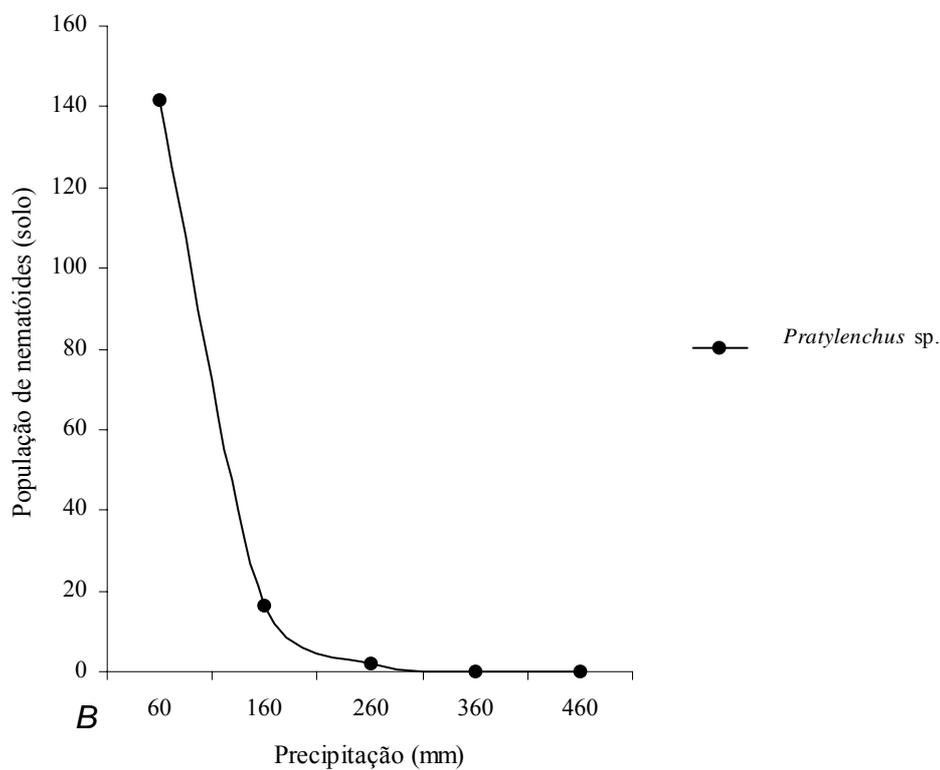
512

513

514

515

516



517

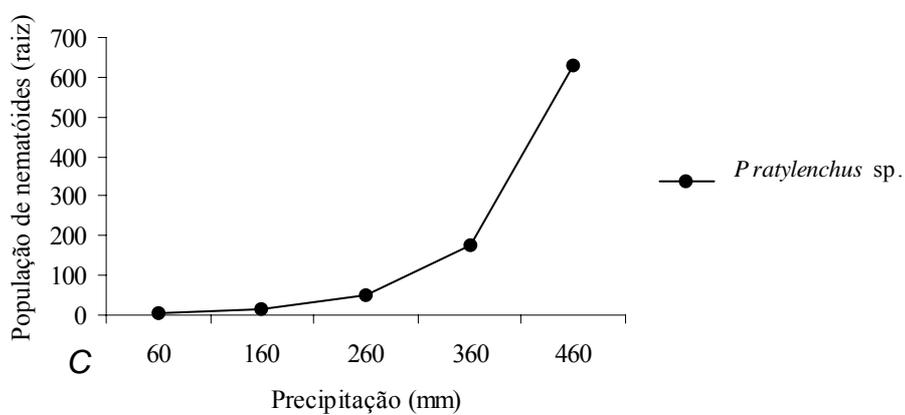
518

519

520

521

522



523

524

525

**Figura 3.** Relações entre as populações de *Meloidogyne* sp. no solo e de *Pratylenchus* sp., em solo e raiz de cana-de-açúcar, e a precipitação mensal nas áreas de A e B: Várzea-Santa Teresa; C: Tabuleiro-Santa Teresa

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

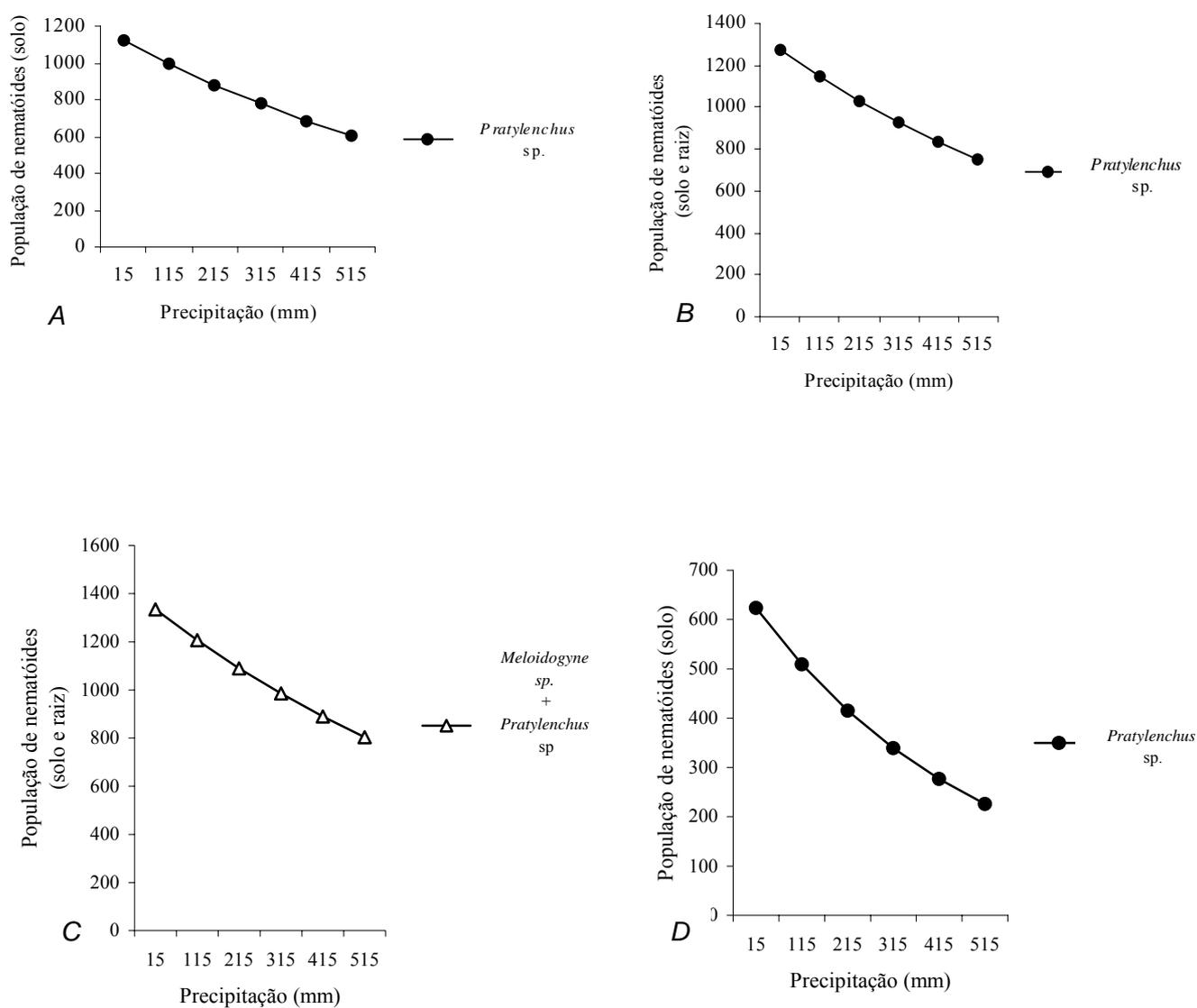
541

542

543

544

545



**Figura 4.** Relações entre populações de *Pratylenchus* sp. e *Meloidogyne* sp. + *Pratylenchus* sp. em solo e raiz de cana-de-açúcar e precipitação acumulada nas áreas A, B e C: Chã-Salgado; D: Encosta-Salgado

1 **Variabilidade Espacial de *Pratylenchus* sp. em raízes de cana-de-açúcar em Diferentes**  
2 **Condições Edafoclimáticas do Nordeste\***

3 SANDRA ROBERTA VAZ LIRA MARANHÃO<sup>1</sup>, ELVIRA MARIA RÉGIS  
4 PEDROSA<sup>1</sup>, ABELARDO ANTÔNIO DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO<sup>2</sup>,  
5 ROBERTSON VALÉRIO DE PAIVA FONTES JÚNIOR<sup>2</sup>, DANIELA SILVA  
6 SALGUES DE MATOS<sup>1</sup>

7 \* Parte da tese da primeira autora, para o título de Doutorado e Fitopatologia da UFRPE,  
8 Recife, PE. <sup>1</sup>Departamento de Agronomia, <sup>2</sup>Departamento de Tecnologia Rural,  
9 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, PE.

10 e-mail: ssmaranhao@nlink.com.br

11  
12 (Recebido para publicação em / /2008. Aceito em / /2008)

13 **Resumo** – Maranhão, S.R.V.L., Pedrosa, E.M.R., Montenegro, A.A.A., Fontes Junior, R.V.P. &  
14 Matos, D.S.S. 2008. Variabilidade Espacial de *Pratylenchus* sp. em raízes de cana-de-açúcar em  
15 Diferentes Condições Edafoclimáticas do Nordeste. Nematologia Brasileira.

16 Embora pesquisas recentes tenham começado a examinar a micro distribuição de  
17 nematóides e de fatores ambientais envolvidos, poucos estudos analisaram a distribuição  
18 espacial de espécies de nematóides economicamente importantes usando técnicas  
19 geoestatísticas. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a magnitude da  
20 dependência espacial das densidades populacionais de *Pratylenchus* sp. em raízes de  
21 cana-de-açúcar, nas condições do Nordeste, e mapear as densidades populacionais desse  
22 parasito em áreas com diferentes características edafo-climáticas, em períodos distintos,  
23 usando geoestatística. As avaliações foram conduzidas na Zona da Mata Norte e Sul de

24 Pernambuco e Litoral Sul da Paraíba, em áreas de tabuleiro, várzea, encosta e chã. O  
25 modelo esférico proporcionou o melhor ajuste para a maioria das áreas. Em geral, as áreas  
26 de várzea e tabuleiro apresentaram grau de dependência fraco enquanto nas áreas de chã e  
27 encosta a dependência variou de fraco a forte, dependendo da época de amostragem.  
28 Considerando os semi-variogramas obtidos, trata-se de modelos isotrópicos, onde um  
29 único modelo foi suficiente para descrever a variabilidade espacial do nematóide. Os  
30 mapas de krigagem mostraram variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. com aumento  
31 gradual entre as amostragens.

32 **Palavras-chave:** Nematóide das lesões radiculares, *Saccharum* sp., distribuição espacial,  
33 semivariograma, isotropia

34

35 **Summary** – Spatial variability of *Pratylenchus* sp. in Sugarcane Roots on Different  
36 Edaphic and Climatic Conditions in Northeastern of Brazil

37 Although recent research had began to examinee the nematode micro distribution along  
38 with environmental factors, few studies had analyzed the spatial distribution of economic  
39 important nematode species using geostatistic techniques. The present study had as  
40 objective to characterize the magnitude of spatial dependence of *Pratylenchus* sp.  
41 population densities in sugarcane roots on Northeastern Brazil conditions and map the  
42 population densities in areas with different edaphic and climatic conditions, in distinct  
43 periods, using geostatistics. Evaluations were carried out in Zone of North and South  
44 Mata of Pernambuco and South Cost of Paraíba, in costal tables and swamp, lean and  
45 sheet lands. The spherical model best fitted in all areas evaluated. In general, swamp land  
46 and costal table areas showed weak dependence in contrast with lean and sheet lands that

47 dependence ranged from weak to strong, depending on sampling period. According to  
48 semivariograms, they are isotropic models, in which one model is enough to describe the  
49 nematode spatial variability. The krigagen maps showed *Pratylenchus* sp. spatial  
50 variability with gradual increase in sampling.

51 **Keywords:** Root lesion nematode, *Saccharum* sp., spatial distribution, semivariogram,  
52 isotropy

53

## 54 **Introdução**

55 A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.) é considerada como uma das principais  
56 culturas agrícolas brasileiras, sofrendo forte influência de uma série de fatores físico-  
57 químicos e biológicos do solo, em particular, de nematóides. Mais de 275 espécies de  
58 nematóides parasitos de plantas, pelo menos 48 gêneros, foram assinalados em raízes e  
59 solo de rizosfera dessa gramínea. Certos gêneros, como *Pratylenchus* Filipjev, são  
60 amplamente distribuídos em canaviais de todo o mundo, sendo *P. zaeae* Graham, a espécie  
61 encontrada em maior frequência (Novaretti *et al.*, 1974; Silveira & Herreira, 1995; Moura  
62 *et al.*, 1999, Rosa *et al.*, 2003).

63 Os sintomas causados por *P. zaeae* em cana-de-açúcar consistem em lesões marrons  
64 avermelhadas que se tornam necróticas, causando escurecimento do sistema radicular.  
65 Paralelamente ocorre redução do comprimento dos colmos e da biomassa da raiz e parte  
66 aérea e amarelecimento das folhas (Valle-Lamboy & Ayala, 1980). Embora os níveis de

67 dano ainda não estejam bem definidos, as condições ambientais afetam as respostas das  
68 plantas às práticas de controle empregadas (Cadet & Spaul, 2005).

69 A produtividade das culturas varia espacialmente, e determinar as causas  
70 dessas variações é o desafio que enfrenta a agricultura de precisão. Novas  
71 geotecnologias como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), o Sistema de  
72 Informações Geográficas (SIG) e o Sensoriamento Remoto introduziram a  
73 agricultura em um novo ciclo de revoluções tecnológicas, caracterizando a  
74 utilização de tecnologia de informação, melhorando o sistema agrícola no mundo  
75 (Farias, 2001). Novos estudos, tais como, distribuição espacial de nematóides e  
76 fertilidade do solo, estão sendo conduzidos para um manejo apropriado da  
77 variabilidade espacial da produtividade de diversas culturas (Farias *et al.*, 2003).

78 Tem sido amplamente difundido que a distribuição espacial e temporal dos  
79 nematóides geralmente revela variabilidade espacial na área (Yeates & Boag, 2004) e,  
80 embora pesquisas recentes tenham começado a examinar a micro distribuição de  
81 nematóides e fatores ambientais (Ettema *et al.*, 2000; Savin *et al.*, 2001), poucos estudos  
82 analisaram a distribuição espacial de espécies de nematóides economicamente importantes  
83 usando técnicas geoestatísticas (Schomaker & Bean, 1992; Webster & Boag, 1992)

84 Com efeito, a estatística convencional é geralmente inadequada para descrever  
85 dados que são espacialmente correlacionados (Wallace & Hawkins, 1994). A dependência  
86 espacial pode ser descrita usando análise de geoestatística (Rossi *et al.*, 1992). A  
87 geoestatística vem sendo usada para quantificar a distância média no espaço  
88 correlacionando direção e variabilidade das observações que são separadas por curtas  
89 distâncias e tem sido utilizada para descrever a dependência espacial de populações de  
90 nematóides parasitos de plantas no campo (Gorres *et al.*, 1998; Marshall *et al.*, 1998).

91 A distribuição espacial de nematóides no campo é freqüentemente descrita de  
92 maneira agregada (Seinhorst, 1982). Textura, nutrientes e umidade são características do  
93 solo que podem influenciar na distribuição espacial de nematóides (Koenning *et al.*, 1996;

94 Francl, 1993; Gorres, *et al.*, 1998). Quando a distribuição tem dependência espacial, os  
95 dados obtidos se correlacionam em função da distância e direção (Rossi *et al.*, 1992).

96 Mapas contendo a distribuição espacial de nematóides são considerados uma  
97 ferramenta importante para a obtenção de um manejo adequado no campo. Contudo, o  
98 custo para a obtenção de mapas deve ser menor que o custo utilizado para adoção de  
99 medidas de controle. Conseqüentemente, na construção dos mapas, contagem e  
100 identificação de nematóides, são necessários métodos que minimizem o número de  
101 observações, amostragens eficientes e método apropriado para interpolação de dados  
102 (Wyse-Pester *et al.*, 2002).

103 O presente estudo teve como objetivo caracterizar a magnitude da dependência  
104 espacial das densidades populacionais de *Pratylenchus* sp. em raízes de cana-de-açúcar',  
105 nas condições do Nordeste, e mapear as densidades populacionais desse parasito em áreas  
106 com diferentes características edafo-climáticas, em períodos distintos, por meio de  
107 geoestatística.

108

## 109 **Material e Métodos**

110 Os estudos foram realizados na Usina Santa Tereza, Goiana, PE, localizada na  
111 Mesorregião da Mata Norte, Usina Cruangi II, Goiana, PE e Alhandra, PB, localizada na  
112 Mesorregião da Mata Norte do Estado PE e Mesorregião do Litoral Sul do Estado da PB e  
113 na Usina Salgado, Ipojuca, PE, localizada na Mesorregião do Estado de PE. A partir do  
114 histórico das usinas em relação a problemas nematológicos, amostras de raiz foram

115 coletadas em diferentes áreas de renovação, um mês antes do plantio da cana  
116 (setembro/2006 para a área de várzea e junho/2006 para as demais áreas), aos 4 e 9 meses  
117 após plantio, e aos 14 meses, por ocasião da colheita.

118 As amostras foram retiradas em diferentes áreas: Área 1 - Várzea Santa Teresa  
119 (VST); Área 2 - Tabuleiro Santa Teresa (TST); Área 3 - Tabuleiro Irrigado Cruangi II  
120 (TICI); Área 4 - Encosta Salgado (ES); Área 5 - Chã Salgado (CS). Em cada área foi  
121 delimitada uma malha de 156,25 m<sup>2</sup> (12,5×12,5m), georreferenciada com GPS, modelo  
122 ETREX da Garmin e com a utilização de um enxadeco, foram retiradas amostras de solo 1  
123 kg, na profundidade 0-25 cm.

124 Foram coletadas e processadas 180 amostras de raiz nos quatro diferentes  
125 períodos, perfazendo um total de 900 amostras. As técnicas de coleta e processamento de  
126 amostras de solo seguiram os métodos de Jenkins (1964) e Barker (1985). As suspensões  
127 de nematóides obtidas das amostras foram mantidas sob refrigeração (4-6 °C), realizando-  
128 se a contagem e identificação dos espécimes com o auxílio de lâminas de Peters sob  
129 microscópio ótico, utilizando-se a média de duas leituras.

130 A estrutura da dependência espacial do número de nematóides foi analisada por  
131 meio de ajustes de semivariogramas. A análise Geoestatística dos dados foi realizada com  
132 os valores obtidos por meio de contagem dos nematóides nas diferentes épocas de  
133 amostragem. Uma análise descritiva foi realizada com o objetivo de observar o  
134 comportamento geral dos dados e aderência à distribuição normal. Foi utilizado o  
135 programa GS+ - Geostatistics for the Environmental Sciences (Robertson, 1998), para  
136 estudo da estrutura de dependência espacial, através de semi-variogramas construídos com  
137 base nas semivariâncias estimadas por:

138

$$139 \quad \gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

140 em que  $\gamma^*$  é o valor da semivariância estimada a partir dos dados experimentais;  $N(h)$  é o  
 141 número de pares de observações  $Z(x_i)$  e  $Z(x_i + h)$  separadas por uma distância  $h$  (Landim,  
 142 1998).

143 Os parâmetros do semivariograma teórico foram representados nos gráficos  
 144 definidos através do alcance ( $a$ ), patamar ( $C$ ) e efeito pepita ( $C_0$ ), ajustados de modo a  
 145 minimizar os erros quadráticos médios, considerando o modelo matemático Esférico e  
 146 Exponencial, apresentados pelas fórmulas:

$$147 \quad \gamma(h) = C_0 + C \left( \frac{3}{a}|h| - \frac{1}{a^3}|h|^3 \right) \quad \text{para } 0 < |h| \leq a \quad \text{Esférico}$$

$$148 \quad \gamma(h) = C_0 + C \quad \text{para } |h| > a$$

$$149 \quad \gamma(h) = C \cdot \left[ 1 - \exp\left(\frac{-3h}{a}\right) \right] \quad \text{Exponencial}$$

150 Os ajustes dos modelos foram escolhidos em função dos parâmetros dos semi-  
 151 variogramas, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e autovalidação ('Jack-Knife').

152 Para a análise do grau de dependência espacial das variáveis, foi utilizada a  
 153 classificação de Cambardella *et. al.* (1994), em que são considerados de forte dependência  
 154 espacial os semi-variogramas que têm efeito pepita 25% do patamar, de moderada quando  
 155 entre 25 e 75% e de fraca quando  $> 75\%$ .

156 Após o ajuste dos semi-variogramas, foi realizada interpolação por krigagem  
157 ordinária para o mapeamento de *Pratylenchus* sp. nas áreas amostradas.

158

## 159 **Resultados e Discussão**

160 Nas áreas estudadas o modelo esférico proporcionou o melhor ajuste para a  
161 maioria das amostragens, sendo que na área do tabuleiro irrigado da Usina Cruangi II,  
162 para a terceira e amostragem, respectivamente, ajustou-se o modelo exponencial, dos  
163 semi-variogramas experimentais (Figura 1). Resultados semelhantes foram observados  
164 por Caswell & Chellemi (1986), que ao estudar a distribuição espacial de *Rotylenchulus*  
165 *reniformis* Linford & Oliveira, em abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) no Haváí,  
166 utilizando um tipo semi-variograma apropriado para estimar valores com modelos  
167 esféricos numa extensão de 10 m, concluíram que a distribuição espacial foi fortemente  
168 agregada. Essa distribuição deve refletir a característica parasitária desse patógeno, pois  
169 apesar de ser um ectoparasito, tem comportamento alimentar sedentário e oviposição na  
170 rizosfera de plantas que compõem os pontos iniciais das infestações no campo,  
171 progredindo gradativamente e formando agregados maiores em áreas próximas.

172 Em outro estudo com *R. reniformis*, Farias *et. al* (2002), obteve resultados  
173 semelhante ao de Caswell & Chellemi (1986) na distribuição espacial do parasito em  
174 algodoeiro (*Gossypium hairsutum* L.).

175 Em experimentos conduzidos por Chen & Bird (1992) em batata  
176 (*Solanum tuberosum* L.), Webster & Boag (1992) em grama-de-canário

177 (*Phalaris aundacea* L.) e por Wallace & Hawkis (1994) em soja (*Glycine*  
178 *max* (L) Merr.), estudou-se a distribuição de *Pratylenchus penetrans*  
179 (Coob) Chitwood & Oteifa, *Tylenchus maius* Andrassy e *Heterodera*  
180 *glycines* Ichinohe, respectivamente, através de modelos esféricos em seus  
181 semi-variogramas para obter os melhores ajustes em suas estimativas.

182 De acordo com Souza *et al.* (2000), na análise de semi-variogramas, o efeito pepita  
183 ( $C_0$ ) representa a descontinuidade do semi-variograma atribuída a erros de amostragem ou  
184 variações locais, não explicados pela variabilidade dos dados para distância amostrada.  
185 Conforme a classificação proposta por Cambardella *et al.*(1994), o efeito pepita é  
186 considerado como uma porcentagem do patamar (C), permitindo a comparação do grau de  
187 dependência espacial das variáveis estudadas.

188 Na Tabela 1, observa-se que áreas de várzea e tabuleiro (Usina Santa Teresa)  
189 apresentaram grau de dependência fraco para as quatro amostragens. A área de chã (Usina  
190 Salgado) apresentou grau de dependência fraco na primeira amostragem, moderado na  
191 segunda e forte na terceira e quarta. Na área de encosta (Usina Salgado), a primeira,  
192 segunda e quarta amostragem apresentaram grau de dependência fraco e, a terceira, forte.  
193 A área de tabuleiro irrigado (Usina de Cruangi II) apresentou grau de dependência fraco  
194 na primeira, segunda e quarta amostragem, e moderado na terceira.

195 Considerando os semi-variogramas obtidos (Figura 1), trata-se de modelos  
196 isotrópicos, onde um único modelo foi suficiente para descrever a variabilidade espacial  
197 do nematóide em estudo (Lundgren, 2004). Estudos utilizando geoestatística com malhas  
198 de 100X100 m, em campos de batata (*Solanum tuberosum* L.), indicaram que a

199 distribuição espacial de *P. penetrans* (Man) Filipjev foi apropriadamente descrita por  
200 modelo esférico, revelando baixa densidade e isotropia (Chen & Bird, 1992).

201 Segundo, Reichardt (1985), o alcance (a) estabelece o limite de dependência  
202 espacial entre as amostras, isto é, para distâncias iguais ou menores que o alcance,  
203 podendo-se dizer que os valores vizinhos de uma variável estão espacialmente  
204 correlacionados e podem ser utilizados para estimar valores em qualquer ponto entre eles.

205 De acordo com os valores do alcance encontrados para *Pratylenchus* sp.,  
206 considerou-se os seguintes tipos de dependência para as áreas estudadas: na Área 1 (2,78 a  
207 4,01) e área 2 (3,63 a 4,49) com dependência fraca, área 3 (3,78 a 5,40) dependência fraca  
208 a moderada, área 4 (3,79 a 5,11) dependência fraca a forte e área 5 (2,5 a 15,27) de fraca a  
209 moderada (Tabela 1). Portanto, na maioria das amostragens houve dependência fraca,  
210 corroborando com o valor médio encontrado (a=10 m) por Caswell & Chellemi (1986)  
211 quando estudaram a distribuição de *R. reniformis* em abacaxi, (a=15 m) por Farias *et al.*  
212 (2002) em áreas cultivadas com algodoeiro e submetidas a rotação de cultura e (a = 2,69 e  
213 3,24 m) por Torres *et al.* (2006). Esse fato provavelmente reflete na diferença do número  
214 de pontos amostrados, em relação aos estudos conduzidos por Farias *et al.* (2002) e Torres  
215 *et al.* (2006), os quais amostraram 64 pontos. Os resultados podem ser justificados  
216 conforme Rossi *et.al.* (1996), através do padrão de distribuição espacial de espécies  
217 fitoparasitas que é fortemente afetado pelo espaçamento das plantas hospedeiras,  
218 arquitetura do sistema radicular e fisiologia da planta (Farias *et al.*, 2002) .

219 Os valores obtidos para *Pratylenchus* sp relativo ao efeito pepita, patamar, alcance,  
220 covariância, média, desvio padrão, grau e tipo de dependência, nas áreas amostradas  
221 encontram-se na Tabela 1.

222 Por meio de mapas de krigagem observou-se a variabilidade espacial de *Pratylenchus*  
223 sp. com aumento gradual entre as amostragens (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6). Resultado  
224 semelhante foi obtido por Wallace & Hawkins (1994), que observaram superfícies  
225 mais suavizadas, principalmente nas situações em que o efeito pepita foi maior. Na  
226 Tabela 1, nos dados amostrados em todas as áreas verificaram-se um efeito pepita  
227 maior, que justifica a fraca dependência espacial de *Pratylenchus* sp. Esse fato pode ser  
228 explicado em análise geoestatísticas e aplicação para a variabilidade de algumas  
229 propriedades agronômicas (Vieira *et al*, 1983). Muitos estudos usam os índices de  
230 dispersão e geoestatística em relação à distribuição de nematóides no solo, conduzidos  
231 de várias maneiras nos solos em pousio antes do replantio, após a colheita ou sistemas  
232 radiculares de plantas apresentando altas densidades populacionais (Shaukat & Khan,  
233 1993; Webster & Boag, 1992).

234 Os mapas apresentados nas Figuras 4, 5 e 6 mostram que nas duas primeiras  
235 amostragens, em todas as áreas, existem maiores concentrações de pontos mais escuros  
236 que correspondem às altas densidades populacionais do nematóide. Verifica-se também  
237 uma estimativa da movimentação e concentração dos nematóides em cada amostragem,  
238 para suas respectivas áreas. Esse fato pode ser justificado, principalmente em culturas  
239 anuais, onde a maioria dos nematóides pode está concentrada a 30 cm de profundidade do  
240 solo, particularmente entre 15 - 20 cm (Norton, 1978). Entretanto a amostragem feita  
241 entre 20 a 30 cm é mais adequada para a maioria dos casos (McSorley, 1987). Exceto,  
242 para algumas culturas, a distribuição de nematóides pode variar de acordo como o  
243 comportamento radicular do hospedeiro (Barker & Nusbaum, 1971; Ferris & McKenry,

244 1974). Amostragens variando de 0,5 – 1,0 m ou mais para algumas culturas arbóreas ou  
245 perenes com sistema radicular profundo poderão ser mais eficientes.

246 As duas últimas áreas apresentam uma diminuição que pode ser observada pela  
247 população do nematóide que esta mais distribuída, ou seja, sem uniformidade, alastrando-  
248 se por toda área. Esse fato é atribuído, por migração sazonal em respostas à temperatura,  
249 umidade ou mudança padrões radiculares podem afetar a distribuição vertical dos  
250 nematóides (Barker e Campbell, 1981). Diferenças na textura e profundidade do solo  
251 podem afetar a distribuição de nematóides (Brodie, 1976).

252 A densidade populacional pode diferir numa distância de poucos metros, resultando em  
253 grupos com picos populacionais em determinados locais, sendo mapeados e ilustrados  
254 por alguns autores (Barker *et al.*, 1985). A distribuição horizontal dos nematóides é  
255 irregular, portanto não sendo confiável para estimar a densidade populacional. Essa  
256 distribuição irregular também pode ser correlacionada com fatores biológicos e  
257 propriedades do solo, evidente em campos com pousio (Francl, 1993) e em culturas de  
258 ciclo curto, como alfafa *Medicago sativa* L. (Goodel & Ferris, 1980).

259 Rossi *et al.* (1996), estudaram o arranjo espacial para quatro espécies de  
260 nematóides em cana-de-açúcar na Martinique através de geoestatística. Os índices  
261 mostraram que nematóides tiveram distribuição agregadas. Análises de geoestatística  
262 demonstraram que os dados de nematóides se correlacionaram e permitiram uma  
263 descrição para os padrões de densidades populacionais. Análises correspondentes foram  
264 usadas para ordenar os dados e mostraram a presença de antagonismos entre *Criconemella*  
265 *onoensis* e outras espécies presentes no local.

266 Webster & Boag (1992), estudaram a distribuição espacial em duas espécies, o  
267 nematóide do cisto da batata *Globodera rostochiensis* e o nematóide do cisto da aveia,  
268 *Heterodera avenae*, em campos no Leste da Escócia. Os autores analisaram por variância  
269 e mostraram que a maioria da variação ocorre no intervalo de 5,6 a 50 m. Variogramas  
270 computadorizados foram feitos e o levantamento apresentado foi isotrópico, sendo  
271 demarcado com uma extensão de 60m. Ambas espécies apresentaram-se de forma  
272 agregada.

273

#### 274 **Agradecimentos**

275 A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível  
276 Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
277 Tecnológico (CNPq), pelas concessões de bolsas de estudo.

278

#### 279 **Literatura Citada**

280 BARKER, K.R. & C.J. NUSBAUM. 1971. Diagnostic and advisory programs. In:  
281 ZCKERMAN, B.M.; W.F. MAI & ROHDE, R.F. (eds). Plant Parasitic Nematodes.  
282 Academic Press, New York. p. 281-301.

283

284 BARKER, K.R. & C.L. CAMPBELL. 1981. Sampling nematode populations. In:  
285 ZUCKERMAN, B.M. & R. A. ROHDE (eds). Plant parasitic nematodes. Academic  
286 Press, New York. p. 451-474.

- 287
- 288 BARKER, K.R. 1985. Sampling nematode communities. In: BARKER, K.R., C.C.  
289 CARTER & J.N. SASSER (eds). An advanced treatise on *Meloidogyne*, Methodology  
290 North Carolina State University, North Carolina. p. 3-17.
- 291
- 292 BARKER, K.R., D.P. SCHMITT, D.P. & J.P. NOE. 1985. Role of sampling for crop-loss  
293 assessment and nematode management. *Agriculture Ecosystem Environmental*, 12:  
294 355-369.
- 295
- 296 BRODIE, B.B. 1976. Vertical distribution of three nematode species in relation to certain  
297 soil properties. *Journal of Nematology*, 8: 243-247.
- 298 CADET, P. & V.W. SPAULL. 2005. Nematode parasites of sugarcane. In: LUC, M.;  
299 SIKORA, R. A.; BRIDGE, J. (Eds.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and*  
300 *tropical agriculture*. CABI International Publishing, Wallingford. p. 645-674.
- 301
- 302 CAMBARDELLA, C.A., T.B. MOORMAN, J.M. NOVAK, T.B. PARKIN, D.L.  
303 KARLEM, R.F. TURCO & A.A. KONOPA. 1994. Field scale variability of soil  
304 properties in central Iowa soil. *Soil Science Society America Journal*, 58: 1501 –  
305 1511.
- 306
- 307 CASWELL, E.P. & D.A. CHELLEMI. 1986. A geostatistical analyses of spatial pattern of  
308 *Rotylenchulus reniformis* in a Hawaiian pineapple field. *Journal of Nematology*, 18:  
309 603.

310

311 CHEN, J. & G.W. BIRD. 1992. Geostatistical studies of a georeferenced *Pratylenchus*  
312 *penetrans* – *Solanum tuberosum continuum*. Journal of Nematology, 24: 586.

313

314 ETTEMA, C. H., S.L. RATHBUN & D.C. COLEMAN. 2000. On spatiotemporal  
315 patchiness and the coexistence of five species of *Chronogaster* (Nematoda:  
316 Chrongasteridae) in a riparian wetland. Oecologia 125: 444-452.

317

318 FARIAS, P.R.S. 2001. A geoestatística e a agricultura de precisão como  
319 ferramenta no controle de pragas e doenças. In: ROBERTO, S. R. & R.  
320 RALISCH (eds). V Mostra acadêmica de trabalhos de agronomia. UEL,  
321 Londrina. p. 9-18.

322 FARIAS, P.R.S., J.C. BARBOSA, S.R. VIEIRA, X. SÁNCHEZ-VILLA & L.C.C.B.  
323 FERRAZ. 2002. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus*  
324 *reniformis* on cotton cultivated under crop rotation. Russian Journal of Nematology,  
325 10: 1-9.

326

327 FARIAS, P.R.S., L.A.S. NOCITI, J.C. BARBOSA & D. PERECIN. 2003. Agricultura de  
328 precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística.  
329 Revista Brasileira de Fruticultura, 25: 235-241.

330

- 331 FERRIS, H. & M.V. MCKENRY. 1974. Seasonal fluctuations in the spatial distribution of  
332 nematode populations in a California vineyard. *Journal of Nematology*, 6: 203-210.  
333
- 334 FRANCL, L.J. 1993. Multivariate analysis of selected edaphic factors and their  
335 relationship to *Heterodera glycines* population density. *Journal of Nematology*, 25:  
336 270-276.  
337
- 338 GOODEL, P. & H. FERRIS. 1980. Plant-parasitic nematode distributions in an alfalfa  
339 field. *Journal of Nematology*, 12: 136-141.  
340
- 341 GORRES, J.H., M.J. DICHIARO, J.B. LYONS & J.A. AMADOR. 1998. Spatial and  
342 temporal patterns of soil biological activity in a forest and an old field. *Soil Biology*  
343 *and Biochemistry*, 30: 219-230.
- 344 JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes  
345 from soil. *Plant Disease Report*, 48: 692.  
346
- 347 KOENNING, S.R., S.A. WALTERS & K.R. BARKER. 1996. Impact of soil texture on  
348 the reproductive and damage potentials of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne*  
349 *incognita* on cotton. *Journal of Nematology*, 28: 527-536.  
350
- 351 LANDIM, P. M. B. 1998. *Análise Estatística de Dados Geológicos*. Editora UNESP, São  
352 Paulo, 226 p.  
353

- 354 LUNDGREN, W.J.C. 2004. Uso da co-krigagem na caracterização da variabilidade  
355 espacial da condutividade hidráulica. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal  
356 Rural de Pernambuco, Recife, 86 p.
- 357
- 358 MARSHALL, B., B. BOAG, J.W. McNICOL & R. NEILSON. 1998. A comparison of the  
359 spatial distributions of three plant-parasitic nematode species at three different scales.  
360 *Nematologica*, 44: 303-320.
- 361
- 362 McSORKEY, R. 1987. Extraction of nematodes and sampling methods. In: BROWN,  
363 R.H. & B.R. KERRY (eds). Principles and practices of nematode control in crops.  
364 Academic Press, Orlando. p. 13-47.
- 365 MOURA, R.M., E.M.R. PEDROSA, S.R.V.L. MARANHÃO, A.M. MOURA, M.E.A.  
366 MACEDO & E.G. SILVA. 1999. Nematóides associados à cana-de-açúcar no Estado  
367 de Pernambuco, Brasil. *Nematologia Brasileira*, 23: 92-99.
- 368
- 369 NORTON, D.C. 1978. Ecology of plant-parasitic nematodes. John Willey & Sons, New  
370 York, 268 p.
- 371
- 372 NOVARETTI, W.R.T., A.D. ROCCIA, L.G.E. LORDELLO & A.R. MONTEIRO. 1974.  
373 Contribuição ao estudo dos nematóides que parasitam a cana-de-açúcar em São Paulo.  
374 In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, I, Piracicaba. Trabalhos  
375 apresentados, p. 27-32.
- 376

- 377 REICHARDT K. 1985. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera.  
378 Fundação Cargill, Campinas, 445 p.  
379
- 380 ROBERTSON, G.P. 1998. GS<sup>+</sup>: Geostatistics for the environmental sciences - GS<sup>+</sup> User's  
381 Guide. Gamma Design, Plainwell, 152 p.  
382
- 383 ROSA, R. C. T., R.M. MOURA & E.M.R. PEDROSA. 2003. Ocorrência de  
384 *Rotylenchulus reniformis* em cana-de-açúcar no Brasil. Nematologia Brasileira, 27:  
385 93-95.
- 386 ROSSI, J.P., L. DELAVILLE & P. QUÉNÉHERVÉ. 1996. Microspatial structure of  
387 plant-parasitic nematode community in sugar-cane field in Martinique. Applied Soil  
388 Ecology, 3: 17-26.  
389
- 390 ROSSI, R. E.; D. J. MULLA; A. G. JOURNEL & E. H. FRANZ. 1992. Geostatistical  
391 tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. Ecological  
392 Monographs, 62: 277-314.  
393
- 394 SAVIN, M.C., J.H. GÖRRES, D.A. NEHER & J.A. AMADOR. 2001. Biogeophysical  
395 factors influencing soil respiration and mineral nitrogen content in an old field soil.  
396 Soil Biology and Biochemistry 33: 429-438.  
397
- 398 SCHOMAKER, C.H. & T.H. BEEN. 1992. Sampling strategies for the detection of  
399 potato cyst nematodes; developing and evaluating a model. In: GOMMERS, F.J. &

- 400 P.W.T. MAAS (eds). Nematology from molecule to ecosystem. European Society of  
401 Nematologists, Dundee, UK. p. 182-194.  
402
- 403 SEINHORST, J.W. 1982. The distribution of cysts of *Globodera rostochiensis* in small  
404 plots and the resulting sampling errors. *Nematologica*, 28: 285-297.  
405
- 406 SHAUKAT, S.S. & A. KHAN. 1993. Spatial pattern analysis of three nematode  
407 populations associated with chilli. *Fundamental Applied of Nematology*, 16: 473-178.
- 408 SILVEIRA, D.F. & O.J. HERREIRA. 1995. Principales problemas nematológicos de  
409 Cuba. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL,  
410 XXVII, Rio Quente. Anais, p. 161-171.  
411
- 412 SOUZA, L.C., J.E. QUEIROZ & H.R. GHEYI. 2000. Variabilidade espacial da salinidade  
413 de um solo aluvial no semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola  
414 e Ambiental*, 4: 35-40.  
415
- 416 TORRES, G. R. C.; E. M. R. PEDROSA; A. A. A. MONTENEGRO; S. J. MICHEREFF  
417 & R. M. MOURA. 2006. Aspectos ecológicos de comunidade de nematóides  
418 associada a cultivo de *Cucumis melo* no Rio Grande do Norte. *Nematologia Brasileira*,  
419 30: 1-9.  
420

- 421 VALLE-LAMBOY, S. & A. AYALA. 1980. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and  
422 *Pratylenchus zaeae*, and their association with *Pythium graminicola* on roots of  
423 sugarcane in Puerto Rico. *Journal of Agricultura*, 64: 338-347.
- 424
- 425 VIEIRA, S. R., J.L. HATFIELD, D.R. NIELSEN, J.W. BIGGAR. 1983. Geostatistical  
426 theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, 51: 1-  
427 75.
- 428
- 429 WALLACE, M.K. & D.M. HAWKINS. 1994. Applications of Geostatistics in Plant  
430 Nematology. *Journal of Nematology*, 26: 626-634.
- 431 WEBSTER, R. & B. BOAG. 1992. Geostatistical analysis of cyst nematodes in soil.  
432 *Journal of Soil Science*, 43: 583-595.
- 433
- 434 WYSE-PESTER, D.Y., L.J.WILES & P. WESTRA. 2002. The potential for mapping  
435 nematode distributions for site-specific management. *Journal of Nematology*, 34: 80-  
436 87.
- 437
- 438 YEATES, G.W. & B. BOAG. 2004. Background for nematodes ecology in the 21<sup>st</sup>  
439 century. In: CHEN, Z.X., S.Y. CHEN & D.W. DICKSON (eds). *Nematology –*  
440 *Advances and perspectives*. CABI Publishing, Wallingford. p. 406-437.
- 441

442 **Tabela 1.** Coeficientes e variáveis de semi-variogramas isotrópicos relativos à  
 443 variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. em diferentes épocas de amostragem.

Várzea - Usina Santa Tereza								
Variáveis do Semi-variograma								
	<sup>1</sup> Co	<sup>2</sup> C	<sup>3</sup> a	<sup>4</sup> R <sup>2</sup>	Média	<sup>5</sup> DP	<sup>6</sup> GD	<sup>7</sup> TD
1. <sup>a</sup> Amostragem	140000	706200	4.01	0.417	0.053	0.945	0.835	Fraco
2. <sup>a</sup> Amostragem	2780	16950	2.78	0.002	-0.036	0.966	0.859	Fraco
3. <sup>a</sup> Amostragem	341	1262	3.31	0.224	-0.028	0.902	0.787	Fraco
4. <sup>a</sup> Amostragem	611	2608	3.76	0.347	0.010	0.939	0.810	Fraco
Tabuleiro - Usina Santa Tereza								
Variáveis do Semi-variograma								
	Co	C	a	R <sup>2</sup>	Média	DP	GD	TD
1. <sup>a</sup> Amostragem	1430	5254	3.71	0.700	0.043	0.962	0.786	Fraco
2. <sup>a</sup> Amostragem	3300	14180	3.63	0.347	0.015	0.953	0.811	Fraco
3. <sup>a</sup> Amostragem	7100	36090	4.49	0.576	-0.043	1.153	0.836	Fraco
4. <sup>a</sup> Amostragem	1230	12330	4.14	0.028	-0.035	0.936	0.819	Fraco
Chã - Usina Salgado								
Variáveis do Semi-variograma								
	Co	C	a	R <sup>2</sup>	Média	DP	GD	TD
1. <sup>a</sup> Amostragem	152000	538700	4.25	0.878	0.009	1.038	0.780	Fraco
2. <sup>a</sup> Amostragem	10890	28040	5.4	0.999	-0.027	0.966	0.720	Moderado
3. <sup>a</sup> Amostragem	2150	8510	3.78	0.547	0.037	1.001	0.202	Forte
4. <sup>a</sup> Amostragem	531	1803	4.29	0.941	0.013	0.950	0.228	Forte
Encosta - Usina Salgado								
Variáveis do Semi-variograma								
	Co	C	a	R <sup>2</sup>	Média	DP	GD	TD
1. <sup>a</sup> Amostragem	81000	491100	4.15	0.344	-0.020	1.020	0.858	Fraco
2. <sup>a</sup> Amostragem	6700	31700	5.11	0.971	0.042	0.922	0.826	Fraco
3. <sup>a</sup> Amostragem	2430	8470	3.79	0.796	-0.044	0.945	0.223	Forte
4. <sup>a</sup> Amostragem	26800	101600	3.77	0.616	0.033	0.942	0.791	Fraco
Tabuleiro Irrigado – Cruangi II								
Variáveis do Semi-variograma								
	Co	C	a	R <sup>2</sup>	Média	DP	GD	TD
1. <sup>a</sup> Amostragem	13900	77360	2.5	0.000	0.031	0.939	0.820	Fraco
2. <sup>a</sup> Amostragem	3140	18100	2.5	0.000	0.003	0.959	0.827	Fraco
3. <sup>a</sup> Amostragem	30000	82140	15.27	0.996	-0.042	1.008	0.635	Moderado
4. <sup>a</sup> Amostragem	6120	12250	6.44	0.918	-0.028	0.819	0.774	Fraco

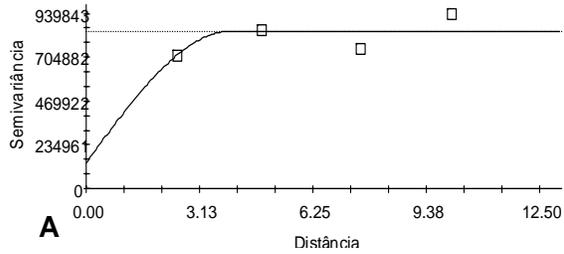
444 <sup>1</sup>Co = efeito pepita, <sup>2</sup>C = patamar, <sup>3</sup>a = alcance, <sup>4</sup>R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação, <sup>5</sup> = DP, <sup>6</sup> = Grau de dependência,

445 <sup>7</sup>TD = Tipo de dependência.

446

447

Pratylenchus Raiz Várzea Santa Teresa - 1.ª Amostragem



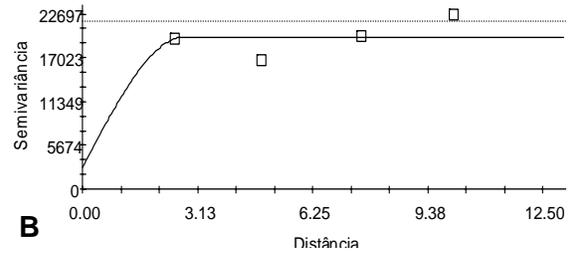
448

449

450

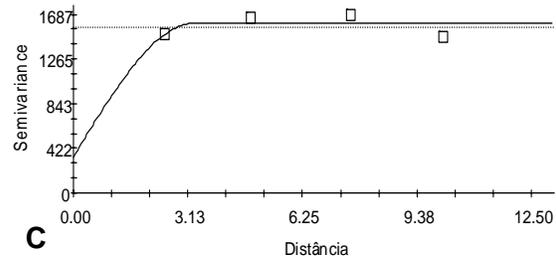
451

Pratylenchus Raiz Várzea Santa Teresa - 2.ª Amostragem



452

Pratylenchus Raiz Várzea Santa Teresa - 3.ª Amostragem



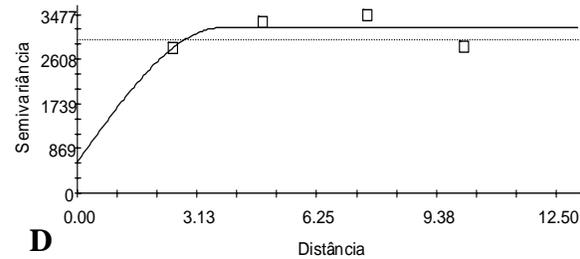
453

454

455

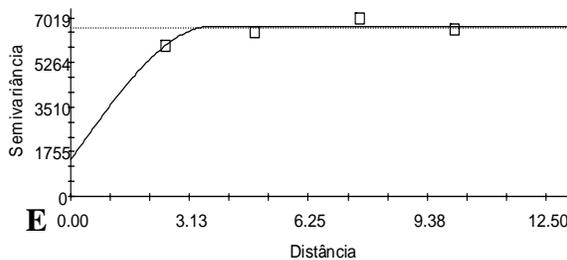
456

Pratylenchus Raiz Várzea - Santa Tereza 4.ª Coleta



457

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Santa Teresa - 1.ª Amostragem



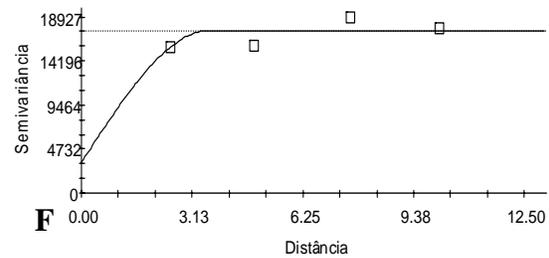
458

459

460

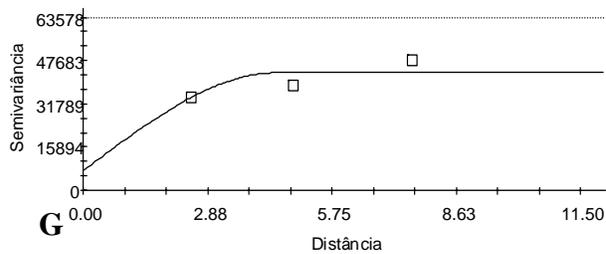
461

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Santa Teresa - 2.ª Amostragem



46

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Santa Tereza - 3.ª Amostragem



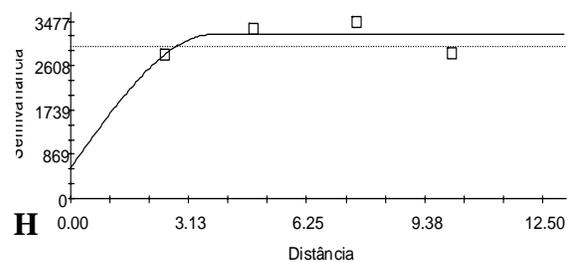
46

46

46

46

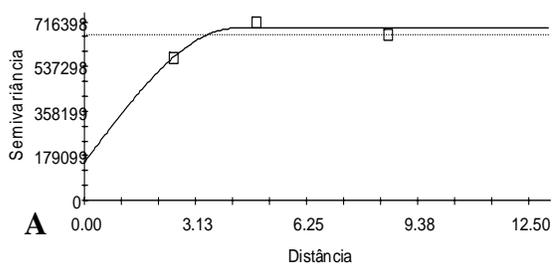
Pratylenchus Raiz Várzea Santa Teresa - 4.ª Amostragem



**Figura 1.** Semi-variogramas da distribuição espacial de *Pratylenchus* sp. associado ao cultivo da cana-de-açúcar na várzea (A, B, C, D) e no tabuleiro (E, F, G, H) da Usina Santa Teresa, em quatro diferentes épocas de amostragens, segundo o modelo esférico.

469

470

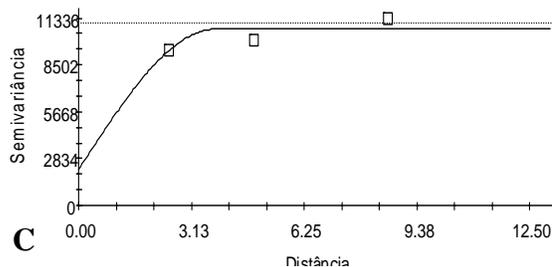
Pratylenchus Raiz Chã Salgado - 1.<sup>a</sup> Amostragem

471

472

473

474

Pratylenchus Raiz Chã Salgado - 3.<sup>a</sup> Amostragem

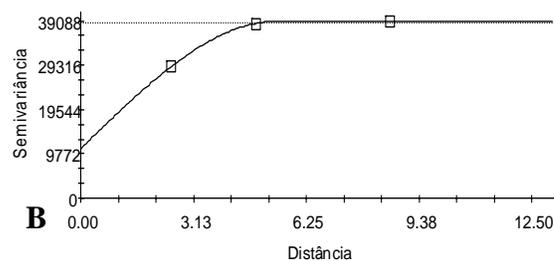
475

476

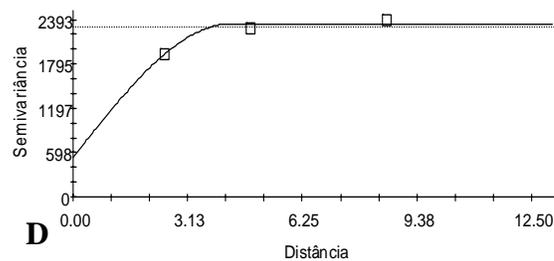
477

478

C

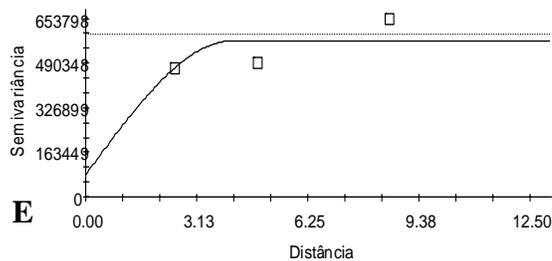
Pratylenchus Raiz Chã Salgado - 2.<sup>a</sup> Amostragem

B

Pratylenchus Raiz Chã Salgado - 4.<sup>a</sup> Amostragem

D

479

Pratylenchus Raiz Encosta Salgado - 1.<sup>a</sup> Amostragem

E

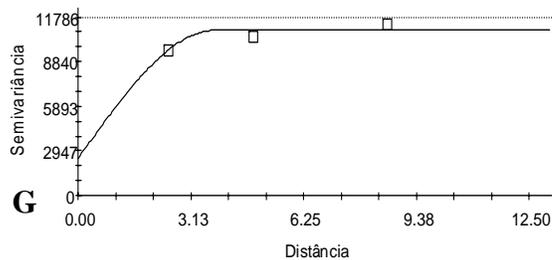
480

481

482

483

484

Pratylenchus Raiz Encosta Salgado - 3.<sup>a</sup> Amostragem

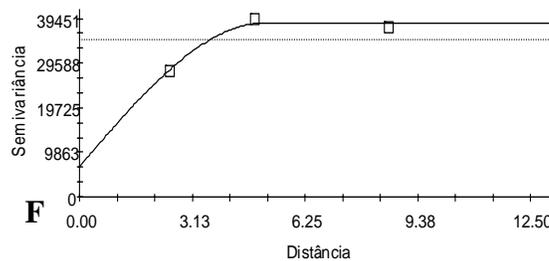
G

485

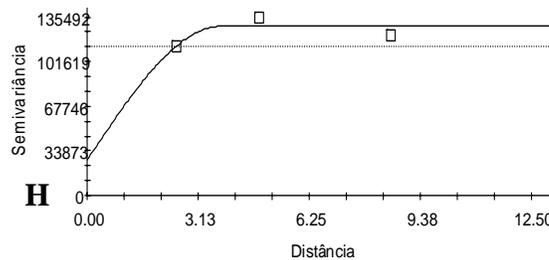
486

487

488

Pratylenchus Raiz Encosta Salgado - 2.<sup>a</sup> Amostragem

F

Pratylenchus Raiz Encosta Salgado - 4.<sup>a</sup> Amostragem

H

489

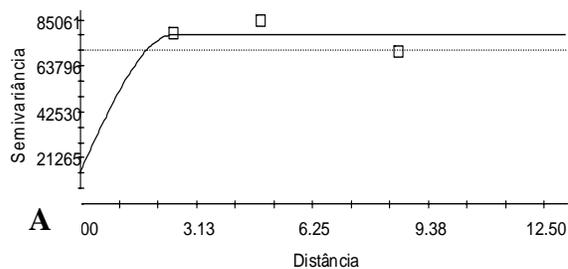
**Figura 2.** Semi-variogramas da distribuição espacial de *Pratylenchus* sp. associado ao cultivo da cana-de-açúcar na área de chã (A, B, C, D) e na encosta (E, F, G, H) da Usina Salgado em quatro diferentes épocas de amostragens, segundo o modelo esférico.

490

491

492

493

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Irrigado Cruangi II - 1.<sup>a</sup> Amostragem

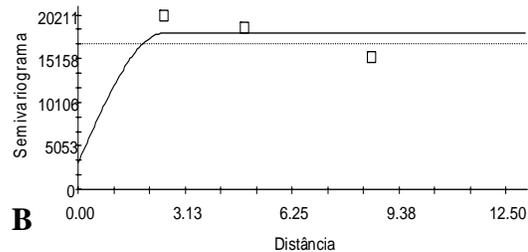
494

495

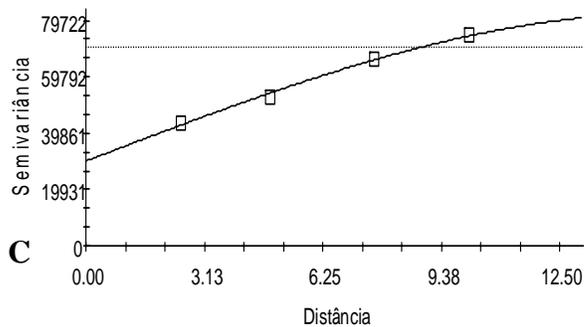
496

497

498

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Irrigado Cruangi II - 2.<sup>a</sup> Amostragem

499

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Irrigado Cruangi II - 3.<sup>a</sup> Amostragem

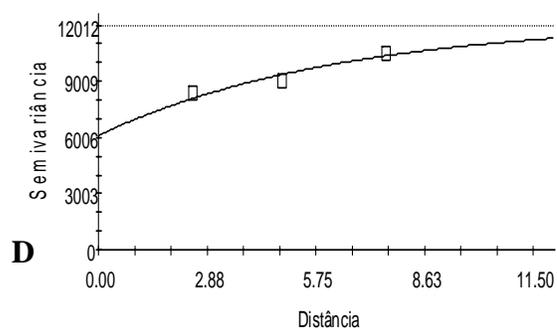
500

501

502

503

504

Pratylenchus Raiz Tabuleiro Irrigado Cruangi II - 4.<sup>a</sup> Amostragem

**Figura 3.** Semi-variogramas da distribuição espacial de *Pratylenchus* sp. associado ao cultivo da cana-de-açúcar na área de tabuleiro irrigado da Usina Cruangi II em quatro diferentes épocas de amostragens, segundo os modelos: (A, B) esférico, (C) logarítmico e (D) esférico.

507

508

509

510

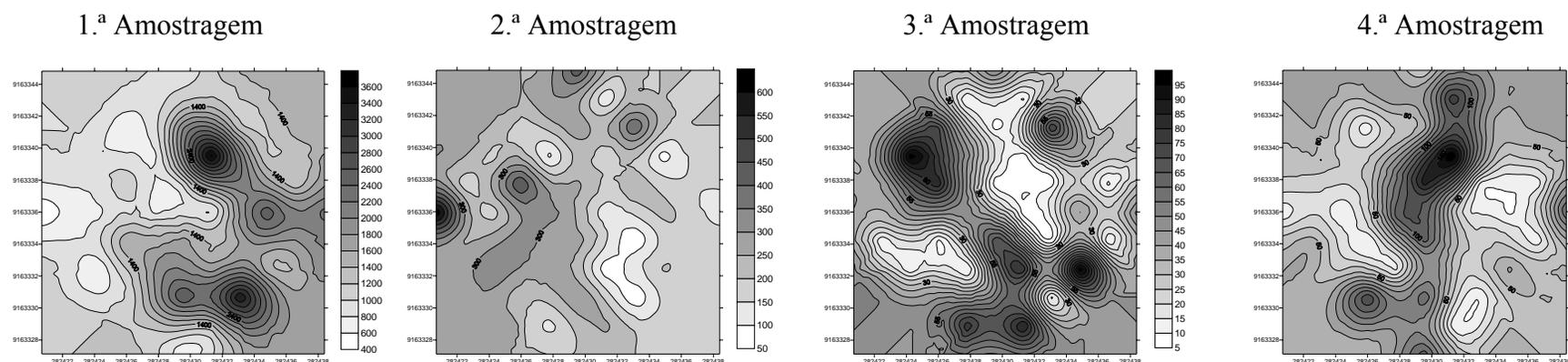
511

512

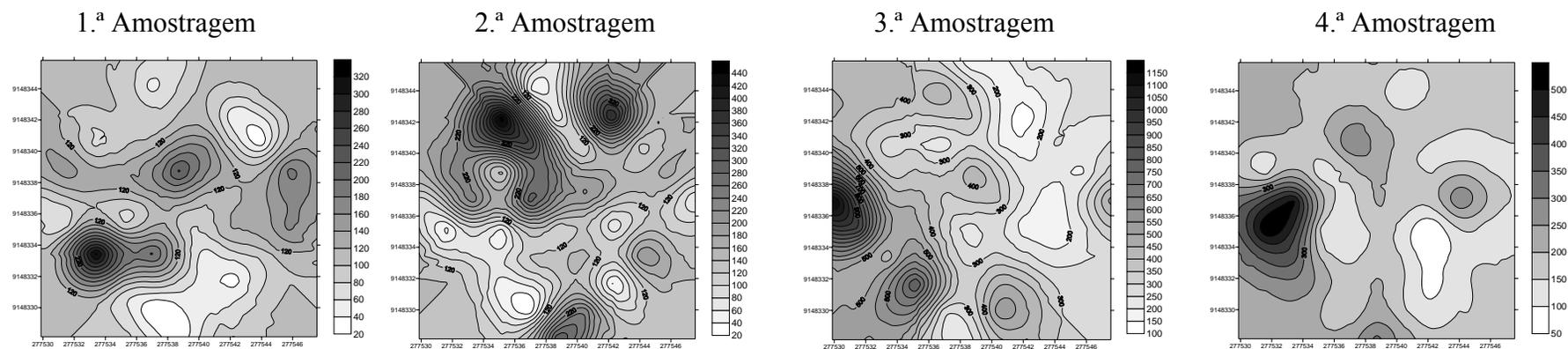
513

514

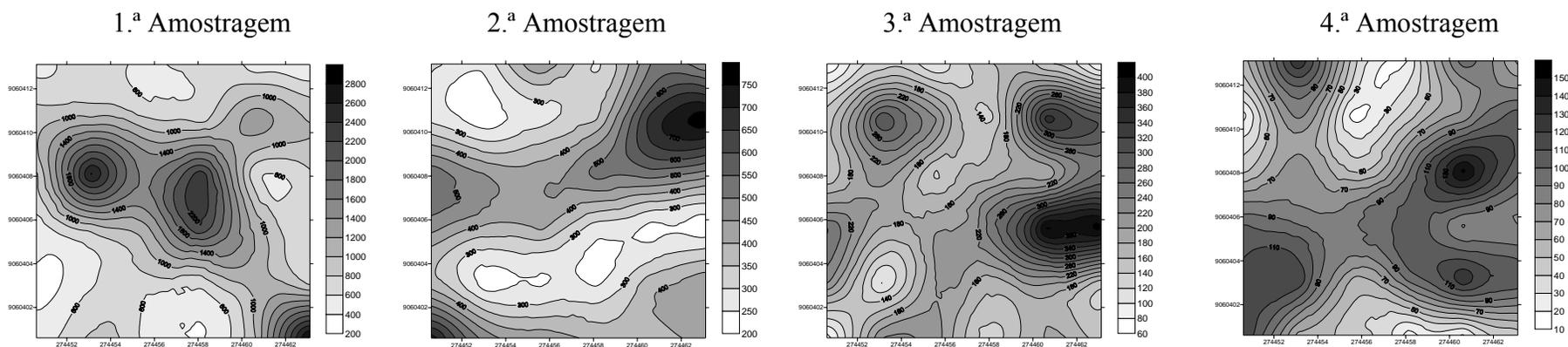
515



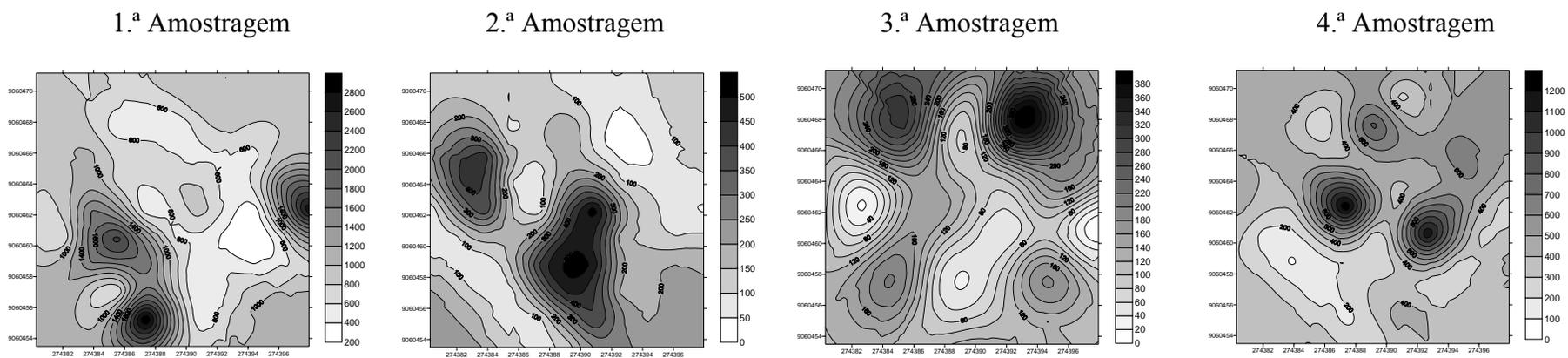
**Figura 4:** Mapas de krigagem da variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. nas quatro amostragens na área de várzea da Usina Santa Teresa.



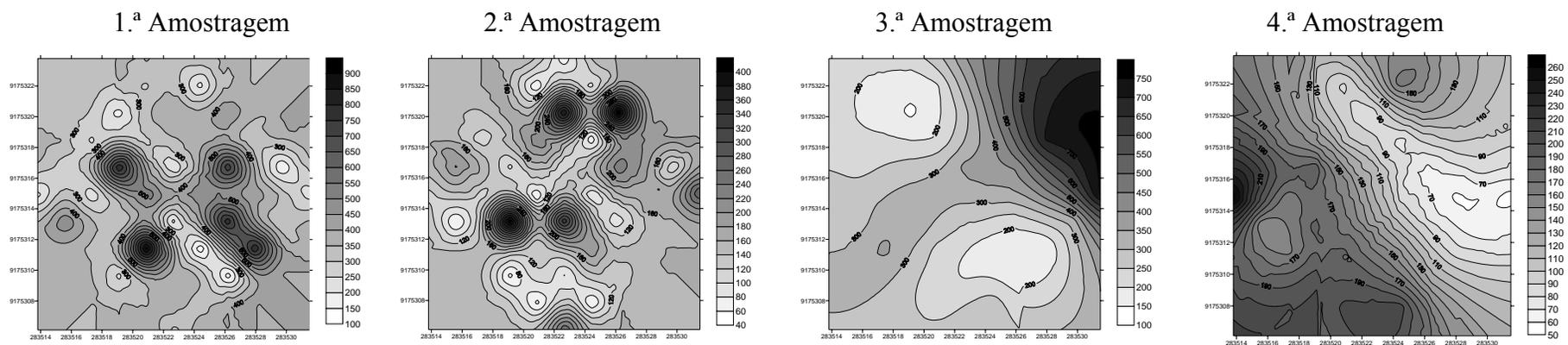
**Figura 5:** Mapas de krigagem da variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. nas quatro amostragens na área de tabuleiro da Usina Santa Teresa.



**Figura 6:** Mapas de krigagem da variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. nas quatro amostragens na área de chã da Usina Salgado.



**Figura 7:** Mapas de krigagem da variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. nas quatro amostragens na área de encosta da Usina Salgado.



**Figura 8:** Mapas de krigagem da variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. nas quatro amostragens na área de tabuleiro irrigado da Usina Cruangi II.

## CONCLUSÕES GERAIS

- ✓ A dinâmica populacional dos nematóides parasitos de planta foi dependente das características físico-químicas do solo e possivelmente da variedade de cana-de-açúcar cultivada;
- ✓ Em áreas de encosta e chã da Mata Sul e tabuleiro irrigado da Mata Norte de Pernambuco, a dominância dos parasitos de planta tendeu a aumentar sensivelmente com o desenvolvimento da cultura, embora declínio na abundância dos *taxa* tenha sido verificado. Situação inversa ocorreu em tabuleiros em regime de sequeiro (Mata Norte de Pernambuco e Litoral Sul da Paraíba) e encosta da Mata Norte de Pernambuco;
- ✓ Em áreas de várzea, as abundâncias e dominâncias dos parasitos de plantas e demais *taxa* pareceram ser pouco afetadas durante o ciclo da cultura;
- ✓ Entre os Parasitos de planta, *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. foram os *taxa* dominantes nas áreas e épocas estudadas, exceto na colheita em áreas de encosta e chã da Mata Sul, cujos *taxa* dominantes foram *Helicotylenchus* sp. e *Xiphinema* sp. A baixa riqueza de *taxa* da nematofauna reflete o baixo equilíbrio das comunidades, característicos de cultivos intensivos;
- ✓ Em várzea, o crescimento populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp. descreveu função quadrática ao longo do tempo, indicando comportamento semelhante dos dois nematóides no solo e raiz. A taxa de crescimento de *Pratylenchus* sp. foi maior do que a de *Meloidogyne* sp.;
- ✓ Em áreas de encosta e chã, o comportamento da população de *Pratylenchus* sp., isoladamente ou conjuntamente com *Meloidogyne* sp., no solo e na raiz, em função do tempo, também foi expresso por modelos quadráticos;

- ✓ Nenhum dos modelos usados descreveu adequadamente as variações nas densidades populacionais de *Meloidogyne* sp. nas áreas estudadas, nem o comportamento de quaisquer dos parasitos em tabuleiros;
- ✓ Os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores da AACDP para *Meloidogyne* sp., no solo ou raiz, foram apresentados em encosta (Usina Santa Teresa) e chã (Usina Salgado), e os maiores ( $P \leq 0,05$ ) nos tabuleiros (Usinas Santa Tereza e Cruangi II) e várzea (Usina Santa Teresa);
- ✓ A várzea também se destacou por apresentar os maiores FR em solo e raiz, em contraste com a grande quantidade de  $FR \leq 1$  em solo na quase totalidade das demais áreas. Para *Pratylenchus* sp. as áreas de encosta e tabuleiro da Usina Santa Teresa apresentaram os menores ( $P \leq 0,05$ ) valores de AACDP na raiz e solo, respectivamente;
- ✓ As maiores ( $P \leq 0,05$ ) AACDP na raiz ocorreram chã e encosta (Usina Salgado), tabuleiro não irrigado (Usina Cruangi II) e várzea (Usina Santa Teresa), e no solo em chã (Usina Salgado) e encosta (Usinas salgado e Santa Tereza);
- ✓ O maior FR de *Pratylenchus* sp., em solo ou raiz, foi detectado em tabuleiro Usina Santa Teresa) e o menor em várzea na raiz;
- ✓ No solo, em área de várzea, a densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp., isoladamente, correlacionaram-se inversamente com a precipitação mensal. Ao contrário, na mesma área, as maiores densidades populacionais de *Pratylenchus* sp. na raiz estavam associadas às maiores precipitações mensais;
- ✓ Nas áreas de chã e encosta da usina Salgado a precipitação acumulada afetou negativamente a densidade populacional de *Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp., principalmente a do segundo, no solo e na raiz, semelhante ao que ocorreu na área de várzea.

- ✓ Os estudos de geoestatística indicaram que o modelo esférico proporcionou o melhor ajuste para a maioria das áreas;
- ✓ Em geral, as áreas de várzea e tabuleiro apresentaram grau de dependência fraco enquanto nas áreas de chã e encosta a dependência variou de fraco a forte, dependendo da época de amostragem;
- ✓ Considerando os semi-variogramas obtidos, trata-se de modelos isotrópicos, onde um único modelo foi suficiente para descrever a variabilidade espacial do nematóide;
- ✓ Os mapas de krigagem mostraram variabilidade espacial de *Pratylenchus* sp. com aumento gradual entre as amostragens.