

## RESEARCH/INVESTIGACIÓN

### VARIAÇÃO ESPACIAL DE FITONEMATOIDES EM ÁREA DE CULTIVO DE FEIJOEIRO APÓS ERRADICAÇÃO DE GOIABEIRAS

Carmem L. P. Abade<sup>1</sup>, Elvira M. Régis Pedrosa<sup>2\*</sup>, Thais F. S. Vicente<sup>2</sup>, Diego. A. H. S. Leitão<sup>2</sup>, Abelardo A. A. Montenegro<sup>2</sup>, Mário M. Rolim<sup>2</sup> e Lilian M. Paes Guimarães<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Brasil. \*Autor para correspondência: elvira.pedrosa@ufrpe.br

---

#### ABSTRACT

Abade, C. L. P., E. M. R. Pedrosa, T. F. S. Vicente, D. A. H. S. Leitão, A. A. A. Montenegro, M. M. Rolim, D. and L. M. P. Guimarães. 2016. Spatial variation of plant-parasitic nematodes in areas under cowpea cultivation after eradication of guava orchard. *Nematropica* 46:172-181.

The management of plant-parasitic nematodes is complex and requires understanding how the management practices affect nematode community structure and the spatial variability of their populations. The objective of this work was to evaluate variations in plant-parasitic nematode structure and spatial distribution in a cultivation area of cowpea after guava orchard eradication. The study was carried out at Nossa Senhora do Rosário Farm in Pesqueira municipality in Pernambuco State. Soil and root samples were collected in 2012 and 2015, in a 10×10-m mesh with 64 points, and the data was submitted to geostatistical analysis. Before guava eradication, only *Meloidogyne* in soil presented high level of spatial dependence, fitting an exponential model. After cowpea cultivation, both *Pratylenchus* and *Helicotylenchus* populations demonstrated a high level of spatial dependence in soil, with the exponential model as the best fit. Bacterivorous nematodes, particularly Rhabditidae, fit the Gaussian model best. *Meloidogyne* density in soil was low, showing no spatial dependence in contrast to roots, where *Meloidogyne* spatial dependence was moderate and fitted to a spherical model. In both periods, the range of all nematode genera was longer than 10 m. The use of a non-adequate management practice, such as the introduction of a susceptible host, like cowpea, increased density and dissemination of important plant-parasitic nematodes in the field.

*Key words:* management, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Psidium guajava*, spatial distribution, trophic structure, *Vigna unguiculata*.

---

#### RESUMO

Abade, C. L. P., E. M. R. Pedrosa, T. F. S. Vicente, D. A. H. S. Leitão, A. A. A. Montenegro, M. M. Rolim, e L. M. P. Guimarães, 2016. Variação espacial de fitonematoides em área de cultivo de feijoeiro após erradicação de goiabeiras. *Nematropica* 46:172-187.

O manejo de nematoides parasitas de plantas é complexo e requer entendimento de como as práticas de manejo afetam a estrutura da comunidade desses parasitas e, conseqüentemente, a variação espacial de suas populações. Este trabalho teve como objetivo analisar variações na estrutura e distribuição espacial de fitonematoides, em área de cultivo de feijoeiro caupi após erradicação de goiabeiras. O estudo foi realizado na Fazenda Nossa Senhora do Rosário no município de Pesqueira-PE. As amostras de solo e raiz foram coletadas em 2012 e 2015, em malha de 10×10 m, com 64 pontos, e os dados submetidos à análise de geoestatística. Durante o cultivo da goiabeira, exclusivamente a distribuição de *Meloidogyne* no solo apresentou forte grau de dependência espacial, ajustando-se ao modelo exponencial. Após a erradicação das goiabeiras e cultivo de feijoeiro, as populações de *Pratylenchus* e *Helicotylenchus* no solo passaram a apresentar forte dependência espacial, ajustando-se ao modelo esférico, enquanto os bacteriófagos, especialmente Rhabditidae, ajustaram-se ao modelo gaussiano. A densidade de *Meloidogyne* no solo foi baixa não apresentando dependência espacial, ao contrário da raiz, onde o nematoide mostrou dependência espacial moderada, ajustando-se ao modelo esférico. Todos os gêneros de nematoides encontrados nos dois períodos de estudo apresentaram alcance maior que 10 m. A falta de um manejo adequado, caracterizado pela introdução de hospedeira susceptível (feijoeiro) ao nematoide deu continuidade aos problemas, aumentando a densidade populacional e disseminação no solo de importantes fitoparasitas.

*Palavras-chaves:* manejo, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Psidium guajava*, distribuição espacial, estrutura trófica, *Vigna unguiculata*.

---

## INTRODUÇÃO

Os fitonematoides representam um dos principais fatores limitantes para a produção agrícola no mundo. As perdas anuais decorrentes do parasitismo desses organismos são estimadas em até 13,5% no mundo e o prejuízo calculado, entre os anos de 2010 a 2013, em até 358,24 bilhões de dólares ao ano (Abd-Elgawad, 2014). Entre as culturas agrícolas com grandes perdas econômicas destaca-se a goiabeira (*Psidium guajava* L.), embora outras, a exemplo, o feijoeiro caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seja severamente afetada (Ferreira *et al.*, 2007; Sawadogo *et al.*, 2009).

A goiabeira é suscetível a fitonematoides de vários gêneros, dentre os quais *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Xiphinema* sp., e *Meloidogyne* sp., sendo a espécie *M. enterolobii* Yang e Eisenback, 1983, a mais danosa à goiabeira, causando a doença conhecida como morte súbita (Almeida, 2008). Somente no ano de 2008, foi estimado que no Brasil a área infestada pelo *M. enterolobii* foi de 5000 ha, distribuída por 16 Estados, gerando perdas de 66 milhões de dólares na economia (Pereira *et al.*, 2009).

Os fitonematoides que parasitam o feijoeiro caupi também são diversos, dentre os quais se destacam *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira, 1940, *Heterodera glycines* Ichinohe, 1952, *Belonolaimus longicaudatus* Rau, 1958, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb, 1893) Sher, 1961, *Tylenchorhynchus* spp. e *Criconemoides* spp., no entanto, os do gênero *Meloidogyne* são os mais importantes, apresentando ampla distribuição geográfica e polifagia (Sarmah e Sinha, 1995; Abawi *et al.*, 2005, Sawadogo *et al.*, 2009).

O manejo desses fitonematoides é bastante complexo, e deve integrar uma associação de métodos biológicos, culturais, químicos, físicos e genéticos. No entanto, a eficiência dos métodos depende de um completo e complexo conhecimento do comportamento e distribuição do nematoide em seu habitat. Distribuídos horizontalmente na superfície do solo de maneira agregada os fitonematoides causam as conhecidas reboleiras. Dessa forma, através da geoestatística, pode-se determinar a distribuição espacial desses parasitas por meio de mapeamento na área de interesse (Clark, 1979; Barker, 1985). A despeito da importância do uso da geoestatística para a tomada de decisão em uma agricultura de precisão (Ortiz *et al.*, 2010), essa ferramenta é fundamental para compreensão de como as medidas adotadas afetam a estrutura e distribuição espacial da comunidade de nematoides presentes, permitindo aprimorar o manejo. Assim, a avaliação da variação espacial desses patógenos de plantas

serve como uma nova ferramenta na determinação de estratégias de manejo que visem tanto reduzir a população do patógeno na área cultivada, como aumentar a produtividade agrícola.

O objetivo do presente estudo foi avaliar variações na estrutura e distribuição espacial de fitonematoides após erradicação de goiabeiras e cultivo de feijoeiro caupi no município de Pesqueira-PE.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área experimental

O estudo foi realizado na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, localizada na sub-bacia do Rio Ipanema no município de Pesqueira-PE, nos anos de 2012 e 2015. A área de estudo possui 0,7 ha e se situa entre as coordenadas 8° 15' e 8° 30' de latitude sul e 31° 45' e 37° 00' de longitude oeste. O solo da área foi descrito de acordo com Corrêa e Ribeiro (2001) como Neossolo Flúvico, o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh (extremamente quente, semiárido), a precipitação anual média é de 730 mm e evapotranspiração potencial anual média de 1683 mm (Hargreaves, 1974).

Em novembro de 2012 foram plantadas mudas de goiabeira na área de cultivo. Após a plantação das mudas, o proprietário passou a ter problemas na área com *Meloidogyne* spp. Em janeiro de 2015, as goiabeiras foram erradicadas, devido à severidade dos sintomas, e a cultura do feijão caupi foi implementada, aplicando-se irrigação por microaspersão uma vez por dia, dependendo da ocorrência de chuvas na região.

### Amostragem

A amostragem foi realizada em duas épocas. A primeira em novembro do ano de 2012, durante o cultivo da goiabeira, onde foram coletadas apenas amostras de solo nos pontos amostrados, e na segunda foi realizada coleta de solo e raiz em setembro do ano de 2015, durante o cultivo do feijoeiro. As amostras para análise dos nematoides constituíram de 1kg de solo e foram coletadas em uma malha com 64 pontos com espaçamento de 10 × 10 m. Na primeira coleta, os pontos de amostragem foram localizados abaixo da copa da goiabeira, onde foram abertas mini trincheiras para a retirada das amostras na camada entre 20-40 cm de profundidade, próximo ao sistema radicular da cultura. Na segunda coleta, em 2015, as amostras de solo foram retiradas nos mesmos pontos utilizados na amostragem em 2012, realizando-se também

coleta de raízes de aproximadamente 10 g por ponto.

Parte das amostras de solo coletada em 2015 foi transferida para vasos de polietileno e mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Cruz Kada, com aproximadamente 20 dias de idade, foram transplantadas para cada um dos vasos com o objetivo de multiplicar as populações de *Meloidogyne* spp. para posterior caracterização bioquímica. A identificação das espécies de *Meloidogyne* baseou-se na metodologia descrita por Carneiro e Almeida (2001) para caracterização do padrão isoenzimático para esterase.

#### Extração dos nematoides do solo e raiz

As amostras de solo coletadas foram homogeneizadas e os nematoides extraídos de alíquotas de 300 cm<sup>3</sup> de solo pelo método da flotação centrífuga em solução de sacarose conforme Jenkins (1964). As suspensões obtidas foram colocadas em frascos e os nematoides foram mortos por meio do aquecimento dos recipientes em banho-maria a 55°C, com adição, em seguida, de 1 ml de formaldeído a 37% (massa/volume).

A estimativa populacional foi obtida através da contagem em lâminas de Peters, com o auxílio de um microscópio óptico, em duas repetições, cada uma delas correspondendo à metade da área de contagem total da lâmina, o que equivale a aproximadamente 0,5 ml cada, e os resultados computados em número de espécimes por 300 cm<sup>3</sup> de solo. Lâminas semipermanentes foram preparadas para auxiliar na identificação.

Para o estudo da estrutura trófica da nematofauna, os nematoides foram classificados quanto ao hábito alimentar em cinco grupos tróficos (parasitas de plantas, bacteriófagos, micófagos, predadores e onívoros), baseado na morfologia do estoma e esôfago, segundo Yeates *et al.* (1993). Para os nematoides parasitas de plantas foram efetuadas identificações em nível de gênero segundo a chave de Mai e Mullin (1996).

As raízes foram lavadas e cortadas em pedaços de aproximadamente 1 cm. Em seguida retirou-se 10 g de cada amostra que foram trituradas em liquidificador por 15 segundos, em volume de água suficiente para cobrir os fragmentos. A suspensão resultante foi vertida em peneira de 20 sobre a de 325 meshes, e em seguida submetida a técnica do liquidificador associada a centrifugação em sacarose. As suspensões obtidas foram colocadas em frascos de vidro com tampas plásticas, e os nematoides contidos nessas suspensões foram mortos por meio do aquecimento dos recipientes em banho-maria a 55°C, com adição, em seguida, de 1 ml de formaldeído a 37% (massa/volume). Os nematoides

foram identificados e contados em microscópio óptico utilizando uma lâmina de contagem de Peters (Coolen e D'Herde, 1972).

#### Estatística e análise espacial dos nematoides

Os dados foram submetidos à análise descritiva, analisados quanto à distribuição normal através do teste de aderência à normalidade de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância e os que apresentaram elevados coeficientes de variação sofreram transformação logarítmica  $\log(x+1)$ . O coeficiente de variação foi classificado de acordo com Warrick e Nielsen (1980) em baixo ( $CV \leq 12\%$ ), médio ( $12 < CV \leq 60\%$ ) e alto ( $CV > 60\%$ ).

A análise da dependência espacial foi realizada, através do ajuste do semivariograma clássico construído a partir da estimativa das semivariâncias (Journel, 1989), como descrito na Eq. 1, com o auxílio da ferramenta GEO-EAS (Englund e Sparks, 1991).

Equação da semivariância

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

onde:

$\gamma(h)$  - Valor estimado da semivariância dos dados experimentais

$Z(x_i + h)$  e  $Z(x_i)$  - Valores observados da variável regionalizada

$N(h)$  - Número de pares de valores medidos, separados por uma distância  $h$  (Landim, 2003)

Os dados foram ajustados a semivariogramas experimentais e em seguida foram testados os modelos matemáticos teóricos: esférico, gaussiano e exponencial (Eq. 2, 3 e 4) mostrados abaixo, respectivamente; em que  $C_0$  é o efeito pepita ou "Nugget", que é o valor de  $\gamma(h)$  quando  $h = 0$ ;  $C_0 + C_1$  é o patamar ou "Sill", que é o valor de  $\gamma(h)$  quando a variância se estabiliza;  $C$  é a variância estrutural ou a diferença entre o efeito pepita e o patamar; e "A0" é o alcance ou "Range", considerando a distância até onde o patamar se estabiliza e representa a amplitude da dependência espacial a partir da qual a variável se distribui ao acaso (Landim, 2003).

Modelo Esférico

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^n [Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2 \quad 0 < h < A \quad (2)$$

Modelo Gaussiano

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[ 1.5 \frac{h}{A} - 0.5 \left( \frac{h}{A} \right)^3 \right] \quad h \neq 0 \quad (3)$$

Modelo Exponencial

$$\hat{\gamma}(h) = C_0 + C_1 \left[ 1.5 \frac{h}{A} - 0.5 \left( \frac{h}{A} \right)^3 \right] \quad h \neq 0 \quad (4)$$

Os modelos ajustados foram submetidos à validação cruzada, utilizando-se o critério de Jack-Knifing (Vauclin *et al.*, 1983), observando os valores da média próximo a zero e do desvio padrão próximo a unidade, sendo também observado o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Em seguida foi realizada a Krigagem dos dados sob a hipótese da krigagem universal no GEO-EAS. Os mapas que representam a distribuição espacial foram confeccionados com o auxílio do software Surfer 7.0 (Golden Software, 1999).

O grau de dependência espacial (GDE) foi avaliado de acordo com Cambardella *et al.* (1994) que observaram a proporção do efeito pepita ( $C_0$ ) em relação ao patamar ( $C_0 + C_1$ ) sendo assim, forte (GDE < 25%), moderada ( $25 < \text{GDE} \leq 75\%$ ) e fraca (GDE > 75%).

## RESULTADOS

O total de nematoides encontrados nas 64 amostras de solo em 2012 foi de 84604, sendo que desse valor total, 70103 (82,86%) eram fitoparasitas (Tabela 1). Entre os fitoparasitas os mais abundantes no solo foram os ectoparasitas *Hemicycliophora* e *Helicotylenchus*, com 51,51 e 12,58% de dominância, respectivamente, seguidos pelo endoparasito sedentário *Meloidogyne* com 10,96%.

Na segunda coleta, em 2015, o total de nematoides encontrados nas 64 amostras de solo foi de 82270, dos quais 48664 (59,15%) eram de vida livre, com dominância de 35,86% de bacteriófagos. A abundância dos parasitas de planta no solo foi de 33606 (40,85%) com baixa dominância (0,14%) de *Meloidogyne* (Tabela 2). Ao contrário do evidenciado no solo, nas raízes de feijoeiro os parasitas de planta foram os mais abundantes, com dominância de 85,51%, e os do gênero *Meloidogyne* foram os mais representativos (50,63%), seguido por *Pratylenchus* e *Rotylenchulus* com 18,15 e 16,73%, respectivamente (Tabela 2). A caracterização isoenzimática identificou *M. enterolobii* como a única espécie de nematoide das galhas presente na área de estudo.

O resumo da estatística descritiva dos dados referentes aos dois períodos de coleta encontra-se nas Tabelas 3 e 4. Os resultados de assimetria e de

curtose (Tabela 3) mostram que em 2012 apenas os grupos constituídos por todos os nematoides de vida livre, todos os parasitas de planta e todos os ectoparasitas apresentaram valores de curtose próximo do estabelecido por Snedecor e Cochran (1967), pois os demais grupos obtiveram valores de curtose acima de 3, que é o valor máximo estabelecido para configurar uma distribuição normal, ao contrário de 2015 (Tabela 4), em que todos os grupos de nematoides obtiveram valores de curtose entre 0 e 3.

Baseado nos limites de coeficiente de variação (CV) propostos por Warrick e Nielsen (1980), em 2012 (Tabela 3) todos os grupos de nematoides tiveram CV médio ( $12\% < \text{CV} < 60\%$ ), mas em 2015 (Tabela 4) as densidades populacionais de *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* e *Rotylenchulus* no solo e de *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, e *Rotylenchulus* nas raízes do feijoeiro apresentaram CV alto ( $\text{CV} > 60\%$ ), os demais grupos apresentaram CV médio ( $\text{CV} > 12\% < 60\%$ ), evidenciando média variação.

Para o ano de 2012 o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) mostrou normalidade para todos os dados encontrados (Tabela 3). Contudo, para o ano de 2015, o teste KS mostrou normalidade dos dados ao nível de 1% de significância para quase todos os grupos de nematoides encontrados na área, exceto para *Pratylenchus* e *Rotylenchulus* no solo e na raiz, e *Helicotylenchus* no solo os quais não apresentaram distribuição normal (Tabela 4).

Com base nos parâmetros descritivos apresentados nos semivariogramas, os melhores ajustes foram obtidos com os modelos esférico, gaussiano e exponencial (Tabelas 5 e 6). O gaussiano apresentou melhor ajuste para os endoparasitas, onívoros e bacteriófagos em 2012, e o exponencial para *Meloidogyne* no solo em 2012 (Tabela 5). O gaussiano também foi o melhor modelo ajustado para Rhabditidae e Bacteriófagos em 2015, enquanto que o esférico foi o mais indicado para *Pratylenchus* e *Helicotylenchus* no solo e *Meloidogyne* na raiz no mesmo ano (Tabela 6). *Pratylenchus* apresentou efeito pepita puro quando avaliado no solo em 2012 (Tabela 5) e quando avaliado na raiz em 2015 (Tabela 6).

Conforme a classificação proposta por Cambardella *et al.* (1994), em 2012 *Pratylenchus* e o grupo ectoparasitas não evidenciou dependência espacial. Entretanto, *Meloidogyne* apresentou um forte grau de dependência espacial, ao contrário do baixo grau de dependência espacial apresentado pelos onívoros, micófagos, e bacteriófagos (Tabela 5). *Pratylenchus* e *Helicotylenchus* foram os gêneros que apresentaram um alto grau de dependência espacial em 2015, enquanto os bacteriófagos, Rhabditidae, onívoros, e nematoides de vida livre,

Tabela 1. Abundância e dominância da nematofauna dos dados de solo no ano de 2012 durante o cultivo de goiabeiras na região do Semiárido Pernambucano.

Grupos Tróficos	Abundância			Dominância (%)
	Total	Média	Desvio Padrão	
Bacteriófagos	6024	94,13	117,73	7,12
<i>Prismatolaimus</i>	293	4,58	20,36	0,35
Rhabditidae	5409	84,52	106,07	6,39
<i>Acrobeles</i>	322	5,03	18,83	0,38
Micófagos	4318	67,47	87,71	5,10
Aphelenchidae	1969	30,76	58,52	2,33
Aphelenchoididae	2349	36,70	60,63	2,78
Predadores	112	1,75	7,17	0,13
<i>Mononchus</i>	112	1,75	7,17	0,13
Onívoros	4047	63,23	67,41	4,78
<i>Dorylaimus</i>	434	6,78	28,32	0,51
<i>Laimydorus</i>	105	1,64	8,83	0,12
<i>Masodorylaimus</i>	99	1,55	7,06	0,12
<i>Labronema</i>	2002	31,28	58,43	2,37
<i>Thornia</i>	1277	19,95	24,99	1,51
<i>Prodorylaimus</i>	104	1,63	7,63	0,12
<i>Eudorylaimus</i>	26	0,41	3,25	0,03
Vida Livre	14501	226,58	197,73	17,14
Parasitas de Plantas	70103	1095,36	1079,17	82,86
<i>Meloidogyne</i>	9276	144,94	279,98	10,96
<i>Pratylenchus</i>	3398	53,09	65,13	4,02
<i>Rotylenchulus</i>	2352	36,75	87,16	2,78
<i>Helicotylenchus</i>	10643	166,30	259,04	12,58
<i>Trichodoridae</i>	110	1,72	9,95	0,13
<i>Criconematidae</i>	632	9,88	28,10	0,75
<i>Tylenchidae</i>	116	1,81	11,18	0,14
<i>Hemicycliophora</i>	43576	680,88	1007,09	51,51
Total	84604	1321,94	1276,90	100,00

Tabela 2. Abundância e dominância da nematofauna dos dados de raiz de feijoeiro e solo no ano de 2015 após a erradicação de goiabeiras e adoção do novo cultivo na região do Semiárido Pernambucano.

Grupos Tróficos	Abundância	Média	Desvio Padrão	Dominância (%)
RAÍZ				
Bacteriófagos	668	10,44	43,13	2,42
Rhabditidae	616	9,63	39,66	2,23
<i>Acrobeles</i>	52	0,81	4,18	0,19
Micófagos	3326	51,97	137,83	12,07
Aphelenchidae	2348	36,69	135,47	8,52
Aphelenchoididae	978	15,28	22,00	3,55
Vida Livre	3994	62,41	143,58	14,49
Parasitas de Plantas	23573	368,33	1170,39	85,51
<i>Meloidogyne</i>	13958	218,09	1125,29	50,63
<i>Pratylenchus</i>	5004	78,19	183,78	18,15
<i>Rotylenchulus</i>	4611	72,05	165,87	16,73
Total	27567	430,73	1313,97	100,00
SOLO				
Bacteriófagos	29498	460,91	430,64	35,86
<i>Prismatolaimus</i>	1297	20,27	32,73	1,58
Rhabditidae	14631	228,61	290,97	17,78
<i>Acrobeles</i>	13570	212,03	272,87	16,49
Micófagos	8756	136,81	192,95	10,64
Aphelenchidae	3566	55,72	177,89	4,33
Aphelenchoididae	5190	81,09	117,36	6,31
Predadores	911	14,23	60,38	1,11
<i>Mononchus</i>	911	14,23	60,38	1,11
Onívoros	9499	148,42	205,22	11,55
Dorylaimidae	9499	148,42	205,22	11,55
Vida Livre	48664	760,38	641,37	59,15
Parasitas de Plantas	33606	525,09	1291,39	40,85
<i>Meloidogyne</i>	117	1,83	7,77	0,14
<i>Pratylenchus</i>	1556	24,31	76,99	1,89
<i>Rotylenchulus</i>	24772	387,06	1050,60	30,11
<i>Helicotylenchus</i>	5572	87,06	290,92	6,77
<i>Trichodoridae</i>	12	0,19	1,50	0,01
<i>Criconemetidae</i>	1422	22,22	59,60	1,73
<i>Hemicycliophora</i>	155	2,42	11,59	0,19
Total	82270	1285,47	1932,76	100,00

Tabela 3. Estatística descritiva dos nematoídeos do solo, grupos tróficos e coeficiente de variação após transformação Log (x+1) na região do Semiárido Pernambucano (Dados referentes à coleta do ano 2012).

Nemat	Média	Med	Min	Max	Ampl	Var	DP	Kurt	Ass	Err Max	KS	CV(%)	
												DNT	DT
Oni	63,23	45	0,00	378	378	4544,4	67,41	6,75	2,08	0,159	0,205	207,74	53,74
Bacto	94,12	55	0,00	559	559	13861,32	117,73	5,54	2,3	0,200	0,205	125,08	45,53
Mico	41,41	41	0,00	406	406	7963,08	67,71	5,36	2,27	0,205	0,205	130	55,35
VL	226,58	150	13	800	787	39098,57	197,73	1,17	1,37	0,086	0,205	87,27	18,92
Endo	198,03	126	0,00	1944	1944	89437	299,06	19,80	4,06	0,141	0,205	151,02	33,97
Ecto	883,92	488	0,00	4515	4515	1068047	1033,46	2,85	1,72	0,181	0,205	116,92	31,80
Melo	144,94	69	0,00	1932	1932	78386,03	279,97	27,66	4,82	0,194	0,205	193,17	56,45
Praty	53,09	37	0,00	410	410	4241,64	65,13	14,26	3,20	0,196	0,205	122,66	47,19
PP	1095,36	663	27	4575	4548	1164599	1079,17	1,45	1,37	0,176	0,205	98,52	18,16

Nemat: Nematóides do solo; Oni: Onívoros; Bacto: Bacteriófagos; Mico: Micófitos; VL: Nematóides de Vida Livre; Endo: Nematóides Endoparasitas; Ecto: Nematóides Ectoparasitas; Melo: *Meloidogyne* sp.; Praty: *Pratylenchus* sp.; PP: Nematóides Parasitas de Planta; Med: Mediana; Min: Mínimo; Max: Máximo; Ampl: Amplitude; Var: Variância; DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; Kurt: Coeficiente de Kurtose; Ass: Coeficiente de Assimetria; ErrMax: Erro Máximo; KS: Teste de aderência à normalidade de Kolmogorov-Smirnov com significante a 1%; DNT: Dados Não Transformados; DT: Dados Transformados.

Tabela 4. Estatística descritiva dos nematoides do solo e raiz, grupos tróficos e coeficiente de variação (Dados referentes à coleta do ano 2015).

Nematoide	Máximo	Mínimo	Média	Mediana	Curtose	CV (%)	DP	KS
SOLO								
Praty	2,7101	0,0000	0,4979	0,0000	0,2050	157,7360	0,7854	ns
Heli	3,3581	0,0000	1,1019	1,3891	-1,1851	85,1606	0,9384	ns
Roty	3,8565	0,0000	0,7193	0,0000	0,2176	154,1798	1,1090	ns
Rhab	3,2393	0,0000	2,0787	2,0979	2,1753	26,2302	0,5453	*
PP	3,9762	0,0000	2,2425	2,3180	1,6202	29,4383	0,6602	*
Bacto	3,3062	0,9031	2,4435	2,5119	0,2709	20,4241	0,4991	*
Mico	3,0191	0,0000	1,8493	1,9294	2,5193	30,2151	0,5588	*
Oni	3,0004	0,0000	1,7715	1,8808	0,7764	40,5762	0,7188	*
VL	3,5085	1,2041	2,7170	2,7555	1,3786	15,6023	0,4239	*
TOTAL	3,9957	1,4314	2,9239	2,9455	1,8011	14,7268	0,4306	*
RAIZ								
Melo	3,9402	0,0000	0,5893	0,0000	1,6399	173,2243	1,0209	ns
Praty	3,0338	0,0000	0,9401	1,0414	-1,2029	104,9671	0,9868	ns
Roty	2,9872	0,0000	1,0756	1,1139	-1,2315	85,8280	0,9232	ns

Oni: Onívoros; Bacto: Bacteriófagos; Mico: Micófagos; VL: Nematoides de Vida Livre; Melo: *Meloidogyne* sp.; Praty: *Pratylenchus*; PP: Parasitas de Planta; Roty: *Rotylenchulus*; Heli: *Helicotylenchus*; CV: Coeficiente de Variação; KS: Teste de aderência a normalidade de Kolmogorov- Smirnov com significante a 1%; DP: Desvio Padrão.

Tabela 5. Análise de geoestatística da distribuição de nematoides no solo de plantio de goiabeira no Semiárido Pernambucano (2012).

Variáveis	Modelo	$C_0$	$C_0+C_1$	A (m)	$R^2$	$C_0/C_0+C_1$	GDE	Parâmetros J-K	
								Mean	DP
Grupos Tróficos/Taxa									
Oni	Gaussiano	3156,06	3003,61	79,15	0,96	105,07	Fraco	-0,02	1,09
Bacto	Gaussiano	10094,90	9689,80	70,78	0,88	104,18	Fraco	0,03	1,04
Mico	Esférico	5546,36	2478,91	41,27	0,82	223,74	Fraco	0,02	1,06
VL	Gaussiano	26155,10	45207,80	101,88	0,96	57,85	Moderado	0,03	1,01
Endo	Gaussiano	53514,90	120436	56,81	0,95	44,43	Moderado	-0,01	1,13
Ecto	Efeito Pepita Puro								
Melo	Exponencial	02862,40	170064	54	0,97	1,68	Forte	-0,02	0,94
Praty	Efeito Pepita Puro								
PP	Efeito Pepita Puro								

Oni: Onívoros; Bacto: Bacteriófagos; Mico: Micófagos; VL: Nematoides de Vida Livre; Endo: Nematoides Endoparasitas; Ecto: Nematoides Ectoparasitas; Melo: *Meloidogyne* sp.; Praty: *Pratylenchus* sp.; PP: Nematoides Parasitas de Planta;  $C_0$ : Efeito Pepita Puro;  $C_0+C_1$ : Patamar;  $R^2$ : Coeficiente de determinação; A: Alcance; GDE: Grau de dependência Espacial; Parâmetros J-K: Parâmetros de Jack-Knifing; DP: Desvio Padrão.

Tabela 6. Análise de geoestatística da distribuição de nematoides no solo de plantio de goiabeira no Semiárido Pernambucano (2015).

Atributo	Modelo	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	A (m)	R <sup>2</sup>	C <sub>0</sub> /(C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub> ) (%)	GDE	Jack-Knifing	
								Média	DP
SOLO									
Praty	Esf.	0,0767	0,4843	18,2491	0,7873	13,6720	Forte	-0,036	1,060
Heli	Esf.	0,0030	0,8816	14,3869	0,3179	0,3391	Forte	0,043	0,997
Roty	Efeito Pepita puro								
Rhab	Gauss.	0,1757	0,1828	25,2689	0,9155	49,0131	Mod.	0,014	0,968
PP	Efeito Pepita puro								
BACT	Gauss.	0,1752	0,1428	35,7251	0,9417	55,0923	Mod.	0,025	1,055
MICO	Efeito Pepita puro								
ONI	Esf.	0,2413	0,2724	14,3541	0,3364	46,9769	Mod.	0,0310	1,0840
VL	Exp.	0,1299	0,0925	41,1561	0,7763	58,4157	Mod.	0,0220	1,0200
Total	Efeito Pepita puro								
RAIZ									
Melo	Esf.	0,3951	0,6644	14,6499	0,7522	37,2955	Mod.	-0,017	1,010
Praty	Efeito Pepita puro								
Roty	Efeito Pepita puro								

Praty: *Pratylenchus*; Heli: *Helicotylenchus*; Roty: *Rotylenchulus*; Rhab: Rhabditidae; Melo: Meloidogyne; PP: Parasitas de planta; Bact: Bacteriófagos; Mico: Micofagos; Oni: Onívoros; VL: Vida livre; Esf: Esférico; Gauss: Gaussiano; Exp: Exponencial; C<sub>0</sub>: Efeito pepita; C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>: Patamar; R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação; GDE: Grau de dependência espacial; DP: Desvio padrão; A (m): Alcance.

de uma forma geral, tiveram dependência espacial moderada (Tabela 6).

Nos dois períodos de estudo, foram observados valores de alcance superiores a 10 m (Tabelas 5 e 6). *Meloidogyne* obteve alcance de 54 m em 2012 quando avaliado no solo, e 14 m em 2015 quando avaliado na raiz, visto que no ano de 2015 a população detectada no solo foi muito baixa (Tabelas 5 e 6).

Os semivariogramas obtidos referentes a 2012 e 2015 são apresentados nas Figuras 1 e 2 evidenciando os melhores modelos ajustados para os nematoides estudados. Os mapas apresentados nas Figuras 3 e 4 mostram que os nematoides estão distribuídos em regiões com maior e menor densidade ao longo da área, formando “reboleiras”. Os dados de 2015 evidenciam sítios específicos onde ocorreram os maiores índices desses parasitas, havendo locais no campo onde as populações de *Helicotylenchus* e *Meloidogyne* não foram detectadas (Figura 4) e, paralelamente, onde ocorreu predominância de bacteriófagos, principalmente Rhabditidae (Figuras 3 e 4).

De maneira geral, em 2015, os nematoides de vida livre estavam presentes em toda a área (Figuras 4), ao contrário dos fitonematoides *Meloidogyne*

e *Helicotylenchus*, que tiveram suas densidades populacionais mais expressivas a leste, oeste e um pouco para o sul da área estudada, respectivamente (Figura 4), mostrando relação com 2012 quando as maiores concentrações de nematoides fitoparasitas estavam mais a leste da área, apesar dos diferentes picos populacionais no campo (Figura 3).

## DISCUSSÃO

No ano de 2012 ficou evidente que os nematoides mais abundantes foram os ectoparasitas, com destaque para *Hemicycliophora* (51,51%). A baixa dominância de *Meloidogyne* nas amostras de solo deve estar associada ao endoparasitismo sedentário do nematoide das galhas, favorecendo uma maior densidade do parasita no interior das raízes. Em 2015, além dos parasitas de plantas, os bacteriófagos também se mostraram com maiores percentagens de abundância, o que é reflexo do sistema de manejo que foi empregado desde o plantio e logo depois da erradicação das goiabeiras, como a implantação do cultivo de feijoeiro caupi, aliado aos tratamentos culturais utilizados no manejo, que influenciaram as populações desses nematoides.

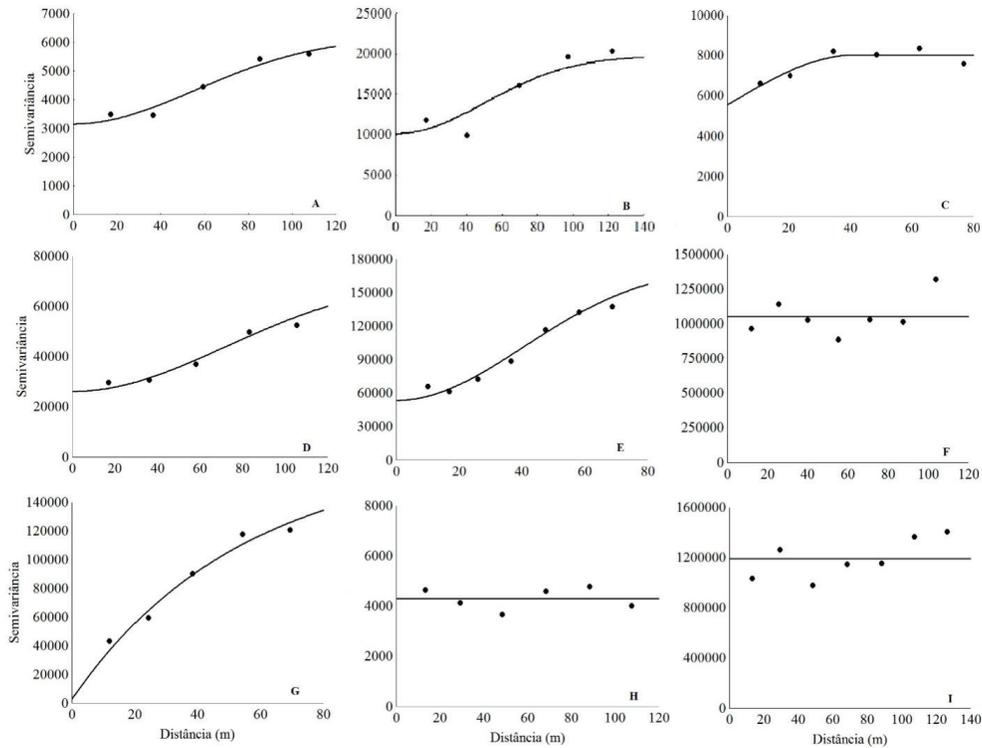


Figura 1. Semivariogramas teóricos para as variáveis nematológicas de solo coletado no ano de 2012. A-Onívoros; B-Bacteriófagos; C-Micófitos; D-Nematoides de Vida Livre; E-*Meloidogyne* (raíz); F-*Pratylenchus* (solo); G-*Pratylenchus* (raíz); H-*Helicotylenchus*; I-*Rotylenchulus* (solo); J-*Rotylenchulus* (raíz); K-Parasitos de plantas; L-Rhabditidae; M-Nematoides totais.

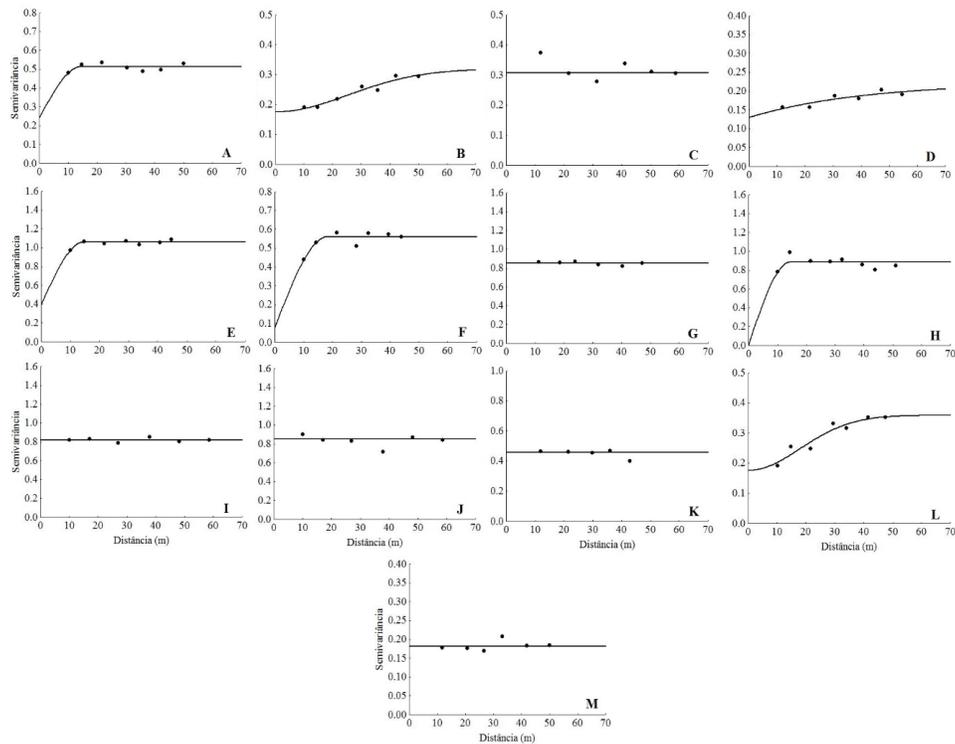


Figura 2. Semivariogramas teóricos para as variáveis nematológicas de solo e raiz coletadas no ano de 2015. A-Onívoros; B-Bacteriófagos; C-Micófitos; D-Nematoides de Vida Livre; E-*Meloidogyne* (raíz); F-*Pratylenchus* (solo); G-*Pratylenchus* (raíz); H-*Helicotylenchus*; I-*Rotylenchulus* (solo); J-*Rotylenchulus* (raíz); K-Parasitos de plantas; L-Rhabditidae; M-Nematoides totais.

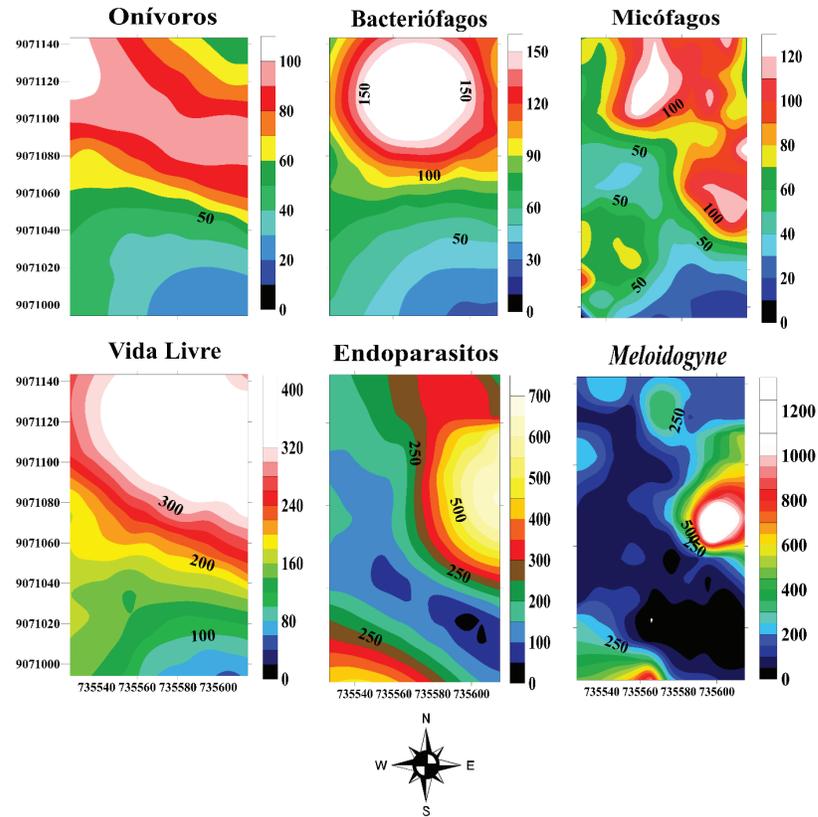


Figura 3. Mapas da distribuição espacial dos nematoides no solo coletado referente ao ano de 2012.

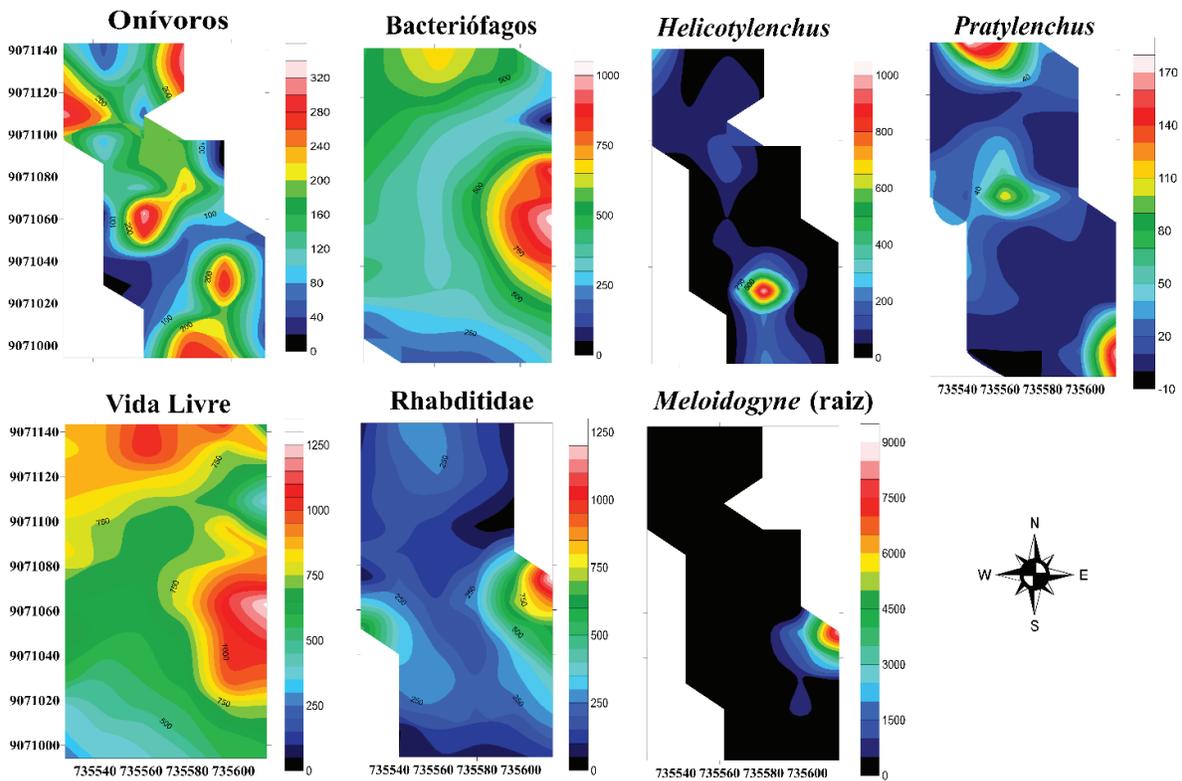


Figura 4. Mapas da distribuição espacial dos nematoides de solo e raiz referentes ao ano de 2015.

Avaliando a comunidade de nematoides em oito diferentes sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul, Andrade *et al.* (2004) observaram que as abundâncias totais de nematoides aumentam em áreas com tratos culturais intensivos.

Os altos coeficientes de variação encontrados corroboram a alta variação da densidade populacional dos nematoides em campo (Farias *et al.*, 2002; Rodrigues *et al.*, 2011; Vicente *et al.*, 2015), relacionados à distribuição agregada e irregular. Essa distribuição é visível pela não uniformidade no crescimento das plantas (Ferraz e Monteiro, 1995) e foi verificada no presente estudo em 2012 nas goiabeiras e em 2015 no feijoeiro caupi.

O efeito pepita puro encontrado para alguns dos nematoides estudados, a exemplo de *Pratylenchus*, indica independência espacial, ou seja, é necessário usar espaçamentos menores do que o utilizado no presente trabalho para que seja possível caracterizar a dependência espacial desses nematoides. De acordo com Coutinho (2014), o efeito pepita puro pode ser devido a erros de medição, a variação não detectada ou um indicativo de que os dados não foram coletados a intervalos menores o suficiente para manifestar a dependência espacial dos nematoides. O autor frisa ainda que sem a determinação dessa dependência espacial é impossível gerar mapas da distribuição dos mesmos.

Os valores de alcance acima de 10 m obtidos no presente trabalho indicam que a amostragem dos solos nas condições de estudo para caracterizar a dependência espacial desses nematoides, pode ser realizada com espaçamentos a partir de 10 m, pois o alcance define a distância máxima até onde a variável possui relação de dependência espacial com o seu próximo (Guerra, 1988). O alcance garante que todos os pontos dentro de um círculo com este raio são tão semelhantes que podem ser usados para estimar valores para qualquer ponto entre eles (Machado *et al.*, 2007).

O forte grau de dependência espacial apresentado por *Meloidogyne* associado ao baixo grau de dependência espacial dos onívoros, micófagos e bacteriófagos em 2012, pode ser reflexo do mau desenvolvimento das plantas, decorrente de um sistema radicular debilitado e pouco desenvolvido devido ao parasitismo do nematoide das galhas, pois a dependência espacial desses nematoides está relacionada a fatores do solo, como também da planta e da fisiologia de parasitismo do patógeno. Além do mais, a forte dependência espacial e o rápido aparecimento de sintomas e morte das plantas, que levaram a erradicação do pomar, reforça a hipótese de que as mudas de goiabeiras oriundas da região do Vale do São Francisco introduzidas na área estavam contaminadas, o que já foi relatado em

outras áreas. Torres *et al.* (2004 e 2005) fizeram o assinalamento da espécie no Rio Grande do Norte e no estado do Ceará, em amostras oriundas de pomar com plantas obtidas a partir de mudas importadas do município de Petrolina. Silva *et al.* (2006) relataram ocorrência desse nematoide no Piauí, no município de Parnaíba, levantando a hipótese de introdução por meio de mudas oriundas de Petrolina. Siqueira *et al.* (2009) relataram ocorrência de *M. enterolobii* em goiabeiras no estado de Goiás e também ressaltaram que a presença do parasita nos municípios estudados se devia provavelmente à introdução de mudas de goiabeira provenientes de viveiro da região de Petrolina, o que reforça a ideia de introdução e disseminação desse patógeno.

A falta de um manejo adequado, caracterizado pela introdução de hospedeiras susceptíveis ao nematoide (feijoeiro caupi) deu continuidade aos problemas, aumentando a densidade populacional e permitindo maior distribuição e, conseqüentemente, disseminação no solo de outros importantes fitoparasitas que se mostraram abundantes nesse trabalho, a exemplo de *Pratylenchus*.

Com base na literatura recomenda-se que o agricultor associe várias estratégias, a exemplos de rotação de culturas com o uso de adubos verdes, plantas antagonistas e más hospedeiras do patógeno, tratamento do solo com adubação equilibrada e incremento da matéria orgânica, e, principalmente, uso de mudas certificadas.

A utilização de adubos verdes como o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), *Crotalaria breviflora* L., *C. juncea* L., *C. spectabilis* Roth, *C. mucronata* L., *C. ochroleuca* L., *Dolichos lablab* L., *Pennisetum glaucum* L., *Mucuna deeringiana* Bort., *M. cinereum* L., *M. aterrima* Piper e Tracy e *Raphanus sativus* L. constituem opção viável para a rotação de culturas em áreas infestadas com *M. enterolobii* (Rosa *et al.*, 2015). Morillo e Silva (2015), estudando o efeito antagônico do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) sobre *M. enterolobii* em tomateiro, concluíram que a utilização de extratos à base de feijão-de-porco na forma de rega no solo pode ser utilizado no manejo de *M. enterolobii*.

Estudando a hospedabilidade de fruteiras a *M. enterolobii*, Freitas *et al.* (2015) encontraram dezesseis fruteiras consideradas más hospedeiras desse patógeno, dentre as quais o abacateiro (*Persea americana* Mill.), o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart), a amoreira comum (*Rubus* sp.), o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), a caramboleira (*Averrhoa carambola* L.), o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), a graviroleira (*Annona muricata* L.), a jabuticabeira (*Myrciaria jaboticaba* Vell.), a mangueira (*Mangifera indica* L.), o mamoeiro (*Carica papaya* L.), a tangerineira (*Citrus sunki*

Hort.) e o sapotizeiro (*Malnikara sapota* L.), concluíram que essas espécies podem ser utilizadas para substituir as goiabeiras mortas em áreas infestadas por *M. enterolobii* servindo como uma alternativa para o manejo.

Estudando a reação de seis gramíneas e cinco leguminosas com relação a *M. enterolobii*, Silva e Silva (2009) concluíram que dentre as espécies de plantas avaliadas, a mucunã preta (*Mucuna pruriens* L.) e a crotalária (*Crotalaria paulina* Schrank) apresentam alto potencial para serem utilizadas em rotação de culturas em áreas infestadas por esse patógeno.

Santos e Gomes (2011), estudando a reação de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) BRS Energia, CPACT 40, AL Guarani, IAC 80, Sara, Lyra e Nordestina a *Meloidogyne* spp. e o efeito dos exsudatos radiculares sobre *M. enterolobii* e *M. graminicola* Golden e Birchfield, 1965, concluíram que as cultivares de mamona são resistentes a *M. enterolobii*, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *M. ethiopica* Whitehead, 1968, *M. incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949, e *M. graminicola*, e podem ser utilizadas no manejo com rotação de culturas em áreas infestadas por esses nematoides.

As perspectivas para o manejo de *M. enterolobii* estão centradas no desenvolvimento e identificação de cultivares ou porta enxertos resistentes. Assim estudos dessa natureza estão sendo desenvolvidos, como por exemplo, o estudo realizado por Chiamolera (2015), que avaliou a reação de araçazeiros a *M. enterolobii* e enxertia da goiabeira 'Paluma' em porta enxertos resistentes e concluiu que os araçazeiros *Eugenia stipitata* McVaugh, *P. cattleyanum* Sabine 'amarelo', e *P. friedrichsthalianum* Ndz. são resistentes a *M. enterolobii* e podem ser testados como porta enxertos de goiabeira. Contudo, um grande entrave nesses estudos tem sido conseguir material que seja resistente ao patógeno e compatível como porta enxerto. Biazatti *et al.* (2016), avaliando a resistência de genótipos de araçazeiros a *M. enterolobii*, observaram que os genótipos *Psidium guajava* e *P. cattleyanum* foram resistentes a *M. enterolobii*, pois obtiveram fator de reprodução igual ou inferior a 0,2.

Silva e Krasuski (2012) avaliaram em casa de vegetação a reação de 22 espécies frutíferas tropicais a *M. enterolobii* e observaram que 16 espécies mostraram-se imunes ao nematoide, dentre elas estão o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) 'Turiaçu', variedade nativa do município de Turiaçu, no Maranhão, e o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa*).

Medidas preventivas com a finalidade de evitar a introdução desses parasitas na área, principalmente

por meio de mudas sadias é de extrema importância, pois a prevenção é o princípio para o controle de nematoides, impedindo a disseminação de uma área para outra (Santos, 2012). Contudo, depois que o nematoide é introduzido, o manejo é muito difícil, principalmente para *Meloidogyne* spp., devido a ampla distribuição, polifagia e existência de raças dentro da mesma espécie (Gonçalves, 2014). A correta identificação da espécie de nematoide presente na área, a determinação do nível populacional e distribuição espacial constituem elementos chave para a adequada recomendação de manejo.

Os mapas obtidos permitiram visualizar as zonas de distribuição espacial distintas para cada grupo de nematoide, evidenciando que o cultivo do feijoeiro e as demais práticas de manejo como, por exemplo, a gradagem após a erradicação da goiabeira, influenciaram a nematofauna contribuindo para o aumento e distribuição das populações dos nematoides encontrados, principalmente dos parasitas de plantas e bacteriófagos. Neher e Campbell (1994) ressaltam que os nematoides parasitas de plantas e também os bacteriófagos são mais predominantes em solos cultivados com culturas anuais, perenes e pastos, o que foi evidente nesse trabalho, onde o cultivo do feijoeiro caupi favoreceu a predominância desses nematoides.

O mapeamento da área mostrou que pode ser usado como ferramenta útil para planejamento de estratégias mais adequadas, especialmente se forem considerados os efeitos por períodos mais longos. Entretanto, além dos conhecimentos técnicos, aspectos econômicos e sociais precisam ser incorporados às estratégias de manejo se for desejado alcançar uma agricultura sustentável. A geoestatística permite a análise de dados espacialmente correlacionados, e suas técnicas envolvidas possibilitam a quantificação da dependência espacial entre amostras, permitindo que as densidades populacionais do nematoide sejam mapeadas (Farias *et al.*, 2002). Isso contribui para a adoção de medidas de manejo adequadas para os locais específicos de infestação desses patógenos.

Com o presente trabalho, pode-se concluir que o cultivo de feijoeiro caupi após a erradicação das goiabeiras contribuiu para o aumento da densidade populacional de nematoides fitoparasitas, principalmente dos gêneros *Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, e *Pratylenchus*, mostrando-se não recomendado para a área em estudo. A presença de *M. enterolobii* reforça a hipótese de que o patógeno provavelmente tenha sido introduzido na área, uma vez que as mudas de goiabeira utilizadas no cultivo foram oriundas da cidade Petrolina-PE, local onde a espécie é potencialmente expressiva e já dizimou grandes pomares. No entanto, mais estudos envolvendo análises da nematofauna da vegetação

nativa são necessários para poder assim afirmar que a espécie foi introduzida na área.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa e recursos financeiros para a realização desse trabalho.

### LITERATURA CITADA

- Abawi, G. S., B. A. Mullin and W. F. Maí. 2005. Diseases caused by nematodes. Pp. 54-57 in H. F. Schwartz, J. R. Steadman, and R. Hall (eds.) 2 ed. Compendium of bean diseases. St. Paul: American Phytopathological Society Press.
- Abd-elgawad, M. M. M. 2014. Plant-parasitic nematode threats to global food security. P. 161 in International Congress of Nematology, 6. Cidade do Cabo, África do Sul. Nematology Society of Southern Africa (NSSA).
- Almeida, E. J. 2008. O nematoide de galha da goiabeira (*Meloidogyne mayaguensis* Rammah e Hirschmann, 1988): identificação, hospedeiros e ação patogênica sobre goiabeiras. 95 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal.
- Andrade, E. P., S. P. Huang and C. H. B. Miranda. 2004. Comunidade de nematoides em oito sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul. *Fitopatologia Brasileira* 29:186.
- Barker, K. R. 1985. Sampling nematode communities. Pp. 3-17. in K.R. Baker, C.C. Carter, and J.N. Sasser (eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*: II. Methodology. Raleigh: North Caroline State University/USAID.
- Biazatti, M. A., R. M. Souza, C. S. Marinho, D. O. Guilherme, G. S. Campos, V. M. Gomes, and C. A. Bremenkamp, 2016. Resistência de genótipos de araçazeiros a *Meloidogyne enterolobii*. *Ciência Rural* 46:418-420.
- Cambardella, C. A., T. B. Moorman, J. M. Novak, T. B. Parkin, D. L. Karlen, R. F. Turco and A. E. Konopk. 1994. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. *Soil Science Society of America Journal* 58:1501-1511.
- Carneiro, R. M. D., and M. R. A. Almeida. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas de nematoides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira* 25:35-44.
- Chiamolera, F. M. 2015. Reação de araçazeiros a *Meloidogyne enterolobii* e enxertia da goiabeira ‘Paluma’ em porta enxertos resistentes. 61p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- Clark, I. 1979. *Practical Geostatistics*. Essex: Applied Science Publishers.
- Coolen, W. A., and C. J. D’herde. 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent. State Agricultural Research Centre.
- Corrêa, M. M., and M. R. Ribeiro. 2001. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Nossa Senhora do Rosário (Pesqueira-PE). Relatório técnico de pesquisa. UFRPE/UFPE/CNPq/BNB. Recife-PE. .
- Coutinho, R. R. 2014. Estudo das comunidades de nematoides como bioindicadores de distúrbios em sistemas agrícolas. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- Englund, E., and A. Sparks. 1991. Geo EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) Las Vegas, U.S. Environmental Protect Agency.
- Farias, P. R. S., J. C. Barbosa, S. R. Vieira, X. Sánchez-Villa and L. C. B. Ferraz. 2002. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated under crop rotation. *Russian Journal of Nematology* 10:1-9.
- Ferraz, L. C. C. B., and A. R. Monteiro. 1995. Nematoides. Pp. 168-201 in A. Bergamim Filho, H. Kimati, L. Amorim (eds.). 3 ed. Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. São Paulo, Ceres.
- Ferreira, R. V. O., C. E. M. Cruz, M. C. Goulart and S. Lopes. 2007. Ocorrência de nematoides nas culturas da aceroleira, goiabeira e pessegueiro. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia. Periódico Semestral, Garça, SP* 7:1-7.
- Freitas, V. M., J. K. A. Mattos, J. G. P. Silva, M. D. G. Carneiro, C. B. Gomes, J. M. C. Castro and R. M. D. G. Carneiro, 2015. Hospedabilidade de fruteiras a *Meloidogyne enterolobii*: uma sugestão de manejo para áreas infestadas. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 36 p. Brasília, DF (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 310).
- Golden Software. 1999. 619 p. Surfer 7.0 – User’s Guide. New York: Golden Software.
- Gonçalves, L. A. 2014. Levantamento e manejo de nematoides fitoparasitas em áreas cultivadas com olerícolas na região Centro-Oeste do estado de São Paulo. 58 f. Tese (Doutorado em Agronomia-Proteção Plantas). Botucatu. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- Guerra, P. A. G. 1988. *Geoestatística operacional*.

- Ministério das Minas e Energia/ Departamento de Produção Mineral. 145, Brasília, DF.
- Hargreaves, G.H. 1974. Potential Evapotranspiration and Irrigation Requirements for Northeast Brazil. Utah State University. 55, Logan, UT.
- Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for extracting nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48:692.
- Journel, A. G. 1989. Fundamentals of geostatistic in five lessons. American Geophysical Union. 40, Washington.
- Landim, P. M. B. 2003. Análise estatística de dados geológicos. 2 ed. Editora UNESP. 259, São Paulo, SP.
- Machado, L. O., A. M. Q. Lana, R. M. Q. Lana, E. C. Guimaraes and C. V. Ferreira. 2007. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema de plantio convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31:591-599.
- Mai, W. F., and P. G. Mullin. 1996. Plant-parasitic nematodes: A pictorial key to genera. Cornell University. Ithaca, NY.
- Morillo, C. S. R. and G.S. Silva. 2015. Antagonistic effect of jack bean on *Meloidogyne enterolobii* in tomato plants. *Summa Phytopathologica* 41:305-310.
- Neher, D. A., and C. L. Campbell. 1994. Nematode communities and microbial biomass in soil with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology* 1:17-28.
- Ortiz, B. V., C. Perry, P. Goovaerts, G. Vellidis and D. Sullivan. 2010. Geostatistical modeling of the spatial variability and risk areas of southern root-knot nematodes in relation to soil properties. *Geoderma* 165:243-252.
- Pereira, F. O. M., R. M. Souza, P. M. Souza, C. Dolinski and G. K. Santos. 2009. Estimativa do impacto econômico e social direto de *Meloidogyne mayaguensis* na cultura da goiaba no Brasil. *Nematologia Brasileira* 33:176-181.
- Rodrigues, C. V. M. A., E. M. R. Pedrosa, A. K. S. Oliveira, D. A. S. Leitao, N. M. R. Barbosa, and N. J. V. Oliveira. 2011. Distribuição vertical da nematofauna associada à cana-de-açúcar. *Nematropica* 41:10-16.
- Rosa, J. M. O., J. N. Westerich, and S. R. S. Wilcken. 2015. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas e plantas utilizadas na adubação verde. *Revista Ciência Agronômica* 46:826-835.
- Santos, T. F. S. 2012. Metodologia de avaliação a *Pratylenchus brachyurus* e reação de genótipos de soja aos nematoides das galhas e das lesões. 85f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Rondonópolis. Universidade Federal de Mato Grosso.
- Santos, A. V., and C. B. Gomes. 2011. Reação de cultivares de mamona a *Meloidogyne* spp. e efeito dos exsudatos radiculares sobre *Meloidogyne enterolobii* e *M. graminicola*. *Nematologia Brasileira* 35:1-9.
- Sarmah, B. and A. K. Sinha. 1995. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on Cowpea. *Plant Health* 1:1-12.
- Sawadogo, A., B. Thio, S. Kiemde, I. Drabo, C. Dabire, J. Ouedraogo, T. R. Mullens, J. D. Ehlers and P. A. Roberts. 2009. Distribution and prevalence of parasitic nematodes of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Burkina Faso. *Journal of Nematology* 41:120-127.
- Silva, G. S., C. Athayde Sobrinho, A. L. Pereira, and J. M. Santos. 2006. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Piauí. *Nematologia Brasileira* 30: 307-309.
- Silva, S. D. G., and A. I. Krasuski, 2012. Reação de algumas espécies frutíferas tropicais a *Meloidogyne enterolobii*. *Nematologia Brasileira* 36:83-86.
- Silva, K. C., and G. S. Silva. 2009. Reação de gramíneas e leguminosas a *Meloidogyne mayaguensis*. *Nematologia Brasileira* 33:198-200.
- Siqueira, K. M. S., V. M. Freitas, M. R. A. Almeida, J. A. Santos, J. A. Cares, M. S. Tigano, and R. M. D. G. Carneiro. 2009. Detecção de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira e mamoeiro no estado de Goiás, usando marcadores moleculares. *Tropical Plant Pathology* 34: 256-260.
- Snedecor, G. W., and W. G. Cochran. 1967. *Statistical methods*. 6 ed. Iowa State University. 593. Ames.
- Torres, G. R. C., V. N. Covello, R. Sales Júnior, E. M. R. Pedrosa, and R. M. Moura. 2004. *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Rio Grande do Norte. *Fitopatologia Brasileira* 29:570.
- Torres, G. R. C., R. Sales Júnior, V. N. C. Rehn, E. M. R. Pedrosa, and R. M. Moura. 2005. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Estado do Ceará. *Nematologia Brasileira* 29:105-107.
- Vauclin, M., S. R. Vieira, G. Vauchaud, and D. R. Nielsen, 1983. The use of cokriging with limited field soil observations. *Soil Science Society American Journal* 47:175-184.
- Vicente, T. F., A. A. A. Montenegro, E. M. R. Pedrosa, R. V. P. Fontes Junior, J. S. Silva, and U. E. Tavares. 2015. Community structure and spatial variability of soil nematodes in an alluvial soil in a semiarid region of Pernambuco state, Brazil. *Nematoda* 2:1-12.

Warrick, A.W., and D. R. Nielsen, 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. Pp. 319-344. *in* D. Hillel (ed.). Application of soils physics. New York: Academic Press.

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

---

*Received:*

27/IV/2016

*Accepted for publication:*

11/X/2016

*Recibido:*

*Aceptado para publicación:*