

DINÂMICA TEMPORAL DA COMUNIDADE DE NEMATOIDES EM CANA-DE-AÇÚCAR EM CONDIÇÃO DE BAIXA UMIDADE DO SOLO

Thais Fernanda da Silva Vicente¹, Elvira Maria Regis Pedrosa^{1*}, Luana Maria Alves da Silva², Mario Monteiro Rolim¹, Douglas Barbosa Castro³, Diego Arruda Huggins de Sá Leitão¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Dois irmãos, s/n. CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil; ²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia; ³Faculdade Santa Marcelina-Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas. Autor para correspondência: elvira.pedrosa@ufrpe.br

ABSTRACT

Vicente, T. F. S., E. M. R. Pedrosa, L. M. A. Silva, M. M. Rolim, D. B. Castro, and D. A. H. S. Leitão. 2017. Temporal dynamics of soil nematode community in sugarcane field under low soil moisture. *Nematropica* 46:235-243.

Plant-parasitic nematodes can cause severe losses in sugarcane fields in Northeastern Brazil. Additionally, the irregular rainfall distribution and prolonged drought during the 2012/2013 and 2013/2014 harvest severely reduced the crop production in the region. The purpose of this study was to evaluate soil nematode community dynamics in cane cultivation (variety RB867515) and the relations with the low soil moisture. The research was carried out after three consecutive drought years in a region with irregular rainfall with no irrigation. Soil samples were collected through May 2013 and August 2014, before sugarcane planting, at 3, 6, and 9 months after planting, and at harvest for nematode community and soil moisture analysis. Climatic variables including maximum and minimum temperature, relative humidity, and average rainfall, were used to characterize the area. Data were subjected to analysis of variance and principal component analysis. Results indicated that relationships exist between nematode community and stages in crop development, and soil moisture. *Pratylenchus*, *Acrobeles*, Criconematidae, *Helicotylenchus*, and *Trichodorus* were affected by soil moisture before planting, *Acrobeles*, *Aphelenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, and Rhabditida were affected at 6 months after planting, *Nothotylenchus* at 9 months after planting, and *Laimydoorus*, *Helicotylenchus*, and *Trichodorus* at harvest. Rhabditida population density was highest at 3 months after planting during the tillering stage.

Key words: PCA, nematode community structure, *Saccharum*, soil moisture, drought conditions, land use.

RESUMO

Vicente, T. F. S., E. M. R. Pedrosa, L. M. A. Silva, M. M. Rolim, D. B. Castro, D. A. H. S. Leitão. 2017. Dinâmica temporal da comunidade de nematoides em cana-de-açúcar em condição de baixa umidade do solo. *Nematropica* 46:235-243.

Embora os nematoides parasitas de planta causem perdas elevadas na cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil, a distribuição irregular das chuvas e a seca que atingiu a região nas safras de 2012/2013 e 2013/2014 reduziu severamente a produtividade da cultura na região. O objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica da comunidade de nematoides do solo ao longo do cultivo da cana planta variedade RB867515 e suas relações com as condições de baixa umidade do solo. O estudo foi desenvolvido após três anos consecutivos de seca em área com distribuição irregular de chuvas, em condição de sequeiro. As amostras de solo foram coletadas antes do plantio da cana, aos 3, 6 e 9 meses após o plantio (MAP) e por ocasião da colheita no período de maio de 2013 e agosto de 2014, para determinação da comunidade de nematoides e umidade do solo. As variáveis climáticas de temperatura máxima, mínima, umidade relativa e precipitação média também foram utilizadas para caracterização da área. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de componentes principais. Os resultados mostram relações entre a comunidade de nematoides e as fases de cultivo da cana planta e umidade do solo. A umidade do solo afetou *Pratylenchus*, *Acrobeles*, Criconematidae, *Helicotylenchus*, e *Trichodorus* antes do plantio, *Acrobeles*, *Aphelenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, e Rhabditida aos 6 MAP, o micófago *Nothotylenchus* ao 9 MAP e *Laimydoorus*, *Helicotylenchus*, e *Trichodorus* por ocasião da colheita. Maior densidade populacional de Rhabditida ocorreu na fase de perfilhamento da cultura aos 3 MAP.

Palavras chave: ACP, estrutura da comunidade de nematoide, *Saccharum*, sequeiro, uso da terra.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* sp. L.) é uma cultura semiperene cultivada em regiões tropicais e subtropicais (Oliveira *et al.*, 2010) e uma das principais culturas do Brasil, que se destaca como o maior produtor mundial de açúcar e etanol de cana-de-açúcar (FAO, 2016). Muitos são os fatores que favorecem o desenvolvimento da cultura em solos brasileiros, mas a umidade é o fator que se destaca (Souza *et al.*, 2012) influenciando diretamente a produtividade da cultura (Teodoro *et al.*, 2015). Diferentemente de outras regiões brasileiras onde a cultura apresenta maiores produtividades, nas áreas de cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste as chuvas se distribuem de forma irregular contribuindo para a baixa produtividade da cultura (Teodoro *et al.*, 2009).

Associadas à precipitação pluviométrica irregular, as nematoses estão entre as doenças de maior importância que acometem a cultura, interferindo no desenvolvimento das plantas, diminuindo o tamanho e, em muitos casos, o número de colmos, resultando em grandes perdas econômicas (Dinardo-Miranda *et al.*, 2003). Analisar os fatores que influenciam a dinâmica populacional dos nematoides no solo e entender os mecanismos que afetam suas relações com a cultura durante o ciclo de cultivo, que dura em média 12 a 18 meses, irá auxiliar o manejo integrado de nematoides possibilitando maiores produtividades e, ao mesmo tempo, uso menor e mais eficiente dos produtos químicos, diminuindo os impactos ambientais e melhorando a qualidade ambiental do solo.

Pesquisas que abordaram a distribuição da comunidade de nematoides no solo, em cana planta e em soqueiras, demonstraram que as densidades populacionais de nematoides fitoparasitas são menores no início do cultivo da cana planta, aumentando ao longo das sucessivas socas (Cadet e de Boer, 1990; Hall e Irey, 1990; Bond *et al.*, 2000), embora flutuações populacionais possam ocorrer ao longo do ciclo de cultivo em função de vários fatores, especialmente da umidade do solo (Carneiro *et al.*, 1980; Dinardo-Miranda e Fracasso, 2010). Entretanto, estudos sobre a dinâmica da comunidade de nematoides no solo nas condições do nordeste brasileiro durante as fases de cultivo da cana planta (brotação, perfilhamento, crescimento vegetativo dos colmos e maturação) são escassos (Oliveira *et al.*, 2011). Desta forma objetivou-se com estudo avaliar a dinâmica da população de nematoides no solo durante as fases de cultivo da cana planta e as relações destes nematoides com a umidade do solo e fatores climáticos nas condições do nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e amostragem de solo

A pesquisa foi realizada em área cultivada com cana planta em sequeiro no Estado da Paraíba, coordenadas geográficas 7° 21' 53.9" S e 35° 11' 60.0" W com sistema de plantio convencional por mais de meio século. A variedade utilizada foi RB867515, tolerante a seca (Marques e Silva, 2008) e com bom desenvolvimento em solos arenosos (Daros *et al.*, 2015). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013) de textura média com 68% de areia, 20% de argila, 11% de silte, 47% de areia grossa e 52% de areia fina.

O clima da região é tropical do tipo As', caracterizado por ser quente e úmido com chuvas de outono a inverno, segundo a classificação climática de Köppen (Alvares *et al.*, 2013). A precipitação pluviométrica e temperatura durante os meses do experimento são representados nas Figuras 1 e 2. Os dados de precipitação foram obtidos na Usina Olho D'água e os dados de temperatura e umidade relativa com PCD/INPE (Plataforma de Coleta de Dados). A região de estudo é caracterizada pela distribuição irregular das chuvas durante o ano (Souza *et al.*, 2004) e passou por um período de seca registrado durante os anos de 2012, 2013 e 2014 (CONAB, 2015). A análise de umidade solo (g) foi realizada de acordo com a EMBRAPA (2011).

Antes do plantio da cana-de-açúcar, o solo passou pelo processo de subsolagem para descompactação, seguindo-se o destorroamento e nivelamento do solo com grades niveladoras, aplicação de corretivos e adubação com Fosfato monoamônio MAP (250 kg). Embora a área não tenha histórico de aplicação de nematocida, o solo vem recebendo aplicação de vinhaça (100 m³/ha) via aspersão uma vez por ano nos plantios de verão.

As amostragens tiveram início após a reforma do canal, antes do plantio da cana-de-açúcar, e acompanharam as fases distintas do ciclo de cultivo até a colheita, compreendendo cinco épocas de amostragem (T1 a T5), entre o período de 23 de maio de 2013 a 19 de agosto de 2014, conforme descrito a seguir.

T1 - Antes do plantio da cana-de-açúcar (23 de maio de 2013);

T2 - 90 dias após o plantio (25 de novembro de 2013), por ocasião do início da produção máxima de perfilhos;

T3 - 180 dias após o plantio (27 de fevereiro de 2014),

quando a cultura se encontra na fase de crescimento vegetativo, iniciando o desenvolvimento dos colmos (Moura Filho, 2006);

T4 - 270 dias após o plantio (27 de maio de 2014), período final da fase de crescimento dos colmos, que juntamente com T3 compreende os períodos em que a cultura absorve maior quantidade de nutrientes para desenvolvimento das folhas e colmos (Oliveira *et al.*, 2011);

T5 - 360 dias após o plantio (19 de agosto de 2014), na fase de maturação dos colmos por ocasião da colheita, período em que a cultura apresenta menor absorção de nutrientes, menor atividade de crescimento e maior síntese e acúmulo de açúcar.

Análise nematológica

As amostras de solo foram homogeneizadas e processadas com o auxílio de duas peneiras de 60 e 400 mesh para extração, a partir de 300 cm³ de solo, utilizando-se o método da flotação centrífuga (Jenkins, 1964). As suspensões de nematoides obtidas foram mantidas sob refrigeração (4 - 6°C) por não mais do que três dias, até a identificação e contagem das amostras.

A densidade dos nematoides do solo foi estimada por meio de uma alíquota de 1 ml na lâmina de Peters, sob microscópio óptico em uma objetiva de 20 ×, em duas repetições. Os nematoides foram identificados em nível de gênero ou família no microscópio óptico

com objetivas de 40 e 100 ×. A identificação em nível de gênero foi realizada por meio de lâminas temporárias, com os nematoides mortos em água quente (85-95°C), adicionando um volume igual de 6% de formaldeído para a suspensão. Os nematoides parasitos de planta foram identificados em nível de gênero (Mai *et al.*, 1996) e os nematoides de vida livre foram identificados a nível de família conforme a chave de identificação de Tarjan *et al.* (1977).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças significativas entre as médias dos nematoides abundantes no solo, umidade do solo e das variáveis climáticas em relação aos cinco períodos foram avaliadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi efetuada análise de componentes principais para descrever as relações da comunidade de nematoides no solo com a umidade do solo nos cinco períodos de cultivo da cana planta. As análises foram efetuadas utilizando o software STATISCA 10 (STATSOFT INC., 2011).

RESULTADOS

Dinâmica populacional de nematoides abundantes durante o primeiro corte da cana

Os nematoides mais abundantes na área de estudo estão representados na Tabela 1. No período T1 o gênero *Pratylenchus* foi o mais abundante

Tabela 1. Nematoides abundantes no solo e umidade nos cinco períodos de amostragem em área de cultivo de cana-de-açúcar.

Variáveis	T1 ^x	T2 ^x	T3 ^x	T4 ^x	T5 ^x
<i>Acrobelles</i>	16,68 ab ^z	15,49 ab	9,11 b	23,17 a	19,52 ab
Rhabditidae	47,06 b	200,78 a	26,32 b	44,59 b	59,26 b
Criconematidae	53,74 ab	74,75 a	11,71 c	23,59 bc	11,11 c
<i>Helicotylenchus</i>	89,14 a	52,20 abc	17,57 c	29,68 bc	64,93 ab
<i>Pratylenchus</i>	110,32 ab	59,53 bc	20,70 c	28,25 c	126,23 a
<i>Trichodorus</i>	31,86 b	11,50 bc	0,21 bc	31,14 b	63,18 a
<i>Tylenchorhynchus</i>	73,23 b	88,09 b	72,49 b	136,11 ab	187,01 a
Umidade do solo (g/g) ^y	0,14 a	0,06 c	0,06 c	0,09 b	0,14 a

^xT1 - Antes do plantio da cana-de-açúcar (23 de maio de 2013); T2 - 90 dias após o plantio (25 de novembro de 2013), por ocasião do início da produção máxima de perfilhos; T3 - 180 dias após o plantio (27 de fevereiro de 2014), quando a cultura se encontra na fase de crescimento vegetativo, iniciando o desenvolvimento dos colmos (Moura Filho, 2006);

T4 - 270 dias após o plantio (27 de maio de 2014), período final da fase de crescimento dos colmos, que juntamente com T3 compreende os períodos em que a cultura absorve maior quantidade de nutrientes para desenvolvimento das folhas e colmos (Oliveira *et al.*, 2011); T5 - 360 dias após o plantio (19 de agosto de 2014), na fase de maturação dos colmos por ocasião da colheita, período em que a cultura apresenta menor absorção de nutrientes, menor atividade de crescimento e maior síntese e acúmulo de açúcar.

^yAmostras de nematoides e de Umi solo foram mensuradas em 84 amostras.

^zAs letras na linha comparam diferenças dos Taxa durante as épocas de amostragens, em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

seguido por *Helicotylenchus* e *Tylenchorhynchus*, no período T2 a família Rhabditidae foi a mais abundante seguida pelo gênero *Tylenchorhynchus* e pela família Criconematidae, no período T3 *Tylenchorhynchus*, Rhabditidae, e *Pratylenchus* foram os mais abundantes respectivamente. No período T4 *Tylenchorhynchus*, Rhabditidae, e *Trichodorus* se destacaram entre os demais e no período T5 *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus*, e *Helicotylenchus* foram os mais abundantes na área.

Tylenchorhynchus foi o nematoide que se destacou em relação aos demais a partir do período T2 até o período T5, obtendo mais de 40% de dominância no período T3. A família Rhabditidae foi o taxa mais abundante no período T2, os nematoides parasitos de planta foram os mais abundantes nos demais períodos, nos períodos T3 e T4 a família Rhabditidae foi o segundo taxa mais abundante.

As densidades populacionais dos nematoides variaram significativamente nos cinco períodos estudados mostrando que a dinâmica da nematofauna está relacionada com as fases de cultivo da cana-de-açúcar. As médias de *Acrobeles* diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) nos períodos T3 e T4, apresentando maior média no período T4. As médias referentes aos períodos T1, T2, e T5 não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si, no entanto, apesar da média no período T4 se destacar das dos demais períodos elas são consideradas estatisticamente iguais entre si. A média da família Rhabditidae no período T2 diferiu significativamente das dos demais períodos ($p < 0,05$) favorecendo o seu desenvolvimento. Com relação à família Criconematidae, os períodos T1 e T2 exibiram as maiores médias não ocorrendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dois, contudo T2 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de T3, T4, e T5. *Helicotylenchus* no período T1 diferiu significativamente ($p < 0,05$) de T3 e T4, porém não diferiu de T2 e T5 (Tabela 1).

As médias de *Pratylenchus* no período T1 diferiram ($p < 0,05$) dos períodos T3 e T4, entretanto as médias de T1 não diferiram de T2 e T5, sugerindo aumento populacional deste nematoide nestes períodos. Quanto a *Trichodorus* o período T5 diferiu significativamente dos demais ($p < 0,05$), indicando ser o melhor período para desenvolvimento deste nematoide. Em relação à *Tylenchorhynchus* o período T5 não diferiu estatisticamente do T4 ($p < 0,05$), porém diferiu dos demais ($p < 0,05$). No período T3 os nematoides obtiveram as menores médias, dentre todos os períodos estudados, indicando redução na densidade populacional (Tabela 1).

No período T4 houve aumento na densidade populacional dos nematoides em relação ao período T3, mesmo não apresentando diferença significativa

($p < 0,05$) entre os dois períodos; com exceção de *Acrobeles* que diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre períodos T3 e T4. As médias da umidade do solo registradas nos períodos T1 e T5 não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), a média do período T4 foi a segunda maior diferindo estatisticamente (p

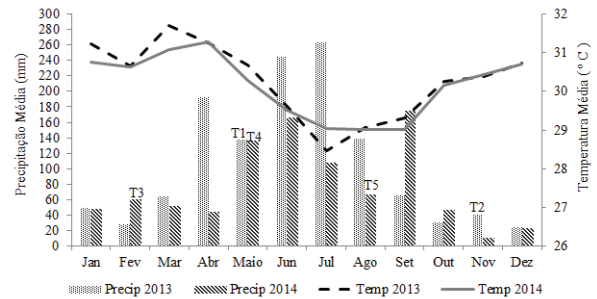


Figura 1. Distribuição mensal das chuvas e da temperatura média em área de cultivo de cana-de-açúcar. T1: Antes do plantio da cana (maio de 2013); T2: Três meses após o plantio da cana (novembro de 2013); T3: Seis meses após o plantio da cana (fevereiro de 2014); T4: Nove meses após o plantio da cana (maio de 2014); T5: Colheita (agosto de 2014).

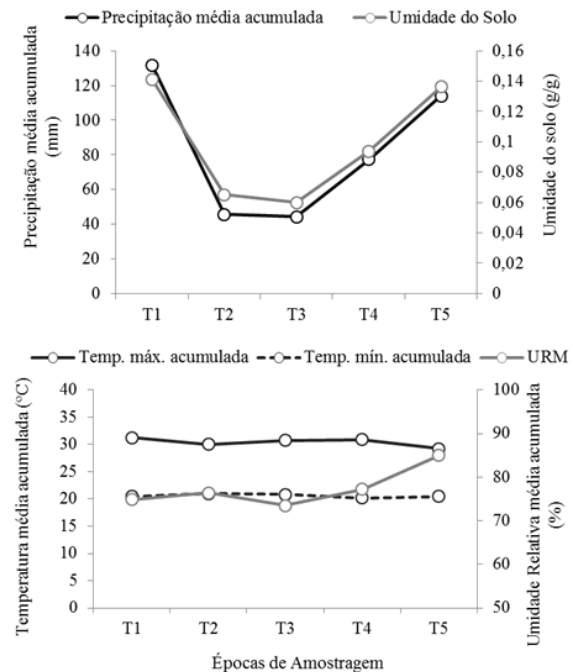


Figura 2. Precipitação média, temperaturas mínima e máxima e umidade do solo acumuladas nos dois meses anteriores e no mês de amostragem em área de cultivo de cana-de-açúcar. T1: Antes do plantio da cana (maio de 2013); T2: Três meses após plantio da cana (novembro de 2013); T3: Seis meses após o plantio da cana (fevereiro de 2014); T4: Nove meses após o plantio da cana (maio de 2014); T5: Colheita (agosto de 2014).

Tabela 2. Variáveis climáticas nos cinco períodos de amostragem em área de cultivo de cana-de-açúcar.

Variáveis climáticas (%)	T1 ^y	T2 ^y	T3 ^y	T4 ^y	T5 ^y
Temperatura Máxima	30,76 b ^z	30,34 b	30,69 b	31,29 a	28,95 c
Temperatura Mínima	20,00 a	20,94 a	20,38 a	20,02 a	20,82 a
Umidade Relativa Média	76,94 a	78,08 a	74,74 a	75,18 a	74,88 a

^yT1 - Antes do plantio da cana-de-açúcar (23 de maio de 2013); T2 - 90 dias após o plantio (25 de novembro de 2013), por ocasião do início da produção máxima de perfilhos; T3 - 180 dias após o plantio (27 de fevereiro de 2014), quando a cultura se encontra na fase de crescimento vegetativo, iniciando o desenvolvimento dos colmos (Moura Filho, 2006); T4 - 270 dias após o plantio (27 de maio de 2014), período final da fase de crescimento dos colmos, que juntamente com T3 compreende os períodos em que a cultura absorve maior quantidade de nutrientes para desenvolvimento das folhas e colmos (Oliveira *et al.*, 2011); T5 - 360 dias após o plantio (19 de agosto de 2014), na fase de maturação dos colmos por ocasião da colheita, período em que a cultura apresenta menor absorção de nutrientes, menor atividade de crescimento e maior síntese e acúmulo de açúcar.

^zAs letras na linha comparam diferenças das variáveis na as épocas de amostragens, em nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

< 0,05) dos demais períodos, as médias dos períodos T2 e T3 foram as menores registradas (Tabela 1).

No decorrer do cultivo da cana planta a precipitação anual registrada foi de 1629, 5 mm, com 41 e 60, 5 mm nos períodos T2 (fase de perfilhamento) e T3 (fase de crescimento vegetativo) respectivamente (Figura 1). A fase de crescimento vegetativo (T3) também obteve menor densidade populacional de nematoides no solo (Tabela 1) sugerindo que a baixa precipitação e umidade do solo registradas neste período influenciaram também na comunidade de nematoides do solo. No entanto no período T4 a população de nematoides tornou a crescer assim como os valores da umidade do solo, UMR e precipitação média (Figuras 1 e 2).

Variações climáticas durante o primeiro corte da cana

As médias das variáveis climáticas encontram-se descritas na Tabela 2. A temperatura máxima em T4 foi a maior registrada dentre as cinco épocas de amostragem alcançando 31, 29°C, e a menor foi registrada no período T5 (28,95°C). Os períodos T4 e T5 diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$), como também dos demais períodos ($p < 0,05$). As temperaturas máximas nos períodos T1, T2, e T3 não apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$). As variáveis temperatura mínima e URM não diferiram significativamente ($p < 0,05$) nos períodos de amostragem.

Influência da umidade na diversidade da comunidade de nematoides do solo durante o primeiro corte da cana

A análise de componentes principais apresentada na Figura 3 mostra a porcentagem explicada de cada componente durante o primeiro corte da cana. Durante o período T1, CP1 explica 25,31% da variância e CP2 15,63% compreendendo 40,94% do total da variância explicada neste período. No período T2, CP1 explica 24,73 % e CP2 16,02% da variância dos dados totalizando 40,75% da variância explicada nesta fase. O período T3 abrangeu 36,72% do total da variância explicada neste período com CP1 20,42% e CP2 16,30%. Durante o período T4 foi observada variância total explicada de 38,03% sendo distribuída em 22,78% para CP1 e 15,25% para CP2. No período T5, 44,91% da variância total explicada para o período compreendeu 26,53% para CP1 e 18,38% para CP2.

Alguns *taxa* possuem maior contribuição em relação aos demais para a composição das componentes, a exemplo de *Paratrichodorus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, e *Trichodorus* no T1, Tylenchidae, Mononchida, *Pratylenchus*, *Acrobeles* e Criconematidae no T2, Mononchida, *Thornia*, e *Helicotylenchus* no T3, *Acrobeles* e Criconematidae no T4 e Mononchida, *Helicotylenchus*, e Criconematidae no T5. Outros *taxa* que se encontram sobrepostos como *Paratrichodorus* e *Aphelenchoides*, *Helicotylenchus*, e *Acrobeles* no T1 e Tylenchidae e Mononchida no T2 possuem a mesma representatividade no gráfico (Figura 3).

Observa-se também que a umidade do solo exerce influência sobre *Pratylenchus*, *Acrobeles*, Criconematidae, *Helicotylenchus*, e *Trichodorus* no período T1, no entanto nenhum *taxa* sofre influência da umidade no T2, no período T3 *Acrobeles*,

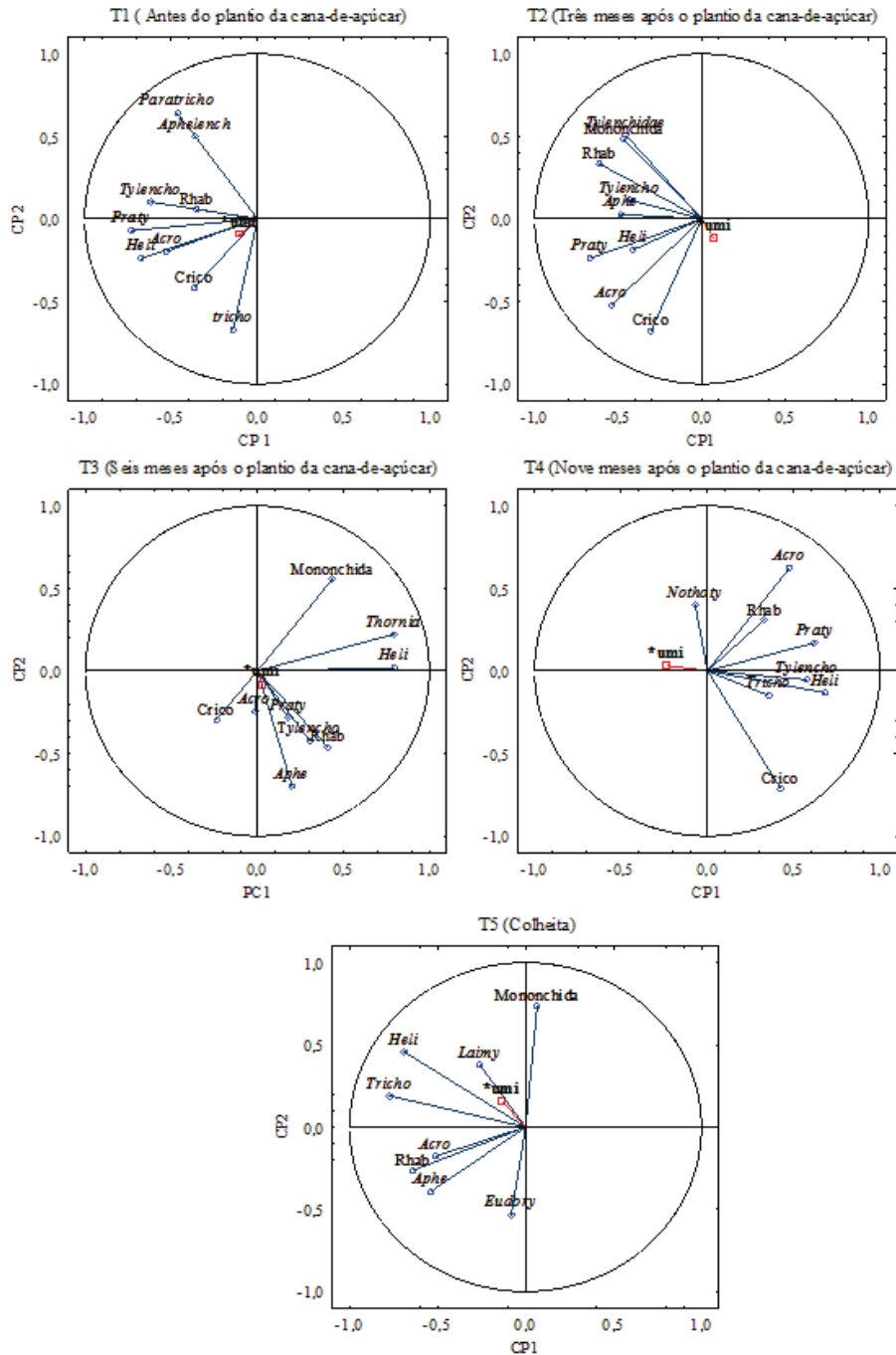


Figura 3. Componentes Principais que representam a comunidade de nematoides e a umidade do solo durante o primeiro corte da cana-de-açúcar. Acro – *Acrobeles*, *Aphelench*- *Aphelenchoides*, *Apha*- *Aphelenchus*, *Crico* – *Cricone-matidae*, *Eudory* – *Eudoryleimus*, *Heli* – *Helicotylenchus*, *Laimy*- *Laimydrus*, *Nothoty*- *Nothotylenchus*, *Paratricho* – *Paratrichodorus*, *Praty* – *Pratylenchus*, *Rhab* – *Rhabditidae*, *Tricho* – *Trichodorus*, *Tylencho* – *Tylenchorhynchus*, *umi* – umidade do solo (g).

Aphelenchus, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, e *Rhabditida* em algum momento são influenciados pela ação da umidade, em T4 a umidade influenciou apenas o micófito *Nothotylenchus*, no período T5 *Laimydrus*, *Helicotylenchus*, e *Trichodorus* foram influenciados pela umidade do solo.

DISCUSSÃO

Os nematoides classificados como oportunistas de enriquecimento, como os pertencentes à família *Rhabditidae* (Bongers, 1999; Bongers e Ferris, 1999),

são conhecidos como indicadores de fertilidade do solo (Ferris *et al.*, 2001) pois respondem rapidamente à adição de nutrientes no ambiente, alimentando-se de bactérias que degradam os materiais menos complexos. A população destes nematoides diminui assim que os recursos alimentares se tornam escassos, o que indica que durante o período T2, fase fenológica de desenvolvimento dos perfilhos, a adição de fertilizantes ao solo, inclusive a vinhaça, além de auxiliar no crescimento inicial da cultura, deve ter favorecido o aumento populacional de Rhabditidae.

Os nematoides parasitos de planta são abundantes em áreas sob sistema de monocultivo da cana-de-açúcar (Chaves *et al.*, 2007; Miranda *et al.*, 2012; Steven *et al.*, 2014). Os resultados aqui obtidos demonstram que independentemente da fase de cultivo da cultura os nematoides pertencentes a este grupo são dominantes no solo, o que reforça a importância de mais estudos acerca da dinâmica populacional de nematoides no solo durante as fases fenológicas da cultura, objetivando encontrar alternativas sustentáveis para diminuir a população de parasitos de planta auxiliando no manejo do solo e aumento da produtividade da cultura.

Diversos fatores influenciam na dominância de parasitos de planta em áreas de monocultivo, a exemplo do tipo de solo, umidade e estabelecimento de hospedeiro susceptível. Vários estudos vêm sendo desenvolvidos abordando a susceptibilidade de variedades de cana-de-açúcar às nematoses (Chaves *et al.*, 2007; Assunção *et al.*, 2010; Dias-Arieira *et al.*, 2010; Chaves *et al.*, 2016). Silva *et al.* (2012), trabalhando em casa de vegetação, ressaltou a susceptibilidade da variedade RB867515 a *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. Essa variedade é muito cultivada no Brasil por ser adaptada a solos arenosos (Daros *et al.*, 2015) e apresentar alta produtividade em períodos sucessivos de seca (Marques e Silva, 2008). No entanto, sua susceptibilidade aos nematoides parasitos de planta pode ter contribuído para o aumento populacional deste grupo. Além disso, estudos atuais mostram que as práticas de manejo utilizadas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar atuam interferindo nas propriedades do solo favorecendo a população de parasitos de planta em detrimento da população de nematoides de vida livre (Cardoso *et al.*, 2016), influenciando no sistema solo planta.

Na fase de crescimento vegetativo, que se refere aos períodos de amostragens T3 e T4 do experimento, a cultura consome mais nutrientes do solo para o desenvolvimento, principalmente das folhas e colmos (Oliveira *et al.*, 2011), por tanto, a exigência por água durante esta fase é maior do que nas outras (Souza

et al., 2012). Keating *et al.* (1999) acrescentam as fases de emergência e perfilhamento juntamente a de crescimento vegetativo como as fases de maior consumo hídrico. Os resultados desta pesquisa mostram que durante a fase de maior consumo hídrico pela cultura, seja na fase de perfilhamento e/ou de crescimento vegetativo (T3), ocorreu a menor precipitação média, URM e umidade do solo (Figuras 1 e 2) o que pode ter favorecido a absorção de nutrientes pela cultura e consequentemente seu desenvolvimento e produtividade.

Apesar da importância na estrutura da nematofauna (Miranda *et al.*, 2012), a umidade do solo teve pouco efeito sobre a densidade populacional dos nematoides, provavelmente a quantidade de água no solo não foi suficiente para atuar mais intensamente na dinâmica da comunidade dos nematoides, em virtude da irregularidade das chuvas na região e da baixa precipitação nos períodos de amostragem, agravada pelos períodos de estiagem durante os anos de 2012, 2013 e 2014.

É sabido que a umidade do solo exerce grande influência sobre a dinâmica da nematofauna e qualquer mudança no conteúdo de água do solo afeta a mobilidade e a densidade populacional dos nematoides (Griffiths e Caul, 1993). Além disso, flutuações na precipitação que afetem a disponibilidade de água no solo interferem também na microfauna ali existente (Landesman *et al.*, 2011), alterando consequentemente a dinâmica de alguns grupos tróficos de nematoides. Song *et al.* (2016) relataram que o aumento da quantidade de água pode favorecer os microambientes no solo para o desenvolvimento dos nematoides. Cardoso *et al.* (2015) comprovaram que não só a umidade como também outros fatores do solo influenciam a abundância de nematoides parasitos de planta no solo. Contudo, é importante ressaltar que o solo é um ambiente cujas interações que nele ocorrem são complexas e dependem de diversos fatores que influenciam e são influenciados pela comunidade de nematoides afetando o desenvolvimento da cultura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FACEPE, ao CNPq e a CAPES pelo financiamento da pesquisa e a Usina Olho D'água.

LITERATURA CITADA

- Alvares, C. A., J. L. Stape, P. C. Sentelhas, J. L. M. Gonçalves, and G. Sparovek. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22:711–728.
- Assunção, A., L. C. Santos, M. R. Rocha, A. J. Reis,

- R. A. Teixeira, F. S. O. Lima. 2010. Efeito de indutores de resistência sobre *Meloidogyne incognita* em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Nematologia Brasileira*, 34:56-62.
- Bond, J. P., E. C. McGawley, and J. W. Hoy. 2000. Distribution of Plant-Parasitic Nematodes on Sugarcane in Louisiana and Efficacy of Nematicides. Supplement to the *Journal of Nematology* 32:493–501.
- Bongers, T. 1999. The maturity index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. *Plant and Soil* 212:13–22.
- Bongers, T., and H. Ferris. 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. *Trends in Ecology & Evolution* 14:224–228.
- Cadet, P., and H. de Boer. 1990. Behavior of plant-parasitic nematodes associated with sugar cane in Barbados. *Barbados Sugar Technologists Association* 8:44–49.
- Cardoso, M. S. O., E. M. R. Pedrosa, H. Ferris, M. M. Rolim, T. F. S. Vicente, and M. F. L. David. 2015. Comparing sugarcane fields and forest fragments: the effect of disturbance on soil physical properties and nematode assemblages. *Soil Use and management* doi: 10.1111/sum.12190.
- Cardoso, M. O., Pedrosa, E. M. R., Rolim, M. M., Oliveira, L. S. C., Santos, A. N. 2016. Relationship between nematode assemblages and physical properties across land use types. *Tropical Plant Pathology* 41:107–114.
- Carneiro, R. M. D. G., L. G. E. Lordello, R. G. Carneiro, A. R. Monteiro. 1980. Flutuação populacional de quatro espécies de nematoides parasitos da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em relação à pluviosidade e umidade do solo. Pp. 127-158 in *Reunião Brasileira de Nematologia* 4, São Paulo, 1980.
- Chaves, A., L. J. O. T. Melo, D. E. Simões Neto, L. G. Costa, E. M. R. Pedrosa. 2007. Declínio severo do desenvolvimento da cana-de-açúcar em tabuleiros costeiros de Pernambuco. *Nematologia Brasileira*, 31:10-12.
- Chaves, A., E. M. R. Pedrosa, L. Willadino, and M. S. O. Cardoso. 2016. Activation of resistance to *Meloidogyne incognita* in sugarcane treated with pyraclostrobin. *Nematoda* 3: doi: <http://dx.doi.org/10.4322/nematoda.00516>
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. 2015. Acompanhamento da safra brasileira cana - segundo levantamento 2015/2016. Brasília: CONAB. 38 p. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_17_12_15_58_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_15-16.pdf>.
- Daros, E., R. A. Oliveira, G. V. S. Barbosa. 2015. 45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa. Curitiba: Graciosa, 156 p.
- Dias-Arieira, C. R., D. A. Santos, E. R. Souto, F. Biela, F. M. Chiamolera, T. P. L. Cunha, S. M. Santana, H. H. Puerari. 2010. Reação de variedades de cana-de-açúcar aos nematoides das galhas. *Nematologia Brasileira*, 34:198-203.
- Dinardo-Miranda, L. L., and J. L. Fracasso. 2010. Spatial and temporal variability of plant-parasitic nematodes population in sugarcane. *Bragantia* 69:39-52 (supplement).
- Dinardo-Miranda, L. L., Gil, M., Menegatti, C. C. 2003. Danos causados por nematoides a variedades de cana-de-açúcar em Cana Planta. *Nematologia Brasileira* 27:69-73.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2011. Manual de Métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 225 p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 3 ed. Brasília, 353 p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agricultural commodities production/Countries by commodity. 2016. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E>. Acesso em: 25 jan. 2016.
- Ferris, H., T. Bongers, and R. G. M. de Goede. 2001. A framework for soil food web diagnostics: Extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18:13–29.
- Griffiths, B. S., and S. Caul. 1993. Migration of bacterial-feeding nematodes, but not protozoa, to decomposing grass residues. *Biology and Fertility of Soils* 15:201-207.
- Hall, D. G., and M. S. Irey. 1990. Population levels of plant-parasitic nematodes associated with sugarcane in Florida. *Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists* 10:38–46.
- Jenkins, W. R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692.
- Keating, B. A., M. J. Robertson, R. C. Muchow, and N. I. Huth. 1999. Modelling sugarcane production systems. I. Development and performance of the sugarcane module. *Field Crops Research* 61:253-271.
- Landesman, W. J., A. M. Treonis, and J. Dighton. 2011. Effects of a one-year rainfall manipulation on soil nematode abundances and community composition. *Pedobiologia – International Journal of Soil Biology* 54:87-91.
- Mai, W. F., P. G. Mullin, H. H. Lyon, and K. Loeffle. 1996. Plant-parasitic nematodes: A pictorial key to genera. Ithaca, NY: Cornell University Press.

- Marques, T. A., W. H. Silva. 2008. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 8:54-60.
- Miranda, T. L., E. M. R. Pedrosa, E. F. F. Silva, M. M. Rolim. 2012. Alterações físicas e biológicas em solo cultivado com cana-de-açúcar após colheita e aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 7:150-158.
- Moura Filho, G. 2006. Crescimento e absorção de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar. In: *Seminário Alagoano sobre Variedades de Cana-de-açúcar* 16: sn.
- Oliveira, E. C. A., F. J. Freire, R. I. Oliveira, A. C. Oliveira, M. B. G. S. Freire. 2011. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agrônômica* 42:579-588.
- Oliveira, R. A., M. Ramos, L. A. A. Aquino. 2010. Manejo de irrigação. Pp. 217-244 in Santos, F., Borém, A., Caldas, C. *Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool-tecnologias e perspectivas*. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa.
- Silva, A. P., E. M. R. Pedrosa, A. Chaves, S. R. V. L. Maranhão, L. M. P. Guimarães, M. M. Rolim. 2012. Reação de variedades de cana-de-açúcar ao parasitismo de *Meloidogyne incognita* e *M. enterolobii*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 7:814-819.
- Song, M., X. Li, S. Jing, L. Lei, J. Wang, and S. Wan. 2016. Responses of soil nematodes to water and nitrogen additions in an old-field grassland. *Applied Soil Ecology* 102:53-60.
- Souza, J. L., G. Moura Filho, R. F. F. Lyra, I. Teodoro, E. A. Santos, J. L. Silva, P. R. T. Silva, A. H. Cardim, E. C. Amorim. 2004. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972- 2001. 2004. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 11:131-141.
- Souza, J. K. C., S. Silva, J. Dantas Neto, M. B. R. Silva, I. Teodoro. 2012. Importância da irrigação para a produção de cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. *Revista Educação Agrícola Superior* 27:133-140.
- Statsoft Inc. 2011. 2011 STATISTICA (data software system) version 10. Tulsa. Online <http://www.statsoft.com>.
- Steven, A., S. Sunday, and D. Fisayo. 2014. Biodiversity of plant-parasitic nematodes of sugarcane in Bacita, Nigeria. *Journal of Entomology and Nematology* 6:71-79.
- Tarjan, A. C., R. P. Esser, and S. L. Chang. 1977. An illustrated key to nematodes found in freshwater. *Journal of Water Pollution Control Federation* 49:2318-2337.
- Teodoro, I., J. Dantas Neto, L. A. Holanda, G. D. Sampaio Neto, J. L. Souza, G. V. S. Barbosa, and G. B. Lyra. 2015. Weather variables, water balance, growth, and agroindustrial yield of sugarcane. *Engenharia Agrícola* 35:76-88.
- Teodoro, I., J. L. Souza, G. V. Barbosa, G. Moura Filho, J. Dantas Neto, M. L. Abreu. 2009. Crescimento e produtividade da cana-de-açúcar em cultivo de sequeiro nos tabuleiros costeiros de Alagoas. *Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil – STAB* 27: 46 – 49.

Received:

5/X/2016

Accepted for publication:

9/XII/2016

Recibido:

Aceptado para publicación: