

VARIAÇÕES NO SOLO E NEMATOFUNA APÓS O CORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR E APLICAÇÃO DE VINHAÇA¹

Larissa de Brito Caixeta², Elvira Maria Regis Pedrosa^{3*}, Lílian Margarete Paes Guimarães², Patrícia Ângelo de Barros³ e Mario Monteiro Rolim³

¹Parte da dissertação da primeira autora. ²Universidade Federal Rural de Pernambuco Departamento de Agronomia, Brasil. ³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Brasil. *Autor para correspondência: elvira.pedrosa@dtr.ufpe.br

ABSTRACT

Caixeta, L.B., E.M.R. Pedrosa, L.M.P. Guimarães, P.A. Barros, and M.M. Rolim. 2011. Changes in soil and nematode community after sugarcane harvest and vinasse application. *Nematropica* 41:271-280.

The application of organic matter has been recognized as an efficient strategy for plant parasite nematode control, contributing for the reduction of chemical products and their environmental impacts. In this context, the vinasse presents a high potential for use in alternative management of these important parasites due to the high volume of organic matter. The objective of the present study was to evaluate the effect of vinasse irrigation on vertical distribution of nematode communities. Experiments were carried out in costal table area cultivated for more than 20 years with sugarcane. Samples were collected in 49 points within a 60 × 60 m square area. In each point, samples were collected in depths of: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, and 40-50 cm. Evaluations based on soil physical attributes (particle density, soil density and porosity), C-CO₂ evolution in soil and nematode community were carried out 30 days before and 30 and 90 days after sugarcane harvest and vinasse application. Data were evaluated through multivariate analysis for replication in time and fitted to soil depth through linear, quadratic, cubic and logarithmic models. The vertical vinasse effect on soil was indicated by *Pratylenchus* and omnivorous distribution and soil density. The larger changes in nematode densities in soil were correlated with depth, with layers of 10 and 20 cm the most populated.

Key Words: Management, nematode, *Saccharum*, trophic diversity.

RESUMEN

Caixeta, L.B., E.M.R. Pedrosa, L.M.P. Guimarães, P.A. Barros, e M.M. Rolim. 2011. Variações no solo e nematofauna após o corte da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça. *Nematropica* 41:271-280.

O emprego de matéria orgânica tem sido preconizado com destacada eficiência para controle de fitonematoides, o que contribui para a redução do uso de produtos químicos e os consequentes impactos ao meio ambiente. Nesse contexto, a vinhaça apresenta grande potencial no manejo alternativo destes fitopatógenos, devido ao grande aporte de matéria orgânica em sua composição. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da fertirrigação com vinhaça na distribuição vertical da nematofauna do solo. Os experimentos foram conduzidos em área de tabuleiro costeiro cultivado com cana-de-açúcar há mais de 20 anos. As amostras foram coletadas em malha de 60 × 60 m, em 49 pontos. Em cada ponto, foram retiradas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, e 40-50 cm. As avaliações fundamentaram-se em atributos físicos (densidade do solo, porosidade e densidade de partícula), evolução C-CO₂ do solo e caracterização da nematofauna, efetuadas 30 dias antes e 30 e 90 dias após o corte da cana e aplicação de vinhaça. A análise dos dados foi determinada por meio de análise multivariada para medidas repetidas com o tempo e ajustados a modelos lineares, quadráticos, cúbicos e logarítmicos em função da profundidade. O efeito vertical da fertirrigação no solo foi indicado pelas populações de *Pratylenchus* e de onívoros e pela densidade do solo. As maiores variações nas densidades populacionais de nematoides ao longo do perfil do solo foram correlacionadas com profundidade, sendo a camada de 10-20 cm a mais habitada pelas populações destes organismos.

Palavras-chave: Diversidade trófica, manejo, nematoide, *Saccharum*.

INTRODUCCIÓN

A principal atividade agrícola no nordeste do Brasil está voltada para a agroindústria canavieira. O estado de Pernambuco possui extensas áreas que foram desmatadas e convertidas em sistemas de produção de cana-de-açúcar. O manejo deste sistema por centenas de anos afetou as áreas de cultivo levando à compactação, comprometimento da qualidade do solo e aumento da incidência de pragas e doenças. Dentre as principais doenças, destacam-se as nematoses, que contribuem de forma significativa para a baixa produtividade agrícola na região (Ferreira Lima, 2000; Chaves *et al.*, 2009).

Os fitonematoides mais importantes para a cultura são os endoparasitos sedentários pertencentes ao gênero *Meloidogyne* Goeldi, representados pelas espécies *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood e o endoparasito migrador *Pratylenchus zeae* Graham, devido à severidade das doenças que causam e expressiva disseminação em canaviais de todo mundo (Cadet e Spaul, 2005). Em média, os fitonematoides podem ocasionar perdas que variam entre 20 a 40% no primeiro corte de variedades susceptíveis, tendo como consequência a diminuição da longevidade da cana soca (Dinardo-Miranda, 2006).

Estes fitoparasito, bem como outros grupos de nematoides, se distribuem no solo de forma desuniforme. O arranjo espacial de nematoides nos ecossistemas está relacionado com a distribuição vertical e horizontal. Estes componentes podem mudar com o tempo devido a diferentes aspectos da dinâmica da população, da redistribuição ativa e passiva e disseminação dos microrganismos no solo (Maranhão, 2008). Segundo Been e Schomaker (2006), a distribuição vertical de espécies de nematoides depende principalmente da distribuição do sistema radicular das plantas hospedeiras, temperatura, fatores bióticos e propriedades físicas e químicas do solo.

A distribuição das raízes é o principal fator determinante da distribuição vertical de fitonematoides, enquanto que os fatores físicos atuam de forma secundária (Souza, 2009). A distribuição de *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Chitwood e Oteifa no perfil do solo foi relatada em raízes de cenoura (*Daucus carota* L.), milho (*Zea mays* L.), batata (*Solanum tuberosum* L.) e escorsioneira (*Scorzonera hispanica* L.). Na cultura do milho, cujas raízes são mais profundas, foram encontrados nematoides associados à rizosfera em profundidade de até 70 cm, enquanto que nas demais culturas não ultrapassaram a profundidade de 50 cm (Pudasaini *et al.*, 2006), indicando que o comprimento da raiz pode limitar a profundidade habitada pelas espécies de fitonematoides.

Atributos físicos do solo são de extrema importância para a sobrevivência dos nematoides, pois qualquer mudança ambiental ou perturbação que afete a composição ou fisiologia das plantas, tais como textura, química e fatores climáticos (umidade e temperatura) do solo, pode alterar a diversidade de espécies em

grupos funcionais (Wall e Virginia, 1999; Souza, 2009). A composição das comunidades de nematoides no solo é influenciada por fatores ambientais como: vegetação hospedeira, tipo de solo, estação climática, nível de umidade e teor de matéria orgânica, além da distribuição espacial (Wall *et al.*, 2002).

Devido à composição química, a vinhaça pode ter diversos usos, dentre os quais, o agrícola, substituindo parcial ou totalmente as adubações minerais da cana-de-açúcar. Vários estudos sobre a disposição da vinhaça no solo vêm sendo conduzidos, enfocando-se os efeitos nos atributos físico-químicos e também na estrutura trófica da nematofauna (Cortez *et al.*, 1992; Tenório *et al.*, 2000). Desta forma, podem ocorrer mudanças no teor de matéria orgânica e na atividade biológica do solo, influenciando diretamente as comunidades de nematoides.

O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição vertical da nematofauna, após o corte da cana-de-açúcar e a fertirrigação com vinhaça, e os efeitos associados à evolução C-CO₂ no solo, densidade de partícula, porosidade e densidade do solo ao longo do perfil, em área de tabuleiro na Mata Norte de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Usina Santa Tereza, localizada no município de Goiana, em solo de tabuleiro costeiro com teores de 12, 36 e 952 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente, apresentando textura arenosa. A área foi fertirrigada com vinhaça e cultivada com a variedade de cana-de-açúcar RB863129, considerada suscetível a fitonematoides. A área vem sendo manejada sob sistema de plantio convencional há mais de 20 anos, sempre com cana-de-açúcar. O clima local, de acordo com o sistema de Koppen (1948), é tropical chuvoso tipo As' ou pseudotropical, que se caracteriza por ser quente e úmido com chuvas que se concentram entre os meses de março a agosto. As temperaturas médias anuais variam em torno de 24°C, com amplitude térmica anual de 3°C e isoietas de 975,6 a 1932,3 mm anuais.

As avaliações foram efetuadas na área em três períodos diferentes de cultivo: 30 dias antes do corte da cana-de-açúcar e fertirrigação com vinhaça; 30 e 90 dias após. As análises físicas fundamentaram-se na determinação da densidade do solo, densidade de partículas e porosidade. A estrutura trófica da nematofauna foi caracterizada pela densidade populacional das espécies endoparasitas e dos grupos tróficos encontrados. Paralelamente, foi estimada a respiração microbiana com base na evolução C-CO₂ do solo.

Horizontalmente, as amostras foram coletadas em 49 pontos georreferenciados, com espaçamento de 10 m entre os pontos, formando malha de 60 × 60 m (Figura 1). Verticalmente, com auxílio de um escavador, foi aberta em cada ponto uma trincheira e coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm, totalizando 245 amostras em cada

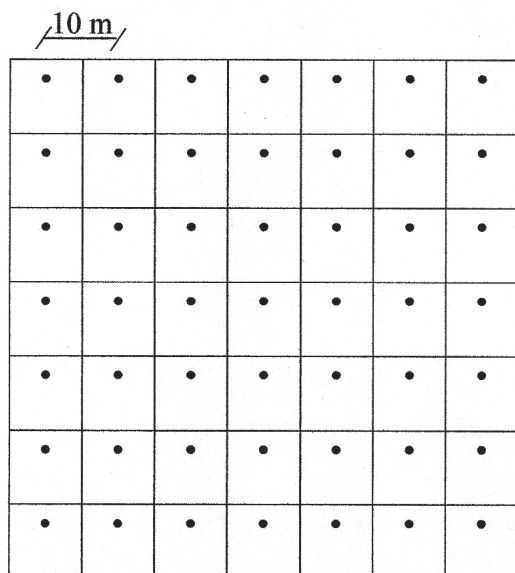


Figura 1. Malha de amostragem de 60 × 60 m, abrangendo 49 pontos, com distância de 10 m entre os pontos.

Tabela 1. Nematofauna (nematóides /300 cm³ solo), evolução C-CO₂ do solo, densidade de partícula, densidade e porosidade do solo 30 dias antes e 30 e 90 dias após o corte da cana-de-açúcar e fertirrigação com vinhaça.

Nematofauna e Variáveis do solo	Corte da cana-de-açúcar e fertirrigação com vinhaça		
	30 dias antes	30 dias depois	90 dias depois
Bacteriófagos	14,13 a	16,18 a	14,17 a
Fitoparasitos	76,05 a	42,81 b	49,81 b
Ectoparasitos	43,47 a	22,76 b	35,13 a
<i>Meloidogyne</i>	11,03 a	7,27 a	5,89 a
<i>Pratylenchus</i>	20,55 a	12,78 b	8,79 b
Micófitos	0,31 a	0,97 a	0,72 a
Onívoros	42,65 a	20,44 b	19,99 b
Predadores	-	-	-
Nematóides Totais	134,71 a	81,70 b	85,81 b
C-CO ₂	12,67 a	12,29 a	10,06 a
DP	2,58 a	2,58 a	2,58 a
DS	1,59 a	1,57 b	1,57 b
PORO	0,77 a	0,38 a	0,40 a

Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

C-CO₂ = evolução C-CO₂ (mg/CO₂), DP= Densidade de partícula (g/cm³), DS= Densidade do solo (g/cm³), PORO= Porosidade do solo (%), - Não detectado na maior parte dos pontos amostrados.

período.

Para as análises físicas, as 245 amostras foram preparadas e pesadas para obtenção do conteúdo de água (g) e depois levadas à estufa a 105°C por 48 h para obtenção da massa seca (g). A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico (MBV) (Flint e Flint, 2002). A densidade do solo foi determinada pelo método da proveta e a porosidade total foi calculada pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas, todas conforme a metodologia da Embrapa (1997).

Para as análises nematológicas, cada uma das 245 amostras foi homogeneizada e processada para extração a partir de 300 cm³ de solo (Jenkins, 1964). As suspensões obtidas foram mantidas sob refrigeração (4-6°C). Os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos (fitonematoides, bacteriófagos, micófitos, predadores e onívoros), baseado na morfologia do estoma e esôfago (Yates *et al.*, 1993). Para os fitonematoides foi feita identificação ao nível de gênero de acordo com a chave de Mai *et al.* (1996), e os *taxas* agrupados em três grupos: ectoparasitos, *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. A contagem dos espécimes foi realizada em lâminas de Peters, sob microscópio óptico, em quatro repetições e os resultados foram computados em número de espécimes por 300 cm³ de solo. A análise da respiração microbiana foi realizada nas 245 amostras de cada coleta, segundo a metodologia de Grisi (1978).

Os dados foram submetidos a análise multivariada para medidas repetidas com o tempo. Quando o efeito da profundidade interagiu com o tempo ou foi significativo isoladamente, modelos lineares, logarítmicos, quadráticos e cúbicos foram utilizados na tentativa de descrever as variações nas densidades populacionais dos nematoides, respiração microbiana e atributos físicos do solo (densidade do solo, densidade de partícula e porosidade) em função da profundidade de coleta e período de avaliação. Para as variáveis cujos modelos não se ajustaram à distribuição dos dados, foram elaborados gráficos indicando as variações das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, em função da profundidade. Visando avaliar a possível relação entre as populações de nematoides e os atributos físicos e evolução C-CO₂ do solo, foi determinado o grau de correlação linear simples entre os pares de dados obtidos pelo coeficiente de correlação de Pearson a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As densidades populacionais de *Pratylenchus* e dos onívoros diminuíram significativamente com a profundidade do solo após o corte da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça (Tabela 1), ocorrendo interação significativa entre esses dois fatores. A distribuição vertical de *Pratylenchus* 30 dias antes e 30 dias após a fertirrigação com vinhaça foi significativamente

ajustada aos modelos linear $y = 66,5829 - 1,5412x$ ($r^2 = 0,17$) e quadrático $y = 60,72245 - 2,8605x + 0,03443x^2$ ($r^2 = 0,23$), respectivamente (Figura 2A e 2B). Nenhum dos modelos testados descreveu adequadamente a distribuição de *Pratylenchus* ao longo dos 50 cm de profundidade do solo, aos 90 dias após a aplicação de vinhaça. No entanto, as densidades de *Pratylenchus* aos 30, 40 e 50 cm de profundidade foram significativamente menores que aos 10 cm (Figura 2C), indicando maior concentração do nematoide aos 10 e 20 cm de profundidade.

Antes do corte da cana-de-açúcar e aplicação da vinhaça, a distribuição vertical dos onívoros não se ajustou adequadamente a nenhum modelo testado, no entanto, havia significativamente maior concentração de onívoros a 10 e 20 cm do que nas maiores profundidades (Figura 2D). Aos 30 e 90 dias após o corte e aplicação da vinhaça, as densidades populacionais dos onívoros diminuíram significativamente (Tabela 1), não ocorrendo diferença significativa entre as profundidades, embora os espécimes estivessem presentes ao longo do perfil de solo estudado (Figuras 2E e 2F).

Para os demais integrantes da nematofauna, o corte da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça não interagiu com a profundidade do solo, embora em muitos casos tenham afetado significativamente as populações. Por exemplo, além da significativa redução aos 30 e 90 dias após o corte da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça, a densidade populacional dos ectoparasitos sofreu redução significativa aos 30, 40, e 50 cm de profundidade (Figura 3A). Para os fitonematoides (Figura 3B), os resultados mostraram significativa diminuição na densidade populacional após o corte e aplicação de vinhaça (Tabela 1) e, em função da profundidade, descrita significativamente pela equação $y = 113,2781 - 1,9122x^2$ ($r^2 = 0,10$).

A densidade populacional dos micófitos, bacteriófagos e do endoparasito sedentário *Meloidogyne* não foi afetada pelo período de amostragem (Tabela 1). Embora presentes na maior parte das amostras, os micófitos e *Meloidogyne* também não variaram com a profundidade (Figura 3C e 3D), possivelmente devido às baixas densidades populacionais. Os bacteriófagos mostraram-se significativamente mais concentrados nas profundidades de 10 e 20 cm do solo, diminuindo drasticamente em profundidades mais elevadas (Figura 3E).

Os nematoides predadores não foram detectados em vários pontos de amostragem impossibilitando a análise estatística dos dados. Considerando o total de nematoides detectados (Figura 3F), o decréscimo populacional em função da profundidade ajustou-se ao modelo quadrático $y = 231,2835 - 6,3076x + 0,00530x^2$ ($r^2 = 0,13$), registrando-se redução significativa no número de nematoides 30 e 90 dias após o corte da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça (Tabela 1).

O corte da cana-de-açúcar e a fertirrigação

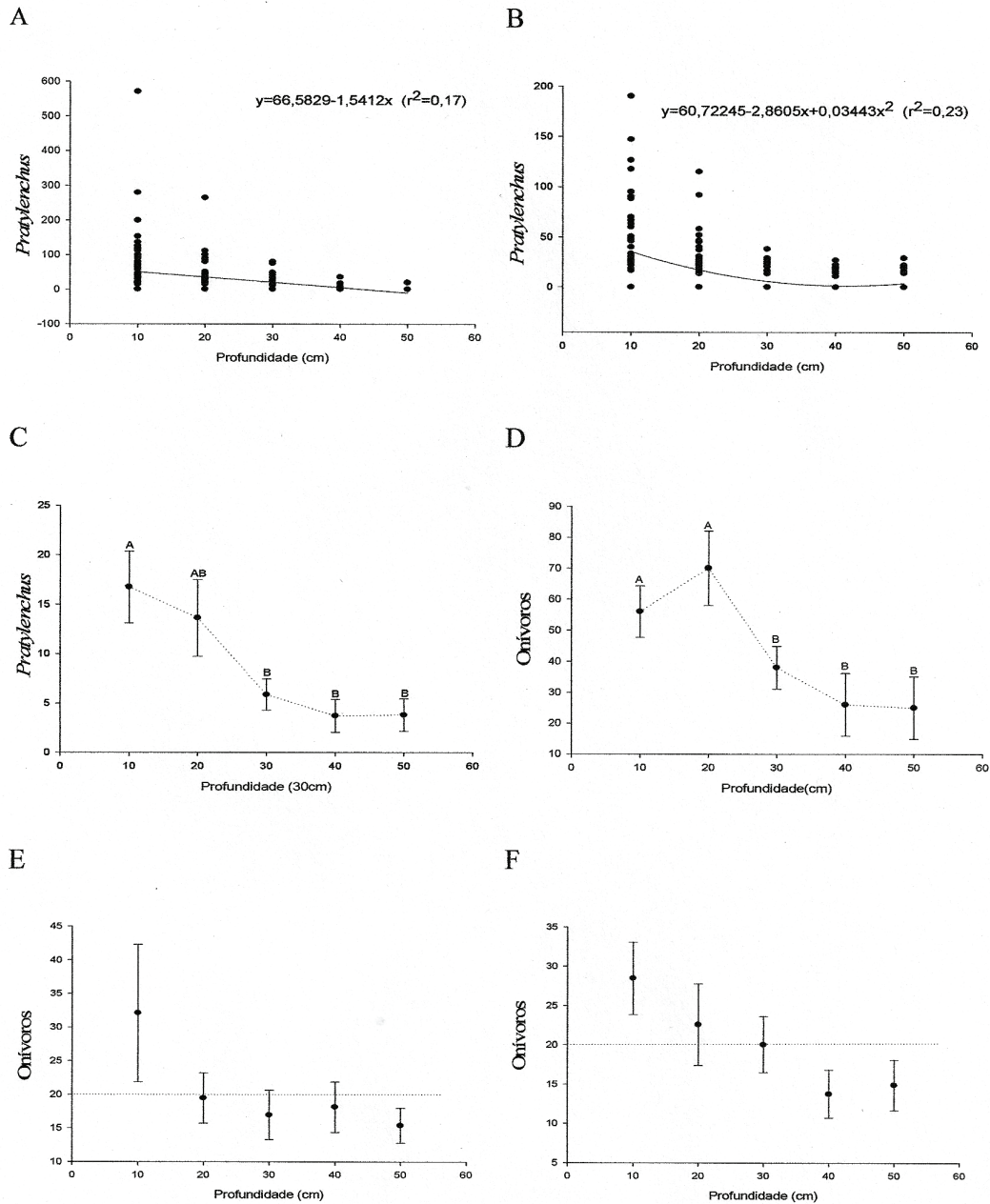


Figura 2. Distribuição vertical de nematoides que apresentaram interação entre profundidade e tempo. A = *Pratylenchus* 30 dias antes do corte da cana-de-açúcar e fertirrigação com vinhaça, B = *Pratylenchus* 30 dias após o corte e fertirrigação, C = *Pratylenchus* 90 dias após o corte e fertirrigação, D= Onívoro 30 dias antes do corte e fertirrigação, E = Onívoro 30 dias após o corte e fertirrigação, F = Onívoro 90 dias após o corte e fertirrigação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

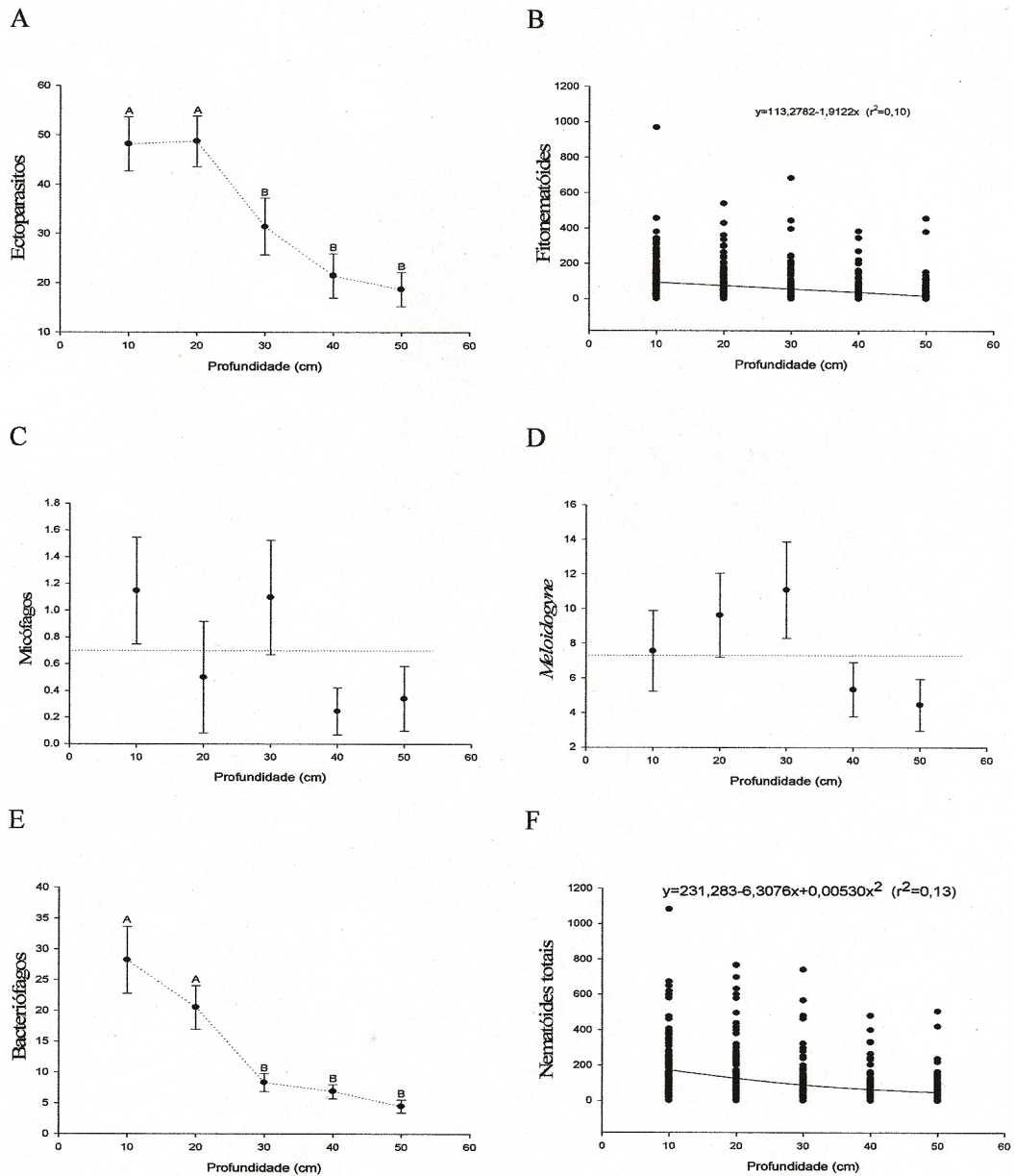


Figura 3. Distribuição vertical de nematoides que não apresentaram interação entre profundidade e tempo. Os dados representam as médias dos três períodos de avaliação (30 dias antes e 30 e 90 dias após o corte da cana-de-açúcar e fertirrigação com vinhaça). A = ectoparasitos, B = fitonematóides (ecto + endoparasitos), C = micófagos, D = *Meloidogyne*, E = bacteriófagos, F = nematoides totais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

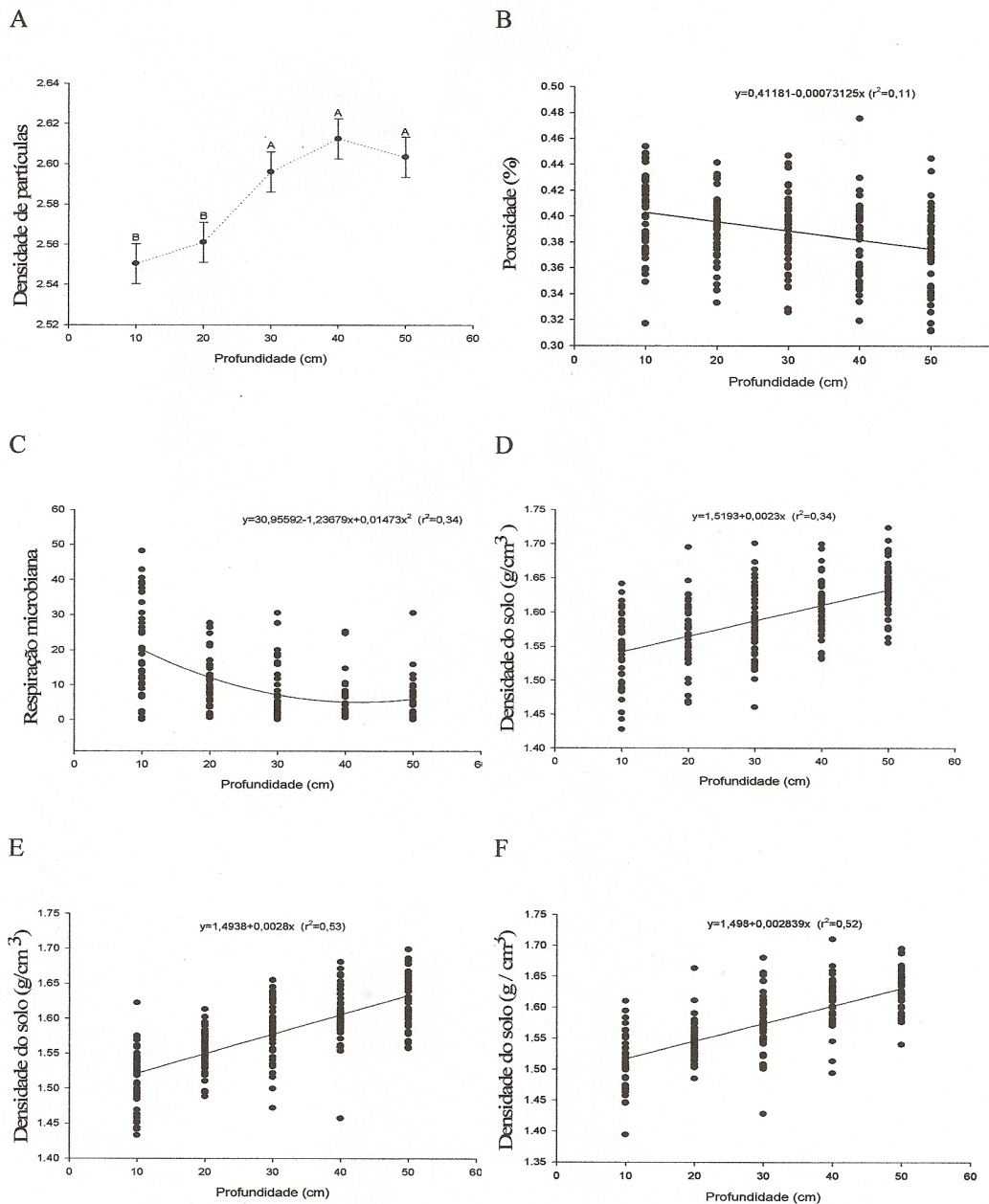


Figura 4. Variações na densidade de partículas (A), porosidade (B), evolução C-CO₂ (C) e densidade do solo (D, E, F) em função da profundidade. Para A, B e C os dados representam médias dos três períodos de avaliação. D = 30 dias antes do corte da cana-de-açúcar e fertirrigação, E = 30 dias após o corte e fertirrigação, F = 90 dias após o corte e fertirrigação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

com vinhaça não afetou a densidade de partícula, porosidade e evolução C-CO₂ do solo (Tabela 1), embora tenham ocorrido variações significativas em função da profundidade (Figura 4). A densidade de partículas foi significativamente maior aos 30, 40, e 50 cm (Figura 4A), enquanto que a porosidade diminuiu linearmente com o aumento da profundidade do solo (Figura 4B), conforme descrito pela equação $y = 0,41181 - 0,00073125x$ ($r^2 = 0,11$). A evolução C-CO₂ do solo (Figura 4C), ajustou-se ao modelo $y = 30,95592 - 1,23679x + 0,01473 x^2$ ($r^2 = 0,34$), indicando maior concentração microbiana nas camadas mais superficiais do solo, onde ocorreu maior concentração de nematoides.

A densidade do solo aumentou com a profundidade (Figuras 4D, 4E e 4F), diminuindo após a fertirrigação com vinhaça (Tabela 1), ocorrendo interação entre a época de amostragem e profundidade. O aumento da densidade do solo decorrente do aumento da profundidade aos 30 dias antes e aos 30 e 90 dias após a fertirrigação foi descrito pelas equações $y = 1,5193 + 0,0023x$ ($r^2 = 0,34$), $y = 1,4938 + 0,0026x$ ($r^2 = 0,53$) e $1,498 + 0,0028x$ ($r^2 = 0,52$), respectivamente.

A análise de correlação de Pearson mostrou-se negativa entre a densidade do solo e o número total de nematoides ($r = -0,20$). O baixo coeficiente de correlação evidencia que outros fatores, além da densidade do solo, podem ter influenciado verticalmente a densidade populacional de nematoides. Miranda (2009) ao estudar o efeito das operações de colheita e da fertirrigação com vinhaça também encontrou populações de nematoides mais baixas após a aplicação do resíduo, e uma diminuição na densidade do solo com o tempo, o que propiciou melhores condições para o desenvolvimento das raízes.

O efeito benéfico da vinhaça sobre as propriedades físicas do solo é relatado por vários autores (Lyra *et al.*, 2003; Silva e Cabeda, 2005; Miranda, 2009). Por outro lado, Andrioli (1986) quando aplicou doses crescentes de vinhaça (0, 250, 300, 600, e 1200 m³ ha⁻¹) verificou que a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade e a microporosidade não foram influenciadas, o que foi atribuído a pouca variação nos teores de matéria orgânica do solo.

A diminuição da densidade populacional de nematoides com o aumento da profundidade do solo está comumente associada à diminuição da quantidade de raízes e compactação das camadas mais profundas, alterando os espaços porosos e diminuindo a oxigenação nestas camadas (Carneiro *et al.*, 1982). De maneira geral, as maiores densidades populacionais foram encontradas entre 0-20 cm, reduzindo com o aumento da profundidade do solo. Segundo Miranda (2009) e Rodrigues (2010), em solos de tabuleiros as densidades populacionais de nematoides diminuem com a profundidade, sendo as maiores densidades encontradas nas profundidades de 0 a 20 cm. As profundidades de 40-50 cm apresentaram menores densidades populacionais nos três períodos

de avaliação, corroborando com as recomendações para coleta de amostras nas profundidades de 20 a 30 cm (Been e Schomaker, 2006). Sampaio *et al.* (1987) verificaram, para as condições de tabuleiro em Pernambuco, que 75% da massa radicular da cana-de-açúcar estava localizada nos primeiros 20 cm superficiais e 50% estavam distante a menos de 30 cm do centro da touceira, o que pode justificar esta maior densidade populacional nos 20 primeiros centímetros no presente estudo.

A distribuição vertical de nematoides pode mudar com o tempo, devido a diferentes aspectos da dinâmica da população, da redistribuição ativa e passiva e disseminação dos microrganismos no solo (Maranhão, 2008). Nematoides participam de várias interações com a microbiota, visto que exsudatos radiculares interferem na biologia do solo e fornecem alimentos para bactérias e fungos, atraindo os correspondentes grupos tróficos para a rizosfera (Mattos, 2006). A respiração microbiana, estimada pela evolução de C-CO₂ do solo, diminuiu com o aumento da profundidade (Figura 4C), o que pode estar associado à menor quantidade de oxigênio nas camadas mais profundas do solo, tornando esses locais desfavoráveis aos nematoides os quais necessitam de oxigênio para desenvolvimento.

Os maiores valores de densidade de partícula do solo foram observados nas camadas de 30 a 50 cm (Figura 4A). Kato *et al.* (2010), ao estudarem as propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes coberturas vegetais, verificaram que a maior densidade de partícula, observada na camada de 20-30 cm, estava associada à menor influência dos componentes orgânicos, o que justifica os maiores valores nas profundidades mais altas encontrados neste trabalho.

Existem poucos estudos sobre os efeitos da distribuição vertical de nematoides em cana-de-açúcar, porém, há relatos que além da distribuição do sistema radicular das plantas hospedeiras há também influência da temperatura, da microbiota e propriedades físicas e químicas do solo (Been e Schomaker, 2006). No presente estudo, a fertirrigação afetou a densidade do solo, atributo físico que mais influenciou a distribuição vertical dos nematoides. As maiores variações nas densidades populacionais de nematoides ao longo do perfil do solo decorreram da profundidade, sendo as de 10 e 20 cm as mais habitadas, corroborando com as profundidades usualmente recomendadas para amostragem.

LITERATURA CITADA

- Andrioli, I. 1986. Efeitos da vinhaça em algumas propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro textura média. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

- Been, T. H., and C. H. Schomaker. 2006. Distribution patterns and sampling. Pp. 302-326. *in* R. N. Perry, and M. Moens, eds. *Plant Nematology*. Wallingford: CAB International, Wallingford, CT.
- Cadet, P., and V. W. Spall. 2005. Nematodes parasites of sugarcane. Pp. 645-674. *in* M. Luc, R. A. Sikora, and J. Bridge, eds. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Wallingford: CAB International, Wallingford, CT.
- Carneiro, R. M. D. G., R. G. Carneiro, and A. R. Monteiro. 1982. Distribuição vertical de quatro espécies de nematóides parasitos da cana-de-açúcar, em relação a certas propriedades do solo. IV Reunião de Nematologia, Sociedade Brasileira de Nematologia 6:117-132.
- Chaves, A., R. V. L. Maranhão, E. M. R. Pedrosa, L. M. P. Guimarães, and M. K. R. Oliveira. 2009. Incidência de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* sp. em cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco, Brasil. *Nematologia Brasileira* 33:278-280.
- Cortez, L. A., P. S. G. Magalhães, and J. Happ. 1992. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. *Revista Brasileira de Energia* 2:111-146.
- Dinardo-Miranda, L. L. 2006. Manejo de nematóides e pragas de solo em cana-de açúcar. Pp. 59-80. *in* A. P. Campos, D. W. Vale, E. S. Araújo, M. M. Corradi, M. S. Yamauti, O. A. Fernandes, and S. Freitas, eds. *Manejo integrado de pragas*. FUNEP, Jaboticabal, SP.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análises de solo. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 212, Rio de Janeiro, RJ.
- Ferreira Lima, R. 2000. Influência do nematicida Terbufos na flutuação populacional de nematóides e parâmetros produtivos de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil 19:36-39.
- Flint, A. L., and L.E. Flint. 2002. Particle density. Pp. 229-240 *in* J. H. Dane and G. C. Topp, Eds. *Methods of soil analysis: part 4 – physical methods*. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Grisi, B. M. 1978. Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. *Ciência e Cultura* 30:82-88.
- Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 4:462.
- Kato, E., M. L. G. Ramos, D. F. A. Vieira, A. D. Meira, and V. C. Mourão. 2010. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um latossolo vermelho-amarelo do cerrado, sob diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal* 26:732-738.
- Koppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica, 466. México.
- Lyra, M. R. C. C., M. M. Rolim, and J. A. A. Silva. 2003. Toposequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 7: 525-532.
- Mai, W. F., P. G. Mullin, H. H. Lyon, and K. Loeffle. 1996. *Plant-Parasitic nematodes: a pictorial key to genera*. Cornell University Press. 277Pp., Ithaca, NY.
- Maranhão, S. R. V. L. 2008. Comunidade populacional e variabilidade espacial de nematóides em áreas de cultivo de cana-de-açúcar sob diferentes condições edafoclimáticas. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Mattos, J. K. A., S. P. Huang, and C. M. McPimentel. 2006. Grupos tróficos da comunidade de nematóides do solo em oito sistemas de uso da terra nos Cerrados do Brasil central. *Nematologia Brasileira* 30:267-273.
- Miranda, T. L. 2009. Relações entre atributos físicos e biológicos do solo após operações de colheita e aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar. 2009, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Pudasaini, M. P., C. H. Schomaker, T. H. Been, and M. Moens. 2006. The vertical distribution of the plant parasitic nematode, *Pratylenchus penetrans*, under four field crops. *Phytopathology* 96:226-233.
- Rodrigues, C. V. M. 2010. Distribuição vertical da nematofauna associada ao cultivo da cana-de-açúcar em área de várzea. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Sampaio, E. V. S. B., and I. H. Salcedo. 1987. Eficiência de utilização de uréia-¹⁵N por cana-planta e três socas em tabuleiro costeiro de Pernambuco. *Anais do Congresso Nacional da Stab* 4:46-49.
- Silva, A. J. N., and M. S. V. Cabeda. 2005. Influência de diferentes sistemas de manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si e Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 29:447-457.
- Souza, R. A. 2009. Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de soja (*Glycine max* L.) Merrill, em Tupirama-TO. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- Tenório, Z., O. S. Carvalho, O. R. R. F. Silva, J. M. G. Montes, and F. G. Lopez. 2000. Estudio de la actividad biológica de los solos costeros Del NE de Brasil enmendados com residuos agrícolas: vinaza y torta de caña de azúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4:70-74.
- Wall, D. H. and R. A. Virginia. 1999. Controls on soil biodiversity: insights from 298 extreme environments. *Applied Soil Ecology* 13:137-150.
- Wall, J. W., K. R. Skene, and R. Neilson. 2002. Nematode community and trophic structure along a sand dune succession. *Biology and Fertility of Soils* 35: 293-301.

Yates, G. W., T. Bongers, R. G. M. De Goede, D. W. Freckman, and S. S. Georgieva. 1993. Feeding habits in nematode families and genera- an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25:315-331.

Received:

8/IV/2011

Accepted for publication:

19/IX/2011

Recibido:

Aceptado para publicación: